

ФЕДЕРАЛЬНОЕ ГОСУДАРСТВЕННОЕ БЮДЖЕТНОЕ ОБРАЗОВАТЕЛЬНОЕ  
УЧРЕЖДЕНИЕ ВЫСШЕГО ПРОФЕССИОНАЛЬНОГО ОБРАЗОВАНИЯ  
САМАРСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ТЕХНИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ

*На правах рукописи*



**ТЫШКОВСКАЯ Юлия Владимировна**

04201253621

**РАЗРАБОТКА СИСТЕМЫ КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ  
ПРОЕКТОВ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ**

Специальность 05.13.01 – Системный анализ, управление и обработка  
информации (промышленность)

Диссертация на соискание учёной степени  
кандидата технических наук

Научный руководитель:

д.т.н., профессор

**БАТИЩЕВ Виталий Иванович**

Самара – 2011

## СОДЕРЖАНИЕ

Введение	4
1. Анализ системных связей и закономерностей проведения разведки месторождений полезных ископаемых	8
1.1 Разведка месторождений полезных ископаемых	8
1.1.1 Геологоразведка: характеристика, цели и задачи	8
1.1.2 Методика проведения геологоразведочных работ	9
1.1.3 Тенденции развития геологоразведки	12
1.2 Информационные технологии на предприятиях геологоразведки	13
1.3 Анализ системных связей проведения геологоразведочных работ	17
1.4 Критерии и методы оценки инвестиционных проектов по наращиванию ресурсной базы полезных ископаемых	22
1.5 Методы системного анализа и математического моделирования геологоразведочных работ	29
Выводы	33
2 Системный анализ процесса проведения геологоразведочных работ	35
2.1 Учет рисков при оценке экономической эффективности инвестиционных геологоразведочных проектов	35
2.2 Архитектура предприятия и информационных технологий обеспечения комплексной безопасности	41
2.3 Системное описание организационной структуры управления процессом геологоразведочных работ	48
2.4 Методы и средства моделирования процессов жизненного цикла инвестиционных проектов геологоразведочных работ	52
2.5 Системная характеристика принятия решений в инвестиционном проектировании	55
Выводы	60
3 Разработка методов комплексной оценки эффективности развития геологоразведочных проектов	62
3.1 Системная модель комплексной оценки эффективности развития геологоразведочных проектов	62
3.2 Модели формирования базы знаний инвестиционного геологоразведочного проекта	66
3.3 Комплексная оценка и формирование схемы реализации инвестиционного геологоразведочного проекта	73
Выводы	78

4. Разработка алгоритмов функционирования системы комплексной оценки развития геологоразведочного проекта	80
4.1 Алгоритмы формирования базы знаний инвестиционного проекта на основе методов иерархической таксономии	80
4.2 Алгоритм формирования модели инвестиционного проекта	84
4.3 Структурный анализ системы комплексной оценки развития геологоразведочного проекта	87
Выводы	91
5. Разработка принципов построения и анализ системы комплексной оценки проекта геологоразведочных работ	92
5.1 Архитектура системы комплексной оценки проекта геологоразведочных работ	92
5.2 Выбор системы информативных признаков для проектирования многомерного хранилища данных	99
5.3 Критерии и методы оценки качества функционирования системы комплексной оценки проектов геологоразведочных работ	104
Выводы	108
Заключение	110
Библиографический список	112
Приложение А	121
Приложение Б	122

## ВВЕДЕНИЕ

Актуальность работы. Основопологающие отрасли промышленного производства завязаны на потребление определённых видов природно-сырьевых ресурсов. В настоящее время в Российской Федерации все более острыми становятся проблемы, связанные с истощением имеющихся запасов минерально-сырьевых ресурсов. Темпы роста добычи, в особенности углеводородов, существенно отстают от потребностей. Не удовлетворяют потребностям и пополнение их запасов за счет открытия новых месторождений. Темпы геологоразведочных работ в последние годы реально снизились. Свою роль сыграли и изменения принципов землепользования, которые привели к структурной перестройке в системе геологоразведочного производства, финансирования геологоразведочных работ, формирования системы заказов на получение геологической информации. В настоящее время эта отрасль нуждается в совершенствовании всех производственных процессов на различных этапах проведения работ.

Проведение геологоразведочных работ связано с определенными ограничениями, обусловленными специфическими особенностями геологического изучения недр, особой ролью федеральных, региональных и местных органов государственной власти при решении задач обеспеченности важнейшими ресурсами, региональными особенностями условий проведения работ, разнообразием горноклиматических условий, высокой наукоемкостью, сезонным характером определенной части работ и другими факторами.

Для современных предприятий геологоразведки задачи определения различного рода рисков, их минимизации и нейтрализации с минимальными затратами является приоритетными для всех сфер деятельности и уровней управления, но особенно они актуальны на этапе проектирования работ.

Основным недостатком общих классификаций рисков является сложность определения внутренних внешних факторов, приводящих к рискам, а главное — сложность определения корреляций между факторами, так как реальные риски практически всегда взаимосвязаны и обусловлены.

Первоочередной и актуальной задачей является создание такой стратегии управления системой обеспечения проведения геологоразведочных исследований, которая была бы направлена на формирование оптимальных производственных показателей, и ориентирована на работу в условиях динамично меняющейся внешней среды.

Для решения этой задачи необходима разработка научных основ организации системного взаимодействия органов государственного управления, гео-

логоразведочных предприятий и частных инвесторов. Необходима разработка методов и алгоритмов, обеспечивающих согласование целей различных подразделений, взаимодействующих в ходе проведения геологоразведочных работ, с учетом влияния экономических и технологических факторов, и интеграцию разнородной информации при принятии решений в условиях неопределенности.

Целью настоящей диссертационной работы является создание методологических основ многоуровневого анализа и комплексной оценки проектов проведения геологоразведочных работ с целью повышения эффективности принятия управленческих решений.

Объектом исследования являются инвестиционные геологоразведочные проекты.

Предметом исследования являются совокупность алгоритмов, моделей и методик используемых для повышения эффективности принятия управленческих решений на этапе проектирования геологоразведочных работ.

Для достижения поставленной цели необходимо решение следующих задач:

1. системный анализ процесса проведения геологоразведочных работ с целью выявления рискообразующих факторов, снижающих эффективность деятельности;
2. исследование системных связей и закономерностей проведения геологоразведочных работ;
3. выявление информационных процессов в принятии решений, которые наиболее полно определяют процесс подготовки и проведения геологоразведочных работ, с точки зрения повышения их эффективности;
4. исследование и разработка методов формирования знаний инвестиционных геологоразведочных проектов (ИГП), с учётом их структурных составляющих в условиях неопределенности;
5. создание алгоритмов формирования базы знаний и параметров моделей ИГП;
6. построение системы комплексной оценки ИГП, включающей в себя систему формирования модели проекта, систему оценки эффективности ИГП и систему принятия решения о поддержке ИГП.

Методы исследования базируются на применении теории и методов системного анализа, моделей представления знаний, основанных на фреймах и продукциях, теории игр, а также теории и методов анализа данных, в частности

методах автоматической классификации (таксономии) и методах распознавания образов.

Научная новизна и значимость работы характеризуется следующими результатами:

1. Разработан алгоритм решения задачи согласования целей, различных подразделений, взаимодействующих в ходе проведения геологоразведочных работ, отличающийся учетом влияния экономических и технологических факторов, что позволяет достичь общей цели предприятия с наименьшими затратами.

2. Предложена модель базы знаний в системе анализа геологоразведочных проектов, отличающаяся тем, что она построена на основе совместного использования продукционных и фреймовых моделей, что позволяет, путём многоуровневой структурной классификации проектов, эффективно решать задачи их анализа и оценки.

3. Разработана процедура интеграции разнородной информации при принятии решений в условиях неопределенности. Предлагаемый подход, основан на построении правила принадлежности к определённому классу ИГП и даёт возможность согласовать разрозненную приближенную информацию разных уровней описания и сузить область неопределенности.

4. Разработана методика комплексной оценки проектов, отличающаяся от известных использованием процедур формирования совокупности признаков, иерархической классификации и оценки степени детализации кластеров, позволяющая формировать классы ИГП на основе их структурной близости.

5. Дано системное описание процесса проведения геологоразведочных работ, позволяющее, в отличие от аналогов, учитывать системное взаимодействие органов государственного управления развитием геологоразведочных работ, геологоразведочного предприятия и инвестиций частных инвесторов, с целью оценки эффективности геологоразведочного проекта и формирования схемы его реализации.

Практическая полезность результатов диссертационной работы заключается в возможности применения полученных моделей, методов, алгоритмов и методик для создания систем поддержки принятия решений в различных прикладных областях, связанных с оценкой свойств, классификацией и ранжированием проектов и баз знаний.

На защиту выносятся следующие основные научные положения:

1. Алгоритм решения задач согласования целей различных подразделений, учитывающий влияние экономических и технологических факторов;

2. Модель базы знаний системы развития геологоразведочных проектов, построенная на основе совместного использования продукционных и фреймовых моделей;

3. Процедура интеграции разнородной информации, основанная на построении правила принадлежности к определенному классу инвестиционных геологоразведочных проектов;

4. Методика комплексной оценки инвестиционных геологоразведочных проектов, позволяющая формировать классы проектов на основе их структурной близости.

5. Системное описание процесса проведения геологоразведочных работ.

Реализация работы. Предложенные в диссертации результаты использовались на предприятии ОАО «СамараНефтеГеофизика» в виде моделей и алгоритмов, при внедрении АИС анализа и оценки инвестиционных геологоразведочных проектов. Результаты работы также были использованы в учебном процессе в ФГБОУ ВПО «Самарский государственный технический университет».

Апробация работы. Основные положения работы и результаты исследований обсуждались на следующих конференциях: Всероссийская научная конференция с международным участием «Математическое моделирование и краевые задачи» (Самара 2007, 2008, 2011), Всероссийская с международным участием научно-техническая конференция «Актуальные проблемы информационной безопасности, Теория и практика использования программно-аппаратных средств» (Самара 2008), Всероссийская научно-практическая конференция «Современное общество: актуальные проблемы и перспективы» (Волгоград 2009), Международная научно-практическая конференция «Системный анализ в проектировании и управлении» (Санкт-Петербург 2009), Всероссийская конференция и школа молодых ученых «Безопасность критических инфраструктур и территорий» (Екатеринбург 2009), Всероссийская межвузовская научно-практическая конференция «Компьютерные технологии в науке, практике и образовании» (Самара 2009), Международная научно-практическая конференция «Ашировские чтения» (Самара 2010), Международная студенческая конференция "Знания – стратегический ресурс новой экономики" (Самара 2011).

Публикации По теме диссертационной работы опубликовано 14 печатных работ, в том числе 2 в реферируемых изданиях, 12 на всероссийских и международных конференциях.

# 1. АНАЛИЗ СИСТЕМНЫХ СВЯЗЕЙ И ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ ПРОВЕДЕНИЯ РАЗВЕДКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

## 1.1. Разведка месторождений полезных ископаемых

### 1.1.1 Геологоразведка: характеристика, цели и задачи

Разведка месторождений полезных ископаемых (геологоразведка) представляет совокупность взаимосвязанных последовательно проводимых на различных этапах и стадиях видов работ, осуществляемых с целью выявления и оценки запасов полезных ископаемых.

Основные задачи геологической отрасли определены в Основах государственной политики в области использования минерального сырья и недропользования. Такими задачами являются:

- изучение территории Российской Федерации, ее континентального шельфа и акваторий внутренних морей на основе проведения работ общегеологического и специального назначения, включающих государственное геологическое картирование, попутные прогнозно-поисковые исследования с выделением новых перспективных районов;
- воспроизводство минерально-сырьевой базы Российской Федерации, обеспечивающее компенсацию погашенных при добыче запасов минерального сырья;
- повышение эффективности использования минерально-сырьевой базы Российской Федерации;
- обеспечение защищенности населения и объектов экономики на территории Российской Федерации от опасных геологических процессов и явлений.

Предметом ведения и продукцией геологической отрасли является информация, которая разделяется на геологическую информацию (геологические информационные ресурсы – ГИР), управленческую информацию и сводно-аналитическую информацию.

Геологическая информация собирается, систематизируется, обрабатывается и хранится в специализированных информационных организациях – ФГУ ТФИ и их филиалах по субъектам РФ и в ФГУНПП «Росгеолфонде», а также в государственных и негосударственных предприятиях, в научно-производственных организациях и учебных заведениях, где формируются свои геологические фонды. Это приводит с одной стороны к избыточному дублированию информации, а с другой, свидетельствует, что нет такой организации,

где была бы собрана вся геологическая информация по определённой территории.

В последние годы резко обострились проблемы экономики и организации производства геологоразведочных работ. Изменение принципов недропользования привело к структурной перестройке в системе геологоразведочного производства, финансирования геологоразведочных работ, системе заказов на получение геологической информации. Наиболее остро встали социальные проблемы геологической сферы, вопросы финансового состояния организаций, отработка механизма поступления средств на воспроизводство минерально-сырьевой базы и правильным их использованием.

В работе проанализированы работы ученых в области анализа и совершенствования организации геологоразведочных работ и минерально-сырьевого комплекса страны Э.А. Азроянца, М.П. Астафьевой, В.Т. Борисовича, Е.Л. Гольдмана, С.Я. Кагановича, Г.Н. Кузнецовой, М.А. Минашкина, З.М. Назаровой, М.А. Ревазова, В.Р. Шмидта, М.А. Ястребинского. А.Е. Алтуниным и М.В. Семухиным разработан подход к принятию решений в сложных системах нефтегазодобычи на основе теории нечетких множеств, которая позволяет адекватно учесть разнородную информацию и имеющиеся виды неопределенности [1, 3].

### **1.1.2 Методика проведения геологоразведочных работ**

Проведение геологоразведочных работ связано с определенными ограничениями, обусловленными специфическими особенностями геологического изучения недр, связанных с особой ролью федеральных, региональных и местных органов государственной власти для решения задач обеспеченности важнейшими ресурсами, а также с региональными особенностями условий проведения работ, разнообразием горно-климатических условий, высокой наукоемкостью, сезонным характером определенной части работ и другими факторами.

Эффективность геологоразведочных работ в основном оценивается по трем критериям:

- коэффициент успешности поисково-разведочного бурения;
- объемы разведанных запасов;
- удельные затраты на поисково-разведочные работы.

Для повышения эффективности прогнозирования поисков и разведки месторождений применяется деление геологоразведочного процесса на этапы и стадии, направленные на установление наиболее рациональной последовательности выполнения разных видов работ и общих принципов оценки их результатов

Геологоразведочные работы ведутся по трем направлениям:

- Районы существующей добычи (браунфилд) – поиски и разведка на уже освоенных территориях с развитой инфраструктурой. И хотя открываемые в таких районах месторождения обычно характеризуются относительно небольшими запасами, их можно быстро ввести в разработку и получить высокую прибыль благодаря близости инфраструктуры.
- Неосвоенные территории (гринфилд) – поиски и разведка с целью подготовки запасов для формирующихся центров добычи, способных обеспечить прирост извлекаемых запасов.
- Новые регионы (блюфилд) – перспективные территории, где в случае приобретения Компанией лицензионных участков существует возможность создания новых центров добычи ископаемых.

В зависимости от местоположения участков и масштаба проекта сроки проведения всего цикла работ могут меняться, но их последовательность во всех регионах одинакова (Рис. 1.1).

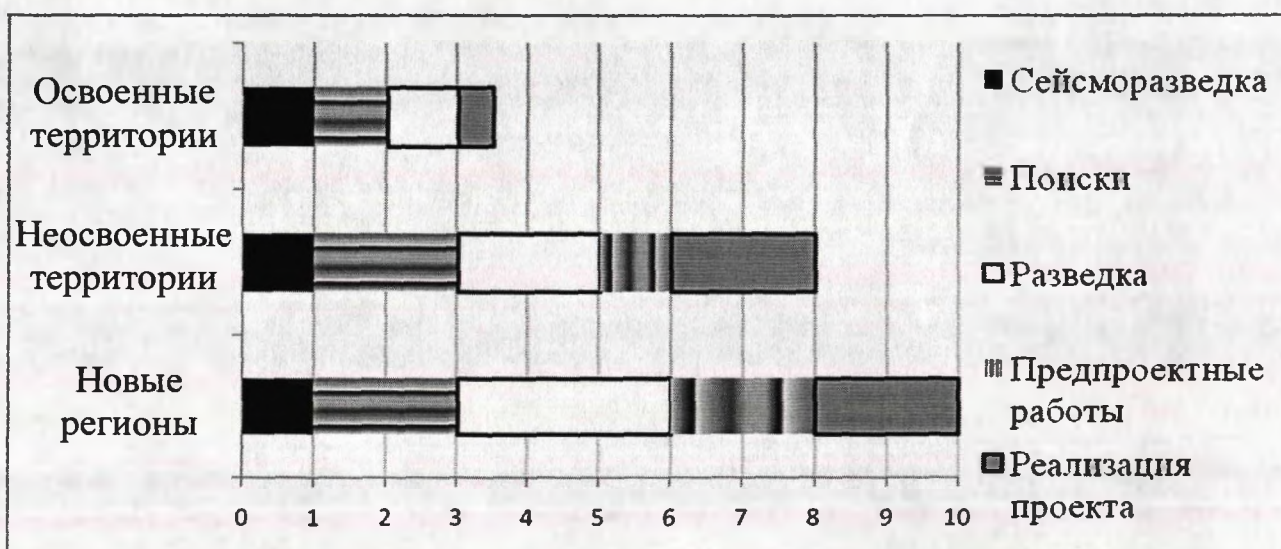


Рисунок 1.1 – Этапы проведения геологоразведочных работ в зависимости от участков проекта

Процесс подготовки новых запасов к разработке включает ряд этапов, на каждом из которых важную роль играют геологические исследования:

- Приобретение лицензионных участков путем участия в аукционах или приобретения компаний – недропользователей. Для общей оценки геологических условий применяется региональный анализ, позволяющий выделить перспективные неразбуренные площади и дать обоснованную сравнительную оценку экономических параметров участков в различных регионах.

- **Поисковые работы.** Анализ поисковых объектов сочетает в себе элементы регионального анализа с изучением материалов геологических исследований, существующих месторождений, часто включающих новые геологоразведочные данные. Из сформированного фонда объектов выбираются наиболее перспективные ловушки, на которые бурятся поисковые скважины для открытия новых месторождений.

- **Разведочные работы** – комплекс работ, проводимых после открытия месторождения, для подробного изучения характеристик залежей и подготовки оптимальной схемы разработки месторождения.

Разведочные работы проводятся в два этапа – подготовительные и полевые работы [41, 104].

Подготовительные работы включают в себя:

- рекогносцировку площади работ;
- подготовку, разработку и согласование проектной документации на производство полевых геологоразведочных работ;
- получение разрешений, проведение государственных экспертиз проекта;
- мобилизацию партии на площадь работ.

После завершения этапа мобилизации специальная комиссия определяет готовность партии к работам, топоотряды готовят профили для проведения буровзрывных или вибрационных работ.

На этом этапе одной из основных проблем является формальное отношение к проектной документации: порой она разрабатывается только для получения разрешений. Зачастую не учитывается специфика проведения работ в районах с отсутствием какой-либо инфраструктуры, и поэтому реализовать некоторые проектные решения, например, по утилизации отходов, практически невозможно. С другой стороны в проекте должны быть четко определены условия выполнения работ – летний или зимний период, а в случае долгосрочного контракта необходимо учитывать весь срок договора.

Полевые работы включают:

- топографо-геодезические работы;
- буровзрывные работы;
- геологоразведочные работы по сбору сейсмических данных;
- опытные работы;
- полевую обработку сейсмических данных с целью контроля качества;
- полевые работы по изучению параметров зоны малых скоростей;

- составление отчета по опытным и производственным работам.

На этом этапе проводится основной объем полевых геологоразведочных работ.

### 1.1.3 Тенденции развития геологоразведки

Минерально-сырьевая база является естественным конкурентным преимуществом народного хозяйства и промышленного сектора России, донором российской экономики, обеспечивающим ее развитие и переход на новый технологический уклад. Экономические и геополитические интересы России и в долгосрочной перспективе будут существенно зависеть от состояния минерально-сырьевой базы, воспроизводство которой на современном технологическом уровне является центральной задачей геологической отрасли. Решение этой задачи определяется детальностью геологической изученности территории страны, результативностью и качеством геологоразведочных работ на всех стадиях их проведения – от регионального изучения недр до разведки месторождений полезных ископаемых.

В развитии российского и мирового минерально-сырьевого комплекса отмечаются следующие основные тенденции:

- исчерпание фонда легко открываемых месторождений;
- повышение роли новых территорий, акваторий внутренних морей и континентального шельфа в связи с истощением ресурсной базы в традиционных районах добычи углеводородов;
- усиление внимания к новым для промышленности типам месторождений;
- увеличение глубин поисков и разработки месторождений полезных ископаемых;
- перемещение геологоразведочных работ в удаленные районы, районы со сложными горно-геологическими и климатическими условиями и слабо развитой инфраструктурой.

На развитие минерально-сырьевой базы Российской Федерации оказывают влияние следующие сдерживающие факторы:

- отсутствует отвечающая современным требованиям геолого-картографическая основа по ряду перспективных регионов России, что сдерживает проведение опережающих прогнозных исследований и поисковых работ;
- существенно сократился «поисковый задел» по интенсивно добываемым полезным ископаемым, произошла убыль активных прогнозных ресурсов, практически отсутствует резерв объектов, на которых возможно получение существенных приростов запасов в ближайшие годы;

- в нераспределенном фонде недр велика доля запасов, освоение которых экономически нецелесообразно при используемых технологиях добычи, обогащения и переработки минерального сырья, при существующей системе налогообложения, а также при существующем состоянии транспортной, энергетической и социальной инфраструктуры;
- действующая система государственного регулирования отношений недропользования не создает достаточных условий для привлечения инвестиций недропользователей в геологоразведочные работы;
- существующая система государственных закупок не позволяет обеспечить непрерывное финансирование полного цикла геологоразведочных работ от обнаружения перспективных площадей до открытия и начала освоения месторождений, продолжительность которого составляет от 5 до 15 лет;
- отсутствует единое информационное пространство, обеспечивающее оперативный и регламентированный доступ органов управления и недропользователей к геологическим информационным ресурсам;
- организационная структура отрасли не позволяет нужными темпами развивать геологоразведочные работы в стране.

Проблема устойчивого развития и использования минерального сырья в Российской Федерации может быть решена на основе реализации широкого комплекса мероприятий, направленных на повышение инвестиционной привлекательности геологоразведочных проектов, расширения объемов и повышения эффективности геологоразведочных работ, совершенствования административных и экономических механизмов регулирования недропользования, усиления научно-технического, инновационного и кадрового обеспечения геологического изучения недр, обогащения и переработки минерального сырья.

## **1.2 Информационные технологии на предприятиях геологоразведки**

В современных условиях практически во всех сферах деятельности предприятия на передний план выступает задача интеграции различных подходов, методов и инструментов с позиций осознанного и объективно необходимого комплекса мероприятий и средств обеспечения безопасности во всех основных процессах предприятия для снижения рисков в деятельности. Инструментом такой интеграции являются информационные технологии. При грамотном, системном их применении, они обеспечивают идентификацию угроз, регистрацию событий-инцидентов угроз безопасности, оценку значений внешних негативных воздействий, измерение факторов, аналитическую обработку данных и

подготовку рекомендаций по выбору необходимых решений и других мероприятий, вплоть до формирования команд на выполнение цепочек необходимых действий операторам и другим исполнительным механизмам.

При рассмотрении организационной структуры Геологической службы мы сталкиваемся с несоответствием стоящих перед ней целей и задач. Интеллектуальная, кадровая, техническая, технологическая и организационная деградация Геологической службы достигла критического уровня, превышение которого может привести к окончательному, системному разрушению геологической отрасли в стране.

В настоящее время на предприятиях геологоразведки вся аналитическая информация сконцентрирована в научных подразделениях, аналитических центрах и т.д., выполняющих проектные работы по заказам компании и являющиеся основными поставщиками информации аналитического сегмента. Подрядчики имеют свои представления об организации моделей данных, форматах обмена, обладают различным уровнем технической оснащенности и номенклатурой программных комплексов. Пользователи аналитической информации получают аналитическую информацию в виде моделей (геологических, гидродинамических и т.д.) на бумажных носителях, реже в цифровом виде и, как правило, не пригодные для прямого использования в информационных системах.

Действующая в настоящее время система сбора, накопления, учета и хранения геологической информации на бумажных носителях не отвечает требованиям и возможностям современных информационных технологий.

Цифровая геологическая информация, получаемая в основном при проведении некоторых геофизических исследований (сейсморазведка, аэрогеофизика, методы скважинной геофизики) и при обработке данных других методов геофизических, геохимических и геологических исследований на вычислительных центрах, сохранилась не полностью или накапливалась в локальных и не увязанных базах данных и в виде файлов на магнитных носителях. В условиях сокращения ассигнований на геологоразведочные работы и перестройки отрасли, с ликвидацией многих организаций происходит утрата геологических материалов, допускается их несанкционированное использование в коммерческих целях.

Вышеприведенная схема имеет ряд серьезных недостатков, существенно сказывающихся на качестве информационного обеспечения:

- сбор и хранение геолого-промысловых данных осуществляется в разных организациях и в несогласованных форматах;

- имеющаяся информация является неполной для решения производственных задач;
- происходит искажение первичной информации в результате многоэтапной ручной обработки;
- требуются большие трудозатраты по сбору и обработке информации.

Указанные недостатки приводят к следующим проблемам информационного обеспечения управления производственными процессами:

- отсутствие единого информационного пространства предприятия;
- невозможность использования всей информации при оперативном управлении предприятием;
- невосполнимые потери первичной информации;
- повышенные риски при формировании бизнес-плана и инвестиционных программ.

Поэтому возникает необходимость принятия мер по обеспечению сохранности накопленной и вновь получаемой цифровой геологической информации, разработки стандартов ее представления и хранения, преобразования в форматы создаваемых баз данных по соответствующим видам информации и в упорядочении ее использования.

Значительный вклад в изучение проблемы достоверности геологической информации и ее вероятностного характера внесли: А.Б. Каждая, Л.П. Кобахидзе, М.Н. Денисов, Н.И. Поздняков, М.С. Хитрик, С.Н. Регентов, Е.О. Погребницкий, В.И. Терновой и многие другие. Однако проблема оценки геологического риска остается малоизученной [1,41, 65, 102].

Использование передовых научно-технических решений позволяет уменьшить риски, неизбежные при проведении геологических работ на ранних стадиях геологического изучения территории.

Вместе с тем в последние годы вследствие перепрофилирования ряда конструкторских и приборостроительных предприятий, разработка и выпуск отечественных аппаратурно-технологических комплексов и оборудования существенно сократились. Отчетливо проявилось отставание в развитии отечественных технических средств и технологий для геологоразведочных работ от уровня, достигнутого зарубежными странами. Российские производители технических средств не могут в полной мере удовлетворить потребности предприятий геологической отрасли. По ряду направлений произошло замещение отечественного оборудования и технологий импортными.

Имеющиеся в распоряжении государственных геологических предприятий технические средства в значительной степени изношены и морально устарели.

Выявление новых источников минерального сырья становится все более сложным и дорогостоящим из-за усложнения условий проведения геологоразведочных работ. Стоящие перед геологической отраслью проблемы определяют необходимость разработки новых подходов, научных теорий, методов и технологий поисков и разведки.

В целом для существующих информационных систем комплекса геологоразведки характерно следующее:

- Отсутствует комплексная система сбора первичной информации в электронном виде на предприятиях и доступ к локальным базам данных с различных уровней управления в режиме реального времени, а также единая система электронного документооборота блока разведки компании.
- Не разработаны технология создания, наполнения, проверки качества и ведения распределенного Корпоративного Банка Данных, системы классификаторов, стандарты и регламенты передачи и хранения информации компании на всех уровнях управления.
- В подразделениях компании имеются отдельные программные комплексы без взаимных интерфейсов и шлюзов в on-line режиме. Слабо используются Геоинформационные системы (ГИС-технология).
- Отсутствует технология для организации эксплуатации постоянно действующих геолого-технологических моделей месторождений, что приводит к низкой эффективности мониторинга на месторождениях. Отсутствует сопряжение программных комплексов блока геологоразведки с системой управления бизнес-процессами и комплексы программ расчета экономической эффективности мероприятий и проектов.
- Не ведется надежное архивирование первичных данных, результатов обработки и интерпретации и не применяются электронные архивы для управления физическими данными.
- Практически не используются современные программные и технические средства для организации технологии отображения информации и дистанционного взаимодействия специалистов добывающего комплекса в процессе принятия решений и обсуждения проектов.
- Отсутствуют пакеты аналитических программ принятия решений в условиях риска и неопределенности.

### 1.3 Анализ системных связей проведения геологоразведочных работ

Основой развития промышленных объектов, являются инвестиционные проекты. Инвестиционное проектирование геологоразведочных работ имеет ряд существенных отличий. Если финансирование инвестиций со стороны коммерческих инвестиционных институтов направлено, в первую очередь, на получение прибыли в денежном выражении, то цель управления инвестициями региональных властей имеет сложную структуру и характеризуется, зачастую некоммерческими предпочтениями [6, 8, 11, 19, 63, 67, 105, 111].

Существует три возможных источника финансирования геологоразведочных работ (рис. 1.2).

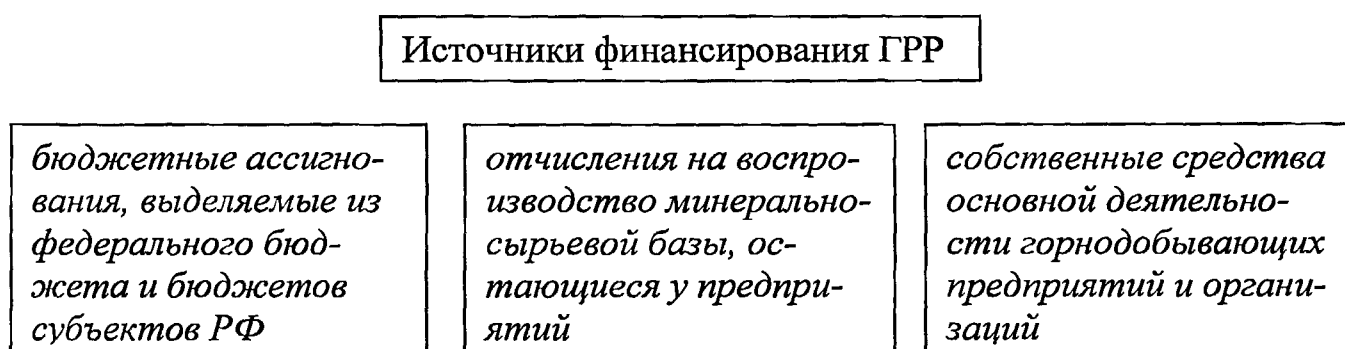


Рис. 1.2 - Схема источников финансирования ГРР

За счет бюджетных ассигнований, выделяемых на геологоразведочные работы, финансируются поисковые, разведочные, научно-исследовательские работы, связанные с поиском и разведкой полезных ископаемых.

За счет отчислений, выделяемых на воспроизводство минерально-сырьевой базы, финансируются работы по проектированию и строительству горнорудных предприятий, работы по бурению сверхглубоких скважин и др.

За счет собственных средств предприятий и организаций финансируются работы по проектированию текущей производственной деятельности и капитальных ремонтов горнодобывающих предприятий.



Рис. 1.3 - Структура финансирования геологоразведочных работ в России

Проведение поисково-разведочных работ – привлекательный, но рискованный бизнес. И весь риск ложится на инвесторов.

В отличие от многих производственных проектов, проведение геологоразведочных работ связано с очень высоким уровнем неопределенности. Риск неизбежен, но его можно минимизировать. Пути снижения риска хорошо известны, но в не давнем прошлом, когда при доступных средствах не хватало проектов, о прописных истинах часто забывали. В настоящий момент, в связи с состоянием рынка инвестиций, особо остро стоит вопрос рационального использования средств и повышения инвестиционной привлекательности действующих проектов.

Слабая финансовая экспертиза ИП приводит к финансированию из бюджетов неэффективных проектов. В этой связи актуальна задача создания системы поддержки инвестиционного проектирования [23].

Основная особенность поисково-разведочных работ заключается в том, что, начиная проект, мы предполагаем результат, но не можем его гарантировать. Вероятность достижения ожидаемого результата зависит от уровня изученности и может быть оценена:

- 0-10% для поисковых проектов ранних стадий (прогнозно-поисковые работы);
- 10-25 % при заверке геохимических и геофизических аномалий (детальные поиски);
- 25-50 % при оценке масштаба оруденения объектов с установленной рудной минерализацией (поисково-оценочные работы и предварительная разведка);
- 50-80 % при детальной оценке запасов месторождения;
- 80-100 % при подготовке месторождения к освоению.

На всех стадиях существует риск потерь. Если есть один проект, то гораздо выше вероятность отрицательного результата, чем, в случае если есть несколько проектов и желательно – разного уровня изученности. Существует критический минимум финансирования. При вложении средств меньше этого минимума. – проект обречен на неудачу. Оценить необходимую критическую сумму возможно только на основе детального анализа и планирования.

Эффективное использование средств при поисково-разведочных работах – это не стремление выполнить фиксированный объем работ при минимальных затратах, а задача провести максимум необходимых работ по изучению большего числа перспективных участков при доступных средствах.

В общем случае процесс инвестирования осуществляется двумя схемами: непосредственно из бюджетных средств или привлечением ресурсов инвесторов (рисунок 1.4).



