

Школа Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки 05.04.01 Геология
 Отделение школы (НОЦ) Отделение геологии

МАГИСТЕРСКАЯ ДИССЕРТАЦИЯ

Тема работы
Редкометалльный потенциал углей Казахстана

УДК 554.94.044(574)

Студент

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ЛМ01	Кузекбай Абдул Малик Кайратулы		

Руководитель ВКР

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Арбузов Сергей Иванович	Д. Г.-М. Н.		

КОНСУЛЬТАНТЫ ПО РАЗДЕЛАМ:

По разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Рыжакина Татьяна Гавриловна	К. Э.-Н.		

По разделу «Социальная ответственность»

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Сечин Андрей Александрович	К.Т.Н.		

ДОПУСТИТЬ К ЗАЩИТЕ:

Руководитель ООП	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Язиков Егор Григорьевич	Д. Г.-М. Н.		

**Планируемые результаты обучения по основной образовательной программе
подготовки магистров по направлению 05.04.01 «Геология»**

Код результата	Результат обучения
Универсальные компетенции	
УК(У)-1	Способен осуществлять критический анализ проблемных ситуаций на основе системного подхода, вырабатывать стратегию действий
УК(У)-2	Способен управлять проектом на всех этапах его жизненного цикла
УК(У)-3	Способен организовывать и руководить работой команды, вырабатывая командную стратегию для достижения поставленной цели
УК(У)-4	Способен анализировать и учитывать разнообразие культур в процессе межкультурного взаимодействия
УК(У)-5	Способен применять современные коммуникативные технологии, в том числе на иностранном (-ых) языке (-ах), для академического и профессионального взаимодействия
УК(У)-6	Способен определять и реализовывать приоритеты собственной деятельности и способы ее совершенствования на основе самооценки
Общепрофессиональные компетенции	
ОПК(У)-1	Способен самостоятельно приобретать, осмысливать, структурировать и использовать в профессиональной деятельности новые знания и умения, развивать свои инновационные способности
ОПК(У)-2	Способен самостоятельно формулировать цели исследований, устанавливать последовательность решения профессиональных задач
ОПК(У)-3	Способен применять на практике знания фундаментальных и прикладных разделов дисциплин, определяющих направленность (профиль) программы магистратуры
ОПК(У)-4	Способен профессионально выбирать и творчески использовать современное научное и техническое оборудование для решения научных и практических задач
ОПК(У)-5	Способен критически анализировать, представлять, защищать, обсуждать и распространять результаты своей профессиональной деятельности
ОПК(У)-6	Владеет навыками составления и оформления научно-технической документации, научных отчетов, обзоров, докладов и статей
Профессиональные компетенции	
ПК(У)-1	Способен формировать диагностические решения профессиональных задач путем интеграции фундаментальных разделов геологических наук и специализированных знаний, полученных при освоении программы магистратуры
ПК(У)-2	Способен самостоятельно проводить научные эксперименты и исследования в профессиональной области, обобщать и анализировать экспериментальную информацию, делать выводы, формулировать заключения и рекомендации
ПК(У)-3	Способен создавать и исследовать модели изучаемых объектов на основе использования углубленных теоретических и практических знаний в области геологии
ПК(У)-4	Способен самостоятельно подготавливать и проводить производственные и научно-производственные полевые, лабораторные и интерпретационные исследования при решении практических задач геологии стратегических металлов

ПК(У)-5	Способен самостоятельно выбирать, подготавливать и профессионально эксплуатировать современное полевое и лабораторное оборудование и приборы в области геологии стратегических металлов
ПК(У)-6	Способен к комплексной обработке и интерпретации полевой и лабораторной информации с использованием современных методов с целью решения научно-производственных задач
Дополнительные компетенции университета	
ДПК(У)-1	Способен самостоятельно планировать и проводить научные исследования, обобщать и анализировать полученную информацию, формулировать заключения и рекомендации

Школа Инженерная школа природных ресурсов
 Направление подготовки 05.04.01 Геология месторождений стратегических
 Отделение школы (НОЦ) Отделение геологии

УТВЕРЖДАЮ:
 Руководитель ООП
 Язиков Е.Г.