Рисунок 1.4 Схемы инвестирования

Проблема налаживания взаимодействия государственного и частного капитала для осуществления, по сути, общих целей относится к решению задач "теории игр". Каждый из участников процесса стремится переложить больший объем нагрузки (в первую очередь инвестиционной) на плечи другого, одновременно понимая, что в случае недостаточных усилий как с одной, так и с другой стороны общая задача решена не будет.

В этой связи полезно провести анализ сложившихся инвестиционных ресурсов, а также существующих, на современном российском рынке, инвестиционных институтов.

Рассмотрены различные источники инвестиционных ресурсов [18, 47, 49], приведены методики оценки их ресурсоёмкости, лёгкости привлечения и другие характеристики. С точки зрения интересующей нас предметной области, можно разделить все внебюджетные инвестиционные ресурсы на три основных класса: за счет собственных средств недропользователя (его учредителя), за счет банковского кредита под залог реальных активов или через фондовые рынки. У малой компании собственных средств обычно бывает недостаточно, а привлечение банковского кредита – ограничено внесением залога. Привлекать капитал на рынках ценных бумаг сложно, дорого и практически нереально для малых российских компаний. Рассмотрены условия, на которых они взаимодействуют [60, 70, 74, 82], это:

- сложившаяся рентабельность капиталовложений по интересующему инвестора направлению;
- сложившийся уровень рисков, связанный с данной инвестиционной деятельностью;
- сложившийся уровень общественной значимости данной инвестиционной деятельностью для региона.

При проведении инвестиционной деятельности наиболее дорогим ресурсом является привлекаемый для этого капитал. Учитывая общую ограниченность свободного (частного) капитала, направляемого для инвестирования в регионы, им придется вступить в некоторое соревнование для привлечения капитала.

Любой бизнес, и геологоразведочный в том числе, стремится работать в комфортных условиях [23]:

- уровень налогообложения,
- стоимость рабочей силы,
- наличие политических рисков,
- степень криминализации общества;

Все это анализируется инвестором при выборе объектов вложения капитала. В процессе планирования ГРР, помимо общих факторов, учитываются также геологические перспективы, особенности правового регулирования и государственного управления в геологоразведке и смежных областях. Не касаясь геологических особенностей можно сформулировать четыре основные организационно-правовые проблемы, которые должна решить компания, приступающая к ГРР на полезные ископаемые.

Во-первых, в связи с длительностью геологоразведочного цикла, компании, проводящие ГРР, вправе рассчитывать на особый подход к налогообложе-

нию их бизнеса. Во-вторых, небольшие независимые геологоразведочные компании не могут финансировать ГРР за счет собственных средств (их у них просто нет) и не могут получить кредит в банке (без залога не дают). Следовательно, у них остается один путь – привлечение средств на рынке рискованного капитала. В-третьих, большое значение имеет система получения прав пользования недрами и возможность их рыночного оборота. Для компаний, которые изначально не предполагают доводить объект до эксплуатационной стадии, этот фактор вообще играет определяющую роль. В-четвертых, на инвестиционную привлекательность геологоразведочного бизнеса прямо влияет доступность геологической информации и стоимость ее приобретения, так как использование архивных данных, в том числе каменного материала, позволяет в разы снизить стоимость ГРР.

Существует ряд методик для ранжирования геологоразведочных проектов по степени привлекательности, на основе следующих показателей [7, 18, 23, 36, 56].

- Браться за проект стоит, если гарантированы средства для выполнения запланированных работ. Не всегда удастся привлечь средства в процессе, до завершения очередной стадии. Больше половины проектов терпят неудачу именно по этой причине.
- Для принятия решения о вхождении в проект необходимо получение всей необходимой информации и тщательного анализа перспективности.
- Проект должен иметь профессиональное ядро – специалистов, четко представляющих задачи и пути их реализации.
- Необходимо провести тщательное планирование. Разбить работы на этапы с четким определением моментов принятия решения.
- Составляется календарный график работ с учетом производительности доступных людских и материальных ресурсов.
- Необходимо установить жесткий контроль над исполнением планов и оперативным представлением данных. При этом, не принимая план как догму, не допускать разброд и шатание. Необходимо определить условия пересмотра планов.
- Обоснования объемов работ фактическими данными. На каждом этапе нужно выполнять геолого-экономическую оценку и сравнивать результаты с планируемыми/ожидаемыми результатами.
- Особое внимание уделяется обеспечению качественного анализа проб и своевременного получения результатов. Необходимо внедрить систему контроля качества всего процесса, начиная с отбора проб и заканчивая

введением результатов анализов в базу данных. Постоянно отслеживать движение проб.

- Нужно быть готовым остановить проект в любой момент. Необходимо сравнивайте результаты с приемлемыми для проекта показателями, опираясь на объективную геолого-экономическую модель.
- Возможно привлечение независимых специалистов.
- Наличие развитой транспортной и информационной инфраструктур.

Кроме того, власти могут использовать ряд финансовых рычагов, в частности [9, 10, 25, 83, 84, 89]: налоговую политику, политику субсидий.

Регион, помимо прямых дополнительных налогов от инвестируемого капитала, получает дополнительную общественную выгоду в виде создания некоторых общественных ценностей (создание дополнительных рабочих мест, повышение инвестиционной привлекательности региона, реализация социальных программ и т.д.). Каждая из сторон оценивает рентабельность капитала в регионе по интересующему инвестора направлению и в ходе переговоров вырабатывается общая для сторон оценка этого показателя.

Каждая из сторон имеет свою оценку рисков, связанную с инвестиционной деятельностью в регионе. В случае приемлемого уровня рисков инвестор включается в переговорный процесс.

Инвестор в ходе инвестиционной деятельности в регионе имеет цель поместить свой капитал с прибылью не меньше той, которую он может получить при размещении этого же капитала на финансовом рынке [37, 50, 62, 67, 105]. Дополнительная выгода, которую он получает, это новые знания о регионе, возможность новых инвестиций и т.д.

#### **1.4 Критерии и методы оценки инвестиционных проектов по наращиванию ресурсной базы полезных ископаемых**

Специфика исследуемой предметной области определяет некоторые особенности при оценке ИП. В этой связи целесообразно рассмотреть существующие методы оценки ИП, а также выявить специфику оценки ИП. Качество инвестиционного проекта оценивают на основе показателей его эффективности.

В последние годы государство наращивает масштабы бюджетного финансирования, в основном для проведения региональных работ, которые могли бы инициировать развертывание поисковых ГРР на новых направлениях изучения перспектив. МПР России и Роснедра придают большое значение рациональному использованию этих бюджетных средств, поскольку они направлены на решение задач повышения привлекательности и востребованности ресурс-

ной базы, своевременности ее подготовки для передачи участков недр потенциальным инвесторам с целью их геологического изучения и последующего освоения выявленных запасов.

Возможны два реальных пути практического решения поставленной задачи.

Первый путь, на который очень активно ориентируется вся деятельность государственных органов в последние годы, сводится к возобновлению полного цикла работ по подготовке сырьевой базы и ее освоению в намеченных объемах силами уполномоченных или государственных компаний с использованием бюджетных (или опосредованно бюджетных, заемных) средств. То есть, если ясна цель, сформулированная на высшем уровне, создается программа работ, обосновываются ее физические и стоимостные параметры, а непосредственно реализация программы трансформируется в процессы выделения (нахождения) средств и контроля над их использованием. Подобная программа только отчасти учитывает экономические компоненты, связанные с воспроизводством ресурсной базы.

Такой подход уместен (а возможно, является и единственным, обеспечивающим решение поставленных задач) при проведении работ на малоизученных направлениях и в регионах, требующих огромных объемов инвестиций. По сути, он не считается конкурентным и не должен оцениваться с точки зрения эффективности проводимых работ и финансовых вложений. Если отвлечься от ведомственных интересов, то при зафиксированных объемах инвестиций государству должно быть все равно, кто и на какой стадии, а также до какой степени изучает тот или иной регион, как распределяются средства и как взаимодействуют исполнители. Главное – чтобы была решена задача своевременной подготовки ресурсной базы для вовлечения ее в освоение.

Второй путь, реализация которого возможна в уже осваиваемых и достаточно хорошо изученных регионах, сводится к распределению средств, выделяемых из бюджета, по единичным (целевым) региональным программам ГРР, но только таким, которые способны подготовить геологическую основу для целенаправленных поисковых ГРР на новых направлениях и снять существенную долю неопределенностей и рисков, излишне высокий уровень которых не позволяет потенциальным недропользователям рассматривать эти районы в качестве инвестиционно привлекательных.

При таком подходе могут быть использованы показатели эффективности, определяющие как приоритеты в распределении средств между регионами, так

и рациональность их использования на том или ином направлении внутри даже одного месторождения.

Все ГРР, проводимые за счет федерального бюджета, и их основные результаты должны быть направлены на качественное наращивание информации, увеличение привлекательности будущих объектов лицензирования и соответственно должны быть доступны (в общем виде) возможным инвесторам и недропользователям.

В соответствии с современными представлениями о стадийности ГРР, подходами к количественной оценке начальных суммарных ресурсов (НСР), классификацией запасов и ресурсов складывалась система критериев, применяемая для принятия управленческих решений в данной области. Такая система специфична для каждой стадии работ и включает элементы, связанные как с собственно эффективностью ГРР, так и с эффективностью последующего освоения перспективных объектов.

Основными критериями, характеризующими эффективность ГРР, являются натуральные (собственно физические или объемные) и опосредованные количественные и экономические (стоимостные) показатели.

К числу натуральных показателей эффективности ГРР (в соответствии с последовательностью и стадийностью поисковых и разведочных работ) относятся объем сейсмических исследований, необходимых для обнаружения залежей (ловушки), и плотность сейсмических исследований (км/км<sup>2</sup>) для подготовки выявленного объекта к глубокому бурению, коэффициент успешности поискового бурения, объем поискового и разведочного бурения, необходимого для подготовки единицы запасов промышленных категорий (тыс. т/скв. и т/м) и т.д.

Стоимостные показатели эффективности ГРР представлены удельными затратами на сейсмические исследования (р/тыс. т) и на глубокое бурение (р/т).

К объемным (физическим) показателям применительно к региональным работам можно отнести: изученность сейсмическими региональными работами всей глубины осадочного чехла или его перспективной части (плотность сейсмических исследований), изученность осадочного чехла или его наиболее перспективной части параметрическим бурением (измеряемой площадью, приходящейся на один метр проходки, или числом скважин, приходящихся на один квадратный километр площади, включая как всю осадочную толщу, так и ее часть в пределах различных интервалов глубин перспективной толщи), освещенность глубоким бурением территории исследования.

Прямым следствием подобной переоценки ресурсного потенциала по результатам региональных ГРР является не просто выход на новое понимание перспектив отдельных частей территории, а возможность более целенаправленного формирования стратегии проведения работ в регионе. Без такого анализа невозможна выработка выверенной политики развития добывающей отрасли, сбалансированной экспортной политики, оптимальной стратегии развития страны и в том числе адекватной налоговой политики. Это является и базовой основой для выработки эффективной лицензионной политики (привлекательной для недропользователей и выгодной для государства), гарантирующей приток инвестиций в добывающую отрасль и рациональное недропользование.

В данном случае нас интересует эффективность как синтетическая категория, позволяющая судить о том, какой ценой достигается поставленная в проекте цель [73, 84, 85]. В нашем случае эффективность инвестиционного проекта определяется следующими её видами [19, 40, 84, 86]:

- экономическая, определяющая финансовые последствия участников ИП;
- бюджетная эффективность, отражающая финансовые последствия ИП для бюджета;
- социально-экономическая эффективность, учитывающая последствия выходящие за пределы финансовых интересов участников инвестиционного проекта.

На основе данных о каждом виде эффективности инвестиционного проекта можно решать следующие задачи:

- проверка условия, превышения совокупных результатов над затратами всех видов, в приемлемых для инвесторов размерах, т.е. оценка потенциальной целесообразности реализации проекта;
- анализ преимуществ данного проекта по сравнению с альтернативными;
- включение в инвестиционную программу проектов при ограничении на некоторые ресурсы, на основе ранжирования ИП по принятой системе показателей эффективности.

Рассмотрим методы оценки эффективности по каждому классу показателей. Критерии экономической эффективности проектов, используемые в настоящее время в России, базируются на методике, впервые предложенной ЮНИДО (комитет ООН по промышленному развитию) в 1978 году. Предложенная в нем концепция проведения технико-экономических исследований целесообразности реализации ИП стала принятым во всем мире стандартом.

Различают два подхода [12, 18, 19, 29, 32, 48, 107]: на основе использования статических методов и динамических методов. В первом случае статиче-

ские методы широко используются в процессе разработки инвестиционной стратегии, и позволяет отбросить наиболее сомнительные и рискованные проекты. Во втором случае динамические методы дают возможность учесть неравноценность денежных потоков во времени, инвестиционные риски, интересы различных групп инвесторов – участников проекта.

При разработке инвестиционной стратегии, проблема в определении показателей экономической эффективности определяется ограниченной и неопределенной информацией о параметрах ИП.

В данной связи используют экспертные способы определения необходимой информации: необходимый объём инвестиций, текущие издержки производства, объема продаж и цены реализации. При наличии подобного набора сведений можно рассчитать такие показатели экономической эффективности, как срок окупаемости и норма прибыли.

При этом оперируют статическими значениями исходных данных, не учитывая доходность проекта за пределами срока. Поэтому данный метод не может применяться при сравнении вариантов с одинаковыми периодами окупаемости, но различными сроками жизни, т.к. он не учитывает временную стоимость денег.

Существенные недостатки статических методов оценки эффективности не позволяют их рекомендовать как инструмент разработки предварительного и тем более окончательного ТЭО инвестиционного проекта. В полной мере отмеченные недостатки могут быть устранены при использовании второй группы методов оценки экономической эффективности – динамических.

Оценку эффективности рекомендуется проводить по системе следующих взаимосвязанных показателей [18,19, 91, 99, 109]:

- чистый доход;
- чистый дисконтированный доход (ЧДД), текущая, стоимость (net present value - NPV));
- индекс доходности (индекс прибыльности (profitability – PI));
- срок окупаемости;
- внутренняя норма дохода (внутренняя норма прибыли (internal rate of return – IRR));
- финансовая устойчивость (надежность).

Основным показателем бюджетной эффективности, рекомендуемым для обоснования предусмотренных в проекте мер федеральной, региональной финансовой поддержки, является интегральный бюджетный эффект. Он расчи-

тывается как превышение интегральных доходов бюджета над интегральными бюджетными расходами данного проекта.

Состав доходов бюджета представлен на рисунке 1.5.

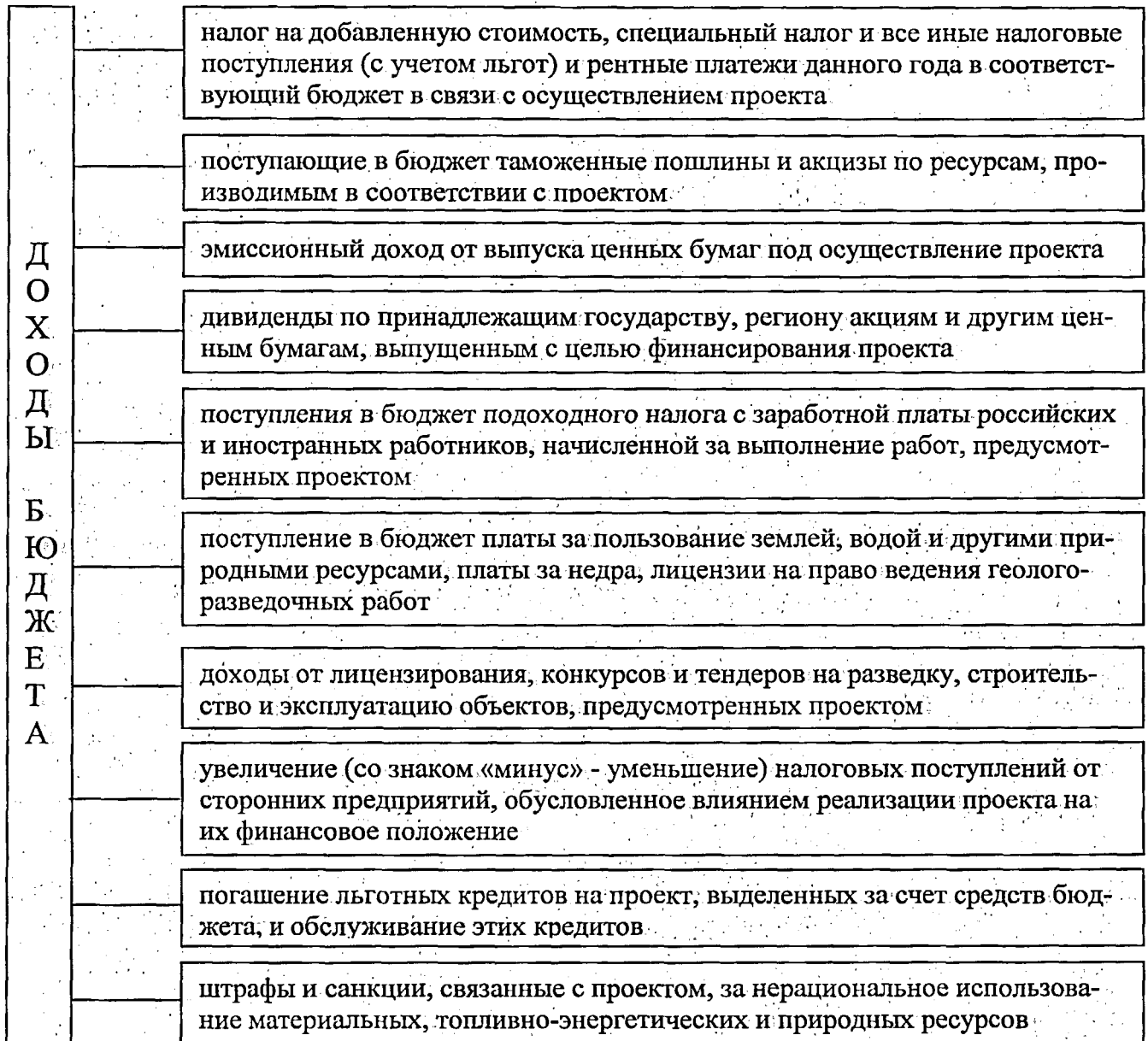


Рис. 1.5 – Состав доходов бюджета

К доходам бюджета приравниваются также поступления во внебюджетные фонды: пенсионный фонд, фонд занятости, медицинского и социального страхования - в форме обязательных отчислений по заработной плате, начисляемой за выполнение работ, предусмотренных проектом.

Состав расходов бюджета представлен на рисунке 1.6.

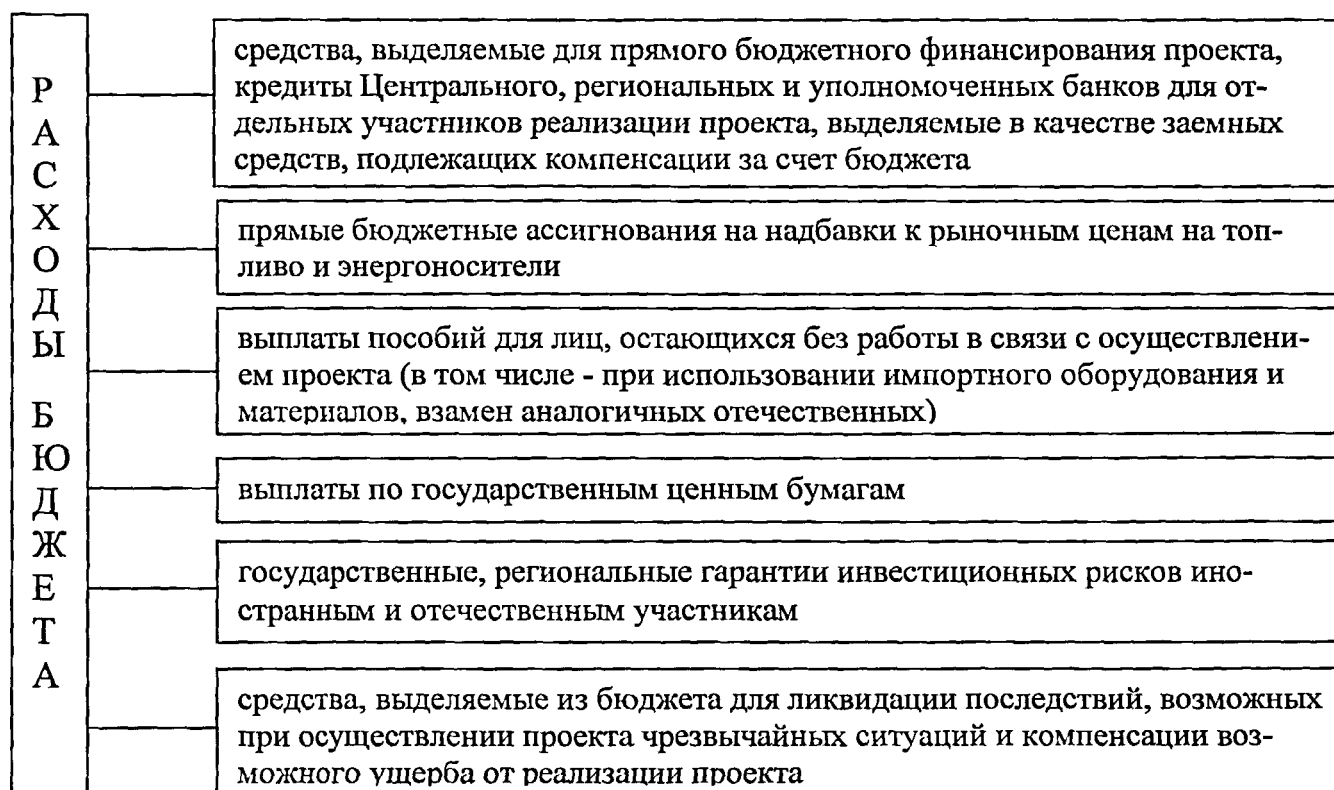


Рис. 1.6 – Состав расходов бюджета

Конкретных рекомендаций по оценке социальных последствий реализации ИП ни в международной, ни в отечественной практике нет, однако при учёте социальных показателей эффективности в промышленности, как правило, рассматривают количество новых рабочих мест [84].

Таким образом, проблему определения минимального, приемлемого для государства, и максимального, приемлемого для инвестора – недропользователя, объемов подготовки новых запасов и объемов ГРР можно свести к последовательному выполнению вполне конкретных формальных процедур:

- определению ресурсной базы участка в целом (отдельно локализованной и нелокализованной);
- оценке распределения ресурсной базы по возможным объектам ГРР и разработке на этой основе программ их дальнейшего освоения;
- определению необходимых объемов ГРР для стандартного или конкретного (локализованного) объекта в пределах участка;
- определению доли возможно рентабельных и условно рентабельных объектов в пределах участка;
- определению объемов ГРР для проведения поиска на всех возможно рентабельных и условно рентабельных объектах.

## 1.5 Методы системного анализа и математического моделирования геологоразведочных работ

Ряд зарубежных фирм (Schlumberger, ROXAR, Landmark), занимающихся созданием программного обеспечения по управлению нефтегазодобывающими комплексами, все больше уделяют внимание методам и программам принятия решений в условиях неопределенности и риска. Но в основном все методики сводятся к методу Монте-Карло и простейшим одноуровневым расчетам; чаще всего в виде отдельного пакета программ, а не в виде системы обеспечения комплексной безопасности, в рамках которой работали бы все пакеты программ расчета, контроля, идентификации и оптимизации.

В общем, задачи системного анализа производственных систем – это задачи со значительным числом неизвестных и множеством различных связей между ними. В большинстве случаев данные задачи являются многомерными и нелинейными [71, 93]. Характерной чертой задач системного анализа производственных процессов является неоднозначность их решений, экстремальность, оптимальность.

Для оценивания эффективности функционирования производственных систем одновременно могут быть задействованы различные показатели: технологические критерии качества (надежность, точность, долговечность), экономические показатели эффективности (рентабельность, себестоимость, производительность и др.), а так же социальные, экологические и другие. В большинстве своем эти различные критерии и показатели эффективности противоречат и не согласуются друг с другом.

При системном анализе обеспечения деятельности предприятия, разработке адекватных подходов и методов руководствуются общими методологическими принципами: достаточности и достоверности используемой информации; инвариантности информации, преемственности моделей, эффективной реализуемости и т.д. Достаточно полный ряд общих и частных принципов, определяющих методологию системного анализа сложных производственных систем, приведен в [71, 93].

Основой конструктивной реализации методологии системного анализа является построение математической модели, адекватно описывающей состояние и поведение изучаемого предприятия.

Основными целями использования математической модели является:

- выявление функциональных соотношений – отыскание количественных зависимостей между входными факторами модели и выходными характеристиками исследуемого предприятия;

- анализ чувствительности – выявление из большинства числа действующих факторов тех, которые в большей степени влияют на протекание производственных процессов;
- прогнозирование – оценка будущего поведения объекта при некоторых предполагаемых предпосылках в сочетании внутренних и внешних факторов;
- оценка качества – определение соответствия поведения исследуемого производственного объекта требуемым критериям и показателям качества;
- сравнение – сопоставление эффективности различных производственных объектов или ограниченного числа альтернативных вариантов проведения производственных систем по тем или иным критериям сравнения;
- оптимизация – отыскание характеристик производственных систем и способов управленческих воздействий, обеспечивающих экстремальное (максимальное или минимальное) значение целевой функции деятельности.

Рассмотренные в [14, 25, 34, 37, 45, 47, 70, 87, 106] математические методы и модели являются конструктивной основой применения системной методологии к исследованию сложных производственных систем. Теоретические решения, полученные на их основе, дают возможность выявлять общесистемные закономерности и базовые свойства производственных процессов и систем. При этом конструктивные результаты могут быть получены как путем непосредственного решения конкретно поставленных задач, так и путем содержательной интерпретации аналитических решений, ранее полученных при изучении подобных моделей задач.

Анализ и интерпретация полученных результатов – заключительный этап процессов системного анализа и моделирования. На данном этапе производится количественный и качественный анализ полученных результатов. На основе полученных решений исследуются свойства и показатели эффективности объекта, производится содержательная интерпретация результатов моделирования, принимается решение о достаточности полученных результатов или необходимости дальнейшего усовершенствования применяемых моделей.

Математические модели поведения и оптимизации системы обеспечения проведения геологоразведочных исследований требуют учета особенностей отрасли геологоразведки: технологий производства, системы управления, внешних и внутренних связей.

В основу исходной классификации рисков в обеспечении деятельности предприятия могут быть положены современные подходы к архитектуре предприятия [5], базовые модели деятельности [41], развитие сервисориентированного подхода к организации информационных систем, а так же вполне интуитивно-понятные схемы взаимодействия предприятия с его внешним окружением. В общем случае, именно связи с внешней средой, а также реакция подразделений на негативные внутренние и внешние воздействия и случайные факторы, надежность технологического оборудования и «зрелость» процессов и определяют возможные направления классификации рисков в деятельности предприятия.

Подготовка и принятие решений по таким проектам требует рассмотрения возможных рисков на всех стадиях жизненного цикла. Это предполагает рассмотрение инновационных предложений и инвестиционных проектов предприятия с позиций комплексного управления обеспечением проведения геологоразведочных работ на разных уровнях управления.

Опыт разработок и реализации ряда комплексных и целевых программ социально-экономического развития предприятий и автоматизированных систем обеспечения их деятельности [41] позволяет сформулировать следующие положения концепции разработки проекта управления системой обеспечения проведения геологоразведочных работ:

- Интеллектуальная поддержка традиционных схем управления объектами и ключевыми процессами предприятия, осуществляемыми действующими подразделениями и специализированными функциональными службами предприятия (служба безопасности, ИТ-служба, энергоснабжения, эксплуатации зданий и сооружений, закупок материалов и комплектующих, ремонта оборудования, профилактики здоровья и других контрагентов, работающих по договорам);
- Ориентация не на отдельные модели, а на создание функционально-полного комплекса, сегментированного для отдельных подразделений, адекватных и верифицируемых моделей управления обеспечением проведения геологоразведочных исследований с встроенными процедурами их согласования и верификации;
- Создание ситуаций актуализации процессов управления обеспечением проведения геологоразведочных исследований, закрепленных за отдельными структурными подразделениями с выявлением основных рисков, оценки рисков и их влияния на ключевые показатели деятельности подразделений и предприятия в целом;

- Декомпозиция общей модели процессов обеспечения в рамках логистической схемы согласования различных экономических, производственных, бюджетных, коммерческих, ресурсных, социальных и других интересов;
- Разработка общей единой открытой стратегии обеспечения безопасности предприятия и политик обеспечения безопасности ключевых процессов предприятия в сферах разработки услуг предприятия, производственной, технологической, экологической, физической, экономической, информационной и политической безопасности.
- Разработка паспортов безопасности объектов и процессов предприятия и рекомендаций реестров функционально-полного комплекса средств организационно-методического, технического и программного обеспечения безопасности, рекомендуемых или разрешенных для применения в подразделениях предприятия;
- Создание реальной системы взаимодействия подразделений и лиц, принимающих решения по управлению процессами предприятия в условиях перенасыщенной управлением и контролем внутренней и внешней среды предприятия, на основе унифицированной модели оценки рисков, разработки сценариев и программ действий по обеспечению проведения геологоразведочных исследований.
- Организация независимого мониторинга состояния безопасности ключевых процессов предприятия и отдельных обеспечивающих процессов с целью выявления источников угроз возникновения рисков и упущенной выгоды, основанной на ресурсной сбалансированности процессов предприятия и новых инновационных проектов, согласования различных интересов субъектов деятельности предприятия и стимулирования конкретных мероприятий для получения синергетического и кумулятивного эффектов при использовании средств обеспечения безопасности.

Таким образом, анализ состояния, опыта разработок проблем обеспечения проведения геологоразведочных исследований показывает, что в основу концепции проекта интегрированной системы обеспечения комплексной безопасности предприятия геологоразведки могут быть положены, апробированные на различных объектах и находящиеся в развитии методологии, использующие:

- базовые функционально-полные модели деятельности предприятий, учитывающие основные системообразующие характеристики объектов предприятия и внешней среды;

- модели взаимодействия предприятия с организациями и предприятиями инфраструктуры инновационного развития общества, территориальных образований и муниципальных служб обеспечения общественной безопасности;
- современные подходы и модели оценки потенциально опасных воздействий и рисков предприятий в научно-технической сфере;
- вычислительные и экспертно-статистические методы оценки сложности, потенциала и рисков объектов и субъектов деятельности предприятий и их ранжирования по различным критериям оценки и приоритетам;
- модели привлекательности инвестиций в инновационные проекты предприятий и их встраивания в государственные (федеральные и региональные) целевые программы, проекты социально-экономического развития территории, межгосударственные программы научно-технического сотрудничества;
- модели и современные средства обеспечения безопасности информационных технологий (базы данных, геоинформационные системы, сети ЭВМ и т.д.);
- методы согласования интересов, координация действий и узаконивания решений, основанные на принятых регламентах;
- технологии проблемно-ситуационного моделирования деятельности в сложных технических системах;
- автоматизированные системы проектирования технических объектов и систем управления проектами текущей деятельности предприятия.

### Выводы

1 Проведен анализ процесса проведения геологоразведочных работ с учетом специфических особенностей отрасли: отражены задачи отрасли в современных условиях; проанализированы методики проведения геологоразведочных работ; тенденции ее развития с анализом факторов, сдерживающих это развитие.

2 Проанализированы существующие информационные системы комплекса геологоразведки. Обоснована необходимость их модернизации в соответствии с современными требованиями и развитием мировой науки.

3 Проведена классификация субъектов инвестиционного процесса, в которой выделено два основных класса – бюджетное финансирование и инвестиционные институты. Дана их системная характеристика. Описаны допустимые

управляющие воздействия властей, заключающиеся в гибком использовании налоговой политики и политики субсидий, а также методы оценки потенциальных ресурсов инвестиционных институтов в условия их привлечения в инвестиционный проект.

4 Анализ состояния проблем обеспечения проведения геологоразведочных исследований показывает, что для обоснования интегрированной модели комплексной оценки управления проектами геологоразведочных работ необходимы распространенные и эффективные средства исследования закономерностей функционирования производственных систем, такие как методы системного анализа и математического моделирования.

## 2 СИСТЕМНЫЙ АНАЛИЗ ПРОЦЕССА ПРОВЕДЕНИЯ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ

### 2.1 Учет рисков при оценке экономической эффективности инвестиционных геологоразведочных проектов

Особым видом параметров ИГП являются риски. Процедура риск-анализа ИГП подразумевает последовательность действий, состоящую из: идентификации рисков, качественной оценки рисков, количественной оценки рисков и антирисковых мероприятий.

Задача идентификации рисков сложна и сложно формализуема. Для идентификации необходимо предварительно выбрать способ классификации рисков, определить классы возможных рисков. В частности, существуют следующие виды классификаций рисков [34]:

- по характеру появления – систематические и несистематические;
- по отношению к объекту – внутренние и внешние;
- во временном аспекте – ретроспективные, текущие и перспективные;
- по отношению к возможности прогноза – предсказуемые и непредсказуемые;
- по отношению к изменению параметров – динамические и статические.

По ряду позиций рассмотренные классификации пересекаются между собой, отдельные из приведенных классификаций представляются несколько размытыми, не всегда соблюдается четкость в следовании классификационному признаку при идентификации того или иного вида риска. Приведенные выше классификации рисков не могут быть всеобъемлющими. Необходимо, в первую очередь, выделить типы рисков, сгруппировав их по определенным признакам, применительно к ИП в ГРР.

В этой связи, предлагается следующая классификация, базирующаяся на практике инвестиционно-проектной деятельности. Основная цель данной классификации заключается в наиболее полной качественной систематизации всех проектных рисков. Выявлены и описаны: технико-технологические риски, отраслевые риски, маркетинговые риски, финансовые риски, риски участников проекта, юридическо-правовые риски, управленческо-организационные, региональные риски и наконец, риски обстоятельств непреодолимой силы, или форс-мажор.

Предложенная классификация позволяет определить решение комплексной задачи, заключающейся:

- в обнаружении существования конкретного риска;

- в прогнозе последствий появления риска;
- в выработке антирисковых действий.

Кроме того, развитие и детализация предложенной классификации позволяет определить причины или источники риска и оценить последствия рискованной ситуации.

Риски могут проявляться в силу недостаточного нашего знания о реальных характеристиках процессов предприятия и состоянии системных объектов, оборудования и технологий, в результате негативных воздействий среды, нестабильной социально-политической и экономической обстановки в государстве, природно-климатических явлений, техногенных катастроф, неквалифицированных или несвоевременных действий персонала, отказов в работе оборудования или программного обеспечения и других факторов.

В общем виде риски в деятельности предприятий могут классифицироваться по следующим группам [103]:

- Макроэкономические риски связаны с ухудшением внутренней и внешней конъюнктуры, снижением темпов роста экономики, уровня инвестиционной активности, высокой инфляцией, кризисом банковской системы и возникновением бюджетного дефицита. Важным фактором, позволяющим минимизировать данные риски и способствовать развитию геологической отрасли, является инвестиционные возможности государства и бизнеса.

Источниками возникновения таких рисков являются:

- снижение объемов выпуска продукции наиболее ресурсоемких отраслей экономики;
- неблагоприятное изменение внутренней и внешней конъюнктуры в смежных отраслях экономики;
- недостаток мощностей и низкий технический уровень развития отечественного приборостроения и машиностроения для геологической отрасли;
- несоответствие требованиям Стратегии выделенных государственных инвестиций в создание централизованной вертикально-интегрированной информационной системы управления минеральными ресурсами, обеспечивающей сбор, обработку, анализ, хранение и предоставление в пользование информации о месторождениях, недропользователях, инфраструктуре на территории Российской

Федерации, в усиление научно-технического и инновационного развития геологической отрасли.

- Геополитические риски связаны с ограничением объемов иностранных инвестиций в геологоразведочные работы, их инновационное и технико-технологическое обеспечение. Нестабильность международной обстановки может оказать негативное влияние на реализацию проектов с участием зарубежных партнеров, объемы международного кооперационного сотрудничества, снижение инвестиционной привлекательности и рейтинга кредитного доверия к геологической отрасли со стороны кредитных организаций и международных финансовых институтов.
- Операционные риски связаны с недостатками в процедурах управления, поддержки и контроля реализации Стратегии, в том числе с недостатками нормативно-правового обеспечения.
- К операционным рискам также следует отнести сокращение исполнительного звена отрасли за счет репрофилирования геологических организаций при их приватизации, выведения из ведения Роснедр профильных научных организаций.
- Законодательные риски: возможные нарушения в деятельности предприятия в сфере законодательства России и других государств, приводящие к различного рода санкциям органов государственного управления относительно правомочности деятельности предприятия. Эффективное и динамичное развитие геологической отрасли во многом будет зависеть от создания благоприятного правового климата для инновационного развития. Затягивание внесения назревших изменений в нормативно-правовую базу могут стать источником серьезных трудностей на пути эффективного и динамичного развития отрасли.
- Природные (экологические) риски связанные с нарушениями в сфере природопользования и охраны окружающей среды, возможные техногенные катастрофы, влияющие на деятельность предприятия;
- Социальные риски обусловлены дефицитом высококвалифицированных кадров геологической отрасли для осуществления научных исследований, геологоразведочных работ и полномочий на федеральном и региональном уровнях.
- Научно-технологические риски возникают при недофинансировании работ, направленных на усиление научно-технического и инновационного развития геологической отрасли, создание и внедрение совре-

менных отечественных технологий. А также связанные с отказами в работе технологического оборудования, систем энергообеспечения и жизнеобеспечения.

- Человеческий фактор: влияние психофизиологических характеристик персонала на процессы предприятия и состояние корпоративной культуры совместной деятельности.

Снижение рисков при проведении работ позволяет увеличивать эффективность поисково-разведочного этапа и соответственно освоения проекта в целом.

К наиболее простым способам снижения рисков, применимым при геологическом изучении, относятся использование схем последовательного вовлечения объектов в геолого-разведочный процесс (от наиболее перспективных к наименее, от наиболее изученных к наименее, от наименее затратных объектов к наиболее затратным, например, к объектам с большими глубинами, от объектов простого строения к сложному, от объектов имеющих аналоги к объектам их не имеющих и т.д.). При этом схемы должны быть разделены на зависимые и независимые от результатов предыдущего этапа работ.

Для снижения рисков в пределах группы участков важным звеном является отбор первоочередного объекта на каждом из них. Например, при одновременном вводе в бурение на разных участках однотипных объектов и получении отрицательных результатов по ним другие объекты могут остаться неизученными (в силу возможного исчерпания лимитов по объемам затрат на проведение ГРП). И, наоборот, при опережающем получении положительного результата на каком-либо из разнотипных объектов к подобным объектам будет направлен интерес и на других участках.

Рассмотрены некоторые меры по снижению рисков инвестиций в ГРП [1, 14, 15, 34, 63, 67, 71, 100, 103]:

- Сохранение жизни и здоровья работников в процессе трудовой деятельности путём реализации правовых, социально-экономических, организационно-технических, санитарно-гигиенических, лечебно-профилактических, реабилитационных и иных мероприятий.
- Обеспечение уровня промышленной безопасности опасных производственных объектов Исполнителя и Заказчика, при которых риск возникновения промышленных аварий на этих объектах минимален.
- Ориентация на максимально безопасные технологии, производственные процессы, машины и механизмы.

- Достижение уровня промышленной безопасности и охраны труда, соответствующего показателям лучших зарубежных сервисных компаний.
- Формирование в коллективах отношения к вопросам охраны труда, требованиям собственной и коллективной безопасности на условиях их приоритета и обязательности исполнения, на основе личной заинтересованности и ответственности.
- Тщательная разработка и подготовка документов по взаимодействию сторон, принимающих непосредственное участие в реализации проекта, а также по взаимодействию с привлеченными организациями.
- Разработка сценариев развития неблагоприятных ситуаций.

Наибольшую вероятность возникновения рисков, представляющих угрозу жизни и здоровью людей при проведении ГРП является этап проведения. Топографо-геодезические и буровзрывные работы являются наиболее опасными – при их проведении происходит большинство происшествий (Рис. 2.1). Поэтому повышенное внимание уделяется повторяющимся происшествиям: падениям и ушибам, травмам, полученным при спиливании деревьев, а также случаям, связанным с затоплением техники. Основная причина большинства происшествий – нарушение правил и инструкций по выполнению работ, незнание или пренебрежение опасностями.

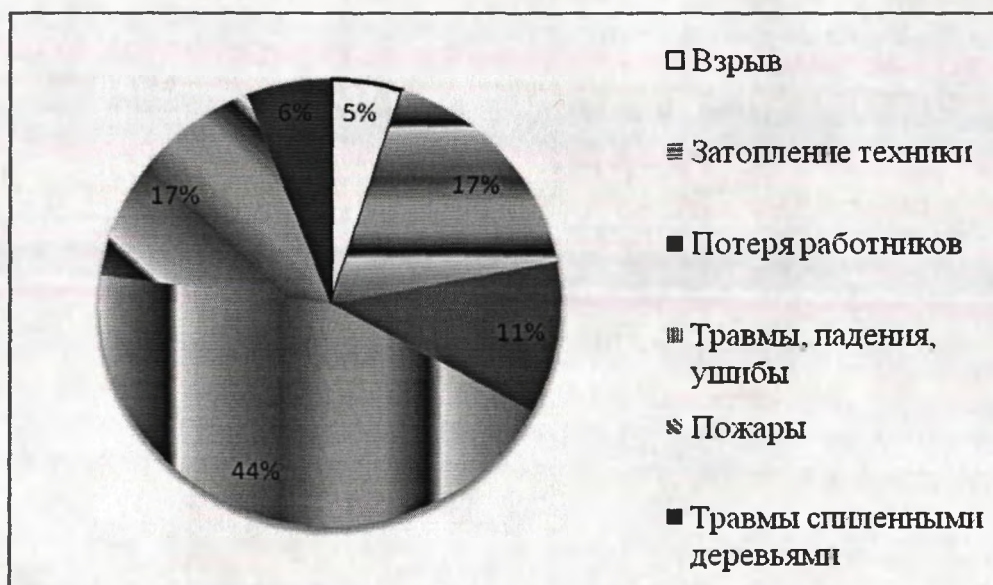


Рисунок 2.1 - Основные причины происшествий

При выявлении и определении каждого риска желательно оперировать с простыми, взаимно независимыми факторами, что затруднительно, так как множество факторов, коррелированных между собой, соответственно изменения в одном из них вызывают изменения в другом, что влияет на точность анализа.

Одним из возможных вариантов решения этой проблемы является выделение условно управляемых и неуправляемых факторов риска [60, 103, 108, 110].

Математическое моделирование является важным инструментом риск-анализа. Для обеспечения удовлетворительной точности результатов исследования, с помощью математических моделей, необходимо обеспечить качество информационного обеспечения проведения анализа рисков [69, 93, 106].

Методика качественной оценки рисков проекта, имеет описательный характер [34, 90, 97, 98] и является основой стоимостной оценки выявленных рисков, их последствий и разработки антирисковых мероприятий. Главная задача качественного подхода заключается в выявлении и идентификации возможных видов рисков, свойственных анализируемому проекту, производимых в соответствии, с одной из приведенных, классификаций. Затем, необходимо определить и описать причины и факторы, влияющие на уровень данного вида риска, дать стоимостную оценку возможного ущерба от проявления риска и предложить систему антирисковых мероприятий, рассчитав их стоимостный эквивалент.

Все методы, применяемые в теории рисков, можно классифицировать на прямые, обратные и методы исследования чувствительности [37, 77, 108].

Оценка риска в прямых задачах связана с определением его уровня, и требует априорной информации. В обратных задачах накладываются ограничения на ряд параметров с целью удовлетворения заданных ограничений на приемлемый уровень риска.

Метод исследования чувствительности состоит в анализе степени изменчивости результативных критериальных показателей по отношению к изменению параметров моделей. Если выводы показывают низкую степень достоверности данных, полученных при риск-анализе то возможны следующие шаги:

- изменение методов обработки исходных данных с целью уменьшения чувствительности ответа;
- изменение математической модели анализа проектных рисков;
- отказ от проведения количественного анализа рисков проекта.

В [4, 34, 53, 87, 115] рассмотрены наиболее распространённые типы моделей количественной оценки рисков: стохастические модели, лингвистические модели, игровые модели.

Целевому подходу соответствует четкое задание целей при создании модели ИП, изменение которых ведет к модификации самой модели и проведению новых расчетов. Применение данного подхода наиболее целесообразно в случае

необходимости постоянно принимать решения в аналогичных ситуациях с точно заданными целями [4, 23, 34, 104].

При аналитическом способе получение результатов преимуществами являются и точность и быстрота найденного решения. Недостатками такого подхода являются необходимость адаптации поставленной задачи к имеющемуся в распоряжении математическому аппарату. Имитационный способ базируется на пошаговом нахождении значения результирующего показателя. К основным его преимуществам следует отнести прозрачность всех расчетов, простоту восприятия и оценки всеми участниками процесса планирования; получения различных результатов анализа проекта. В качестве серьезных недостатков этого способа необходимо указать существенные затраты на расчеты и усложняющий восприятие большой объем выходной информации.

Системный подход предполагает построение модели, отражающей реальность, а не сформулированной системы целей. На основании данной модели строится описание поведения реальной системы, а не желаемый результат действий. Затем выбирается система целей и принимается решение с помощью прогнозируемой информации о поведении системы и сделанных нами предположениях [60, 106]. Каждое возникающее в процессе инвестиционного проектирования изменение целей не приводит к изменению модели и не требует проведения новых расчетов.

## **2.2 Архитектура предприятия и информационных технологий обеспечения комплексной безопасности**

В последние годы в области использования информационно-коммуникационных технологий (ИКТ) в проектах автоматизации и информатизации предприятий широко используется понятие «Архитектура предприятия» [16, 44, 79]. В соответствии с современными концепциями развития архитектурного подхода в проектах автоматизированных информационных систем под «Предприятием» понимается любая организация, осуществляющая тот или иной вид полезной для общества и результативной деятельности и осуществляющей производство востребованной потребителями продукции и услуг, активно взаимодействующая с поставщиками разного рода ресурсов и другими контрагентами. Архитектура представляет собой универсальную полноценную модель предприятия, необходимую для современных ИТ, как инструмент, направленный на решение проблем, связанных с обеспечением качества, надежности, эффективности и безопасности функционирования различных автоматизированных информационных систем предприятия, таких как:

- **Функциональная полнота** – необходимо наличие в программном продукте необходимого и достаточного числа компонентов для выполнения заданных функций с учетом возможности системы наиболее полно соответствовать информационным потребностям предприятия геологоразведки, охватывая все виды его деятельности.

- **Комплексный подход** – только комплексная информационная система предприятия, интегрирующая различные сферы деятельности, способна полностью автоматизировать и объединить в единое целое бизнес-процессы организации. Работа с клиентами и поставщиками должны быть увязаны с внутрихозяйственной деятельностью предприятия и бухгалтерией.

- **Масштабируемость системы** – способность системы адаптироваться к расширению предъявляемых требований и возрастанию объемов решаемых задач.

- **Открытость** – способность интеграции с любыми внешними открытыми приложениями через стандартные интерфейсы межпрограммного взаимодействия, поддержка современных мировых стандартов в области информационных технологий, наличие готовых индустриально поддерживаемых шлюзов к наиболее распространенным офисным и бизнес-приложениям, прозрачная интеграция со стандартными пользовательскими интерфейсами.

- **Настраиваемость системы** – необходимые параметры могут быть адаптированы к потребностям и условиям конкретного предприятия или отдела.

- **Централизованное управление системой** – все основные настройки делает квалифицированный технолог, а сотрудники предприятия могут сразу приступить к работе с программой. Это дает возможность оперативно изменять условия выполнения любой операции.

- **Единая база данных**, обеспечивающая многопользовательскую работу.

- **Работа в режиме реального времени**. В таком режиме реакция системы на управляющее воздействие должна соответствовать скорости протекания процесса, которым система управляет.

- **Безопасность** – поддерживается: средствами разделения прав доступа; механизмом назначения прав, как по ролевому, так и по персональному признаку и возможностью изменения прав доступа к документу в процессе его жизненного цикла. Требования безопасности включают в себя также возможность интеграции с открытыми средствами криптографической защиты, аутентификации и электронной подписи.

- Отставание разработки и внедрения программного обеспечения от темпов развития предприятия и др.

Грамотно выбранные архитектурные решения для предприятия в целом и его составных частей, позволяют решать достаточно простыми и доступными для понимания, способами задачи защиты и обеспечения безопасности любой сложности по мере их возникновения и с возможностями достаточно четкой их привязки к объектам деятельности предприятия и компонентам автоматизированных систем [31].

Суть определения архитектуры предприятия (Enterprise Architecture) сводятся к следующему:

- архитектура описывает компоненты предприятия как сложной организационно-технической системы (ОТС) и их взаимосвязи вне зависимости от природы их физической реализации;
- архитектура включает в себя принципы развития и поддержки сложных ОТС современных предприятий, в частности, средствами информационных и коммуникационных технологий.

При этом под «системой» понимается любой комплекс предметов деятельности предприятия, представляющий собой единство закономерно расположенных и взаимосвязанных частей. В роли системы может выступать предприятие, его подразделение, основные сферы деятельности, а также и весь комплекс технологического и компьютерного оборудования, сетей, системного и прикладного программного обеспечения, который используется на предприятии. Следует учитывать, что ИКТ очень быстро развиваются и подвержены разного рода внутренним и внешним негативным воздействиям, приводящим к рискам в деятельности предприятия.

При описании ИТ архитектуры современного предприятия геологоразведки необходимо разработать проекции на основе различных точек зрения, присущих разным группам сотрудников внутри предприятия и ее партнерам. Это владелец предприятия, руководители подразделений, сотрудники служб безопасности и ИТ-специалисты, пользователи и администраторы программных систем, проектировщики баз данных и их администраторы, сотрудники отдела закупок, клиенты и т.п. Таких проекций может быть очень много. Даже если путем долгих усилий описывать их, то получится совершенно бесполезная модель, воспринять которую нормальный человек не сумеет.

К настоящему времени одной из классических архитектурных моделей, претендующей на функциональную полноту, является матричная модель Захмана, представляемая совокупностью таблиц, описывающих различные про-

екции и срезы предприятия. По крайней мере, все известные на сегодняшний день архитектурные модели предприятий, при вдумчивом рассмотрении, легко укладываются в эту модель [79]. В свете введенных Захманом определений строки и столбцы модели Захмана являются проекциями: строки с точки зрения групп, заинтересованных лиц или основных функций деятельности, столбцы – с точки зрения областей рассмотрения (что, кто, как, когда, где, зачем и сколько).

Анализируя полноту модели Захмана, применительно к предприятию геологоразведочной отрасли (ГРР), можно сказать, что если со строками (с заинтересованными лицами и их функциями) все более-менее понятно, и полнота зависит от грамотного выделения таких групп, то со столбцами дело обстоит несколько сложнее. При построении данной модели остается открытым важный вопрос: «Какой допустимый уровень риска?».

Кроме того, модель Захмана предполагает статику, и не характеризует динамику. Динамика различных процессов предприятия ГРР различна, следовательно надо знать динамические характеристики негативных воздействий на систему (в общем случае случайные процессы): что является объектом угроз (здесь подойдет статическая модель), кто является источником и инициатором угроз, когда наступают инциденты угроз, как развивается ситуация, какие возможные осознанные и неосознанные цели источника угроз и др.

Предприятие ГРР может развиваться стихийно или планомерно. Стихийное развитие позволяет подстраиваться под изменения окружающего мира, но грозит авралами и ошибками. Планомерное развитие, к сожалению, часто отрывается от реальности и при излишнем оптимизме (вере в моду, рекламу поставщиков средств ИКТ и др.) или прямолинейности, недостаточной грамотности заказчиков, проектировщиков и лиц, принимающих решения, может также привести к негативному результату. Поэтому необходимо планомерное развитие, позволяющее гибко реагировать на изменения окружающей обстановки. Однако даже стихийное развитие ИКТ вовсе не отрицает важности архитектурного подхода – как раз наоборот. Так как при определенной сложности предприятия и обеспечивающих автоматизированных систем (АС) не возможно определить, как реагировать на изменения. Архитектурный подход, при его последовательном применении и достаточно корректном документировании, позволяет установить определенную дисциплину оценки возникающих проблем при изменении каких-либо элементов в системах и обнаружении негативных воздействий среды, своевременно сформировать комплекс мероприятий по обеспечению безопасности и устранению негативных факторов, зарезервировать необходимое количество ресурсов для их реализации [58].

Совместное рассмотрение и учет общих положений архитектурного подхода особенно важно при решении задач комплексной безопасности предприятий ГРР, так как все инциденты угроз безопасности необходимо привязывать к территории, помещениям (аспект строительной архитектуры). Угрозы обычно влияют на те или иные бизнес-процессы, продукцию и субъекты предприятия (аспект архитектуры предприятия), которые реализуются в зданиях предприятия и, при нарушениях целостности, также необходима привязка к строительным архитектурным планам предприятия.

Бизнес-процессы предприятия поддерживаются распределенными комплексами средств автоматизации и ИКТ, которые размещаются в зданиях предприятия. Они обеспечивают взаимодействие с внешней средой предприятия, требуют привязки к территориальным аспектам, строительным чертежам и общей архитектуре предприятия.

Как и во многих других случаях, при работе с архитектурой имеются два подхода, дедуктивный и индуктивный. В первом случае, построив полную архитектурную модель, мы сможем по мере необходимости получать из нее нужные проекции. Во втором строятся отдельные модели, которые на каждом этапе развития проекта все больше приближаются к полной архитектурной модели. Пожалуй, среди моделей последнего типа для предприятия ГРР наиболее полезна в практическом смысле иерархическая модель, или модель постепенного уточнения и детализации требований к компонентам. Она состоит из нескольких уровней, и каждый последующий раскрывает и уточняет предыдущий.

Относительно практического применения рассмотренных выше моделей архитектуры и информационных систем в отношении предприятий ГРР можно сделать ряд замечаний.

При построении иерархической модели важно вовремя остановиться. Когда описание системы стало достаточным для достижения конкретной цели, ради которой оно и было предпринято. При проектировании архитектуры важно учитывать уровень методического обеспечения и достоверности данных предпроектного анализа стратегий развития предприятия ГРР и его бизнес-процессов, применяемых на предприятии средств управления, декларируемых концепций и фактического состояния информационных систем.

Часто не затрагивается вопрос единства стиля построения, стратегий развития информационных систем предприятия, хотя крупные ИТ компании – производители компонент технического и программного обеспечения и пытаются формировать, а часто и диктовать, свои фирменные стили: « типовые решения » и другую атрибутику. Такие системы часто соседствуют с теми, кото-

рые называют «наследуемыми», которые нормально работают, и от которых часто невозможно отказаться в силу ряда обстоятельств. В таких случаях ИТ представляют собой отдельные не связанные или слабо связанные технические и программные компоненты, что не позволяет добиваться согласованной и эффективной работы современных систем, обеспечивать их надежное функционирование и безопасность. Поэтому архитектура ИТ зависит не только от требований бизнеса, но и от конкретных пользователей и их представлений о роли ИТ в их деятельности, наличия различного вида ресурсов.

Архитектура ИТ существует не в безвоздушном пространстве она должна вписываться в «ландшафт» предприятия, учитывать специфические особенности ГРР, соответствовать принятым правилам и нормам корпоративной культуры предприятия. Отсюда можно вывести весьма полезное следствие: при изменении окружающей среды архитектура предприятия и его информационных систем, средства обеспечения безопасности должны меняться, хотим мы этого или нет, ведь постоянно появляются новые задачи предприятия, требующие автоматизированного решения, постоянно уходят и приходят клиенты и партнеры и т.п. И в этой связи, в каждом конкретном случае важно обеспечивать анализ изменений в архитектуре предприятия ГРР и оценки их влияния на показатели безопасности его деятельности.

Также следует учитывать особенности страны и общества в других регионах мира (совместные международные проекты, потребители продукции, поставщики и другие контрагенты). Архитектура предприятий разных стран имеет нечто общее, но обладает и отдельными национальными чертами. Опыт прямого использования западных ИКТ в основной продукции и управлении процессами отечественных предприятий показал, что в ИКТ также есть такие особенности и их надо учитывать как в технической политике, так и в стратегиях безопасности предприятия.

Учет этих особенностей заключается в анализе целесообразности использования и гармонизации стандартов предприятия ГРР с принятыми международными и национальными стандартами в сфере описания продукции, процессов и ресурсов предприятий. В связи с широким развитием локальных, корпоративных и глобальных сетей ЭВМ, мобильных средств связи особое место в этих стандартах отводится стандартам информационных технологий и информационной безопасности, унификации конструкций изделий ИКТ и интерфейсов представления различных данных.

Архитектура предприятия оказывает существенное влияние на формирование концепции безопасности и решения по выбору методов и средств обеспе-

чения безопасности ГРР. Весьма важным является унификация системы соглашений о взаимодействии с другими предприятиями и, в частности, с предприятиями инфраструктуры поддержки инновационного развития. При этом производится разработка регламентов и протоколов обмена данными интерфейсов взаимодействия с внешним миром, формирование функционально полных структур прикладных информационных систем обеспечения их деятельности и соответствующий выбор типовых и индивидуальных решений в целевых и обеспечивающих АС предприятий.

Так же можно представить архитектуру предприятия в виде куба, в котором проекции соответствуют различным представлениям и срезам работы предприятия ГРР, например: первая проекция – вертикаль управления (органы управления предприятием и его подразделениями), вторая проекция – продукты и услуги, инновационные проекты, третья проекция – методы и инструменты управления. Такое представление предприятия является достаточно понятным для отображения всех основных сторон его деятельности и организации его взаимодействия с другими институтами общества, в том числе с применением систем электронного взаимодействия предприятий [25, 28, 43, 68, 79].

При этом описание проекций рассмотренного выше куба может выполняться с применением отдельных таблиц модели Захмана, а также доступных методов описания продукции, процессов и ресурсов предприятий, основанных на международных, национальных и корпоративных стандартах, гармонизированных между собой, по крайней мере, в рамках отраслевой направленности текущих и инновационных проектов предприятия.

Таким образом, явно прослеживаются связи, необходимые для грамотного формирования стратегий и программ развития предприятий ГРР, концепций автоматизации и информатизации процессов предприятия. Обеспечение функциональной полноты, целостности, устойчивости, надежности и безопасности предприятия может быть достигнуто при соблюдении системных принципов проектирования сложных систем в следующей, в общем случае итеративной, последовательности системного проектирования профилей безопасности предприятия: «Системная архитектура предприятия – анализ рисков и угроз безопасности – функциональное описание информационных систем (ИТ-архитектура) – архитектура технических и программных средств реализации – решения по комплектации, эксплуатации и техническому обслуживанию систем».

Нарушение этой последовательности, часто встречающееся на российских предприятиях, как правило, ведет к дополнительным рискам в их деятель-

ности, неадекватному выбору организационно-технических решений, снижению качества процессов, увеличению сроков реализации проектов и, в конечном итоге, увеличению затрат различных ресурсов, снижению конкурентоспособности на внутренних и внешних рынках продукции и услуг.

### **2.3 Системное описание организационной структуры управления процессом геологоразведочных работ**

В процессе рассмотрения устойчивого развития геологоразведочной отрасли как сложнейшей и многогранной экономической и природно-социальной системы важно установление причин возникновения риска.

В практических приложениях не достаточно только понимание возможных рисков, связанных с многовариантным развитием отрасли геологоразведки. При оценке риска в целом или его любых видов в частности необходимо применять меры по управлению этим риском с использованием всего комплекса взаимосвязанных нормативно-правовых, организационно-административных, экономических, инженерно-технических и других мероприятий, направленных на уменьшение или предупреждение возможных или существующих потерь экономической активности или окружающей среды в зонах проведения геологоразведочных работ.

В литературе приводится пример системной классификации рисков на основе модификации матричной модели Захмана. Для каждого процесса определяются объекты угроз (предмет или процесс, на которое направлено негативное воздействие), субъект угроз (указание того, кто является инициатором или носителем угроз), способ выявления и оценки риска, место возникновения угрозы, время реагирования (когда определена угроза и когда требуется применить необходимые действия по нейтрализации угрозы), какие решения и в какой последовательности должны быть выполнены для устранения или снижения ущерба от угрозы, и тип риска [79].

В данной работе для большей наглядности предлагается пример построения двух взаимосвязанных системных матриц, которые позволяет осуществлять процедуру декомпозиции работ партии на отдельные стадии.

В таблице 1 представлены исходные данные описания процессов проведения геологоразведочных работ.

Таблица 1

**Системная матрица описания процессов на подготовительном этапе  
геологоразведочных работ**

Сферы деятельности (процессы) предприятия	Объект угроз	Субъект угроз	Способ оценки риска
Разработка проекта и проектно-сметной документации	Программы работ; Работы; Соглашение с контрагентами; Ошибки проектирования; Несоответствие с отраслевым и международным стандартам безопасности.	Первый зам. ген. Директоа; Главный инженер; Дирекция разведочной геофизики; Отдел охраны труда и Промышленной безопасности; Вед инж. по взрывным работам.	Контроль проектно-сметных документов; Экспертиза решений; Моделирование и оценка показателей; Экспертные системы.
Топогеодезические работы	Рекогносцировка района; абрис профилей;; обеспечения требований ФЗ в ОТ и ПБ.	Дирекция разведочной геофизики; партия; отдел землепользования и охраны окружающей среды; геологический отдел; отдел охраны труда и Промышленной безопасности	Контроль документации; поиск несоответствий, мониторинг состояния.
Опытные работы (выбор параметров возбуждения и приема)	Методика проведения работ; Выбор параметров возбуждения и регистрации волнового поля; обеспечения требований ФЗ в ОТ и ПБ.	Главный геофизик; Главный геолог; Дирекция разведочной геофизики; Партия; геологический отдел; отдел ОТ и ПБ	Контроль документации; мониторинг состояния
Технологическое оборудование	Дефекты оборудования; Отклонения в режимах работы	Поставщики; Операторы; Служба ремонтов	АС контроля состояния оборудования
Сети ЭВМ и электронные коммуникации	Нарушение целостности, отказы; Несанкционированное подключение к каналу связи и съем информации	Администраторы сетей ЭВМ; Связисты; Провайдеры корпоративных и глобальных сетей ЭВМ; Операторы МТС и сотовой связи	Экспертиза проектов; Защита каналов передачи данных; Контроль каналов связи; Радиомониторинг; Виброакустическая защита
Взаимоотношения с персоналом	Пропускной режим; Уровень доступа к работам и документам	Служба управления персоналом; Служба безопасности; Охрана	Мотивация деятельности; Регламент доступа на предприятие; Правила поведения; Идентификация личности

В таблице 2 представлена матрица системной классификации рисков в деятельности предприятия геологоразведки применительно к задачам обеспечения комплексной безопасности.

Таблица 2

**Системная матрица классификации рисков на подготовительном этапе геологоразведочных работ**

Сферы деятельности (процессы) предприятия	Место возникновения	Время реагирования	Действия	Основные риски (последствия)
Разработка проекта и проектно-сметной документации	Переговорные площадки; Подразделения служб проектирования.	В течении заданного срока по фактам обнаружения угроз безопасности	Программа нейтрализации угроз; Координация планов; Разбор ситуации; Оценка последствий.	Законодательный риск; Технический риск; Экономический риск.
Топогеодезические работы	Подразделения служб проектирования, партии, места проведения работ	В течении заданного срока по фактам обнаружения угроз безопасности	Оперативные сообщения службам для принятия мер в зависимости от уровня угроз; Оценить последствия; Подготовить решения по устранению ошибки	Законодательный риск; Технический риск; Экологический риск
Опытные работы (выбор параметров возбуждения и приема)	Подразделения служб проектирования, партии, места проведения работ	По факту обнаружения несоответствий	Оперативные сообщения службам для принятия решения по устранению ошибки	Технический риск; Экологический риск
Технологическое оборудование	Рабочие места	Регламент технического обслуживания	Восстановление работоспособности; Замена; Ликвидация	Технический риск; Экологический риск; Экономический риск
Сети ЭВМ и электронные коммуникации	Территория и здания предприятия; Линии и аппаратура каналов связи	Регламент обслуживания	Восстановление работоспособности; Ремонт; Профилактическое обслуживание	Технический риск; Экономический риск
Взаимоотношения с персоналом	Бюро пропусков; Переговорные площадки	Постоянно; План мероприятий работ с персоналом	Разъяснение; Мотивация; Обучение; Блокирование; Нейтрализация; Задержание; Воспитание; Наказание	Человеческий фактор; Технический, Социальноэкономический и Законодательный риски

Очевидно, что выявление подобного типа событий (отказов – рисков), их изучение, классификация, моделирование, разработка технологических приемов устранения или минимизации влияния, представляет важнейший практический интерес в процессе совершенствования методов управления проектами геологоразведочных работ.

Проводя анализ рисков в деятельности предприятия на основе данной таблицы, особо следует отметить необходимость четкого определения взаимосвязей между процессами и возможностями, проектным путем разрабатывать процедуры мониторинга событий - инцидентов угроз безопасности и своевре-

менно предусматривать меры по обеспечению безопасности, снижению ущерба от негативных воздействий.

В данной системной классификации рисков в деятельности предприятия геологоразведки в качестве объекта исследования выбираем способы оценки рисков и действия необходимые для нормального проведения промежуточного или частного процессов проведения геологоразведочных работ.

Выявление, моделирование и минимизации финансовых рисков, связанных с методикой, в которой в качестве объекта исследований, выступают ошибки и отказы, возникающие при проведении геологоразведочных работ.

Весь процесс проведения поисковых работ можно разделить на ряд промежуточных и частных этапов. Но, в конечном счете, любая геолого-поисковая система на основе природной иерархии поисковых объектов разделяется на элементарные составляющие: «ОБЪЕКТ – ДЕЙСТВИЕ», для каждой из которых проводится исследование качества и надежности, а затем уже осуществляются оценки, строятся карты оценки надежности по территориям, прикидываются остаточные ресурсы и разрабатываются эффективные технологии их реализации.

Исследование качества и надежности для элементарных пар «объект-действие» включает в себя следующие операции:

- 1) выделение всех вероятных отказов в паре с подразделением их на группы (модули геологической эффективности);
- 2) типизация выделенных отказов по возможной частоте встречаемости и влиянию на эффективность поисков;
- 3) подбор методик количественной оценки вероятностей отказов с высокой частотой встречаемости и существенным влиянием на эффективность поисковых работ. Изучение факторов влияющих на вероятностные оценки;
- 4) описание результатов оценки надежности поисков для конкретной пары: «объект-действие».

Это позволяет расчленять сложные геологопоисковые системы на элементарные пары «объект-действие» с оценкой для каждой из них вероятностных характеристик риска – отказа.

Предложенное системное описание организационной структуры управления проведением геологоразведочных работ, позволяет осуществлять процедуру декомпозиции работ партии на отдельные стадии и формализовать противоречия целей различных подразделений, взаимодействующих в ходе проведения работ [100, 103].