 (Подпись) (Дата) (ФИО)

ЗАДАНИЕ
на выполнение выпускной квалификационной работы

В форме:

Магистерской диссертации (бакалаврской работы, дипломного проекта/работы, магистерской диссертации)
--

Студенту:

Группа	ФИО
2ЛМ01	Кузекбай Абдул Малик Кайратулы

Тема работы:

Редкометалльный потенциал углей Казахстана	
Утверждена приказом директора (дата, номер)	21.01.2022 №21-45/с

Срок сдачи студентом выполненной работы:	08.06.2022
--	------------

ТЕХНИЧЕСКОЕ ЗАДАНИЕ:

Исходные данные к работе (наименование объекта исследования или проектирования; производительность или нагрузка; режим работы (непрерывный, периодический, циклический и т. д.); вид сырья или материал изделия; требования к продукту, изделию или процессу; особые требования к особенностям функционирования (эксплуатации) объекта или изделия в плане безопасности эксплуатации, влияния на окружающую среду, энергозатратам; экономический анализ и т. д.).	Отчет о научно-исследовательской работе, научная и фондовая литература. Отчеты о результатах разведки урановых месторождений. Опубликованная литература по теме работы.
Перечень подлежащих исследованию, проектированию и разработке вопросов (аналитический обзор по литературным источникам с целью выяснения достижений мировой науки техники в рассматриваемой	1. Основные черты геологического строения угольных бассейнов и месторождений Казахстана 2. Методика исследования

области; постановка задачи исследования, проектирования, конструирования; содержание процедуры исследования, проектирования, конструирования; обсуждение результатов выполненной работы; наименование дополнительных разделов, подлежащих разработке; заключение по работе).	3. Геохимическая изученность углей Казахстана 4. Редкие, редкоземельные и токсичные элементы в углях. 5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережения 6. Социальная ответственность
--	---

Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей)	-
--	---

вт Консультанты по разделам выпускной квалификационной работы (с указанием разделов)

Раздел	Консультант
Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение	Рыжакина Татьяна Гавриловна, доцент, к. э.-н.
Социальная ответственность	Сечин Андрей Александрович, к. т. н.

Названия разделов, которые должны быть написаны на русском и иностранном языках:

The main features of the geological structure of the basins and deposits of Kazakhstan.

Дата выдачи задания на выполнение выпускной квалификационной работы по линейному графику	
--	--

Задание выдал руководитель:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Арбузов Сергей Иванович	д. г.-м.н		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ЛМ01	Кузекбай Абдул Малик Кайратулы		

**ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА
«ФИНАНСОВЫЙ МЕНЕДЖМЕНТ, РЕСУРСОЭФФЕКТИВНОСТЬ И
РЕСУРСОСБЕРЕЖЕНИЕ»**

Студенту:

Группа	ФИО
2ЛМ01	Кузекбай Абдул Малик Кайратулы

Школа	ИШПР	Отделение	Отделение геологии
Уровень образования	Магистратура	Направление/специальность	05.04.01 «Геология»

Исходные данные к разделу «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение»:	
Интерпретация геолого- геофизических предоставленных для оптимизации добычи угля и попутных полезительных компонентов.	Работа с академической литературой, изображенной в отечественных и чужестранных академических публикациях, аналитических материалах
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<i>1. Критика бизнесменского потенциала, перспективности и альтернатив разработки плана с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения</i>	<i>Прочерчивание предпроектного анализа. Установление целевого базара и прочерчивание его сегментирования. Создавание SWOT-анализа плана</i>
<i>2. Планирование и формирование бюджета разработки</i>	<i>Установление монологичнее и ожиданий, условий проекта. Установление бюджета академического изыскания</i>
<i>3. Определение ресурсной, финансовой, экономической эффективности разработки</i>	<i>Прочерчивание оценки народнохозяйственной эффективности, ресурсоэффективности и относительной производительности разнообразных вариантов осуществления</i>
Перечень графического материала (с точным указанием обязательных чертежей):	
<i>1. Оценка конкурентоспособности технических решений 2. Матрица SWOT 3. График проведения и бюджет проекта 4. Оценка ресурсной, финансовой и экономической эффективности разработки</i>	

Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	
---	--

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Рыжакина Татьяна Гавриловна	Кандидат экономических наук		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
---------------	------------	----------------	-------------

2ЛМ01	Кузекбай Абдул Малик Кайратулы		
-------	--------------------------------	--	--

ЗАДАНИЕ ДЛЯ РАЗДЕЛА «СОЦИАЛЬНАЯ ОТВЕТСТВЕННОСТЬ»

Студенту:

Группа		ФИО	
2ЛМ01		Кузекбай Абдул Малик Кайратулы	
Школа	Инженерная школа природных ресурсов	Отделение (НОЦ)	И.Н. Бутакова
Уровень образования	магистратура	Направление/специальность	05.04.01 Геология стратегических металлов

Тема ВКР:

Оценка редкоземельного потенциала угольных месторождений и бассейнов Республики Казахстан.	
Исходные данные к разделу «Социальная ответственность»:	
<p>Введение Характеристика объекта исследования (вещество, материал, прибор, алгоритм, методика) и области его применения.</p> <p>Описание рабочей зоны (рабочего места) при разработке проектного решения/при эксплуатации</p>	<p><i>Объект исследования:</i> подземная разработка угольных бассейнов и месторождений.</p> <p><i>Область применения:</i> горнодобывающая промышленность.</p> <p><i>Рабочая зона:</i> месторождение</p> <p><i>Рабочие процессы, связанные с объектом исследования, осуществляющиеся в рабочей зоне:</i> добыче керна и шлама, определение вещественного состава лабораторными методами.</p>
Перечень вопросов, подлежащих исследованию, проектированию и разработке:	
<p>1. Законные и координационные вопросы организации защиты при эксплуатации:</p> <p><input type="checkbox"/> специфические (характерные около эксплуатации предмета исследования, проектируемой рабочей зоны) законные нормы трудового законодательства;</p> <p><input type="checkbox"/> координационные события около компоновке рабочей площади.</p>	<p>ГОСТ 12.2.032-78 ССБТ. Рабочее место при выполнении работ сидя. Общие эргономические требования</p> <p>ГОСТ Р 55733-2013 Освещение подземных горных выработок. Основные требования и методы измерений</p> <p>ГОСТ Р 55153-2012 Оборудование горно-шахтное. Машины погрузочно-доставочные. Требования безопасности и методы испытаний</p> <p>ГОСТ 12.1.038-82 ССБТ. Электробезопасность. Предельно допустимые уровни напряжений прикосновения и токов</p>
<p>2 Производственная безобидность</p> <p>2.1 Разбор обнаруженных вредоносных моментов около разработке и эксплуатации проектируемого заключения в последующей последовательности:</p> <p><input type="checkbox"/> физико-химическая натура вредности, её ассоциацию с разрабатываемой темой;</p> <p><input type="checkbox"/> действие момента на организм человека;</p> <p><input type="checkbox"/> приведение дозволительных норм с достаточной размерностью (со гиперссылкой на соответствующий нормативно-технический документ);</p>	<p>2.1 Разбор обнаруженных вредоносных факторов:</p> <p>- повышенный уровень шума, вибрация, микроклимат, пыль, Монотонная, монотонная работа. Возведение тяжестей, неудовлетворительная освещенность.</p> <p>- действие момента на организм человека;</p> <p>- коллективные и персональные имущества обороны</p> <p>2.2 Анализ выявленных опасных факторов:</p> <p>– механические опасности, функционирующие машины, механизмы и конструкции (источники, имущества защиты;</p> <p>– Обрушение выработок и падение</p>