## 2.4 Методы и средства моделирования процессов жизненного цикла инвестиционных проектов геологоразведочных работ

С процедурной точки зрения, инвестиционный проект означает план вложения капитала в конкретные объекты с целью последующего получения прибыли. В этой связи целесообразно рассмотреть жизненный цикл ЖЦ инвестиционного проекта ГРР. Во времени ЖЦ инвестиционного проекта охватывает период от момента зарождения идеи о создании или развитии производства, его преобразовании до завершения жизненного цикла создаваемого объекта. Этот период включает, как правило, три фазы [17, 57, 66, 84] (рис. 2.2):

- прединвестиционную фазу, включающую предварительное и окончательное технико-экономическое обоснование проекта;
- инвестиционную фазу, состоящую из этапов разработки проектно-сметной документации, проведения переговоров, заключения контрактов, подготовки персонала и сдачи объекта в эксплуатацию;
- эксплуатационную фазу, характеризующую краткосрочные, среднесрочные и долгосрочные результаты проекта в перспективе.

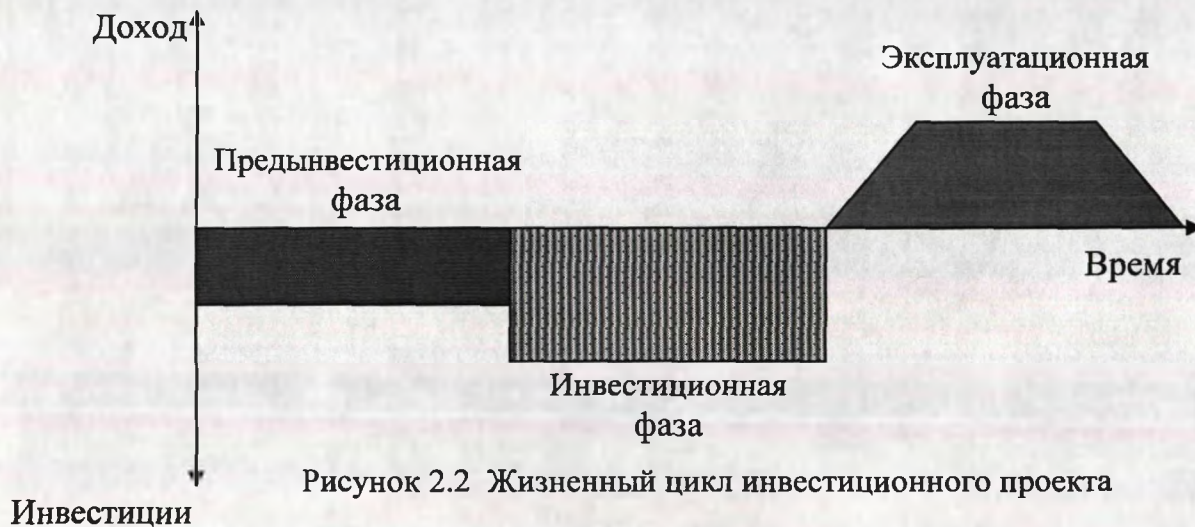


Рисунок 2.2 Жизненный цикл инвестиционного проекта

Инвестиционный проект может быть представлен как модель кругооборота капитала. Для характеристики явлений, отражающих движение денежных средств, будем пользоваться понятием "денежный поток". Данное понятие движения реальных денежных средств в форме потока ("кэш-флоу"), который описывает все этапы жизненного цикла от его начала - авансирования капитала для создания объекта предпринимательской деятельности до его завершения, ликвидации. Поступательное движение денежных средств в виде затрат и поступлений формируют процедуры разработки и реализации инвестиционного проекта [33, 89].

При моделировании финансовых потоков необходимо, чтобы, денежные потоки адекватно отражали экономические интересы участников инвестиционного процесса. Поэтому для оценки каждого вида эффективности ИП должен быть определен состав притоков и оттоков по тем сферам деятельности, которые их касаются (операционной, инвестиционной и финансовой), а методика расчета каждой статьи денежного потока по шагам расчетного периода должна отражать требования действующего хозяйственного механизма.

В пределах выбранного шага расчета каждый элемент денежного потока должен быть отнесен, в зависимости от его проявления во времени, к одному из трех возможных состояний: к началу инвестиции, концу шага или равномерным поступлениям или затратам.

Этим условиям, при моделировании финансовых потоков удовлетворяет, применение метода функционально стоимостного анализа (ФСА, Activity Based Costing, ABC) [29]. Он использует "операционно-ориентированный" подход и описывает методику для количественной оценки стоимости и производительности функций, эффективности использования ресурсов и стоимости процессов. Ключевая задача метода – определение стоимости функций в рамках определенного процесса. Стандартные методы учета затрат не всегда правильно отвечают на вопросы, связанные с определением стоимости процессов проекта. Метод ФСА оценивает процесс и эффективность функций, определяет стоимость производства, и указывает возможности для усовершенствования продуктивности и эффективности анализируемых процессов. Кроме того, в процессе построения функционально-стоимостных моделей удалось выявить методологическую и технологическую взаимосвязь между IDEF0- и ФСА – моделями [18]. Связанность методов IDEF0 и ФСА заключается в том, что оба метода рассматривают проект, как множество последовательно выполняемых функций, а дуги входов, выходов, управления и механизмов IDEF0-модели соответствуют стоимостным объектам и ресурсам ФСА- модели. В концептуальной модели ФСА – метода, ресурсы - это входные дуги, дуги управления и механизмов в IDEF0-модели, стоимостные объекты ФСА- модели - это выходные дуги IDEF0-модели, а действия ФСА- метода - это функции в IDEF0-модели. На более низком уровне, а именно, уровне функционального блока связь IDEF0- и ФСА – моделей подтверждается следующими предпосылками: функция характеризуется числом, которое представляет собой стоимость или время выполнения этой функции. Стоимость или время функции, которая не имеет декомпозиции, определяется разработчиком системы; стоимость или время функции, которая имеет декомпозицию, определяется, как сумма стоимостей (времен)

всех подфункций на данном уровне декомпозиции. Методология функционального моделирования IDEF0, является развитием известной методики SADT (Structured Analysis and Design Technique) и относится к классу CASE- средств [2,18]. Наряду с DFD- DFD (Data Flow Diagrams) диаграммами потоков данных и ERD (Entity-Relationship Diagrams) диаграммами "сущность-связь". Данные методы являются средством структурного анализа, для исследования и проектирования системы. Суть этих методов состоит в разбиении системы на функциональные подсистемы, которые в свою очередь делятся на подфункции, подразделяемые на задачи и так далее. Процесс разбиения продолжается вплоть до конкретных процедур. При этом автоматизируемая система сохраняет целостное представление, в котором все составляющие компоненты взаимосвязаны. Применение средств данного класса обусловлено тенденциями развития современных информационных систем, характеризующихся:

- большим количеством функций, процессов, элементов данных и сложные взаимосвязи между ними, требующие тщательного моделирования и анализа данных и процессов;
- наличием множества тесно взаимодействующих подсистем, имеющих свои локальные задачи и цели функционирования- традиционных приложений, связанных с обработкой транзакций и решением регламентных задач, и приложений аналитической обработки (поддержки принятия решений), использующих нерегламентированные запросы к данным большого объема;
- необходимостью интеграции существующих подсистем.

Кроме того, CASE –методологии осуществляют поддержку ЖЦ системы на ключевых этапах – анализа и проектирования и, предлагают методику трансляции проектных спецификаций в модель реализации, в дальнейшем используемую при кодогенерации, являясь общепринятым стандартом в системах автоматического проектирования [20, 28, 54, 101], что определяет полезность анализа проектируемой системы этими средствами.

## 2.5 Системная характеристика принятия решений в инвестиционном проектировании

С системной точки зрения задачу принятия решения (ЗПР) можно представить как некоторую систему, в которой выделены объект управления, управляющая подсистема и среда. Управляющая подсистема может воздействовать на объект управления с помощью альтернативных управляющих воздействий. Состояние объекта управления определяется выбранным управляющим воздействием со стороны управляющей подсистемы и состоянием среды. На такую постановку задачи накладывается ряд условий [80, 87]:

- управляющая подсистема не может воздействовать на среду;
- управляющая подсистема не имеет полной информации о состоянии среды;
- целью управляющей подсистемы является перевод объект управления в наиболее предпочтительное для себя состояние.

Основной задачей ЗПР является нахождение оптимального решения. Другими словами, решение в наибольшей степени соответствующее цели управляющей подсистемы, в рамках имеющейся информации о состоянии среды.

Для построения математической модели принятия решения зададим три множества:  $Z$  – множество управляющих воздействий, описывающих допустимые альтернативы,  $G$  – множество возможных состояний среды,  $R$  – множество состояний управляемой подсистемы, или возможные исходы.

Так как состояние объекта управления определяется выбором управляющего воздействия и состоянием среды, то функция реализации представлена в виде:

$$Z \times G \rightarrow R$$

где каждой паре  $(z, g)$ ,  $z \in Z$ ,  $g \in G$  соответствует определенный исход  $R$ . Функция реализации каждой паре вида (альтернатива, состояние среды) ставит в соответствие определяемый ею исход.

Реализационная структура задачи принятия решения отражает связь между выбираемыми альтернативами и исходами. Эта связь не является детерминированной - появление того или иного конкретного исхода зависит не только от выбранной альтернативы, но и от состояния среды. Таким образом, имеется, так называемая, неопределенность стратегического типа, которая появляется в результате воздействия среды на объект управления.

В зависимости от информации, которую имеет при принятии решения управляющая подсистема относительно состояния среды, различают несколько основных типов задач принятия решения [26, 51, 65, 71, 90, 96].

- принятие решения в условиях определенности характеризуется тем, что управляющая система информирована о состоянии среды и, это состояние среды является фиксированным;
- принятие решения в условиях риска стохастического характера о поведении среды;
- принятие решения происходит в условиях неопределенности, если никакой дополнительной информации (кроме знания самого множества возможных состояний среды) управляющая подсистема не имеет;
- принятие решения в теоретико-игровых условиях имеет место тогда, когда среду можно трактовать как одну или несколько целенаправленных управляющих подсистем. В этом случае математическая модель принятия решения называется теоретико-игровой моделью.

Любой ИП должен соотноситься, в итоге, с некоторой целью – конечным результатом. В инвестиционном проектировании приходится сталкиваться как с экономическими, так и внеэкономическими результатами. Комплексная оценка ИП позволяет проводить анализ потенциальной целесообразности реализации проекта; оценивать преимущества рассматриваемых проектов, в сравнении с альтернативными проектами, ранжировать проекты, с целью включения их в инвестиционную программу.

При принятии управленческих решений об инвестировании в развитие промышленных объектов опираются, как правило, на специализированные методические рекомендации. Такие методики соответствуют ряду принципов[84]:

- соответствие заложенных в проекте решений целям и интересам инвесторов;
- ориентация на критерий определения эффективности;
- проведение экономических расчетов для всего жизненного цикла;
- моделирование потоков реальных денежных средств по методологии кэш-флоу;
- формирование всех видов потоков реальных денежных средств инвестиционных проектов, реализуемых в Российской Федерации, в полном соответствии с требованиями организационно – экономического механизма, действующего на территории Российской Федерации;
- учет всех наиболее существенных последствий проекта, как экономических, так и внеэкономических, по возможности, их следует учесть в потоках денежных средств;
- обеспечение условий сопоставимости показателей эффективности для различных проектов;

- учет влияния неопределенности и рисков, сопровождающих реализацию проекта через норму дохода, а также и иными косвенными методами;
- учет специфических экономических интересов участников проекта, путём формирования денежных потоков для отдельных групп участников проекта, предъявляющих к нему специфические требования, а также в норме дохода участника;
- определение предпочтительности одного из ряда показателей эффективности при их совместном использовании для оценки проекта.

Установлен комплексный [17, 84, 86] алгоритм отбора ИГП, в нём оценка эффективности проекта проводится в два этапа: на первом этапе определяют эффективность проекта в целом; на втором этапе – оценивается эффективность участия в проекте, при условии эффективности на первом этапе рис.2.3.

Задачей первого этапа является определение эффективности проекта в целом, исходя из предположения, что он будет профинансирован целиком за счет собственных источников, т.е. без привлечения кредитов. Данный подход позволяет представить эффективность проекта как такового, т.е. эффективность технико-технологических и организационных решений, заложенных в проекте. Такая характеристика проекта необходима для привлечения потенциальных инвесторов к участию в реализации проекта. В зависимости от общественной значимости проекта, расчеты на первом этапе, производятся по разным схемам.

Если проект признан общественно значимым, то процедуры оценки и соответствующие оценочные итерации выполняются в последовательности, указанной на рисунке 2.3. Для общественно значимых проектов оценивается в первую очередь, их общественная эффективность. При неудовлетворительной общественной эффективности такие проекты не рекомендуются к реализации и не могут претендовать на государственную поддержку [84, 86]. Если же их общественная эффективность оказывается достаточной, оценивается их коммерческая эффективность. При недостаточной коммерческой эффективности общественно значимого ИГП рекомендуется рассмотреть возможность применения различных форм его поддержки, которые позволили бы повысить коммерческую эффективность ИГП до приемлемого уровня. Если проект в целом по показателям эффективности является достаточно привлекательным, то от первого этапа, являющегося предварительным, переходят ко второму основному.

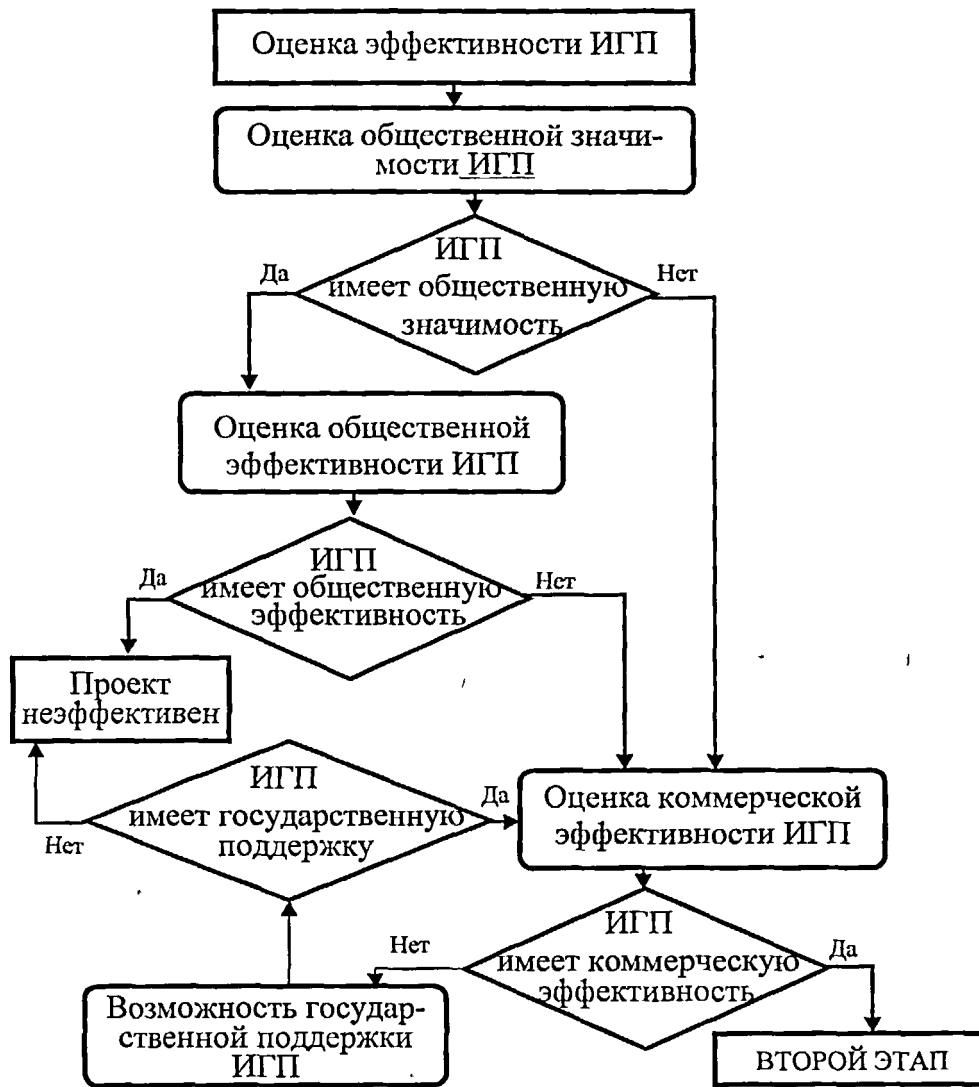


Рисунок 2.3 Оценка ИГП в целом

Второй этап оценки осуществляется после рассмотрения вариантов возможных схем финансирования и связанных с этим затрат, распределения прибыли и т.д. На этом этапе определяются финансовая реализуемость и эффективность участия в проекте инвесторов, государства.

Если проект признан общественно значимым, то процедуры оценки и соответствующие оценочные итерации выполняются в последовательности, указанной на рисунке 2.4.

Одной из ключевых сложностей анализа многокритериальных задач состоит в эффекте несравнимости исходов. Несравнимость исходов является формой неопределенности, которая связана со стремлением лица принимающего решение «достичь противоречивых целей» и является т.н. ценностной неопределенностью [84]. В данном случае применяется метод приведения в сопоставимый вид разновременных затрат и результатов при помощи процедур дисконтирования и компаундирования.

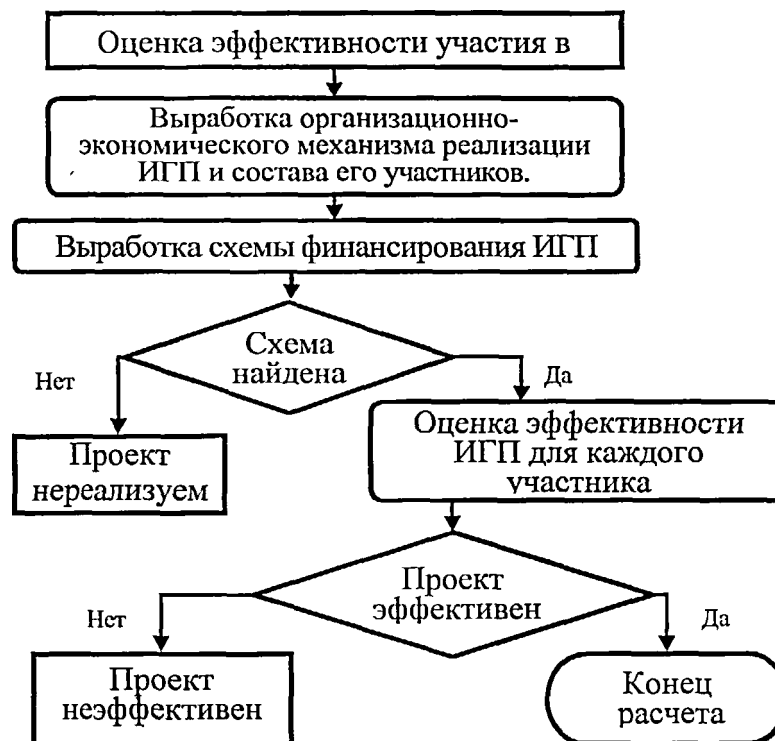


Рисунок 2.4 Оценка эффективности участия в ИГП

Математическая модель многокритериальной задачи принятия решения представляется в виде множества векторных оценок, содержащее полную информацию о полезности этого исхода для лица принимающего решение.

Наиболее распространено отношение, по которому производится сравнение векторных оценок – отношение доминирования по Парето. На его основе формируется Парето – оптимальное множество векторных оценок. Парето – оптимальных исходов может быть несколько. Дать однозначный ответ на вопрос, какой же из Парето – оптимальных исходов следует считать оптимальным, сложно потому что два Парето – оптимальных исхода не сравнимы относительно доминирования по Парето. Тогда возможны два пути[89]:

- для заданной многокритериальной ЗПР находится множество ее Парето – оптимальных исходов. Выбор конкретного оптимального исхода из множества Парето – оптимальных предоставляется принимающему решение;
- производится сужение множества Парето - оптимальных исходов с помощью некоторых формализованных процедур, что облегчает окончательный выбор исхода для принимающего решение.

Дана системная характеристика ЗПР для комплексной оценки развития промышленных объектов. На первом этапе ЗПР может быть двух видов:

- ЗПР в условиях определенности, которая характеризуется тем, что управляющая система (региональные власти) информирована о состоянии среды

(региональной инфраструктуре) и, это состояние среды является фиксированным;

– ЗПР в условиях риска при стохастическом характере информации.

Если инвестиционный проект на первом этапе окажется эффективным, то приступают ко второму этапу - оценке эффективности участия в проекте. Данный этап характеризуется принятием решений в теоретико-игровых условиях, где поведение участников проекта имеет свои цели, зачастую противоположенные, В этом случае математическая модель принятия решения строится на основе теоретико-игровых моделей.

### Выводы

1 Основным недостатком общих классификаций рисков является сложность определения внутренних и внешних факторов, приводящих к рискам, а главное – сложность определения корреляций между факторами, так как реальные риски практически всегда взаимосвязаны и взаимообусловлены.

2 Проанализированы существующие в настоящее время модели оценки рисков, разработанных специалистами в отдельных сферах деятельности предприятия, и выявлено, что многие из них не имеют координации работ со смежными предметами деятельности. Применение таких моделей мало, что дает для разработки конструктивных моделей оценки возможных и допустимых рисков и принятия мер по их снижению.

3 Определены методы оценки ИП, рассмотрена методика анализа рисков ИГП. Установлено, что для удовлетворительной оценки ИГП необходимо решить трудно формализуемую задачу идентификации рисков ИГП, а также дать их качественную и количественную оценку. Анализ существующих разработок показал, что для решения данной задачи системный подход предпочтителен целевому подходу. Системный подход предполагает построение модели, предметной области, а не систему целей. На основании данной модели строится описание поведения системы, затем выбирается система целей и принимается решение с помощью прогнозируемой информации о поведении системы и сделанных предположениях. Каждое возникающее в процессе инвестиционного проектирования изменение целей не приводит к изменению модели и не требует проведения новых расчетов.

4 Установлен комплексный алгоритм отбора ИГП, в нём оценка эффективности проекта проводится в два этапа: на первом этапе определяют эффективность проекта в целом; на втором этапе оценивается эффективность участия в проекте, при условии эффективности на первом этапе.

5 Дана системная характеристика задач принятия решения (ЗПР) для комплексной оценки развития промышленных объектов. На первом этапе ЗПР может быть двух видов: ЗПР в условиях определенности, которая характеризуется тем, что управляющая система (власти) информирована о состоянии среды и, это состояние среды является фиксированным; ЗПР в условиях риска при стохастическом характере информации. Если ИП на первом этапе окажется эффективным, то приступают ко второму этапу – оценке эффективности участия в проекте. Данный этап характеризуется принятием решений в теоретико-игровых условиях, где поведение участников проекта имеет свои цели, зачастую противоположенные, В этом случае математическая модель принятия решения строится на основе теоретико-игровых моделей. Данный подход является основой для создания модели комплексной оценки ИПП.

### 3 РАЗРАБОТКА МЕТОДОВ КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ РАЗВИТИЯ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ ПРОЕКТОВ

#### 3.1 Системная модель комплексной оценки эффективности развития геологоразведочных проектов

Проблема эффективного управления системами обеспечения проведения ГРР охватывает широкий круг задач – от проектирования и производства работ до обеспечения безопасной эксплуатации потенциально опасных производственных объектов. Первоочередной задачей управления ГРР является создание такой стратегии, которая была бы направлена на формирование оптимальных производственных показателей, и ориентирована на работу в условиях динамично меняющейся внешней среды. Решение подобной задачи требует применения системного подхода, предполагающего разработку инструментария прогнозирования, принятия решений, оценку результатов принимаемых решений, корректировку управленческих решений и направленного на создание интегрированной системы обеспечения комплексной безопасности предприятия. Задачами такой системы являются упорядочение, гармонизация и интеграция различных средств организационного, методического, технического и программного обеспечения комплексов средств мониторинга и обеспечения безопасности основных процессов предприятия при воздействии на них внутренних и внешних угроз, планирования общих и частных мероприятий по идентификации угроз безопасности и минимизации ущерба в деятельности предприятия [45, 101].

В настоящее время особое внимание уделяется вопросам создания интегрированной информационной среды предприятия, содержащей актуальные знания и включающей методическое, алгоритмическое, информационное техническое, программное обеспечение информационных систем предприятия.

Структура и функционирование аналитических систем –  $E$  зависит от следующих информационных сущностей: объекта анализа –  $Q$ ; цели функционирования аналитической системы –  $G$ , определяемой конкретной задачей принятия решения; полимодельного комплекса, задающего структуру системы –  $M$ ; среды, определяющей параметры системы –  $S$ , а также отношений  $R$  между данными структурами.

Воспользовавшись общесистемным подходом, систему оценки ИГП представим в виде структуры, состоящей из системы управления СУ, объекта управления ОУ и среды. В нашем случае, с учётом специфики предметной об-

ласти, данная формализация представится в следующем виде:  $E = \langle C, P, L \rangle$ , здесь  $C$  – система управления, представленная соответствующими государственными органами в структурах управления минерально-сырьевой базой РФ, осуществляющими поддержку инвестиционной программы  $P^{inv}$ , где множество инвестиционных проектов.

$$P^{inv} = \{p_1^{inv}, p_2^{inv}, \dots, p_n^{inv}\} = \bigcup_{i=1}^n p_i^{inv},$$

Для определённости будем считать, что инвестиционная программа ГРР направлена на достижение глобальной цели – перспективного развития процесса накопления знаний и оценки запасов минерально-сырьевой базы страны, которую будем считать оптимальной.

Система управления характеризуется совокупностью целей  $V$  и управляющих воздействий  $U$ ,

$$C = V \cup U$$

Согласно алгоритму, оценка эффективности ИГП осуществляется в два этапа. На первом этапе оценивается эффективность проекта в целом, при допущении, что финансирование идёт только за счёт бюджетных средств, результаты первого этапа являются основой для формирования схемы финансирования с привлечением частных инвесторов. На первом этапе осуществляется последовательное решение задач: оценки общественной значимости, оценки общественной эффективности и оценка коммерческой эффективности.

Управляющие воздействия проявляются принятием решений по заданному ИГП на различных этапах оценки эффективности  $U = (U_{оз}, U_{оэ}, U_{кэ})$ , где  $U_{оз}$  – принятие решения на этапе оценки общественной значимости проекта,  $U_{оэ}$  – решения на этапе оценки общественной эффективности проекта;  $U_{кэ}$  – решения на этапе оценки коммерческой эффективности проекта.

Среда характеризует рынок и включает в себя следующие субъекты геологоразведочного проекта: подрядные организации, инвестиционные институты, транспорт, энергетиков, осуществляющих поддержку процесса геологоразведочных работ на всех этапах жизненного цикла. Данные субъекты, на основании рыночных условий, сложившихся в данном регионе, формируют величины затратных и доходных статей геологоразведочного проекта.

Идентификация состояния и характера среды классифицируется, в соответствии с этапом принятия решения:

- на первом этапе, когда осуществляется оценка эффективности геологоразведочного проекта в целом, среда считается пассивной и нецеленаправленной подсистемой;

- на этапе формирования схемы финансирования среда проявляется как активная и целенаправленная подсистема и наравне с управляющей подсистемой, вырабатывает управляющие воздействия.

Объектом управления является непосредственно сам геологоразведочный проект  $P$ . Комплексной характеристикой геологоразведочного проекта является описание его жизненного цикла (ЖЦ). Жизненный цикл описывает наименование и стоимостные характеристики параметров инвестиционного геологоразведочного проекта, в период времени, начинающийся с момента принятия решения о необходимости инвестировании средств до завершения ЖЦ объекта. Весь жизненный цикл обычно разбивают на три фазы:  $ИГП = (P_{пред}, P_{инв}, P_{экс})$ , где  $P_{пред}$  параметры прединвестиционной фазы ИГП,  $P_{инв}$  параметры инвестиционной фазы ИГП,  $P_{экс}$  параметры эксплуатационной фазы ИГП.

Инвестиционный проект  $P$  описывается тремя классами параметров: затратами, эффектом и возможными рисками.

Структура системы представлена на рисунке 3.1.

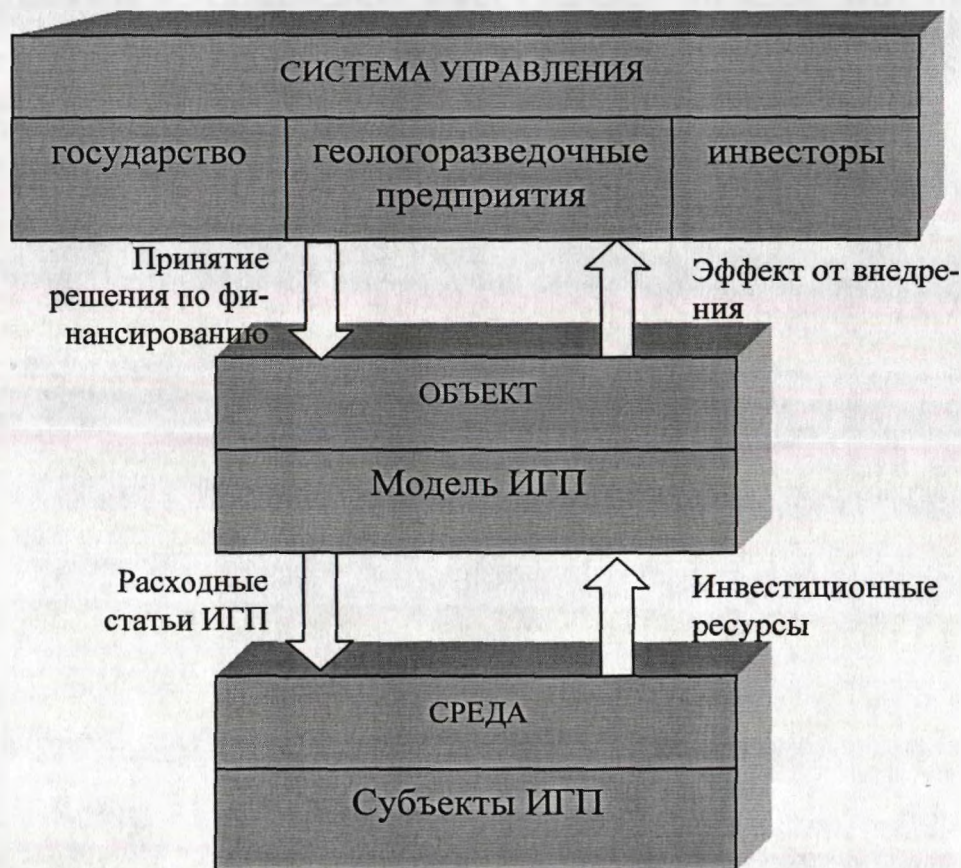


Рисунок 3.1 Структура системы оценки инвестиционных геологоразведочных проектов

Система экспертизы ИГП основывается на определённой модели инвестиционного проекта. Создание математической модели затруднительно, в силу наличия множества неопределённых параметров, сложных взаимосвязей между ними, а также наличия латентных – трудно идентифицируемых характеристик инвестиционного геологоразведочного проекта.

В то же время накоплен достаточно большой опыт проведения ГРР. Существуют информационные базы внедрённых геологоразведочных проектов, даны оценки их последствий, рисков и эффективности. Предпочтительно было бы воспользоваться накопленными знаниями для поддержки принятия решений реализации текущих инвестиционных проектов.

Обосновать данный методологический подход можно на основе гипотезы компактности, которая, состоит в том, что реализации одного и того же образа обычно отражаются в признаковом пространстве в геометрически близкие точки, образуя «компактные» сгустки [46]. Если принять, что информативные признаки образов близки то и целевые признаки, указывающие имя образа, тоже близки. Данная гипотеза равнозначна предположению о наличии закономерной связи между признаками. Необходимо определёнными методами, сформировать базу знаний (БЗ), содержащую информацию о закономерностях развития объектов геологоразведки [13].

Таким образом, можно рассматривать систему как тройку  $Q = \langle D, R, I \rangle$ , где  $D$  – база данных, содержащая декларативную часть знаний;  $R = \{r_1, \dots, r_m\}$  – база правил, которая содержит процедурную часть знаний;  $I$  – интерпретатор, который обеспечивает выполнение информационных процессов, происходящих в системе. Его функционирование можно описать в четыре этапа:  $I = \langle V, E, P, W \rangle$ , где  $V$  – этап выбора, осуществляющий выбор из  $P$  и из  $F$  подмножества активных продукций  $P_v$  и подмножества активных данных  $F_v$ , соответственно, которые будут использованы в очередном цикле работы интерпретатора.  $E$  – этап сопоставления, определяющий множество означиваний, т.е. множество пар: правило  $(p_i) \in R_v, \{d_{ij}\} \subset F_v$ .

На этапе сопоставления определяется, какие активные модули каких активных данных готовы к работе. Модуль готов к работе, если среди активных данных есть данные, удовлетворяющие условиям этого модуля, указанным в его образце. Такие модули называются означенными. Результатом работы этапа сопоставления является набор означенных модулей. Набор означенных модулей часто называют конфликтным набором, подчеркивая этим тот факт, что к работе готовы все модули набора, но интерпретатор не знает еще, какой из них предпочесть. Теоретически сопоставление выполняется в каждом цикле работы

интерпретатора над всеми активными знаниями, т.е. образцы всех активных модулей, сопоставляются со всеми активными данными. На практике в целях повышения эффективности все означивания не вырабатываются заново на каждом очередном цикле.

*P* – на этапе разрешения конфликтов интерпретатор выбирает из конфликтного набора то означивание, которое будет выполняться в текущем цикле. На данном этапе интерпретатор оценивает означенные модули с точки зрения их полезности при достижении текущей цели. Подчеркивая это факт, данный этап иногда называют этапом планирования.

*W* – этап, осуществляющий выполнение выбранного означенного правила. На этапе выполнения осуществляется исполнение модулей, выбранных этапом разрешения конфликтов. В ходе этого этапа осуществляется модификация рабочей памяти, выполняются операции ввода/вывода, и изменяется память состояний интерпретатора.

Процессы происходят в системе последовательно, другими словами входные величины одного информационного процесса являются выходными величинами предыдущего, а сущность преобразования информации в процессе описана соответствующим правилом.

Процесс комплексной оценки инвестиционного геологоразведочного проекта представлен как множество процессов:  $K = \{k_z, k_m, k_o, k_f\}$ , где  $k_z$  – процесс формирования базы знаний ИГП;  $k_m$  – процесс формирования модели ИГП;  $k_o$  – процесс комплексной оценки ИГП;  $k_f$  – процесс формирования схемы финансирования ИГП.

Каждый процесс можно описать как  $k_j = \langle f_j, p_j, i_j \rangle$ , где  $f_j = \alpha_j \cup \beta_j$  множество входных и выходных данных;  $p_j$  – правило формирования из потока данных  $\alpha_j$ ; потока  $\beta_j$ ;  $i_j$  – процессы, осуществляющие формирование потока  $\beta_j$

### 3.2 Модели формирования базы знаний инвестиционного геологоразведочного проекта

Одной из ключевых научных задач при формировании информационных систем анализа инвестиционных геологоразведочных проектов является создание формального аппарата представления данных и знаний. Решение данной задачи является комплексной методологической основой для проектирования подсистем сбора и обобщения данных, а также отбора и адаптации моделей инвестиционного геологоразведочного проекта.

В качестве формального аппарата представления знаний в информационных системах анализа инвестиционных геологоразведочных проектов использован синтез фреймовой и продукционной моделей представления знаний, где в продукционной системе, в качестве множества входных и множества выходных литералов используется иерархическая фреймовая структура, а множество продукций с функциями присвоения формируют правила формирования и обработки данных структур.

База данных содержит информацию о внедрённых проектах и представлена фреймовой моделью. Структура базы данных представляет собой систему, состоящую из имен фреймов, имен слотов и заполнителей слотов. Данная структура позволяет моделировать динамические информационные массивы различной иерархии. Фрейм можно представить в виде [4]:  $F = \{ \langle n_1, m_1 \rangle, \langle n_2, m_2 \rangle, \dots, \langle n_k, m_k \rangle \}$ ; где  $F$  – имя фрейма;  $n_i$  – имя слота;  $m_i$  – заполнитель слота.

Имена слотов могут являться одновременно именами фреймов более низкой иерархии, а имена фреймов соответственно могут быть именами слотов другого фрейма более высокой иерархии.

Заполнителями слотов могут быть знания как декларативного, так и процедурного характера. Знания декларативного характера содержат факты, знания процедурного характера содержат правила формирования и использования знаний. При использовании в качестве заполнителей слотов только декларативных знаний, необходимо использовать внешнюю управляющую структуру. Информацию об инвестиционном геологоразведочном проекте можно структурировать через описание его жизненного цикла. Таким образом, базу данных будем рассматривать как фрейм

$$D = (D_1, D_2, \dots, D_k) = \bigcup_{i=1}^k D_i, \quad (3.1)$$

где  $D_i$  – данные  $i$ -го инвестиционного геологоразведочного проекта предприятия

$$D_i = \{ \langle \langle D_i^n \rangle, H \rangle, \langle \langle D_i^m \rangle, F \rangle, \langle \langle D_i^o \rangle, E \rangle \}, \quad (3.2)$$

где  $D_i^n$  – имя фрейма (освоенные геологоразведочные проекты на прединвестиционном этапе);

$D_i^m$  – имя фрейма (освоенные геологоразведочные проекты на инвестиционном этапе);

$D_i^o$  – имя фрейма (освоенные геологоразведочные проекты на эксплуатационном этапе);

$\langle H \rangle$  – имя слота =  $\langle$ параметры геологоразведочного проекта на прединвестиционном этапе $\rangle$ ;

$\langle F \rangle$  – имя слота =  $\langle$ параметры геологоразведочного проекта на инвестиционном этапе $\rangle$ ;

$\langle E \rangle$  – имя слота =  $\langle$ параметры геологоразведочного проекта на эксплуатационном этапе $\rangle$ .

В качестве заполнителей слотов содержится информация о трёх классах параметров: затраты, эффект и возможные риски на разных этапах создания инвестиционного геологоразведочного проекта.

Более подробно массивы параметров геологоразведочного проекта на прединвестиционном этапе можно представить в следующем виде:

$$H = \{H_1, H_2, \dots, H_l\} = \bigcup_{j=1}^l H_j \quad (3.3)$$

$$H_j = \bigcup_{i=1}^u \{(\langle hl_y \rangle, hl_y), (\langle ht_y \rangle, ht_y), (\langle hm_y \rangle, hm_y)\} \quad (3.4)$$

где  $H_j$  – имя слота  $\langle j$ -ая характеристика прединвестиционного этапа инвестиционного геологоразведочного проекта $\rangle$

$\langle hl_y \rangle$  – имя слота  $\langle i$ -ая стоимостная характеристика  $\rangle$ ,

$\langle ht_y \rangle$  – имя слота  $\langle$ длительность  $j$ -ой характеристики  $i$ -го расхода $\rangle$ ,

$\langle hm_y \rangle$  – имя слота  $\langle$ начало  $j$ -ой характеристики  $i$ -го расхода, с момента старта инвестиционного геологоразведочного проекта $\rangle$ .

Аналогичным образом описываются массивы параметров геологоразведочного проекта на инвестиционном (F) и эксплуатационном (E) этапах.

Базу знаний будем рассматривать как фрейм

$$Z = (Z_1, Z_2, \dots, Z_g) = \bigcup_{i=1}^g Z_i, \quad (3.5)$$

где  $Z_i$  – знания  $i$ -го инвестиционного геологоразведочного проекта

$$Z_i = \{(\langle Z_i^n \rangle, Q), (\langle Z_i^m \rangle, M), (\langle Z_i^j \rangle, J)\}, \quad (3.6)$$

где  $Z_i^n$  – имя фрейма  $\langle$ знания инвестиционного геологоразведочного проекта на прединвестиционном этапе $\rangle$ ;

$Z_i^m$  – имя фрейма  $\langle$ знания инвестиционного геологоразведочного проекта на инвестиционном этапе $\rangle$ ;

$Z_i$  – имя фрейма (знания инвестиционного геологоразведочного проекта на эксплуатационном этапе);

$\langle Q \rangle$  – имя слота = (параметры инвестиционного геологоразведочного проекта на прединвестиционном этапе)

$\langle M \rangle$  – имя слота = (параметры инвестиционного геологоразведочного проекта на инвестиционном этапе);

$\langle J \rangle$  – имя слота = (параметры инвестиционного геологоразведочного проекта на эксплуатационном этапе).

Рассмотрим более подробно эти массивы

$$Y = \{Y_1, Y_2, \dots, Y_l\} = \bigcup_{j=1}^l Y_j$$

$$Y_j = \bigcup_{i=1}^n \{ \langle y_{ij} \rangle \},$$

где  $Y_j$  -  $j$ -ое знание прединвестиционного этапа инвестиционного геологоразведочного проекта

$\langle y_{ij} \rangle$  – имя слота ( $i$ -ая характеристика знания инвестиционного геологоразведочного проекта ),

$y_{ij}$  – заполнитель слота, где  $y_{ij} = (H_{ij}, r_{ij}^n)$

$H_{ij}$  – определено в (3.3);

$r_{ij}^n$  –  $i$ -ый результат прединвестиционного этапа.

Также описываются массивы базы знаний параметров геологоразведочного проекта на инвестиционном ( $T$ ), эксплуатационном ( $J$ ) этапах, модель геологоразведочного проекта ( $M$ ) и фрейм эффективности инвестиционного геологоразведочного проекта.

Схема финансирования инвестиционного геологоразведочного проекта представлена в виде:

$$N = \{kf, gf\}, \quad (3.7)$$

где  $kf$  и  $gf$  – величины коммерческого и бюджетного финансирования соответственно.

Такое наполнение фреймовой модели позволяет говорить об инвестиционном геологоразведочном проекте как о структурном объекте. Рассмотрим базу знаний формирования инвестиционного геологоразведочного проекта. При построении баз знаний (БЗ) ключевыми вопросами становятся вопросы формализации знаний, методов формирования, и алгоритмов обработки знаний. Вначале необходимо определить, что понимать под знаниями инвестиционного

геологоразведочного проекта. В качестве обоснованного с точки зрения предметной области, применяемого подхода в моделировании и, учитывая перспективу проектирования, выбран следующий подход к определению знаний. Знаниями, в данном случае являются, нетривиальные практически полезные и доступные интерпретации сведения, необходимые для принятия решений в инвестиционном проектировании, заключающиеся в определенных закономерностях и систематических взаимосвязях между переменными, которые затем можно применить для исследования новых совокупностей данных.

Исходя из целей исследования, предполагается строить модель инвестиционного геологоразведочного проекта по существующим прецедентам, формируя логические конструкции типа *если - то*. Целесообразно для формализации знаний применить аппарат продукций.

Продукционная система, представлена как множество подсистем  $P = \{P_1, P_2, \dots, P_i\}$ ; где каждая  $P_i$  представлена в виде:

$$P_i = \langle \Omega_i, \Delta_i, R_i, O_i \rangle,$$

где  $\Omega_i$  – множество заданных литералов  $i$ -ой продукционной системы,  $\Delta_i$  – множество формируемых литералов  $i$ -ой продукционной системы,  $R_i$  – множество продукций  $i$ -го вида,  $O_i$  – множество процедур присвоения  $i$ -го вида.

Продукции  $R_i$  представлены в виде:

$$(j); S; T; B \rightarrow A; C,$$

где  $j$  – идентификационный номер продукции, отличающий ее от других продукций системы,  $S = \Omega \cup \Delta$  – описание класса ситуаций, в которых данная продукция может использоваться,  $T$  – условие, при выполнении которого продукция актуализируется, в общем виде  $T = \exists B$ , где  $\exists$  – квантор существования,  $B$  – левая часть продукции,  $A$  – правая часть продукции,  $C$  – указание на изменения, которые надо внести в данную продукцию (в условие  $T$ , в  $B$  или  $A$ ), или в другие продукции системы после реализации данной продукции.

Реализация продукции связана с ее ядром:  $B \rightarrow A$ , которое можно интерпретировать как выполнение  $B$  или замену  $A$  на  $B$  при условии, что  $B$  – истинно, или  $B$  присутствует в некотором описании, к которому применяется продукция.

Существуют различные типы ядер. Первый тип продукции имеет ядро:  $B_z \rightarrow A_z$ , где  $B_z$  – один элемент базы знаний,  $A_z$  – другой элемент базы знаний. Смысл этой продукции заключается в том, что некоторый фрагмент базы знаний  $B_z$  извлекается из базы знаний и заменяется на другой фрагмент  $A_z$ , который вносится в базу знаний.

Другой тип продукции используется при построении закономерностей по экспериментальным данным и имеет ядро:  $B_{\partial} \rightarrow A_{\partial}$ , где  $B_{\partial}$  – один элемент базы знаний  $A_{\partial}$  – другой элемент базы знаний.

Логический блок выбирает из базы данных набор примеров, в которых имеются подтверждения одновременного значения предикатов  $П1, П2, \dots, Пn$  и признака  $П$ , который по предположению зависит от остальных признаков, а также те примеры, в которых нужное значение  $П$  не наблюдается. На основании этих примеров логический блок формирует гипотезу о виде зависимости.

Третий тип отражает ситуацию, когда система общения не может сформировать непосредственное обращение к базе данных, а вынуждена обратиться к логическому блоку:  $B_o \rightarrow A_A$ , здесь  $B_o$  – запрос системы общения,  $A_A$  – элемент логического блока. Это означает, что поступило требование на решение какой-либо задачи или на поиск ее в базе данных.

Однако использование метода продукций в “чистом” виде ограничено описанием формирования профессиональных знаний, вызывает трудности описание знаний с иной, чем причинно-следственной структурой. В то же время, почти все экспертные системы используют комбинацию различных форм представления знаний.

Предлагается построить систему на основе синтеза двух методов, где декларативная часть знаний представлена в виде сложной динамической структуры, а процедурная часть знаний о формировании и способе оценки в виде продукции. Таким образом, знания (БЗ) геологоразведочных проектов можно представить в виде:  $P = (D, F, R)$ , где  $D$  - данные о проектах;  $F$ - характеристики последствий проекта;  $R$ - правила формирования знаний инвестиционного геологоразведочного проекта. При таком подходе возникает проблема необходимости формирования огромного числа продукций. Встаёт дилемма – предпочтительно увеличить представительность выборки для более точного формирования модели, что приводит к существенному увеличению вычислительной мощности задачи. Данная проблема имеет ряд решений – применение методов снижения размерности задачи. Однако сложность применения “чистых методов” прикладной статистики заключается в практическом формировании обучающей выборки [23, 38, 55]. Нет гарантированных условий достаточной представительности обучающей выборки. Поэтому видится целесообразным, использование методов, основанных на ряде эмпирических гипотез, уже упомянутой, гипотезе компактности, гипотезе монотонности решений; и если позволяют условия, более сильных гипотез - гипотезы  $\lambda$ - компактности и т.п. На основании данных допущений можно применять методы кластеризации или таксо-

номии, делая некоторые выводы о закономерностях параметров ИГП по достаточно бедной выборке.

Базу правил  $P$  можно представить:

$$P = (P_z, P_m, P_o, P_f),$$

где  $P_z$  – правила формирования базы знаний ИГП;  $P_m$  – правила формирования модели ИГП;  $P_k$  – правила комплексной оценки ИГП;  $P_w$  – правила формирования схемы финансирования ИГП.

Рассмотрим более подробно каждую систему productions

$$P_z = \langle D, Z, R_z, O_z \rangle,$$

где  $D$  – фрейм: множество параметров освоенных ИГП,  $Z$  – фрейм: знания ИГП,  $R_z$  – множество productions выявления знания  $Z$  с помощью данных  $D$ :

$$R_z = \{R_z^n, R_z^u, R_z^o\},$$

где  $R_z^n$  – продукция  $\langle$ Правило формирования знаний ИГП на прединвестиционном этапе $\rangle$

$$R_z^n; D^n \cup Z^n \exists H_j \cup O_z \rightarrow Z_j^n, j = j+1, 1 \leq j \leq l,$$

где  $D^n$  определяется в (3.2),  $Z_j^n$  определяется в (3.5),  $H_j$  определяется в (3.4).

Аналогично для productions правило формирования знаний ИГП на инвестиционном  $R_z^u$  и эксплуатационном  $R_z^o$  этапах

Также как правила  $P_z$  – правила формирования базы знаний ИГП описываем  $P_k$  – правила комплексной оценки ИГП и  $P_w$  – правила формирования схемы финансирования ИГП [13].

Данный формальный аппарат является методической основой формирования базы знаний информационной системы анализа геологоразведочных проектов. Для программной реализации алгоритмов обработки знаний были разработаны алгоритмы индуктивного вывода на основе двухэтапной процедуры структурной таксономии: на первом этапе осуществляется предварительная классификация в декартовом пространстве; на втором этапе структурная классификация в компактном пространстве.

### 3.3 Комплексная оценка и формирование схемы реализации инвестиционного геологоразведочного проекта

Стратегия и концепция перехода Российской Федерации к устойчивому развитию требует одновременного перехода в текущей программе управления государственным и региональным природопользованием на новый – геосистемный – уровень управления, который рекомендуется осуществлять методами теоретико-игрового моделирования.

Согласно системной модели подсистема управления представлена экспертами, которые осуществляют принятие решения по ИГП. Подсистема управления в качестве объекта управления рассматривает модель ИГП  $M$ . Среда  $L$  на первом этапе оценки эффективности ИП является пассивной нецеленаправленной системой. По определению  $|U| \geq 2$ ,  $|U|=2$  при  $|M|=1$ , т.е. принятие или отказ поддержки безальтернативного ИГП.

Управляющие воздействия  $U$  определяют принятие решения по поддержке ИГП на этапах оценки развития минерально-сырьевой базы страны, стратегической эффективности и коммерческой эффективности.

Реализационная структура задачи принятия решения представлена в виде:

$$V = (U, L, M, F^R),$$

где  $U$  - множество управляющих воздействий;  $L$  - множество состояний среды, характеризуемой состоянием региона;  $M$  - реализация выбранного ИГП;  $F^R; U \times L \rightarrow M$  - функция реализации. Оценочная функция  $\langle M, \varphi \rangle$  ставит в соответствие исходу  $M$ , некоторое значение  $\varphi$ .

Рассмотрим подробнее этапы принятия решения. Принятие решения на этапе оценки общественной значимости ИГП представлено в виде:

$$O^{03} = (U, L, M, F^{03}),$$

где  $F^{03}$  - функция реализации принятия решения на этапе оценки общественной значимости ИГП. По сути, оценивается соответствие последствий ИГП планам развития минерально-сырьевой базы страны и определяется целями управления  $C$ . Соответственно  $F^{03}$  определяет насколько совпадает направление  $\bar{q}^{03}$  с направлением  $\bar{C}$  -  $F^{03} = (\bar{q}^{03}, \bar{C})$ .

Принятие решения на этапе оценки стратегической эффективности заключается в количественной оценке совпадающих с целями развития региона результатов ИГП

$$O^{03} = (U, L, M, F^{03}),$$

где  $F^{OЭ}$  - функция реализации принятия решения на этапе оценки стратегической эффективности ИГП,  $F^{OЭ}$  оценивает расстояние между  $\overline{q^{OЭ}}$  и  $\overline{C}$ , Наиболее распространённым является декартово расстояние

$$F^{OЭ} = \sqrt{|q^{OЭ}| + |C|}.$$

Принятие решения на этапе коммерческой эффективности-

$$O^{OЭ} = (U, L, M, F^{KЭ}),$$

где  $F^{KЭ} = (q^{KЭ})$  - совокупность показателей коммерческой эффективности. Выбор альтернатив заключается в решении задачи многокритериальной оптимизации. Решение данной задачи обычно осуществляется методом сравнения множеств по Парето.

Задача формирования схемы финансирования, заключается в выборе участников ИГП. Подразумевается, что участниками ИГП являются государство и частные инвесторы. Они имеют свои цели, и привлечение их инвестиционных ресурсов осуществляется на определённых условиях.

В данном случае системное описание задачи принятия: рассматривает некоторый объект управления, на который воздействует управляющая подсистема и среда. Управляющая подсистема всегда является целенаправленной, и ее управление направлено на достижение этой цели. Поведение среды может носить как целенаправленный, так и случайный характер. В данном случае среда ведет себя как целенаправленная система и такая ситуация принятия решения является теоретико-игровой, а ее математическая модель игрой [90].

Сформулируем данную задачу подробнее. Игровая модель уравнивает управляющую структуру и целенаправленную среду, предполагая наличие некоторого множества игроков –  $I$ , обладающих набором целей –  $C$ . Существует два класса игроков – государство  $I^s$  и частные инвесторы  $I^h$ . Первые характеризуются следующими целями  $C^s$  стремлением, чтобы ИГП максимально увеличивал минерально-сырьевую базу страны  $P^r$ , при минимальном бюджетном финансировании  $F^b$

$$C^s \rightarrow (P^r_{\max} \cup F^b_{\min})$$

Цель вторых  $C^h$  – стремиться получить максимальный доход  $D^h$  от вложенных ресурсов при минимальном риске  $R$

$$C^h \rightarrow (D^h_{\max} \cup R_{\min})$$

В частности, существуют методы включения величин рисков в показатели доходности. Для дальнейшего формулирования задачи введём некоторые ограничения. Величина инвестиционных ресурсов зависит от доходности про-

екта. Пусть  $D^h_{\min}$  минимальный уровень дохода привлечения инвестиционного капитала, а  $K'_{\max}$  максимально возможный размер инвестиций, привлекаемых в данном проекте. Задача государства спроектировать инвестиции таким образом, чтобы обеспечить некоторую норму эффективности, сложившуюся по данному виду проекта. Если данная задача решена, то формирование схемы финансирования носит тривиальный характер. На практике, зачастую, данное условие выполнить невозможно. Тогда прибегают к следующим мерам:

- уменьшение привлекаемого капитала, за счёт, соответственно, увеличения бюджетного финансирования;
- изменение условий инвестирования.

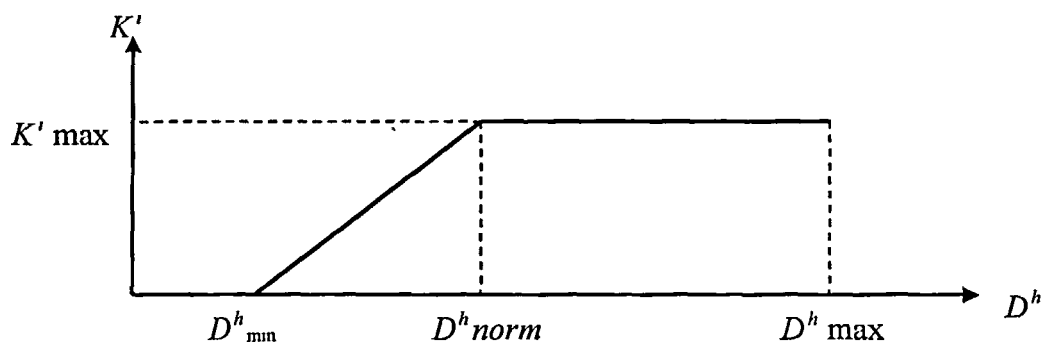


Рисунок 3.2- Зависимость величины привлекаемого капитала от доходности ИГП

В нашем случае, цели управляющей подсистемы и среды противоположны, соответственно сложившаяся игра является антагонистической. В данной игре, ее оценочная структура задаётся с помощью оценочной функции, представленной в виде:

$$\{S^g, S^h, C\},$$

где  $S^g$  множество стратегий государства,  $S^h$  множество стратегий инвесторов,  $C$  – целевая функция. При этом для государства целевая функция рассматривается как функция выигрыша, а для инвесторов – как функция потерь.

Так как в данной игре множества стратегий игроков конечны, то такая игра является матричной. Она задается в виде платежной матрицы  $M = \|m_{ij}'\|$ . В этом случае стратегии  $S^g$  соответствуют номерам строк, а стратегии  $S^h$  — номерам столбцов платежной матрицы. Число  $m_{ij}'$  рассматривается одновременно как выигрыш  $I^g$  и проигрыш  $I^h$  в ситуации  $(i, j)$ .

Применяя критерий Вальда, основанный на гипотезе антагонизма, предполагающей рассматривать решения, опираясь на самый худший из возможных вариантов, определим наибольшую и наименьшую цены игры. Наименьший га-

рантированный выигрыш  $I^s$  при стратегии  $S^s$ , определяется как:  $u_i = \min_j m'_i$ ; тогда, максимин, или нижняя граница стоимости игры будет:  $Q_{\min} = \max_i u_i$ . Соответственно, стратегия  $S^s_i = S^s_q$  - максиминная стратегия игрока  $I^s$ . Оценка стратегии  $S^h$  на основании гипотезы антагонизма - максимум возможных при этой стратегии потерь, тогда стратегия минимизирующая максимальные потери  $I^h$  - максимин  $-v^j = \max_j m'_j$  и верхняя цена игры будет -  $Q_{\max} = \min_j v^j$  согласно правилам  $Q_{\max} \geq Q_{\min}$ . В частном случае, если существует цена игры  $Q$   $Q_{\max} = Q_{\min} = Q$ , тогда можно говорить о Седловой точке – точке равновесия  $PL$ , так как в этой ситуации ни одному из игроков невыгодно одностороннее отклонение от нее. Согласно теореме о связи седловой точки (точки равновесия) с ценой игры имеем:  $PL = Q = m_{ij}^{v'}$ .

Рассмотрим алгоритм нахождения цены игры. К платежной матрице  $M$  добавляем столбец, состоящий из строчных минимумов и строку, состоящую из столбцовых максимумов. Наибольшее из чисел дополнительного столбца будет нижняя цена, а соответственно наименьшее из чисел дополнительной строки — верхняя цена.

В случае, когда матричная игра имеет цену, то можно говорить о двух принципах оптимальности:

- принцип оптимальности стратегий – максиминные стратегии игрока  $I^s$  и минимаксные стратегии игрока  $I^h$ ;
- принцип оптимальности ситуаций – в седловых точках.

В случае же, когда цена игры неопределенна, т.е.  $Q_{\max} \neq Q_{\min}$  то нельзя говорить о вышеописанных стратегиях и ситуациях, как об оптимальных. Однако существует общий метод [90], который позволяет для всякой матричной игры обеспечить наличие в ней цены в некотором обобщенном смысле. Этот метод, состоящий в переходе к смешанным стратегиям, впервые был обоснован в теории игр фон Нейманом и Моргенштерном. Пусть

$$S^s = \left\{ g = (g_1, \dots, g_k) \in R^k : g_i \geq 0, \sum_{i=1}^k g_i = 1 \right\}$$

$$S^h = \left\{ h = (h_1, \dots, h_l) \in R^l : h_i \geq 0, \sum_{i=1}^l h_i = 1 \right\}$$

где смешанные стратегии  $I^s$  и  $I^h$ , соответственно, тогда применение в игре игроком  $I^h$  смешанной стратегии  $g \in S^s$  может быть интерпретировано как проведение опыта, случайными исходами которого являются элементы  $\{1, \dots, k\}$ , причем  $g_i$  — вероятность выбора стратегии  $i$ . Аналогично интерпретируется при-

менение в игре смешанной стратегии игроком  $I^h$ . Таким образом, если игрок  $I^g$  использует смешанную стратегию  $g \in S^g$ , а игрок  $I^h$  — смешанную стратегию  $h \in S^h$ . Тогда, вероятность возникновения ситуации  $(i, j)$  равно  $g_i h_j$ . Тогда выигрыш  $I^g$  в смешанных стратегиях будет характеризоваться математическим ожиданием  $M\xi$  где,

$$\xi = \begin{bmatrix} m'_i \\ g_i h_j \end{bmatrix}$$

Построена новая игра, в которой множеством стратегий игрока  $I^g$  является множество вероятностных векторов  $S^g$ , множеством стратегий игрока  $I^h$  — множество вероятностных векторов  $S^h$ , а функция выигрыша определяется равенством

$$F_g(g, h) = M\xi = \sum (g_i h_j) m'_i.$$

В случае если игрок  $I^g$  использует смешанную стратегию а игрок  $I^h$  — чистую стратегию то значение функции выигрыша в полученной ситуации равно взвешенной сумме элементов  $j$ -го столбца платежной матрицы.

$$F_g(g, j) = \sum_{i=1}^k g_i m'_i.$$

В противном случае, когда  $I^g$  использует чистую стратегию, а игрок  $I^h$  — смешанную стратегию значение функции выигрыша в полученной ситуации равно взвешенной сумме элементов  $i$ -и строки платежной матрицы

$$F_g(i, h) = \sum_{j=1}^k h_j m'_i.$$

Функцию выигрыша можно разложить по чистым стратегиям следующим образом:

$$F_g(g, h) = \sum_{j=1}^l h_j F_g(g, j)$$

или

$$F_g(g, h) = \sum_{i=1}^k g_i F_g(i, h).$$

Согласно теореме фон Неймана, для любой матричной игры

$$\max_{g \in S^g} \min_{h \in S^h} F_g(g, h) = \min_{h \in S^h} \max_{g \in S^g} F_g(g, h).$$

Другими словами, в смешанном расширении нижняя и верхняя цена игры совпадают и приравниваются к цене игры. Согласно теореме о связи седловой точки с ценой игры в смешанном расширении матричной игры, получаем, что цена игры соответствует исходу в седловой точке. Тогда, согласно теории антагани-



стиционном проектировании, заключающиеся в определенных закономерностях и систематических взаимосвязях между переменными, которые затем можно применить к новым совокупностям данных. При построении базы знаний был использован синтез продукционных и фреймовых моделей представления знаний, это позволило инкапсулировать декларативную и процедурную составляющие знания ИГП.

3 Построение модели ИГП заключается в распознавании, отнесении ИГП к определённого класса. Описаны правила формирования параметров модели ИГП, которые и составляют базу правил и осуществляют передачу параметров инвестиционному проекту от наиболее “типичного” представителя класса – прецедента. На основе созданной модели, осуществляется комплексная оценка ИГП на этапах оценки общественной значимости, общественной эффективности и коммерческой эффективности.

4 Построены модели реализационных структур задач принятия решений. В данных моделях среда характеризуется пассивностью и не целенаправленностью, а принятие решения по альтернативным проектам сводится к многокритериальной задаче оптимизации. Формирование схемы реализации ИГП заключается в выборе частных инвесторов, таким образом, среда становится целенаправленной и активной структурой, сравнимой с управляющей подсистемой, а модель принятия решений основывается на теоретико–игровых методах.

5 Результаты данной главы являются теоретической базой для создания программной модели и алгоритмов функционирования системы.

## 4 РАЗРАБОТКА АЛГОРИТМОВ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ СИСТЕМЫ КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ РАЗВИТИЯ ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНОГО ПРОЕКТА

### 4.1 Алгоритмы формирования базы знаний инвестиционного проекта на основе методов иерархической таксономии

При формировании базы знаний инвестиционного проекта необходимо провести процедуру нахождения определенных закономерностей и систематических взаимосвязей между переменными, которые затем можно применить к новым данным. Существует ряд методов анализа подобного типа, основанных на процедуре таксономии. В нашем случае, следует учесть, что ИГП является структурным объектом. Параметры ИГП описываются не только стоимостными, но и временными характеристиками, описывающими взаимосвязь между параметрами и согласующимися с прединвестиционным, инвестиционным и эксплуатационным этапами жизненного цикла (ЖЦ) ИП [13, 22, 23].

Согласно предметной области исследования важно учитывать не только содержательную часть параметров ИГП, но и их структурную близость. Данные и знания ИГП можно рассматривать как символьные объекты. В частности, символьным объектом является обнаруженная в базе данных закономерность производственного типа [45]. В этой связи, применим методологию иерархической таксономии, которая позволит проводить анализ структурных объектов иерархического характера.

В частности, результаты иерархической таксономии выявляют структуру множества ИГП, которую можно наглядно представить в виде иерархического дерева, начальные вершины которого отображают все проекты исходного множества, промежуточные вершины (ветви) описывают все более крупные (концепты), а конечная вершина (корень) представляет собой объединение всего исходного множества ИГП в один таксон. При формировании знаний инвестиционного проекта из данных необходимо сравнение между собой их внутренних структур, что приводит к необходимости измерять степень близости, между иерархическими структурами.

Опираясь на определение понятия иерархии, рассмотрим структуру инвестиционного проекта. Иерархическая структура ИГП  $H$  множества  $D$  называется множеством, где  $\forall \langle D \rangle \in D \in H$  - (терминальные вершины);  $D \in H$  (наибольший таксон содержит все элементы  $H$ ); для любых вершин  $h, h' \in H$   $\{(h \cap h') \cap (h \subset h') \cap (h' \subset h)\}$ . Таким образом, иерархия — это многоуровневая

структура, в которой объекты, находящиеся в одном таксоне на некотором ( $j$ -м) уровне, остаются в одном таксоне на  $(j + 1)$ -м и всех других более высоких уровнях [45]. Каждая  $i$ -ая вершина  $j$ -го уровня  $H$ , характеризуется структурным индексом  $a_{ji}$ , равным числу примыкающих к ней ребер и весовым индексом  $v_{ji}$ . Весовой индекс нетерминальных вершин уровня  $j$  равен сумме индексов вершин, входящих в эту вершину из предыдущего уровня  $j - 1$ .

Измерение расстояний между иерархиями с ИП произвольной структуры базируется на подходе оценки расстояния между иерархиями через сложность превращения одной иерархии в другую, добавляя или убирая вершины и связи между ними, где это необходимо, т. е. применяя набор так называемых редакционных операций. Каждая операция имеет свою стоимость ( $c$ ). Оптимальному переводу соответствует последовательность элементарных операций с минимальной суммарной стоимостью, которая носит название редакционного расстояния [45, 53]. Соответственно необходимо определение двух видов близости: характеристики расстояния во внешнем виде двух иерархических структур и характеристики различия по весу таксонов. Расстояние по виду структуры заключается в расчёте стоимости редакционной операции замены вершины одного ИП на вершину другого, требуемую в процессе превращения структуры одного ИП в другой.

Для оценки стоимости замен всех вершин заданного уровня первого ИП на все вершины заданного уровня второго ИП используем определение суммарного расстояния между наиболее похожими парами. Проведя сравнение всех уровней первого ИП со всеми уровнями второго проекта, получим матрицу величин редакционного расстояния между уровнями сравниваемых иерархий.

Редакционным расстоянием между структурами ИП является стоимость оптимального перевода уровней структуры первого ИП в соответствующие уровни структуры второго ИП. Данную задачу решим с помощью метода динамического программирования. Суть данной задачи состоит в преобразовании всех уровней одного ИП в соответствующие уровни другого ИП. Для этого вычисляется суммарное расстояние весов между наиболее похожими парами. После формируется матрица редакционных расстояний и на ней строится оптимальный путь перевода одного ИП в другой.

В процессе формирования базы знаний инвестиционного проекта необходимо вычислить расстояния между всеми парами структурных объектов, затем применить процедуру таксономии. В качестве типичных структур, представляющих  $k$  таксонов, можно для каждого таксона использовать по одной струк-

туре, наиболее близкой к его центру. Сумма расстояний от этой структуры до остальных структур таксона будет минимальной [45, 53].