<input type="checkbox"/> предлагаемые имущества защиты; <input type="checkbox"/> (сначала корпоративной защиты, впоследствии – персональные предохранительные средства). 2.2 Разбор обнаруженных рискованных моментов около разработке и эксплуатации проектируемого заключения в последующей последовательности: <input type="checkbox"/> механические серьезности (источники, имущества защиты); <input type="checkbox"/> термические серьезности (источники, имущества защиты); <input type="checkbox"/> <input type="checkbox"/> электробезопасность (в т.ч. недвижимое электричество, молниезащита – источники, имущества защиты)	материалов (источники, имущества защиты); – Опасность пожара (источники, имущества защиты); – Опасность разрыва метана (источники, имущества защиты); – безопасность (средства защиты)
3. Безобидность в невероятных ситуациях: - перечень вероятных ЧС при разработке и эксплуатации проектируемого решения; - выбор преимущественно нормальной ЧС; - разработка предупредительных мер по предостережению ЧС; разработка усилий в конечном итоге образовавшейся ЧС и мер по ликвидации её последствий.	– вероятность разрыва метана – взрывы газов и пыли – обвалы и обрушения высоких пород – горные удары – катастрофы через автоаварий оснащения – прорывы воды в подземные выработки
4. Экологическая безопасность: – защита селитебной зоны – анализ действия предмета для атмосферы (выбросы); – анализ действия предмета для гидросферу (сбросы); – анализ действия предмета для литосферу (отходы); – подготовить заключения по обеспечению природоохранной безвредности ссылаясь на НТД по охране опоясывающей сферы.	– анализ воздействия объекта на атмосферу; – анализ воздействия объекта на гидросферу; – анализ воздействия объекта на литосферу.
Дата выдачи задания для раздела по линейному графику	

Задание выдал консультант:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
доцент	Сечин Андрей Александрович	К.Т.Н.		

Задание принял к исполнению студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ЛМ01	Кузекбай Абдул Малик Кайратулы		

Реферат

Магистерская диссертационная работа состоит из введения, 6 глав и заключения, списка литературных источников в количестве 106 наименований.

Объем работы 144 страниц текста, включая 43 таблиц и 34 рисунка.

Ключевые слова: геохимия, минералогия, уголь, редкие, редкоземельные элементы, накопление редких элементов.

Цель диссертационной работы – оценка редкометального потенциала угольных месторождений и бассейнов Республики Казахстан.

Предметом исследования являются угольные бассейны – Карагандинский, Экибастузский, Майкубенский, Торгайский и месторождение Шубракуль.

В процессе работы проводились исследования минералогических и геохимических особенностей углей Казахстана комплексом аналитических методов. Пробоотбор, пробоподготовка и статистическая обработка полученных результатов проводились согласно современным требованиям к такому роду исследований.

Получены данные о минералого-геохимических особенностях, закономерностях распределения, содержании и условиях накопления редких металлов в углях и золах углей на угольных месторождений и бассейнов Республики Казахстан.

Показано влияние субсинхронной угленакоплению пироклаستيку на содержание и распределение отдельных редких и радиоактивных элементов в угольных пластах.

Материалы, полученные в процессе настоящих исследований, могут быть использованы при дальнейшем изучении угольных бассейнов Республики Казасхтан, а так же при анализе минерально-сырьевой базы.