После определения расстояний между структурами необходимо принять гипотезу компактности. Согласно специфике исследования необходимо сформировать множество непересекающихся классов ИГП, другими словами, выявить – чем один класс проектов отличается от других. Для данной задачи необходимо сформулировать более сильную гипотезу, чем гипотеза компактности – гипотезу локальной компактности. Согласно этой гипотезе, учитываются различия в локальной плотности на плоскости, и граница между таксонами проходит по участкам, где наблюдаются изменения этой плотности. Формулировка гипотезы  $\lambda$ -компактности опирается на понятие  $\lambda$ -расстояния, которое учитывает нормированное расстояние  $d$  между элементами множества и характеристику  $m$  локальной плотности множества в окрестностях этих элементов.  $\lambda = f(\tau, d)$ . Выяснилось, что с точки зрения экспертов наилучшее совпадение экспертных суждений с формальными получалась при  $\lambda = \tau^2 \times d$ . Гипотезу  $\lambda$ -компактности можно сформулировать следующим образом: реализации одного и того же образа обычно отражаются в признаковом  $\lambda$ -пространстве в близкие точки, образуя  $\lambda$ -компактные сгустки.

В пространстве описывающих признаков и целевого признака  $\lambda$ -компактное множество объектов характеризуется тем, что оно  $\lambda$ -компактно одновременно и по описывающим признакам, и по целевому признаку. Это означает, что между описывающими признаками и целевыми признаками есть закономерная связь или что система описывающих признаков информативна для предсказания значений целевого признака.

Алгоритмы таксономии базируются на построении кратчайшего незамкнутого пути в  $\lambda$ -пространстве, являющемся - графом, обладающий свойствами, минимальной суммарной длины всех его ребер и отсутствия петель.

Общая процедура таксономии в  $\lambda$ -пространстве состоит в построении границ между таксонами проходила бы по участку с наибольшим  $\lambda$ -расстоянием  $\lambda = \tau^2 d$ , В случае когда значения  $\lambda$  примерно одинаковыми, то решающим критерием выступает величина сравнительной мощности таксонов

$$h = k^k \prod_{i=1}^k \frac{m_i}{m},$$

где  $k$  — количество таксонов,  $m_i$  — число объектов в  $i$ -ом таксоне, а  $m$  — общее число объектов. Соответственно, качество таксономии, будет  $F = \langle h\tau d \rangle$ ;

Экспериментально были идентифицированы весовые коэффициенты, и итоговый критерий приобрёл следующий вид:

$$F = h^4 \tau^2 d .$$

Одним из наиболее эффективных алгоритмов таксономии в  $\lambda$  пространстве является алгоритм  $\lambda$ -KRAV [45]. Его работа заключается в построении  $\lambda$ -КНП из множества точек признакового пространства. За тем множество разбивается на два таксона, путём разрыва ребра графа  $\lambda$ -КНП. Вычисляется  $\lambda = \tau^2 d$ . Полученные два таксона анализируются по параметру  $h$ . Оценивается качество таксономии  $F$ , данная процедура повторяется для всех  $m-1$  рёбер графа. Выбирается вариант  $\max F$ . При практическом использовании данного алгоритма вычислительная мощность задачи таксономии становится непо-

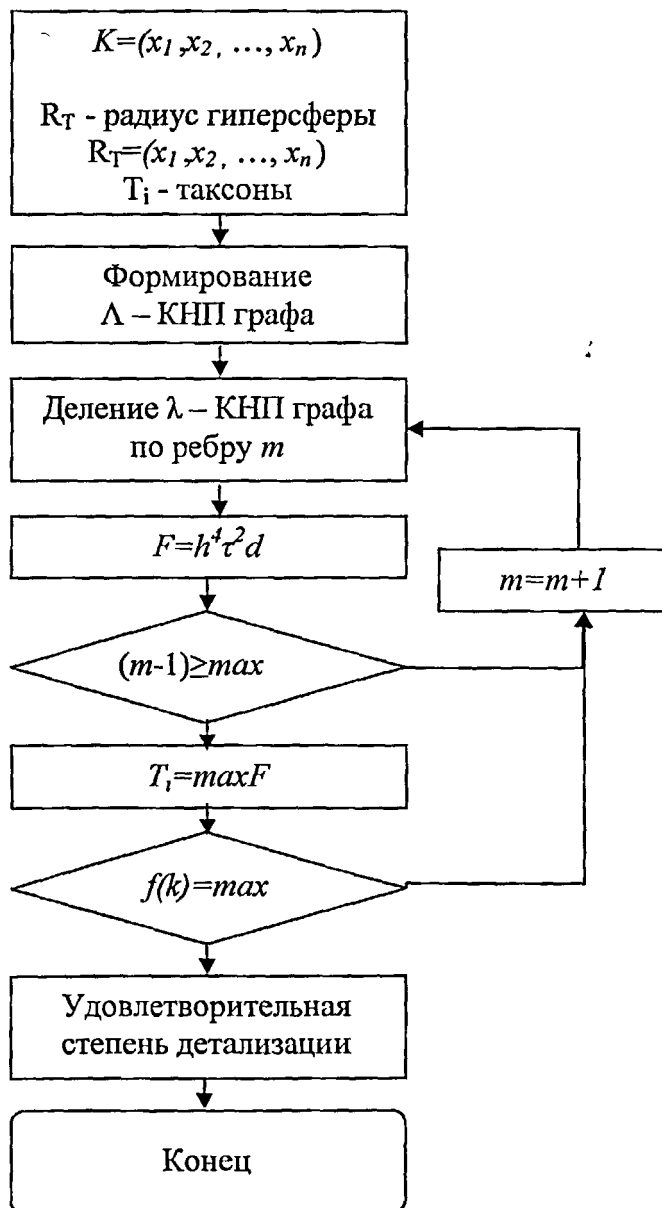


Рисунок 4.1 Алгоритм таксономии в  $\lambda$ -пространстве

лительно большой при увеличении анализируемых точек в признаковом пространстве. Для решения данной проблемы на первом этапе в евклидовом пространстве делается таксономия множества из  $k'$  объектов на  $k'$  таксонов простой сферической формы ( $k' > k$ ) с помощью алгоритма FOREL см. Рисунок 4.1. Таксоны, получаемые этим алгоритмом, имеют сферическую форму. Вначале признаки объектов нормируются так, значения всех признаков находились в диапазоне от нуля до единицы. Затем строится гиперсфера минимального радиуса, которая охватывает все  $m$  точек. Затем, постепенно уменьшая радиус сфер, центр сферы помещается в любую из имеющихся точек. Находим точки, расстояние до которых меньше радиуса, и вычисляем координаты центра тяжести этих точек. Центр сферы переносится в этот центр тяжести, и снова нахо-

дятся внутренние точки. Данная процедура продолжается до тех пор, пока сфера не остановится, т. е. пока на очередном шаге будет обнаружено, что состав внутренних точек, а следовательно и их центр тяжести, не меняется.

Это значит, что сфера остановилась в области локального максимума плотности точек в признаковом пространстве. Точки, оказавшиеся внутри остановившейся сферы, считаются принадлежащими таксону номер 1 и исключаются из дальнейшего рассмотрения. Для оставшихся точек описанная выше процедура повторяется до тех пор, пока все точки не окажутся в таксонах. На этапе выбора граничных ребер объем вычислений можно сократить, если из рассмотрения исключить короткие ребра  $\lambda$ -КНП. Среди них практически всегда находятся ребра, разрыв которых обеспечивает получение наилучшей таксономии [45] (Рисунок 4.1).

При проведении процедуры таксономии важной задачей является определение оптимального числа таксонов. Если желательное число таксонов задано диапазоном  $[k_{\min}, k_{\max}]$ , то, функция  $F = f(k)$  имеет несколько локальных экстремумов, при которых, количество таксонов соответствует наиболее предпочтительной таксономии [45,53].

## 4.2 Алгоритм формирования модели инвестиционного проекта

На основании процедуры таксономии, была задана начальная классификация заданного множества  $m$  объектов. Целесообразно сохранить по одному или несколько типичных представителей (прецедентов) из каждого таксона. Такое описание представляет собой обобщенный образ каждого класса. Если после этого предъявляется новый ИГП, не участвовавший в таксономии, и требуется отнести его к одному из  $k$  имеющихся классов, то нужно проанализировать характеристики объекта  $q$  и распознать образ того класса, на который данный объект наиболее похож.

Процесс распознавания включает в себя два основных этапа: этап обучения и этап принятия решения или контроля. На первом этапе алгоритм должен обнаружить закономерную связь значениями описывающих характеристик и целевой характеристики. Эта закономерность выражается в виде решающего правила, с помощью которого на этапе контроля по характеристикам любого объекта  $q$  можно принимать решение о его принадлежности к одному из  $k$  имеющихся образов.

При практическом формировании образов ИГП выборка, зачастую бедна и, трудно утверждать о виде законов распределения параметрах этих распределений, зависимости между ними. В таком случае возможно применение эмпи-

рической гипотезы – самый слабый вариант гипотезы компактности локальную компактность, из которой следует, что похожест объектов по  $n$  признакам обычно сопровождается их похожестью и по  $(n + 1)$  признаку. В малой окрестности от имеющихся реализаций  $i$ -го образа обучающей выборки, могут появляться только реализации того же  $i$ -го образа[53] и чем ближе контрольная реализация  $q$  находится к имеющейся реализации образа  $i$ , тем с большей вероятностью отнесение точки  $q$  к  $i$ -му образу будет правильным.

Исходя из этого, можно предложить в качестве решающего правила сле-

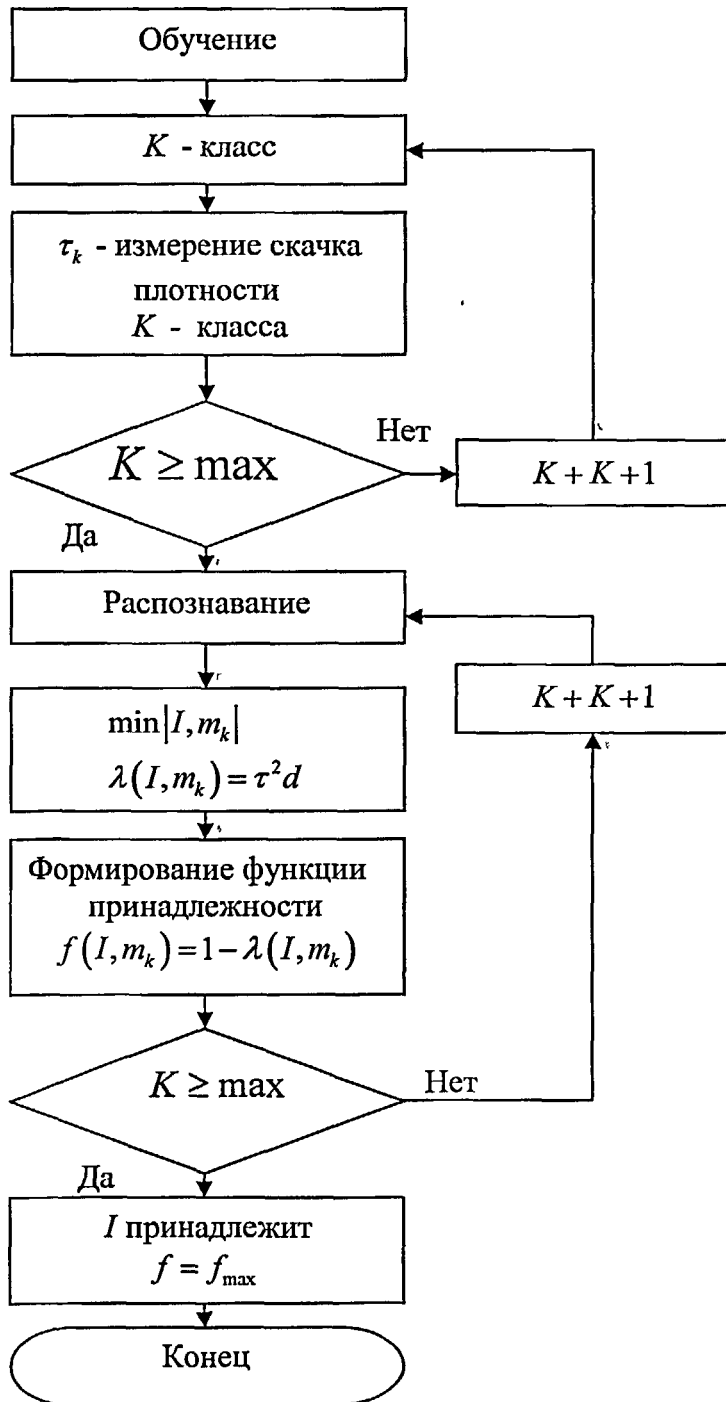


Рисунок 4.2 Алгоритм распознавания

дующую процедуру: оставить в памяти машины все реализации обучающей выборки и контрольную точку  $q$  относить к тому образу, чья реализация оказалась ближе всего к точке  $q$ . Это правило носит название правила ближайшего соседа [45]. В реальных условиях, когда измерения сопровождаются помехами и ошибками используют правила- $k$  ближайших соседей, так как свидетельству одного прецедента доверять опасно, образно учитывать свидетельства и других объектов об выборки. С этой целью обращают внимание не на одну, а несколько ближайших точек. Если больше половины из  $k$  соседей образу  $i$ , то и точка  $q$  относится к  $i$ -му образу.

Функционирование алгоритма осуществляется в два этапа – обучения и распознавания (рисунок 4.2). Этап обучения в алгоритме  $\lambda$ -NNR заключается в определении характеристики локального скачка плотности  $\tau_k$  для каждого из  $K$  образов. На

этапе распознавания определяется функция принадлежности распознаваемого ИПП  $R^p$  ко всем классам проектов  $K^m$  поочередно. Сначала определяется ИПП в классе  $R^k$ , удаленный от заданного ИПП  $R^p$  на минимальное расстояние  $d(R^p, R^k)$ , называемый «ближайшим соседом». Тогда  $\frac{d(R^p, R^k)}{D_k}$  нормированное расстояние между  $R^k$  и  $R^p$ . Определяется величина  $\tau^* = d(R^p, R^k) / \beta^k$ , где  $\beta^k$  - минимальное смежное ребро  $\lambda$  - КНП для  $R^p$ , и наконец вычисляется  $\lambda(R^p, R^k) = \tau^2 d$ , где  $\tau = \tau^* / \tau^k$



Рисунок 4.3 Сводный алгоритм функционирования системы

Следующим шагом определяется функция принадлежности  $f(R^p, R^k)$ , рассматриваемого инвестиционного проекта к классу  $k$ :  $f(R^p, R^k) = 1 - \lambda(R^p, R^k)$ . Данная процедура применяется для всех  $k$  - образов. Рассматриваемый инвестиционный проект  $R^p$  принадлежит тому классу, функция принадлежности к которому имеет наибольшее значение. Данное правило соответствует гипотезе локальной  $\lambda$  - компактности: в некоторой окрестности обучающей реализации некоторого образа могут появиться объекты того же образа. Границы этих окрестностей проходят по точкам,  $f(R^p, R^k) = 0$ . В зависимости от расстояния до соседних точек, адаптивно меняются параметры каждого ядра.

Для повышения эффективности измеряются несколько ближайших соседей из каждого образа. Распознавание осуществляется по среднему значению функции принадлежности к каждому образу.

В общем виде алгоритм функционирования системы представлен на рисунке 4.3. Описание формальных моделей Базы данных даны в выражении (3.1), Базы знаний в выражении (3.5).

### 4.3 Структурный анализ системы комплексной оценки развития геологоразведочного проекта

Целью анализа является преобразование общих концепций оценки в системный проект, определяющий архитектуру системы, ее функции, внешние условия, распределение функций между аппаратной и программной частями, а также интерфейсы и распределение функций между человеком и системой. На основе анализа строится модель требований, которая включает функциональную, информационную и событийную модели [29].

Как было отмечено, система содержит БЗ, которую можно представить как базу данных с более сложной структурой данных. Исходя из данного допущения, возможно применение существующих методов анализа баз данных для проектирования рассматриваемой системы.

При построении программной модели информационной системы комплексной оценки развития геологоразведочного проекта, воспользуемся методологией CASE – технологии [29]. Структурные методологии предлагают методику трансляции проектных спецификаций в модель реализации, в дальнейшем используемую при кодогенерации. Кодогенерация предполагает наличие кодовых стандартов, специфицирующих формат заголовков подпрограмм, ступенчатый вид вложенных блоков, номенклатуру для спецификации переменных и имен подпрограмм.

На рисунке 4.4 приведена контекстная диаграмма информационной системы в нотации Гейна-Сарсона. В данной диаграмме приведен общий процесс <ЭКСПЕРТИЗА>, диаграмма идентифицирует внешние сущности <ЭКСПЕРТЫ> и <СУБЪЕКТЫ ИП>.



Рисунок 4.4 DFD – первого уровня

Детализация процесса «ЭКСПЕРТИЗА» изображена на рисунке 4.4 в виде DFD первого уровня. На рисунках 4.5 приведены детализации процессов "сформировать базу знаний ИП", "сформировать модель ИП" и "Комплексная оценка", "формирование схемы финансирования" соответственно.

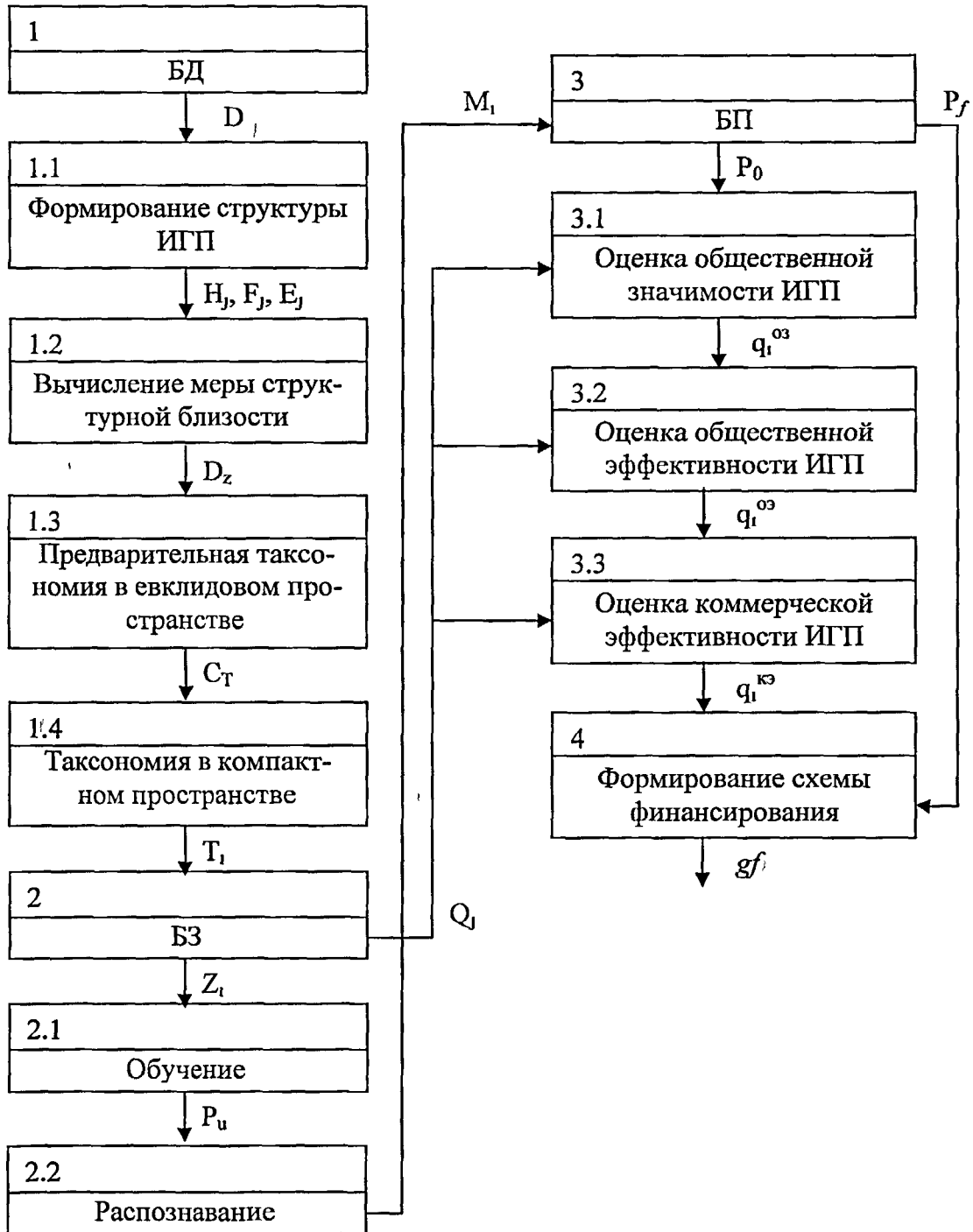


Рисунок 4.5 Детализация процессов «сформировать БЗ ИП», «сформировать модель ИП», «Комплексная оценка эффективности ИП» и «Формирование схемы финансирования»

В информационной системе определены две независимые сущности СУБЪЕКТ ИП и ЭКСПЕРТЫ. Сущность СУБЪЕКТ ИП описывается атрибутами "Цены геологоразведочного проекта", "Величина инвестиционных ресурсов", ЭКСПЕРТ определяется атрибутами "Величина бюджетного финансирования"

Другие сущности получены от сущностей БАЗА ЗНАНИЙ и БАЗА ПРАВИЛ с помощью категории детализации. Сущности – категории имеют атрибуты и/или отношения. Вышеуказанные сущности являются зависимыми от сущности ЭКСПЕРТ, с помощью отношения ФОРМИРУЕТ.

Модель реализации является расширением модели требований и состоит из взаимосвязных диаграмм и структурных карт. В общем виде модель реализаций изобразим в виде карт Константайна. Информационная система состоит из следующих модулей:

- базы знаний БЗ, в которой описана фреймовая структура ИП;
- системы продукций, которые описывают процедурную часть базы правил, т.е. информацию о том, какие действия производить с данными из БЗ;
- аппарата оценок, которые описывают вычислительную часть базы правил – процедуры расчета комплексной оценки эффективности ИП;
- интерпретатора – формирователя программных запросов информации из других модулей.

На рисунке 4.6 представлена структурная карта Константайна информационной системы. Интерпретатор осуществляет программные запросы на выборку информации в БЗ системы продукций СП и аппарат оценки АО, а также управляет процессом передачи потоков информации от тестируемого в систему и наоборот. Программный запрос заключается в передаче необходимому модулю набора атрибутов.

На рисунке изображены а – атрибуты программного запроса информации из БЗ.

Результаты данного параграфа является моделью реализации согласно [13, 15, 29], которую можно реализовать практически либо кодогенерацией с помощью некоторого языка программирования, либо автоматизированных систем проектирования CASE-средств. На основании вышеизложенных диаграмм была построена структурная модель системы, представленная на рисунке 4.7

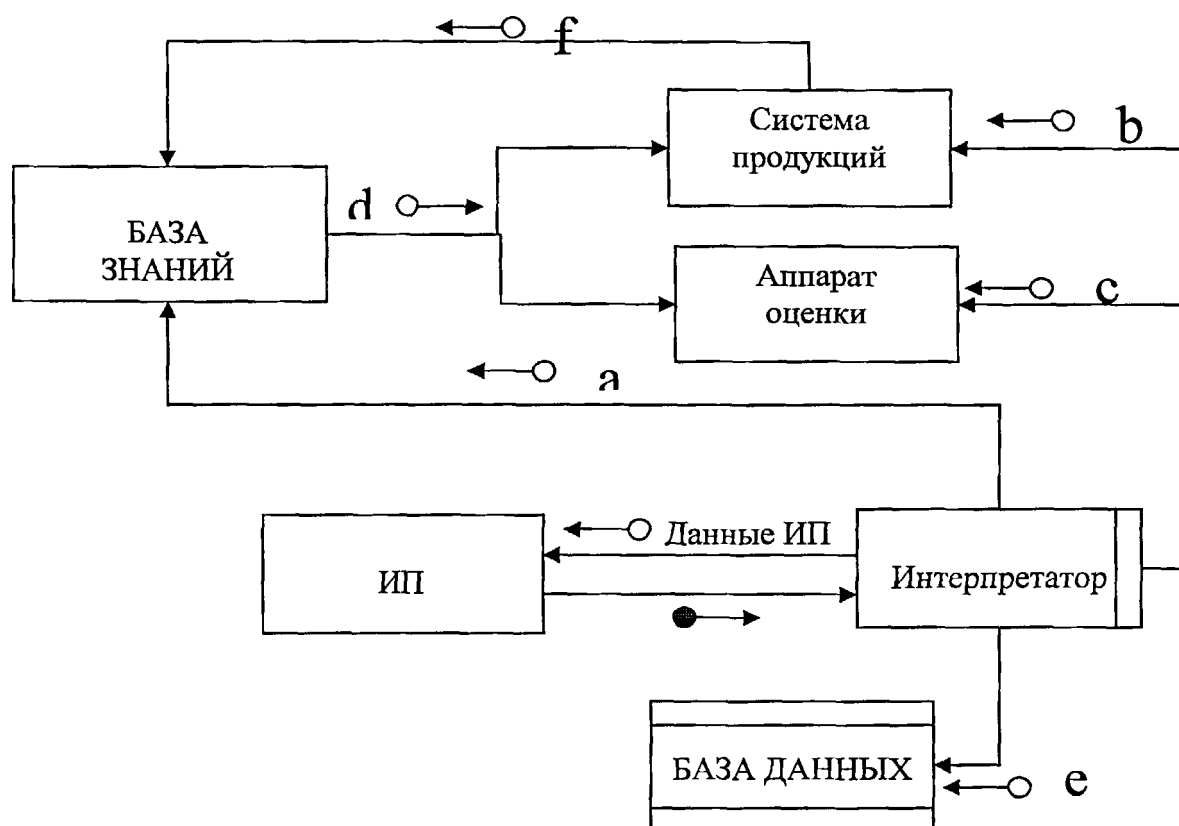


Рисунок. 4.6 Структурная схема информационной системы

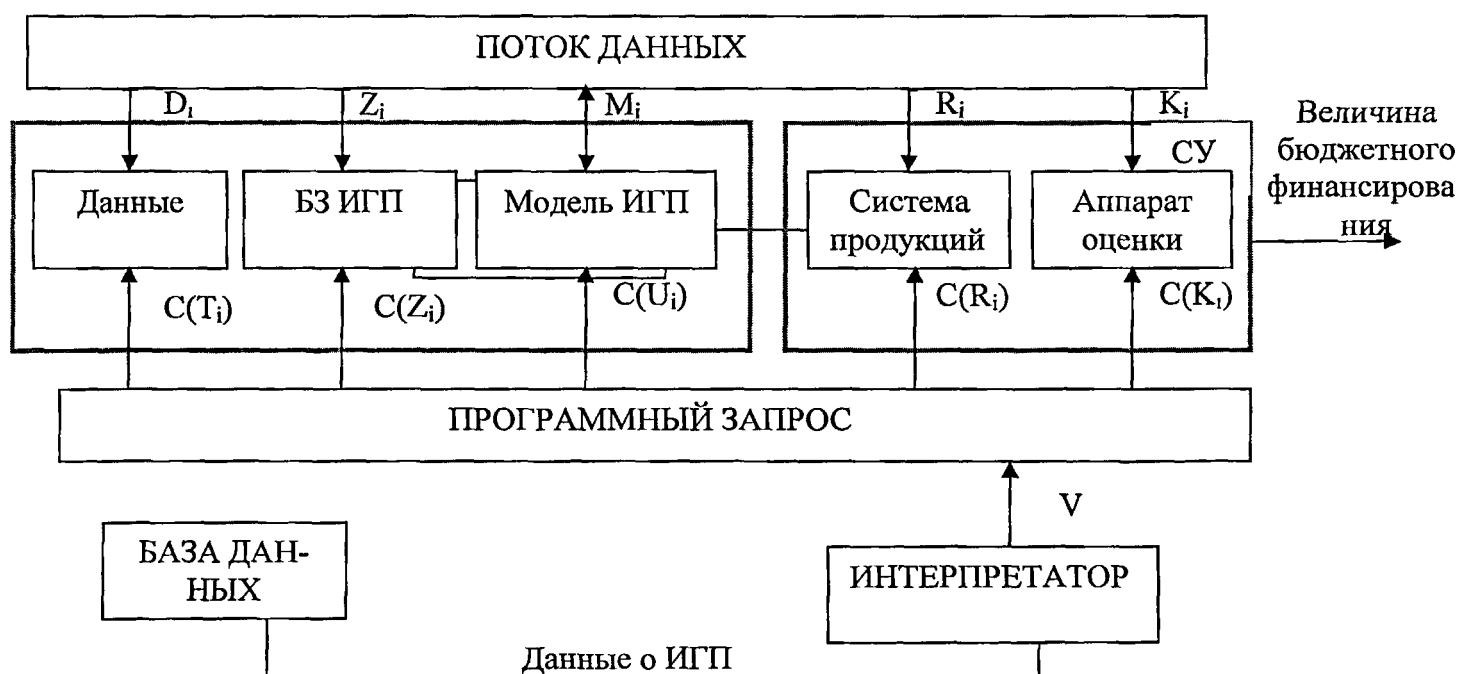


Рисунок 4.7 Структурная модель системы

## Выводы

1 Для формирования базы знаний ИГП был применён алгоритм таксономии в компактном пространстве, данный метод таксономии позволяет получать более объективную картину классификации инвестиционных проектов, по сравнению с таксономией в евклидовом пространстве, за счёт возможности учитывать не просто расстояния между ИГП, но и значения изменений локальной плотности объектов внутри таксона.

2 Согласно модели, описанной во второй главе, инвестиционный проект является структурным объектом, согласующимся с его жизненным циклом и определяемый временными и стоимостными характеристиками параметров жизненного цикла ИГП. Принят подход, при котором инвестиционный проект рассматривается как иерархическая структура и, соответственно, проводить иерархическую таксономию. При таком рассмотрении ИГП необходимо учитывать содержательную и структурную составляющие меры близости между инвестиционными проектами. Для решения данной задачи был применён метод динамического программирования, который позволил вычислить оптимальный путь трансформации структуры одного ИГП от другого, и через этот путь вычислять меру близости между ИГП.

3 Мерой, снижающей, непозволительно большую вычислительную мощность таксономии в компактном пространстве, предложена предварительная таксономия в евклидовом пространстве, центры полученных таксонов являются исходными данными для таксономии в компактном пространстве.

4 Формирование модели инвестиционного проекта заключается в отношении данного проекта к одному из сформированных классов ИГП и присвоения данному проекту параметров этого класса. Данная задача решается методом k- ближайших соседей, который позволяет строить решающие правила распознавания, основанные на прецедентах, что оправдано на практике при сложности расчёта функций распределений образов.

5 С помощью CASE – средств были построены диаграммы потоков данных, описывающих функции системы и ER- диаграммы. На их основании была сформирована структурная схема системы комплексной экспертизы. Практическая полезность данных диаграмм обусловлена возможностью их использования в автоматизируемых системах проектирования.

## 5 РАЗРАБОТКА ПРИНЦИПОВ ПОСТРОЕНИЯ И АНАЛИЗ СИСТЕМЫ КОМПЛЕКСНОЙ ОЦЕНКИ ПРОЕКТА ГЕОЛОГОРАЗВЕДОЧНЫХ РАБОТ

### 5.1 Архитектура системы комплексной оценки проекта геологоразведочных работ

Специфика функционирования системы комплексной оценки проекта геологоразведочных работ, предполагает отнести данную систему к классу систем поддержки принятия решений (СППР). Современная архитектура систем данного класса предполагает наличие хранилища данных, механизмов сбора данных из внешних источников, применение гибких интерфейсов. Данная архитектура обусловлена необходимостью постоянного сбора, интеграции, хранения и многомерного анализа большого объема данных, а также удобной визуализации сложных выборок и результатов анализа данных для аналитика-пользователя системой. На рисунке 5.1 представлена общая архитектура системы, которая содержит многомерное хранилище данных, ETL-механизмы интеграции данных, поступающих от OLAP-систем, представленных базами данных внешней среды. Обработка информации осуществляется соответствующими серверами, и результаты передаются на рабочие станции конечным пользователям.

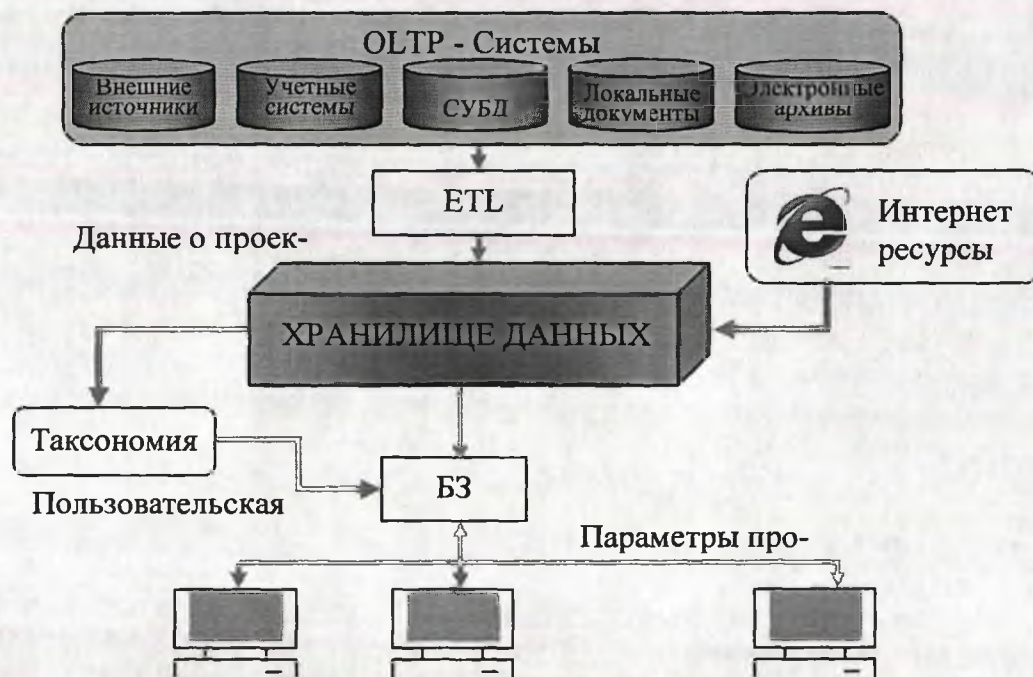


Рис. 5.1. Программно - аппаратная архитектура системы комплексной оценки геологоразведочного проекта

Хранилища данных (Datawarehouse) и оперативный анализ данных (On-Line Analytical Processing, OLAP) – информационные технологии, которые обеспечивают аналитикам, управленцам и руководителям возможность изучать большие объемы взаимосвязанных данных при помощи быстрого интерактивного отображения информации на разных уровнях детализации с различных точек зрения в соответствии с представлениями пользователя о предметном пространстве.

Важная особенность хранилища данных – независимость от времени [4, 29]. Если оперативная система содержит только текущие данные, то системы хранилищ данных содержат как исторические данные, так и данные, которые имели статус текущих при последней загрузке хранилища. Временные рамки данных, содержащихся в хранилище, изменяются в широких пределах в зависимости от типа системы. Однако обычно временные рамки данных, находящихся в хранилище, лежат в пределах от 15 месяцев до 5 лет. Системы оперативных данных и информационные системы на основе хранилищ данных обладают рядом противоположных характеристик, которые лучше всего сравнивать непосредственно одну с другой. В настоящее время хранилища данных построены для большого числа предметных областей. Масштабы и способ использования этих хранилищ данных изменяются в широких пределах в зависимости от типа организации и вида деловой информации, для поддержки которых они разрабатывались. Хранилище данных создается с целью интеграции в одном месте, согласования и, возможно, агрегации ранее разъединенных детализированных данных:

- исторических архивов;
- данных из оперативных систем;
- данных из внешних источников;
- разделения наборов данных, используемых для оперативной обработки, и наборов данных, используемых для решения задач поддержки принятия решений;
- обеспечения всесторонней информационной поддержки максимальному кругу пользователей.

Хранилище данных играет в первую очередь роль интегратора и аккумулятора исторических данных. Структура организации хранилища ориентированна на предметные области. Предметно-ориентированное хранилище содержит данные, поступающие из различных оперативных БД и внешних источни-

ков. Хранилище представляет собой совокупность данных, отвечающую следующим характеристикам:

- ориентированность на предметную область или ряд предметных областей;
- интегрированность;
- зависимость от времени (поддержка хронологии);
- постоянство.

Существенная особенность хранилища данных заключается в его ориентированности на предметный аспект. Предметная направленность контрастирует с классической ориентированностью прикладных приложений на функциональность и процессы.

Важная характеристика хранилища данных состоит в том, что данные, находящиеся в хранилище, интегрированы.

Интегрированность проявляется во многих аспектах, в частности, [29]:

- в согласованности имен;
- в согласованности единиц измерения переменных;
- в согласованности структур данных;
- в согласованности физических атрибутов данных и др.

Все данные в хранилище в определенный момент времени совместны (непротиворечивы). Для оперативных систем эта базовая характеристика данных соответствует совместности данных в момент доступа. Когда в оперативной среде осуществляется доступ к данным, ожидается, что данные имеют совместные значения только в момент доступа к ним.

Существуют важные последствия различия обработки данных в оперативной среде и обработки в хранилище данных. На уровне проектирования хранилища данных необходимость в поддержке механизмов, обеспечивающих корректность обновлений, отпадает – обновления в хранилище данных не производятся. Это означает, что на физическом уровне проектирования при решении проблемы нормализации и физической денормализации доступ к данным может оптимизироваться без каких-либо ограничений. Другое последствие простоты работы с данными хранилища касается технологии работы с данными. Технология работы с данными в оперативной среде отличается большей сложностью. Она поддерживает функции оперативного резервного копирования и восстановления, обеспечивает целостность данных, включает механизмы разрешения конфликтов и тупиковых ситуаций. Для обработки информации в хранилище данных указанные функции не столь критичны.

Характеристики хранилища данных – ориентированность на предметную область при проектировании, интегрированность данных, зависимость от времени и простота управления данными – определяют среду, которая существенно отличается от классической транзакционной среды.

Источником почти всех данных среды хранилища данных являются оперативные среды. Может возникнуть ощущение, что существует избыточность данных в обеих средах, однако на практике избыточность данных в средах минимальна по следующим причинам.

При передаче данных из оперативной среды в хранилище данных эти данные фильтруются. Многие данные вообще никогда не выгружаются из оперативной среды. В хранилище данных передается только информация, используемая для обработки в системе поддержки принятия решений.

Временной горизонт в средах существенно различается. Данные в оперативной среде всегда являются текущими. Данные в хранилище имеют хронологию. С точки зрения временного горизонта пересечение между оперативной средой и средой хранилища данных минимально.

Хранилище данных содержит агрегированные (итоговые) данные, которые никогда не включаются в оперативную среду.

Передача данных из оперативной среды в хранилище данных сопровождается фундаментальными преобразованиями. Большинство данных при поступлении в хранилище видоизменяется.

В общем случае модель данных современных систем поддержки принятия решений (СППР) строится на основе пяти классов данных:

- источников данных;
- хранилища данных (в узком смысле);
- оперативного склада данных;
- витрины данных;
- метаданных.

Источниками данных хранилища служат оперативные транзакционные системы, которые обслуживают повседневную учетную деятельность компании. Необходимость включения той или иной транзакционной системы в качестве источника определяется бизнес-требованиями к СППР. Исходя из этих же требований, в качестве источников данных могут быть рассмотрены внешние системы, в том числе и Интернет. Детальные данные из источников могут либо напрямую поступать в хранилище, либо предварительно агрегироваться до требуемого уровня обобщения.

Хранилище данных (в узком смысле) представляет собой предметно-ориентированную базу или совокупность БД, извлекаемых из источников, которые организованы по сегментам, отражающим конкретную предметную область бизнеса: производство, правило, детальные слабоагрегированные данные.

В литературе существуют разные определения этого класса данных. В частности, под оперативным складом данных можно подразумевать технологический элемент хранения данных в СППР, который служит буфером между транзакционными источниками данных и хранилищем. В отличие от хранилища данных информация в складе данных может изменяться со временем в соответствии с изменениями, происходящими в источниках данных.

Оперативный склад данных создается как промежуточный буфер между оперативными системами и хранилищем данных. Эта конструкция аналогична конструкции хранилища данных.

Функционально ориентированные витрины данных представляют собой структуры данных, обеспечивающие решение аналитических задач в конкретной функциональной области или подразделении компании, например управление прибыльностью, анализ рынков, анализ ресурсов и пр. Иногда эти структуры хранения данных называют также киосками данных. Витрины данных можно рассматривать как маленькие хранилища, которые создаются с целью информационного обеспечения аналитических задач конкретных управленческих подразделений компании.

Как правило, витрина содержит значительно меньше данных, охватывает всего несколько предметных областей и имеет более короткую историю. Витрины данных можно представить в виде логически или физически разделенных подмножеств хранилищ данных. Обычно они строятся для обслуживания нужд определенной группы пользователей.

Источником данных для витрин служат данные хранилища, которые, как правило, агрегируются и консолидируются по различным уровням иерархии. Детальные данные могут также помещаться в витрину или присутствовать в ней в виде ссылок на данные хранилища.

Различные витрины данных содержат разные комбинации и выборки одних и тех же детализированных данных хранилища. Важно, что данные витрины поступают из центрального хранилища данных - единого "источника истины".

Метаданные – это любые данные о данных. Метаданные играют важную роль в построении Систем Поддержки Принятия Решений (СППР). Одновременно это один из наиболее сложных и недостаточно практически проработан-

ных объектов. В общем случае можно выделить по крайней мере три аспекта метаданных, которые должны присутствовать в системе.

- С точки зрения пользователей:
  - метаданные для бизнес-аналитиков;
  - метаданные для администраторов;
  - метаданные для разработчиков.
- С точки зрения предметных областей:
  - структуры данных хранилища;
  - модели бизнес-процессов;
  - описания пользователей;
  - технологические и пр.
- С точки зрения функциональности системы:
  - метаданные о процессах трансформации;
  - метаданные по администрированию системы;
  - метаданные о приложениях;
  - метаданные о представлении данных пользователям.

Присутствие трех перечисленных аспектов метаданных подразумевает, что, например, прикладные пользователи и разработчики системы будут иметь различное видение технологических аспектов трансформации данных из источников: прикладные пользователи – семантику, состав и периодичность пополнения хранилища данными из источника; разработчики – ER-диаграммы, правила трансформации и интерфейс доступа к данным источника.

В настоящее время отсутствует единая промышленная технология проектирования, создания и сопровождения метаданных, поэтому вопросы, связанные с управлением метаданными, рассматриваются отдельно, применительно к каждому конкретному проекту построения СППР.

Хранилище на самом верхнем уровне состоит, как правило, из трех подсистем:

- подсистемы загрузки данных;
- подсистемы обработки запросов и представления данных;
- подсистемы администрирования хранилища.

Данная подсистема представляет собой ПО, которое, в соответствии с определенным регламентом, извлекает данные из источников и приводит их к единому формату, определенному для хранилища. Данная подсистема отвечает за формализованную логическую согласованность, качество и интеграцию данных, которые загружаются из источников в оперативный склад данных. Именно

в данной подсистеме должны быть определены все бизнес - модели консолидации данных по иерархическим измерениям и вычисления зависимых бизнес - показателей по независимым исходным данным.

Оперативный склад, хранилище и витрины данных являются инфраструктурой, которая обеспечивает хранение и администрирование данных. Для извлечения данных, их аналитической обработки и представления конечным пользователям служит специальное ПО. Как правило, можно выделить три типа данного ПО:

- программное обеспечение регламентированной отчетности, которое характеризуется заранее predetermined запросами данных и их представлениями бизнес-пользователям;
- программное обеспечение нерегламентированных запросов пользователей. Это ПО – основной инструмент общения бизнес-аналитиков с хранилищем, при котором каждый последующий запрос к данным и вид их представления определяются, как правило, результатами предыдущего запроса;
- программное обеспечение добычи знаний, которое реализует сложные статистические алгоритмы и алгоритмы искусственного интеллекта, предназначенные для поиска скрытых в данных закономерностей, представления этих закономерностей, представления этих закономерностей в виде моделей и многовариантного прогнозирования.

К ведению данной подсистемы относятся все задачи, связанные с поддержанием системы и обеспечением ее устойчивой работы и расширения. Можно выделить, четыре класса задач, расширение которых должна обеспечивать данная подсистема:

- администрирование данных, которое включает в себя регулярное пополнение данных из источников, если необходимо, ручной ввод, сверка и корректировка данных в оперативном складе;
- администрирование хранилища данных. В задачу администрирования хранилища входят все вопросы, связанные с поддержанием архитектуры хранилища, обеспечением его эффективной и бесперебойной работы, защитой и восстановлением данных после сбоев;
- администрирование доступа к данным обеспечивает сопровождение профилей пользователей, разграничение доступа к конфиденциальным данным, защиту информации от несанкционированного доступа;
- администрирование метаданных системы.

## 5.2 Выбор системы информативных признаков для проектирования многомерного хранилища данных

При использовании программной архитектуры с многомерным хранилищем данных возникает проблема размерности гиперкуба данных. Размерность гиперкуба соответствует, как правило, размерности признакового пространства поступающих данных. Современные вычислительные средства поддерживают 70- 80 измерений, с сохранением удовлетворительной скорости вычислений [29]. Количество же параметров инвестиционного проекта на порядок больше. Учитывая разбиение жизненного цикла инвестиционного проекта на этапы необходимо снижение признакового пространства до удовлетворительного уровня. Соответственно, важнейшая задача при проектировании данной системы выбор информативных признаков. Успешное решение данной задачи ведёт к удовлетворительному снижению вычислительной мощности функционирования системы. Оценка информативности признаков зависит как от смыслового содержания и отличия друг от друга классов ИГП, так и от типа решающих функций при распознавании. Таким образом, для нашей задачи нужно сформировать информативное множество описывающих признаков.

Первоначальный состав признаков задается экспертами [4, 76]. Формальные же методы применяются к обучающей выборке для проверки этой исходной системы на достаточность и необходимость. Достаточной считается система, которая при заданных множествах классов ИГП и множества решающих функций обеспечивает, не превышающие определенного порога стоимость измерения признаков и стоимость потерь, вызываемых ошибками распознавания [29].

Другими словами цель выбора системы информационных признаков в нахождении системы минимальной стоимости, главным образом, минимального количества измеряемых признаков. Затраты на измерения зависят от того, сколько и каких признаков нужно измерять и какое число разрядов требуется для представления результатов измерений. Главный критерий информативности признаков величина потерь от ошибок. Объем обучающей выборки, на практике оказывается небольшим, и в этих условиях целесообразно использовать методы, опирающиеся на конкретные объекты, имеющиеся в обучающей выборке. На основании гипотезы компактности, оценка информативности пространства признаков осуществляется на основе характеристик компактности. Методы, основанные на данной гипотезе, формируют такое признаковое пространство, чтобы расстояния между точками внутри образа были малыми, а расстояния до точек других образов большими. Компактность образа, пред-

ставленного в обучающей выборке множеством точек можно характеризовать средней длиной ребер соединяющего их полного графа.

Соответственно для нескольких образов в пространстве характеристик, через среднее расстояние между всеми парами точек из разных образов можно определить степень их распознаваемости. Применение методов многофакторного анализа, при условии, что признаки не зависят друг от друга, возможно для оценки информативности всех признаков исходной системы, с целью выбора из них подмножества самых информативных. Но в реальных условиях зависимость между признаками наблюдается часто, а зависимости носят сложный характер и включают более чем пару признаков, для выбора признакового пространства необходимо испытать на информативность все возможные комбинации. Что является задачей чрезмерной вычислительной мощности. Однако существуют эвристические алгоритмы направленного перебора, которые за приемлемое время давали бы решения, по возможности, близкие к оптимальным [29, 45, 53].

Одним из наиболее эффективных алгоритмов формирования оптимального признакового пространства, по мнению экспертов, является метод случайного поиска с адаптацией (алгоритм СПА). Он относится к классу генетических алгоритмов, в [53, 108] описана его работа, а блок-схема приведена на рисунке 5.2. На первом шаге каждому из  $n$  признаков соответствует некоторый коэффициент  $k_n$  при чём  $\sum_{i=1}^n k_i = 1$ , на первом этапе все коэффициенты равны  $k_1 = k_n = \dots = 1/k$ . Затем, случайно, с равномерным распределением в диапазоне (0-1) формируется испытываемый набор признаков. После  $m$  шагов выбрана подсистема из  $m$  признаков. Качество этой случайно выбранной подсистемы оценивается по числу получаемых ошибок распознавания.

Описанная процедура случайного выбора  $m$ -мерных подсистем признаков и оценки их качества повторяется заданное  $\nu$  количество раз. Определяется наилучшая и наихудшая из подсистемы генерации. На этом основании делается процедура «поощрения» и «наказания»: наилучшая подсистема увеличивает коэффициенты своих признаков на величину  $h < 1/k$ , а неинформативные признаки соответственно уменьшают коэффициент.

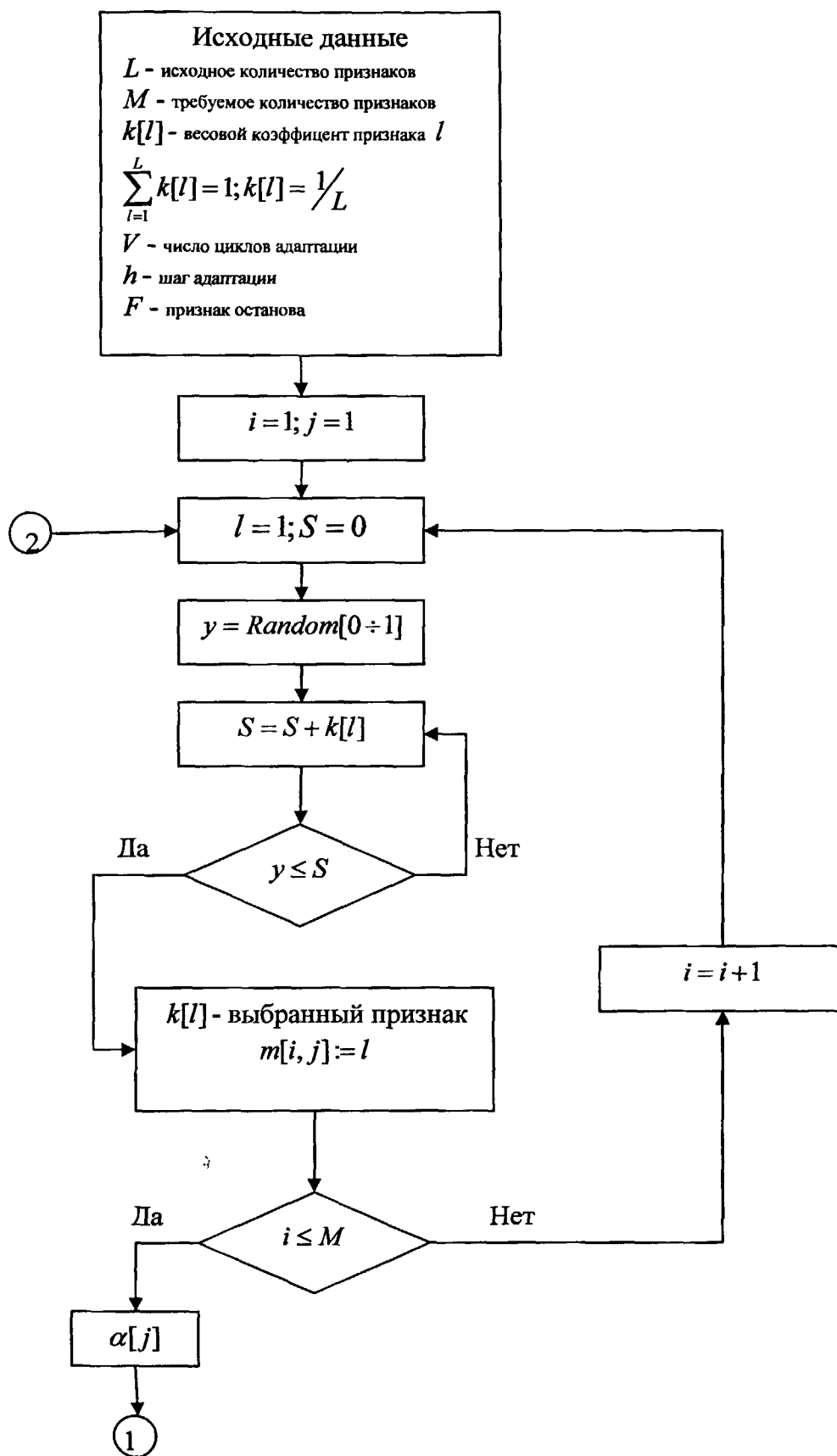


Рисунок 5.2 Алгоритм формирования подсистемы информационных признаков

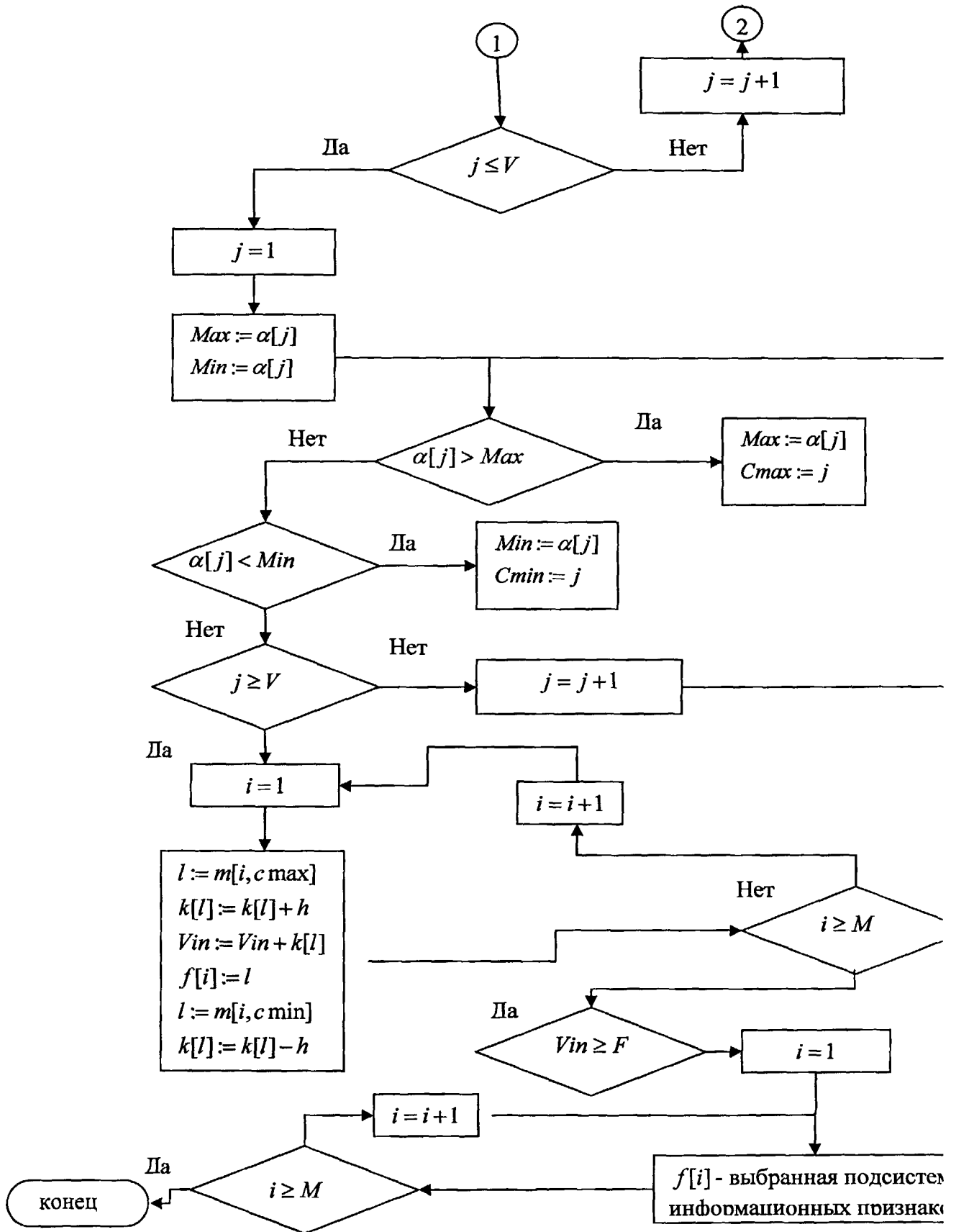


Рисунок 5.2 Алгоритм формирования подсистемы информационных признаков

После этого случайным образом выбираются и испытываются новые подсистемы. Но теперь вероятность попадания признаков в эти подсистемы не одинакова: поощренные признаки, представленные более широкими отрезками, имеют больше шансов войти в очередную подсистему, чем наказанные. По результатам испытания этой партии подсистем процедура (наказания и поощрения) повторяется. Если некоторый признак случайно попадает и в самую лучшую и самую худшую подсистемы, то длина его участка остается неизменной. Если же он регулярно оказывается в составе самой информативной подсистемы, то длина его участка растет с каждым шагом адаптации. Точно так же признак, систематически попадающий в самую неинформативную подсистему, с каждым шагом сокращает длину своего участка и тем самым уменьшает вероятность включения в испытываемые подмножества признаков.

После некоторого количества ( $V$ ) циклов поиска и процесс стабилизируется: участки удачливых признаков занимают практически весь отрезок (0-1) и в испытываемую: выбираются одни и те же признаки. Этот факт служит сигналом к окончанию процесса выбора  $m$ -мерной подсистемы наиболее информативных признаков. На рисунке 5.3 представлена схема формирования многомерной модели базы знаний путём формирования подсистемы информативных признаков алгоритмом СПА.

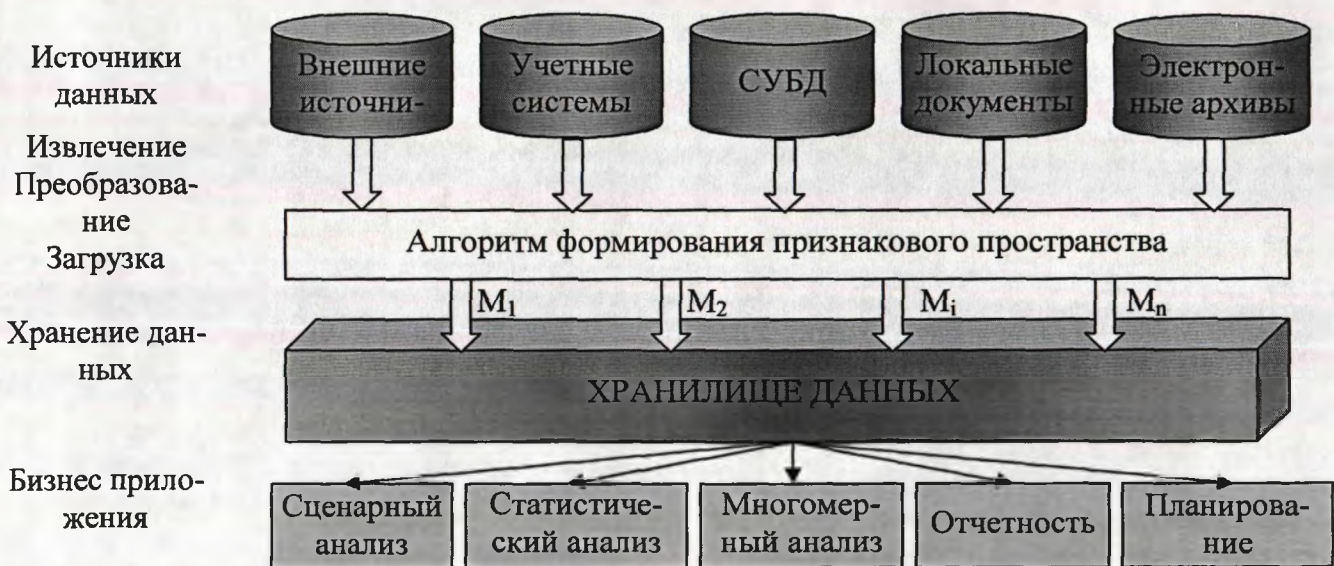


Рисунок 5.3 Формирование многомерного хранилища данных, с помощью формирования признакового пространства алгоритмом СПА

Скорость сходимости и качество получаемого решения зависит от величины  $l$ . Чем выше  $l$  процесс останавливается раньше, но качество полученного решения обычно хуже, чем при малых  $l$ . Малые значения  $l$  соответствуют бо-

лее мягкой стратегии поощрений и наказаний. Практически приемлемые результаты [27] получаются при  $(\frac{1}{k} - Vh) \geq l_{\min}$ ,  $v = 10$  и  $V = 10 \div 15$ .

Испытания алгоритма показали, что время поиска решения методом СПА меньше времени полного перебора: и выигрыш по времени быстро растет с увеличением количества признаков.

### 5.3 Критерии и методы оценки качества функционирования системы комплексной оценки проектов геологоразведочных работ

На качество формируемой в конечном итоге информации, влияют множество факторов совершенно разного характера. Но специфика нашего исследования предполагает оценивать качество получаемых результатов со следующих позиций:

- оценка качества формирования базы знаний инвестиционного проекта, а именно качества таксономии;
- оценка качества отнесения рассматриваемого инвестиционного проекта к определённому классу – качество распознавания.

Оценка качества вышеперечисленных положений является сложным системным вопросом, который зависит от многих взаимосвязанных и, порой концептуальных, вопросов: тип решающих правил, методический подход при формировании структуры объекта, выбор эмпирической гипотезы при формировании классов. Данные вопросы были рассмотрены в предыдущих главах при построении системы в соответствии со спецификой предметной области. Теперь оценка качества получаемого результата зависит, в основном, от алгоритмов таксономии и распознавания. В литературе встречается множество [37, 46, 53] характеристик оценки алгоритмов таксономии, по вычислительным затратам, по особенностям применения и т.д. Специфика нашего исследования предполагает при оценке качества таксономии опираться на перспективу последующего распознавания инвестиционного проекта.

Оценка погрешности в самом общем случае должна ответить на вопрос о целесообразности применения данной системы вместо группы экспертов – аналитиков. На самом деле вопрос о замене экспертов не стоит так категорично – предполагается использовать данную систему в помощь экспертам как систему, именно для поддержки принятия решений. Поэтому погрешности будем оценивать в сравнении с аналогичными результатами, сформированными группой экспертов.

Основная характеристика ( $Q$ ) качества алгоритмов таксономии – на основе малой выборки правильно формировать структурные закономерности гене-

ральной совокупности [46]. Пусть множество  $m$  объектов представляет собой некоторую выборку из генеральной совокупности, состоящей из  $M$  объектов ( $m < M$ ), и на множестве тем или иным алгоритмом  $F$  сделана таксономия на  $k$  таксонов. Если теперь предъявлять по очереди все остальные ( $M - m$ ) объекты и присоединять их к соответствующим таксонам, то в итоге будет получен вариант  $S'$  таксономии генеральной совокупности  $M$ . Если бы мы тем же алгоритмом  $F$  таксономию сразу всей совокупности  $M$  объектов, то получим вариант таксономии  $S$ . Будем называть таксономии  $S$  и  $S'$  базовой и выборочной соответственно.

Если таксономия  $S'$  совпадает с таксономией  $S$  то алгоритм  $F$  удачно определил закономерности структуры множества  $M$  по случайной выборке  $m$ .

Сформируем квадратную бинарную матрицу размером  $M \times M$ , столбцы и строки которой соответствуют объектам генеральной совокупности. Заполнение ячеек происходит следующим образом - если объекты  $p$  и  $q$  принадлежат разным таксонам, то  $r(p, q) = 1$ , а если они из одного таксона,  $r(p, q) = 0$ .

Тогда различие  $R(S, S')$  между двумя таксономиями  $S$  и  $S'$  можно определить, наложив одну на другую матрицы соответствующие этим таксономиям, и суммируя число элементов с несовпадающими значениями матрицы. Если полученную сумму разделить на максимально возможное число несовпадений ( $M^2 - M$ ), то получим хеммингово расстояние между матрицами, нормированное в диапазоне от нуля до единицы [27,36,37]:

$$R(S, S') = \sum_{p, q=1}^M \frac{\{r(p, q) - r'(p, q)\}}{(M^2 - M)}$$

где  $r(p, q)$  и  $r'(p, q)$  — таксономические расстояния для объектов из таксономии  $S$  и  $S'$  соответственно. Чем меньше величина  $R(S, S')$ , тем лучше испытуемый алгоритм таксономии структуру генеральной совокупности.

Методы выявления экспертных знаний, которые могут быть применены при отнесении ИП к различным классам их решений, сводятся к следующему.

Существует ряд основных классов техники извлечения знаний [58].

- Опрос с наводящими вопросами. Ключевыми считаются вопросы, ответ на которые можно дать сравнительно легко. В качестве информации здесь можно применить типы задач, решаемых экспертом.
- Структурированный опрос. В опросе в целях зондирования используются наводящие вопросы. Здесь уже условия опроса более жесткие. Эксперт отвечает на вопросы при заданной терминологии. В результате этого опроса могут быть выявлены: структура нескольких понятий, содержание и

функции моделей решения задач, разумность, обоснованность, причины выбора действий экспертом.

- Самонаблюдение. Это размышления вслух. Извлекается следующая информация: описание в общих чертах стратегии, рассуждения о разумности идей и решений, общая информация о типе знаний, которые эксперт использует в процессе решения.
- Самоотчет. Эксперт одновременно с выполнением некоторой работы отдает себе отчет о том, что он делает и думает. Здесь выявляется, где и для чего эксперт использует специальные знания в процессе решения, уточняются подробности стратегии решения задач и управления выводами определяется, из каких шагов состоит процесс решения задачи.
- Диалог. При этом методе извлечения знаний используется диалог специалиста в данной области знания с неспециалистом, с целью создания удобного интерфейса экспертной системы с пользователем.
- Критический обзор. Повторное изучение знаний, извлеченных другими методами. Здесь заполняются пробелы в уже извлеченных знаниях.
- Эти классы извлечения знаний могут включать в себя следующие три метода, которые базируются на формальных представлениях.
- Эксперт сам указывает цепочки логических рассуждений, ведущих от причин к следствиям. Достоинством этого способа является то, что эксперт дает свои знания в виде цепочек причинно-следственных связей, продукций: "если..., то...", которые легко усваиваются ЭВМ. Недостатком этого способа является то, что эксперт должен решать несвойственную для него задачу синтеза знаний, в то время как в практической деятельности эксперт обычно решает задачу анализа конкретных ситуаций. Кроме того, количеством продукций ограничивается полнота знаний.
- Эксперт определяет вероятности влияния отдельных признаков на принадлежности ситуаций конкретным состояниям. Недостатком является то, что люди не адекватно назначают вероятностные оценки, как это следует из психологических экспериментов.
- Построение на примерах. В данном случае используют напрямую результаты деятельности эксперта по анализу ситуаций. При таком подходе количество примеров должно быть очень большим, и они должны включать различные сочетания диагностических признаков, что делает данный способ громоздким.