СПИСОК СОКРАЩЕНИЙ

- ГОСТ – государственный стандарт;
ИПР – институт природных ресурсов;
РЗЭ – редкоземельные элементы;
ИНАА – нейтронно-активационный анализ ;
ICP MS – анализ методом масс-спектрометрии;
РФА – рентгенофлуоресцентный анализ ;
ПНИЛ – передвижная научно-исследовательская лаборатория ;
ГМ – гидролизатный модуль;
ТМ – титановый модуль;
ЖМ – железный модуль;
ФМ – фемический модуль;
НКМ – модуль нормированной щелочности;
АМ – алюмокремниевый модуль;
ЩМ – щелочной модуль;
СанПин – санитарные правила и нормы;
СНиП – строительные нормы и правила;
НИ ТПУ – Национальный исследовательский Томский политехнический университет;
ФЗ – федеральный закон;
ЭВМ – электронно-вычислительная машина;
ЭМП – электромагнитное поле

Введение	13
1 глава. Основные черты геологического строение угольных бассейнов и месторождения Казахстана.	17
1.1 Карагандинский угольный бассейн	20
1.2 Экибастузский угольный бассейн	27
1.3 Майкубеньский угольный бассейн	30
1.4 Торгайский бассейн	32
1.5 Шубаркульское месторождение	33
1.6 Юрский этап углеобразования	37
2 глава. Методика исследования	40
2.1 Опробование угленосных отложений	40
2.2 Методы определения редких элементов в углях	41
2.2.1 Инструментальный нейтронно-активационный анализ (ИНАА)	42
2.2.2 Масс-спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой	44
2.2.3 Атомно-абсорбционный анализ методом «холодного пара»	46
2.3 Методика обработки информации	47
2.4 Методы изучения форм нахождения редких элементов	47
2.4.1 Сканирующая электронная микроскопия	47
2.4.2 Энергодисперсионная рентгеновская спектрометрия	48
2.4.3 Рентгенофазовый анализ	49
3 глава. Геохимическая изученность углей Казахстана	50
3.1 Основные факторы, контролирующие накопление редких элементов в углях	69
4 глава. Редкие, редкоземельные и токсичные элементы в углях.	79
4.1 Скандий	80
4.2 Гафний и цирконий	83
4.3 Ниобий и тантал	87
4.4 Редкоземельные элементы	89
5. Финансовый менеджмент, ресурсосбережение и ресурсоэффективность	98
5.1 Предпроектный анализ	98
5.1.2 Анализ технических и конкурентных решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения	98
5.1.3 SWOT-анализ	100
5.2 Инициация проекта	101
5.3 Планирование и управления научно-техническим проектом	103
5.3.1 План проект	103
5.4 Бюджет научного исследования	105
5.4.1 Организационная структура проекта	110
5.4.2 Реестр рисков проекта	110
5.5 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), бюджетной, финансовой, социальной и экономической эффективности	111
5.5.1 Оценка сравнительной эффективности исследования	114

6. Социальная ответственность	116
6.1 Производственная безопасность	116
6.1.1 Анализ вредных факторов, возникшие при эксплуатации месторождения	116
6.1.2 Анализ опасных факторов, возникшие при эксплуатации месторождения	118
6.2 Экологическая безопасность	121
6.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях	121
6.4 Правовые и организационные вопрос обеспечения безопасности	122
Заключение	127
Список использованной литературы	129
Приложение А	139

Введение

Состав редких и рассеянных элементов специфичен для каждого вида месторождения и пласта твердых горючих ископаемых. В углях чаще всего встречаются повышенные концентрации многих элементов: германия и галия, урана и тория, хлора, фтора, ртути, титана, золота и др. В настоящее время в мировой практике угольные месторождения все чаще рассматриваются не только как топливно-энергетическое сырьё, но и в качестве перспективного источника большой группы редких элементов и благородных металлов.

Редкие элементы — группа элементов, легкие, тугоплавкие, рассеянные, редкоземельные, радиоактивные элементы и инертные газы. Большинство редких элементов — металлы, поэтому термин редкие элементы часто заменяют термином редкие металлы.

Существуют различные геохимические классификации элементов. Наиболее известны классификации Гольдшмидта, Ферсмана, Вернадского, Заварицкого.