После процедуры формирования множества таксонов экспертами, при помощи одной из вышеперечисленных методик, по аналогии с выражением получим:

$$R^{\mathfrak{Q}}(S, S') = \sum_{p, q=1}^M \{r(p, q) - r'(p, q)\} / (M^2 - M)'$$

где  $R^{\mathfrak{Q}}(S, S')$  - хеммингово расстояние между матрицами, сформированными на основе экспертных опросов, нормированное в диапазоне от нуля до единицы. Тогда оценка целесообразности  $\mathfrak{Q}$  будет определяться следующим образом:

$$\mathfrak{Q} = 1 : R(S, S') \geq R^{\mathfrak{Q}}(S, S')$$

Тестирование системы при формировании базы знаний показало следующий результат: качество формирования базы знаний системой не зависит от размерности признакового пространства. В случае формирования решения экспертами успешно решаются задачи таксономии на, не более чем, трехмерном пространстве. Данный результат хорошо согласуется с исследованиями учёных в данной области [46, 53, 60], которые утверждают, что хорошая таксономия даётся экспертами лишь тогда, когда есть возможность непосредственно видеть разделяемое множество. При большем числе признаков он переходит к примитивному способу деления по каждому признаку в отдельности, разрезая многомерное пространство на гиперпараллелепипеды. Данное утверждение хорошо видно на рисунке 4.3, где показана зависимость величины хеммингово расстояния между матрицами от размера признакового пространства.

Рассмотрим оценку потерь, возникающих от ошибок распознавания на примере следующего метода оценки для двух образов  $k = 2$ , распределения нормальные, матрицы ковариаций, априорные вероятности и стоимости потерь для обоих образов одинаковы, т. е.,  $P_{0i} = P_{0j} = 0.5$ ,  $C(i/j) = C(j/i)$ . Оптимальной решающей границей для этого случая является гиперплоскость  $U_{ij}(X)$ . Вероятность ошибочного отнесения реализации  $i$ -го образа к  $j$ -му принимает значение  $R(i/j) = \int P_i(X) dX$ .

Если параметры задачи  $P_{0i} \neq P_{0j}$  и  $C(i/j) \neq C(j/i)$  то средние потери двух образов выражаются следующей формулой:  $R = P_{0i} R(j/i) C(j/i) + P_{0j} R(i/j) C(i/j)$ . При  $k > 2$ , то общие потери определяются выражением

$$R = \sum_{i=1}^k P_{0i} \sum_{j=1}^k R(j/i) C(j/i) = \sum_{i=1}^k P_{0i} R_i$$

где  $R_i$  — потери, связанные с ошибками распознавания  $i$ -го образа. Сравнение ошибок распознавания с экспертами будет выглядеть в следующем виде:

$R_p = \sum_{i=1}^k 1/t$  - результат теста по распознаванию, проведённый системой, где  $t = 1$  при правильном отнесении инвестиционного проекта к определённому классу, и  $t = 0$  в противном случае;  $R_p^{\text{э}} = \sum_{i=1}^k 1/t$  результат теста по распознаванию, проведённый экспертами. Тогда величина сравнительной оценки распознавания

$$C = R_p - R_p^{\text{э}}$$

Результаты эксперимента показали, что при возрастании количества классов инвестиционных проектов и увеличения признаков пространства эффективность экспертных оценок падает, и соответственно величина сравнительной оценки распознавания растёт.

При оценке эффективности работы системы следует оценить представительность выборки. Представительной считается такая обучающая выборка, которая в заданном пространстве признаков и заданном классе решающих функций позволяет построить правило распознавания новых объектов с ошибкой, не превышающей заданной величины.

### Выводы

1 Предложена архитектура системы, основанная на современном подходе к построению систем поддержки принятия решений. Данная архитектура предполагает применение многомерной модели хранилища данных, постоянный сбор информации от оперативных систем, в частности, баз данных. Применение данной архитектуры хорошо согласуется с задачами и способами функционирования данной системы – с одной стороны, а с другой – позволяет воспользоваться мощным организационно – методическим, техническим, программным инструментарием, активно разрабатываемым на современном рынке.

2 Рассмотрены методы формирования и оценки признаков пространства. Важность данной задачи обусловлена применением многомерной модели данных, где предполагается количество измерений гиперкуба данных согласовывать с размерностью признаков пространства. Для успешного использования готовых программных решений необходимо учесть ограничения основных фирм-разработчиков инструментария на размерность гиперкуба, которая составляет до 70-80 измерений. Выбор подсистемы информационных признаков основывается на отборе информационных признаков, наиболее существенно влияющих на качество распознавания образа, т.е. на качество формирования модели инвестиционного проекта. Поставленную задачу можно решить путём полного перебора данных, однако этот путь практически затруднителен, в силу своей высокой вычислительной ресурсоёмкости. Для решения задачи предло-

жен алгоритм случайного поиска с адаптацией, который позволяет снизить размерность решаемой задачи до приемлемого уровня.

3 Рассмотрены вопросы идентификации и оценки погрешности функционирования системы. Предложены критерии оценки качества работы системы, вытекающих из целей функционирования системы:

- оценка качества формирования базы знаний инвестиционного проекта, характеризующаяся качеством таксономии,
- качества формирования модели инвестиционного проекта – качества распознавания.

4 Проведена сравнительная оценка качества получаемых решений, сформированных системой и экспертами. Сравнительная оценка показала, что при увеличении признакового пространства, большого множества классов инвестиционных проектов при распознавании, применение системы предпочтительнее из-за более точных и объективных результатов.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные результаты и выводы, полученные в работе:

1. Проведен анализ процесса проведения геологоразведочных работ: представлена характеристика геологоразведочных работ и продукта ее деятельности – геологической информации, отражены задачи отрасли в современных условиях, тенденции ее развития с целью выявления факторов снижающих эффективность деятельности.

2. Проведена классификация субъектов ИГП, в которой выделены два основных класса субъектов – государственный бюджет и инвестиционные институты. Дана их системная характеристика. Описаны допустимые управляющие воздействия властей, заключающиеся в гибком использовании налоговой политики и политики субсидий, а также методы оценки потенциальных ресурсов инвестиционных институтов в условия их привлечения в ИГП.

3. Структурной характеристикой ИГП является его жизненный цикл, который состоит из трех основных фаз: преинвестиционной, инвестиционной и эксплуатационной. Схема отбора ИГП происходит в два этапа: на первом этапе определяют эффективность проекта в целом (решения принимаются в условиях риска при стохастическом характере информации); на втором этапе оценивается эффективность участия в проекте (характеризуется принятием решений в теоретико-игровых условиях, где поведение участников проекта имеет свои цели, зачастую противоположенные). В этом случае математическая модель принятия решения строится на основе теоретико-игровых моделей.

4. Разработан алгоритм согласования целей различных подразделений, взаимодействующих в ходе проведения геологоразведочных работ, позволяющий достичь общей цели предприятия с наименьшими затратами, отличающийся учетом влияния экономических и технологических факторов.

5. Модель базы знаний системы развития геологоразведочных проектов, основанная на синтезе продукционных и фреймовых моделей, позволяет выявлять системные закономерности на основе структурной классификации ИГП.

6. Разработана методика комплексной оценки проектов, отличающаяся от известных использованием процедур формирования совокупности признаков, предварительной и иерархической классификации и оценки степени детализации кластеров, и позволяющая формировать классы ИГП на основе их структурной близости.

7. Предложена архитектура системы, основанная на современном подходе к построению систем поддержки принятия решений. Данная архитектура

предполагает применение многоуровневых хранилищ данных, постоянный сбор информации от оперативных систем, внутренних и внешних баз данных.

8. Предложены критерии оценки качества работы системы, которые вытекают из целей функционирования системы – оценка качества формирования базы знаний инвестиционного проекта, характеризуемая качеством таксономии, и качества формирования модели инвестиционного проекта – качества распознавания.

9. Исходя из назначения системы – поддержка принятия решения экспертами, – проведена сравнительная оценка качества получаемых решений, сформированных системой и экспертами.

**БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК**

1. Акопов А.С. Проблемы управления субъектом ТЭК в современных условиях. / Монография, – М.: ЦЭМИ РАН, 2004. – 246 с.
2. Алтунин А.Е., Семухин М.В. Модели и алгоритмы принятия решений в нечетких условиях. Монография. – Тюмень: Издательство Тюменского государственного университета, 2000.
3. Алтунин А.Е., Семухин М.В. Расчеты в условиях риска и неопределенности в условиях нефтегазовых технологиях: Монография. – Тюмень: Издательство Тюменского государственного университета, 2004. – 296 с.
4. Арсеньев Ю.Н. и др. Принятие решений. Интегрированные интеллектуальные системы: Учеб. пособие / Арсеньев Ю.Н. и др., Шелобаев С.И., Давыдова Т.Ю.; Арсеньев Ю.Н., Шелобаев С.И., Давыдова Т.Ю. – УМО. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2003. – 270 с.
5. Аншина М.Л. Архитектура и информационные технологии // Открытые системы, 2006, № 3
6. Балащов В.Г., Заложнев А.Ю., Новиков Д.А. Механизмы управления организационными проектами. М.: ИПУ РАН, 2003.
7. Баркалов С.А., Бурков В.Н., Гилязов Н.М. Методы агрегирования в управлении проектами. М.: ИПУ РАН, 1999.
8. Батищев В.И., Губанов Н.Г., Пирогов В.Н. Моделирование и средства проектирования городской системы инвестиционного проектирования в строительстве // Вестник Самар. гос. экономического ун-та. Сер. Вып. 32 С. 207 – 215.
9. Батищев В.И., Губанов Н.Г., Пирогов В.Н. Применение методов многомерного анализа данных оценки инвестиций в строительство // Компьютерные технологии в науке, практике и образовании: Тр. Всерос. межвуз. науч. – практ. конф. – Самара, 2005. С. 94 – 96.
10. Батищев В.И., Губанов Н.Г., Пирогов В.Н. Системная характеристика задач принятия решений городских инвестиционных проектов в строительстве // Наука и инновации – 2005: Материалы международной научно – практической конференции. Днепропетровск, 2005. С. 6 – 9.
11. Батищев В.И., Губанов Н.Г., Пирогов В.Н. Системный анализ и модели формирования схемы финансирования региональных промышленных инвестиционных проектов // III тысячелетие – новый мир: Тр. Междунар. Форума по проблемам науки, техники и образования. Москва, 2005. Т.1. С. 155 – 157.

12. Батищев В.И., Пирогов В.Н. Системно – аналитические аспекты исследования механизма управления инвестициями в строительство // Новые технологии в образовании, науке и экономике: Труды 12 – го международного симпозиума // Под редакцией Г.К. Сафаралиева, А.Н. Андреева. Москва, 2006. С. 3 – 4.

13. Батищев В.И., Губанов Н.Г., Тышковская Ю.В. Продукционные модели формирования данных и знаний в информационных системах анализа геологоразведочных проектов. Вестник Сам. Гос. Тех. Ун., – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2011. – С. 64 – 71.

14. Батищев В.И., Тышковская Ю.В. Исследование производственной безопасности объектов нефтегазовой отрасли. В сб.: Актуальные проблемы инф. безопасности. Теория и практика использования программно-аппаратных средств: материалы II Всерос. с междунар. участ. научно-техн. конф. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2008. – С. 24 – 28.

15. Батищев В.И., Тышковская Ю.В. Комплексное информационно-аналитическое обеспечение предприятий геологоразведки. Ашировские чтения: Сб. трудов Международной научно-практической конференции. Том II. – Самара: Самар. Гос. Техн. Ун-т, 2010 – С 220 – 221.

16. Батоврин В.К., Зиндер Е.З. Результаты и перспективы «тихой революции» архитектуры предприятия и сервисного подхода // Материалы практической конференции «Стандарты в проектах современных информационных систем» – М.: ФОСТАС, 2007.

17. Бизнес-план инвестиционного проекта. Отечественный и зарубежный опыт. Современная практика: / Под ред. проф. Попова В.М – М.: Финансы и статистика, 2002. – 432 с.

18. Бочаров В.В. Инвестиции. Инвестиционный портфель. Источники финансирования. Выбор стратегии: СПб.: Питер, 2002. – 288 с.

19. Бузова И.А., Маховикова Г.А., Терехова В.В. Коммерческая оценка инвестиций: – СПб.: Питер, 2003. – 427 с.

20. Буканов Д.Ф., Тышковская Ю.В. Аналитическое моделирование и вычисление комплексных показателей надежности технических систем. В сб.: Математическое моделирование и краевые задачи: Сб. Тр. V Всероссийской научн. конф. с международным участием. Ч4. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2008. – С. 131–135.

21. Буканов Д.Ф., Тышковская Ю.В. Вопросы моделирование транспортного потока для обеспечения безопасности движения. В сб.: Актуальные проблемы инф. безопасности. Теория и практика использования программно-

аппаратных средств: материалы II Всерос. с междунар. участ. научно-техн. Конф. Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2008. – С. 37–40.

22. Буканов Д.Ф., Тышковская Ю.В. Применение процедур таксономии при идентификации и оценки рисков // В сб.: Математическое моделирование и краевые задачи: Сб. Тр. IV Всероссийской научн. конф. с международным участием. Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2007. – С. 15–17

23. Буканов Д.Ф., Тышковская Ю.В. Методы построения схемы финансирования инвестиционного геологоразведочного проекта. Математическое моделирование и краевые задачи: Труды восьмой Всероссийской научной конференции с международным участием. Ч. 2: Моделирование и оптимизация динамических систем и систем с распределенными параметрами. Информационные технологии в математическом моделировании. – Самара: СамГТУ, 2011. – С. 237–239

24. Буканов Д.Ф., Тышковская Ю.В. Моделирование и анализ транспортных потоков мегаполиса. В сб.: Математическое моделирование и краевые задачи: Сб. Тр. V Всероссийской научн. конф. с международным участием. Ч2. – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2008. – С. 19–22.

25. Вавилова Е.В. Экономическая география и регионалистика : Учеб. пособие / Е. В. Вавилова. – М.: Гардарики, 2000. – 160 с.

26. Вагин В. Н., Головина Е. Ю., Загорянская А.А., Фомина М. В. Достоверный и правдоподобный вывод в интеллектуальных системах. – М.: Физматлит, 2004. – 704 с.

27. Васильев В.А., Денисов В.Ф. Концепция и стратегии развития Систем Электронного Взаимодействия Предприятий // Сборник трудов IV Всерос. практ. Конф. «Стандарты в проектах современных информационных систем», М.: ФОСТАС, изд-во «Открытые системы», 2004.

28. Васильев В.А., Денисов В.Ф. Архитектура и тенденции развития Систем Электронного Взаимодействия Предприятий // Экономика Самарской области. Перспективы развития отраслей инфраструктурного комплекса (информ. аналитическое издание) – Самара: Правительство Самарской области, РАСО, 2005. – С. 47–51.

29. Вдовин В.М., Суркова Л.Е., Валентинов В.А. Теория систем и системный анализ. – М.: Изд. – торговая корпорация «Дашков и К», 2010. – 640 с.

30. Вендров А.М. Проектирование программного обеспечения экономических информационных систем: Учебник / А. М. Вендров. – УМО. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 352 с.

31. Вигерс Карл. Разработка требований к программному обеспечению/Пер. с англ. – М. Издательско-торговый дом «Русская Редакция», 2004.
32. Воронин А.А., Мишин С.П. Оптимальные иерархические структуры. – М.: ИПУ РАН, 2003.
33. Гапоненко А.Л. Стратегия социально-экономического развития: страна, регион, город: Учеб. пособие / А. Л. Гапоненко. – М.: РАГС, 2001. – 224 с.
34. Гламаздин Е.С., Новиков Д.А., Цветков А.В. Управление корпоративными программами: информационные системы и математические модели. М.: ИПУ РАН, 2003.
35. Грачёва М.В. Риск-анализ инвестиционных проектов: Учеб. пособие под ред. / Грачёва М.В – М.: ЮНИТИ, 2001. – 350.
36. Государственное регулирование экономики и социальный комплекс: Учеб. пособие / Под ред. Морозовой Т.Г., Пикулькина А.В. – УМО. – М.: Финстатинформ, 1997. – 220 с.
37. Губко М.В., Новиков Д.А. Теория игр в управлении организационными системами. – М.: СИНТЕГ, 2002.
38. Гитис Л.Х. Статистическая классификация и кластерный анализ. – 2003. – 157 с.
39. Гурьев В.И. Основы социальной статистики: Методы, система показателей, анализ / В. И. Гурьев. – М.: Финансы и статистика, 1991
40. Гутман Г.В. и др. Управление региональной экономикой / Гутман Г.В. и др., Мироедов А.А., Федин С.В.; Гутман Г.В., Мироедов А.А., Федин С.В. – М.: Финансы и статистика, 2001. – 176 с.
41. Даниел Джонстон. Анализ экономики геологоразведки, рисков и соглашений в международной нефтегазовой отрасли: – М.: Олимп-Бизнес, 2005 – 452 с.
42. Дейт, К., Дж. Введение в системы баз данных, 7-е издание. : Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2001.
43. Денисов А.А. Современные проблемы системного анализа: Информационные основы. – СПб.: Изд. 2-е Изд-во Политехн. ун-та, 2004. – 296 с.
44. Денисов В.Ф. Практика использования типовых и индивидуальных ИТ-решений на российских предприятиях // Волга бизнес, Ассоциация экономического взаимодействия субъектов РФ “Большая Волга”, 2007, № 11.
45. Домарев В.В. Безопасность информационных технологий. Методология создания систем защиты / В.В. Домарев. – Киев: ДиаСофт, 2005. – С. 614.

46. Загоруйко Н.Г. Прикладные методы анализа данных и знаний М.: Высшая школа, 1999. – 270 с.
47. Иванов Г.И. Инвестиции: сущность, виды, механизмы функционирования: Ростов н/Д: Феникс, 2002. – 352 с.
48. Игонина Л.Л. Инвестиции; Под ред. проф. Слепова В.А. – М.: Юристъ, 2002.
49. Игошин Н.В. Инвестиции. Организация управления и финансирования. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2001.
50. Изтелеуов Б.И. Региональный хозяйственный механизм: формирование, функционирование, моделирование / Б. И. Изтелеуов. – М.: Экономика, 1992. – 127 с.
51. Информационные ресурсы для принятия решений: Учеб. пособие / Под ред. Лаптева Л.Г. – УМО. – М.: Академический Проект, 2002. – 560 с.
52. Информационные технологии в статистике: Учебник / Божко В.П., Хорошилов А.Ф. – МО. – М.: КНОРУС, 2002. – 144 с.
53. Калман Р., Фалб П., Арбиб М. Очерки по математической теории систем: пер. с англ. / Под ред. Я.З. Цыпкина. – М.: Едиториал УРСС, 2004. – 400 с.
54. Калянов Г.Н. CASE-технологии: консалтинг при автоматизации бизнес-процессов. – М.: Горячая линия – Телеком, 2000. – 320 с.
55. Кириченко К.М, Герасимов М.Б. Обзор методов кластеризации текстовой информации [http://www.dialog-21.ru/archive\\_article](http://www.dialog-21.ru/archive_article)
56. Колмыкова Т.С. Инвестиционный анализ – М.: ИНФРА-М, 2009. – 208 с.
57. Колчин А.Ф., Овсянников М.В., Стрекалов А.Ф., Сумароков С.В. Управление жизненным циклом продукции. – М.: Ахарсис, 2002 – 304 с.
58. Корнеенко В.П. Методы оптимизации. – М.: Высш. шк., 2007. – 664с.
59. Кузнецова О.В., Моторина К.Ю., Тышковская Ю.В. Архитектура предприятия и информационных технологий обеспечения комплексной безопасности. Международная студенческая конференция "Знания – стратегический ресурс новой экономики". Самарский институт (филиал) ВПО "Российский государственный торгово-экономический университет. 2011. – С. 442 – 444.
60. Кулагин О.А. Принятие решений в организациях. – СПб.: Сентябрь, 2001. – 148 с.

61. Лугачев М.И., Ляпунцов Ю.П. Методы социально-экономического прогнозирования / Лугачев М.И., Ляпунцов Ю.П., Ю. П. Ляпунцов. – М.: ТЕ-ИС, 1999. – 159 с.
62. Маршалова А.С., Новоселов А.С. Управление экономикой региона: Учеб.пособие / Маршалова А.С., Новоселов А.С., А. С. Новоселов. – Новосибирск: Сибирское соглашение, 2001. – 404 с.
63. Мазовикова Г.А., Кантор В.Е. Инвестиционный процесс на предприятии: Питер, 2001 – 176 с.
64. Мелкумов Я.С. Организация и финансирование инвестиций: Учебное пособие / Я. С. Мелкумов. – М.: ИНФРА – М, 2000.
65. Мироедов А.А. Информационное обеспечение механизмов управления регионом / А. А. Мироедов. – М.: Финансы и статистика, 2002. – 128 с.
66. Моделирование социо-эколого-экономической системы региона / Под ред.Гурмана В.И.,Рюминой Е.В. – М.: Наука, 2001. – 175 с.
67. Мыльник В.В. Инвестиционный менеджмент: М.: Академический Проект, 2002. – 272 с.
68. Мягков В.И. Крупный город: Автоматизация управления развитием / В. И. Мягков. – М.: Экономика, 1990. – 180 с.
69. Настенко А.Д., Васина Т.В. Прогнозирование отраслевого и регионального развития / Настенко А.Д., Васина Т.В., Т. В. Васина. – М.: Гелиос АРВ, 2002. – 144 с.
70. Новоселов А.С. Теория региональных рынков: Учебник / А. С. Новоселов; Отв.ред. Бервальд А.Р. – УМО. – Ростов н/Д, Новосибирск: Феникс, Сибирское соглашение, 2002. – 448 с.
71. О'Коннор Дж., Макдермотт И. Искусство системного мышления: Необходимые знания о системах и творческом подходе к решению проблем. – М.: Альпина Бизнес Букс, 2006. – 256 с.
72. Основы управления предприятием: Модели и методы управления в условиях неопределенности: Учеб. Пособие: В 3-х кН. КН.2 / Под ред. Г.А. Андреева, В.А. Тихомирова. – М.: Финансы и статистика, 2006. – 304 с.: ил.
73. Охтилев Б. В., Соколов М. Ю., Юсупов Р. М. Интеллектуальные технологии мониторинга и управления структурной динамикой сложных технических объектов. – М.: Наука, 2006. – 410 с.
74. Пелих С.А. Социальная сфера: Регион и предприятие / С. А. Пелих. – Минск: Митко, 1993. – 140 с.
75. Политико-экономические проблемы российских регионов: Исследование / Под ред. Главацкой Н. – М., 2001. – 222 с.

76. Потапов А.С. Распознавание образов и машинное восприятие: Общий подход на основе принципа минимальной длины описания. – СПб.: Политехника, 2007. – 548 с.
77. Прангишвили И.В. и др. Системные закономерности и системная оптимизация. – М.: СИНТЕГ, 2004. – 208 с.
78. Прикладной анализ случайных процессов. Под ред. Прохорова С.А./ СНЦ РАН, 2007 – 582 с.
79. Прохоров С.А., Федосеев А.А., Денисов В.Ф., Иващенко А.В. Методы и средства проектирования профилей интегрированных систем обеспечения комплексной безопасности предприятий наукоемкого машиностроения // Самара: Самарский научный центр РАН, 2009 – 199 с.
80. Разумов О.С., Благодатских В.А. Системные знания: концепция, методология, практика. – М.: Финансы и статистика, 2006. – 400 с.
81. Региональная статистика: Учебник / Под ред. Рябцева В.М., Чудилина Г.И. – УМО. – М., 2001. – 378 с.
82. Региональная экономика: Учебник / Видяпин В.Н., Степанов М.В. – УМО. – М.: ИНФРА-М; 2002. – 686 с.
83. Регионы России: Основные характеристики субъектов Российской Федерации. 2002: Статистический сборник. Т.1. – М.: Госкомстат России, 2002. – 620 с.
84. Резников Г.Я. Рациональный мониторинг процессов менеджмента качества на предприятиях – М.: Мир, 2005 – 284 с.
85. Ример М.И. и др. Экономическая оценка инвестиций: Учеб. пособие / Ример М.И. и др., Касатов А.Д., Матиенко Н.Н.; Ример М.И., Касатов А.Д., Матиенко Н.Н. – 2-е изд. перераб. и доп. – Самара: СГЭА, 2003. – 452 с.
86. Ример М.И., Касатов А.Д. Планирование инвестиций / Ример М.И., Касатов А.Д., А. Д. Касатов. – М.: Изд. Дом "Высшее образование и наука", 2001.
87. Романов В.Н. Системный анализ для инженеров. – СПб: СЗГЗТУ, 2006. – 186 с.
88. Розен В.В. Математические модели принятия решений в экономике. – М.: Книжный дом "Университет", Высшая школа, 2002.
89. Рябцев В.М. и др. Многомерный статистический анализ экономического развития регионов Российской Федерации: Монография / Рябцев В.М. и др., Тихомирова Е.И., Чаплыгин С.И.; Рябцев В.М., Тихомирова Е.И., Чаплыгин С.И. . – Самара: СГЭА, 2002. – 184 с.

90. Системный анализ и принятие решений: Словарь-справочник / Под ред. В.Н. Волковой, В.Н. Козлова. – М.: Высшая школа, 2004 – 616 с.
91. Системный анализ и принятие решений в деятельности учреждений реального сектора экономики, связи и транспорта / М.А. Асланов и др.; под ред. В.В. Кузнецова. – М.: ЗАО Издательство «Экономика», 2010. – 406 с.
92. Смирнов Э.А. Разработка управленческих решений: Учебник / Э. А. Смирнов. – УМО. – М.: ЮНИТИ-ДАНА, 2002. – 271 с.
93. Соколов Б.В., Юсупов Р.М. Концептуальные основы оценивания и анализа качества моделей и полимодельных комплексов // Изв. РАН Теория и системы управления. 2004. №6. С. 5 – 16.
94. Стефанюк В.Л. Локальная организация интеллектуальных систем. – М.: Физматлит, 2004. – 328 с.
95. Стратегический анализ: учебное пособие / А.Н. Хорин, В.Э. Керимов. – М.: Эксмо, 2006. – 288 с.
96. Таха Х.А. Введение в исследование операций, 6-е издание.: Пер. с англ. – М.: Издательский дом «Вильямс», 2001 – 912 с.: ил. – Парал. Тит. Англ.
97. Теоретические основы системного анализа / Новосельцев В.И. и др.; Под редакцией В.И. Новосельцева. М.: Майор, 2006 – 592 с.
98. Теория систем и системный анализ в управлении организациями: Справочник / Под ред. В.Н. Волковой и А.А. Емельянова. – М.: Финансы и статистика, 2006. – 848 с.
99. Трансформация отношений собственности и сравнительный анализ российских регионов / Главацкая Н., Молдавский А., Радыгин А., Энтов Р. – М., 2001.
100. Тышковская Ю.В. Анализ рисков при поддержке принятия решений в системах управления геологоразведкой. Безопасность критичных инфраструктур и территорий: Материалы III Всероссийской конференции и XIII Школы молодых ученых. Екатеринбург: УрО РАН, 2009. – С. 359 – 360.
101. Тышковская Ю.В. Информационно-аналитическая поддержка принятия решений в системах управления геологоразведкой. Компьютерные технологии в науке, практике и образовании: Труды VIII Всероссийской межвузовской научно-практической конференции. Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2009. – С. 148 – 151.
102. Тышковская Ю.В. Информационное обеспечение систем управления геологоразведочными предприятиями. Современное общество: актуальные проблемы и перспективы. Всерос. науч.-практ. конф. Волгоград – М.: ООО «Глобус», 2009. – С. 189 – 192.

103. Тышковская Ю.В. Классификация и анализ рисков в деятельности предприятия геологоразведки применительно к задачам обеспечения комплексной безопасности. Вестник Сам. Гос. Тех. Ун., – Самара: Самар. гос. техн. ун-т, 2009. – С. 117 – 122.

104. Тышковская Ю.В. Системный анализ и управление предприятием геологоразведки. В сб.: Системный анализ в проектировании и управлении. Материалы XIII Международная научно-практическая конференция. – Санкт-Петербург, 2009 – С. 323 – 324.

105. Фабоцци Фрэнк Дж. и др. Управление инвестициями: Учебник / Фабоцци Фрэнк Дж. и др.; Фабоцци Фрэнк Дж., Коггин Т.Д., Коллинз Б., Фоглер Р., Ричи Дж. – М.: ИНФРА-М, 2000. – 932 с.

106. Цыбатов В.А., Дубровин Д.В. Методы, модели и системы прогнозирования регионального развития: Учебное пособие / Цыбатов В.А., Дубровин Д.В., Д. В. Дубровин; Хасаев Г.Р. – Самара: СГЭА, 2003. – 248 с.

107. Четыркин Е.М. Финансовый анализ производственных инвестиций / – М.: Дело, 2002.

108. Чураков Е.П. Математические методы обработки экспериментальных данных в экономике: Учебное пособие / Е. П. Чураков. – УМО. – М.: Финансы и статистика, 2004. – 240 с.

109. Шарп У.Ф. Инвестиции: Учебник / У. Ф. Шарп, Александер Г.Дж.,Бейли Д.В.; Шарп У.Ф.,Александер Г.Дж.,Бейли Д.В. – УМО; Пер. с англ. – М.: ИНФРА-М, 2003. – 1028 с.

110. Эскеров Д.Б. Региональные аспекты воспроизводства трудовых ресурсов / Д. Б. Эскеров; Отв. ред. Дадашев А.З. – М.: Наука, 1990. – 141 с.

111. Юткина Т.Ф. Бюджетный механизм регулирования социально-экономического развития региона: Учебное пособие / Т. Ф. Юткина. – Сыктывкар: Сыктывкарский ун-т, 1991. – 79 с.

112. Phillips J.J., Bothell T.W., Snead G.L. The project management scorecards. Amsterdam: Elseiver, 2003.

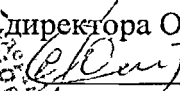
113. Rumizen M.C. Knowledge management. N.Y. Alpha, 2002.


114. Wysocky R.K., Beck R., Crane D., B. Effective project management. N.Y. John Wiley & Sons, 2000.

115. Sakovics J. Games of incomplete information without common knowledge prior //Theory and desigion. 2001, №50. P. 347 – 366.

## ПРИЛОЖЕНИЕ А

УТВЕРЖДАЮ

первый заместитель генерального  
директора ОАО «Самаранефтегеофизика»  
 Силонов Сергей Юрьевич  
«10» 10 2011г.



### АКТ

о внедрении результатов диссертационной работы Тышковской Юлии Владимировны  
«Разработка системы комплексной оценки проектов геологоразведочных работ».

Главный геофизик ОАО «Самаранефтегеофизика» Ефимов Владимир Иванович составил настоящий акт в том, что результаты диссертационной работы Тышковской Ю.В.:

- Алгоритм классификации, позволяющий формировать классы объектов, на основе их структурной близости.
- База знаний инвестиционных геологоразведочных проектов, позволяющая проводить различные виды анализа ИГРП, визуализировать некоторые зависимости и является источником информации для имитационного моделирования.
- Игровая модель, позволяющая вычислять равновесные состояния между бюджетными источниками и инвестиционными институтами, при формировании схем реализации инвестиционных геологоразведочных проектов.
- CASE - диаграммы потоков и моделей данных системы, являющиеся исходной информацией для систем автоматического проектирования.

использованы при разработке алгоритмического и программного обеспечения системы моделирования комплексной оценки геологоразведочных проектов.

Данные результаты позволяют создать стратегию управления системой обеспечения проведения геологоразведочных работ, направленную на формирование оптимальных производственных показателей и ориентированную к работе в условиях динамично меняющейся внешней среды.

Главный геофизик  
ОАО «Самаранефтегеофизика»



В.И.Ефимов

## ПРИЛОЖЕНИЕ Б

«УТВЕРЖДАЮ»

Проректор по учебной работе  
Самарского государственного  
технического университета  
кандидат технических наук, профессор

А.А. Пимерзин  
2011 г.

АКТ


Об использовании в учебном процессе Самарского государственного  
технического университета результатов диссертационной работы  
Ю.В. Тышковской, представленной на соискание ученой степени  
кандидата технических наук

Комиссия в составе начальника учебного управления университета доцента Чертыковцевой А.Н., заведующего кафедрой «Информационные технологии» д.т.н., профессора Батищева В.И. и председателя научно-методического совета факультета автоматизации и информационных технологий В.В. Зайвый составила настоящий акт о том, что в учебном процессе Самарского государственного университета использованы следующие результаты кандидатской диссертации Ю.В. Тышковской «Разработка системы комплексной оценки проектов геологоразведочных работ»:

1. База знаний инвестиционных геологоразведочных проектов, позволяющая проводить различные виды анализа ИГРП, визуализировать некоторые зависимости и являющаяся источником информации для имитационного моделирования, использованы на лабораторных работах и в курсовом проектировании по дисциплинам «Системы управления базами данных и знаний» и «Проектирование АСОИУ» студентов специальностей 230102.

2. Алгоритм классификации, позволяющий формировать классы объектов, на основе их структурной близости; игровая модель, позволяющая вычислять равновесные состояния между бюджетными источниками и инвестиционными институтами, при формировании схем реализации инвестиционных геологоразведочных проектов; CASE - диаграммы потоков и моделей данных системы, являющиеся исходной информацией для систем автоматического проектирования использовались в материалах лекций по дисциплине «Теория систем и системный анализ» и при проектировании дипломных проектов студентов специальности 080801.

Начальник УУ СамГТУ  
доцент

  
А.Н. Чертыковцева

Зав. кафедрой ИТ  
д.т.н., профессор

  
В.И. Батищев

Председатель  
методического совета ФАИТ

  
В.В. Зайвый