В данной диссертационной работе при оценке геохимической специализации объектов исследования использована классификация Гольдшмидта, которая построена с учётом таких факторов как: положения элементов в периодической системе элементов, типа электронного строения атомов и ионов, специфичности проявления сродства к тем или иным анионам, положения данного элемента на кривой атомных объёмов.

Согласно классификации, все элементы таблицы Менделеева подразделяются на четыре геохимические группы: литофильные, халькофильные, сидерофильные и атмофильные. В особую группу выделяются элементы биофильные, склонные концентрироваться в живых организмах (табл. 1).

Таблица 1 Геохимическая классификация элементов по В.М. Гольдшмидту

Сидерофильные (дают сплавы с железом, свойственно самородное состояние)	Литофильные (имеют специфическое сродство с кислородом образуют минералы – кислородные соединения)	Халькофильные (образуют сульфиды, селениды, теллуриды, легко переходят в самородное состояние)	Атмофильные (элементы земной атмосферы)
Fe, Co, Ni, Mo, Ru, Rh, Pd, Os, Ir, Pt, Re	O, F, Cl, Br, Si, Al, Li, Na K, Rb, Cs, Be, Mg, Ca, Sr, Ti, Zr и др.	S, Se, Te, As, Sb, Sn, Bi, Pb, Ga, Ge, In, Tl, Zn, Cd, Hg, Cu, Au, Ag, Po	H, He, Ne, Ar, N, Kr, Xe

Классификация В.И. Вернадского. По Вернадскому, все элементы периодической системы разделяются на шесть групп: I) благородные газы; II) благородные металлы; III) циклические элементы; IV) рассеянные элементы; V) элементы сильно радиоактивные; VI) элементы редких земель. Необходимо отметить, что по ряду аспектов классификация Вернадского является более

детальной и имеет смысл использовать обе приведенные классификации в комплексе (табл. 2).

Таблица 2 Геохимическая классификация химических элементов по В.И.Вернадскому

Группа элементов	Элементы	Число элементов
I. благородные газы	He, Ne, Ar, Kr, Xe	5
II. благородные металлы	Au, Ru, Rh, Pd, Os, Ir, Pt	7
III. Циклические элементы	H, Be, B, C, N, O, F, Na, Mg, Al, Si, P, S, Cl, K, Ca, Ti, V, Cr, Mn, Fe, Co, Ni, Cu, Zn, Ge, As, Se, Sr, Zr, Mo, Ag, Cd, Sn, Sb, Te, Ba, Hf, W, Re, Hg, Tl, Pb, Bi	44
IV. Рассеянные элементы	Li, Sc, Ga, Br, Rb, Y, Nb, Cs, Ta, In, I	11
V. Радиоактивные элементы	Po, Rn, Ra, Ac, Th, Pa, U	7
VI. Редкоземельные, элементы	La, Ce, Pr, Nd, Pm, Sm, Eu, Gd, Tb, Dy, Ho, Er, Tm, Yb, Lu	15

Юдович в одной из серии монографий по исследованию токсичных элементов представил группы элементов-примесей (ЭП) в углях на основе геохимической типизации Перельмана, которая объединяет ЭП по их химическим особенностям и степени углефилльности (табл. 3).

Таблица 3. Классификация ЭП в углях по химическим особенностям

Типичные катионогенные элементы литофилы	Катионо- и анионные элементы литофилы с постоянной валентностью	Типичные анионогенные элементы литофилы	Металлы сульфиды	Неметаллы сульфиды	Элементы сидерофилы
Li, Rb, Cs, Sr, Ba, Tl	Be, Sc, Y, La — Lu, Ce, Ga, Ge	B, P, F, Cl, Br, I	Cu, Ag, Au, Zn, Cd, Hg, In, Pb, Bi	As, Sb, Se	Cr, Mn, Co, Ni, PGE

Активное развитие промышленного производства в последнее столетие вызвало глобальное загрязнение окружающей среды, что обусловило непосредственную связь процессов добычи и переработки с охраной окружающей среды.

Развивающаяся угледобывающая отрасль и тесно связанная с ней топливная энергетика, сталкиваются с рядом экологических проблем. Основы из таковых являются: механическая трансформация земной поверхности, большое количество накопленных отходов в отвалах, шламонакопителях, золоотвалах; нарушение гидрогеологического и газового режимов,

самовозгорание угля в естественном залегании и в отвалах, а также поступление пыли и химических соединений, образующихся не только при сжигании, но и при транспортировке и складировании угля. В связи с этим перед углепользователями стоят важные задачи по получению экологически безопасного сырья для теплоэнергетической и химической отраслей.

К основным загрязнителям природной среды в топливно-энергетическом комплексе относят химические соединения органического (полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) и др.) и неорганического (CO_2 , NO_x , SO_2 , Hg, As, P, U, Cl и т.д) типов и взвешенные частицы.

В химическом составе неорганического вещества (НОВ) можно выделить две группы элементов: *золообразующие элементы* (Si, Al, Fe, Ca, Mg, Na, K (S, P), в углях на их долю приходится до 99 % всего НОВ; другая группа — второстепенные элементы, или *элементы-примеси*, составляющие обычно не более 1 % от всего НОВ. В зависимости от содержания они в той или иной мере оказывают свое воздействие на окружающую среду.

Одни и те же химические элементы могут выступать в разном качестве, что чаще всего зависит от их начальных концентраций в угле и от режима промышленного использования углей.

В настоящее время исследования НОВ угля ориентированы в первую очередь на оценку распределения и форм нахождения потенциально токсичных элементов (Hg, As, Sb, Se, Be, F, Pb, V, Ni, Cr, Mn), в том числе и радиоактивных (U, Th), и лишь во вторую очередь — на возможность попутного извлечения ценных ЭП (Ge, U, Ga, а также Sc, Mo, Au, Ag, Re, PGE).

В данной работе за основу взят перечень токсичных элементов и их ПДК опубликованные в инструкции «По изучению и оценке попутных твердых полезных ископаемых и компонентов при разведке месторождений угля и горючих сланцев, 1987». Для оценки радиоэкологической обстановки в перечне токсичных рассмотрены U и Th.

Предпринимаются попытки извлечения из углей и их отходов отдельных химических элементов (U, Au, Al, Ga, Sc) (Dai et al, 2010,2011,2019 и др.). Эффективность методик по извлечению может быть повышена получением достоверной информации о распределении и минеральных формах нахождения элементов в углях, а также в продуктах их сжигания. Показано, что отдельные угольные пласты или месторождения в целом ряде случаев можно рассматривать в качестве потенциального комплексного источника редких, редкоземельных и благородных металлов (Юдович,1985-1989; Середин, 1991-2003, Арбузов С.И., 2008,2014,2019 и др.).

Угольные бассейны Центрального Казахстана представляют огромный интерес с точки зрения получения достоверной геологической информации о накоплении редкоземельных металлов в угольных пластах, механизмах концентрирования этих элементов в углях, и минеральных формах их нахождения.

Разведанные запасы угля в Казахстане (согласно статистике ВР Statistical Review of World Energy, June 2020) составляют 34 млрд тонн — это 4% от всего мирового запаса. Более 9/10 всех запасов угля сосредоточены в центральной и северной частях страны. К главным бассейнам Центрального Казахстана отнесены Карагандинский, Экибастузский и Майкубенский угольные бассейны и месторождение Шубарколь. Наибольшие запасы и наиболее крупные каменноугольные бассейны, и месторождения относятся к отложениям карбона (Карагандинский и Экибастузский угольный бассейны) и юры.

В целях развития угольной промышленности, принятия системных мер поддержки отрасли, а также реализации новых проектов была разработана и утверждена «Дорожная карта по развитию угольной отрасли Республики Казахстан на 2019–2021 годы», в которой уделено особое внимание углям содержащим промышленные концентрации редких и рассеянных элементов таких, как германий, галлий, иттрий и лантаноиды, вольфрам и другие. Некоторые из них являются токсичными - ртуть, мышьяк, сурьма, бериллий и другие.

Целью исследований является изучение закономерностей распространенности редкоземельных элементов в углях главных угольных бассейнов Казахстана (Карагандинский, Экибастузский, Майкубенский, Торгайский).

Задачи исследования:

1. Провести исследования содержания редкоземельных элементов в углях с использованием современной аналитической базы;
2. Установить закономерности распространенности редкоземельных элементов в углях месторождений Казахстана
3. Определить основные факторы, влияющие на накопление редких и редкоземельных элементов в углях;
4. Установить источники поступления элементов-примесей в угли месторождений Казахстана;
5. Установить геохимическую специализацию углей главных угольных бассейнов (Карагандинский, Экибастузский, Майкубенский, Торгайский) Казахстана на основе определенных средних содержания элементов-примесей в углях.

Объектом исследования являются угольные бассейны и месторождений Казахстана.

1 глава. Основные черты геологического строение угольных бассейнов и месторождения Казахстана.

Всего в пределах Казахстана выделено 10 этапов угленакопления. Древний этап (девонского возраста) фиксируется только в восточной части Центрального Казахстана в виде отдельных непромышленных углепроявлений. Угленакопление в турнейское время проходило от востока Мугодзар к Юго-Востоку Казахстана, при этом крупных месторождений не сформировалось. Также распространено было угленакопление в юрское время, особенно в пределах Восточного, Центрального и Южного Казахстана. Именно на этом этапе создавались основные запасы палеозойских углей Казахстана, в том числе коксующихся. Позднекаменноугольное угленакопление проходило в средней части Центрального Казахстана (в пределах Карагандинского синклинария) и в Восточном Казахстане: запасы углей этого возраста очень значимые, так же имеются и коксующиеся угли. Ранне- и позднепермские этапы угленакопления проявились только в пределах Иртыш-Зайсанской геосинклинали. Запасы углей этого возраста ограниченные. Меньше практическое значение имеет позднеtriasовое угленакопление, выявленное в пределах Урало-Каспийского и Торгайского бассейнов, а также в Иртыш-Зайсанской геосинклинали. Наоборот, в результате ранне- и среднеюрского этапов угленакопления образовались крупные запасы углей в большей части районов Республики Казахстана. Область палеогенового угленакопления простирается от Аральского моря, через Торгай и Северный Казахстан до Зайсанской впадины, но значительные запасы углей сформировались в это время только в Жыланшикском бассейне.

Благодаря большому разнообразию возраста, генезиса и тектонического положения месторождений Казахстана свойства углей в них меняется в больших пределах, тем более что на обрисовываемой территории установлено воздействия на угли трех видов метаморфизма: регионального, термального и динамометаморфизма. Марочный состав углей карбонового возраста меняется от антрацитов до длиннопламенных и жирных, но в большей степени преобладают угли средних стадий метаморфизма: от тощих до жирных. Пермские угли относятся к газовым и длиннопламенным, мезозойские к маркам Б₂ и Б₃, олигоценые имеют марку Б₁.



Рисунок 1 – Схема расположения угольных бассейнов Республики Казахстан [22]

Возрастные закономерности проявления углеобразования дополняют и несколько изменяют пространственные связи. Для образования угленосных формаций важное значение имели возникновение растительных форм, появившихся на земной поверхности в нижнем палеозое. Наличие ископаемых углей характерно для всех стратиграфических подразделений от девона до неогена, впрочем численное представление масштабов углеобразования для различных отрезков геологического времени имеет значительные колебания.

На рисунке 2, показано размещение угольных бассейнов и месторождений на различных структурных областях, главные из которых являются области устойчивой и неустойчивой каледонской стабилизации и области герцинской стабилизации [27].

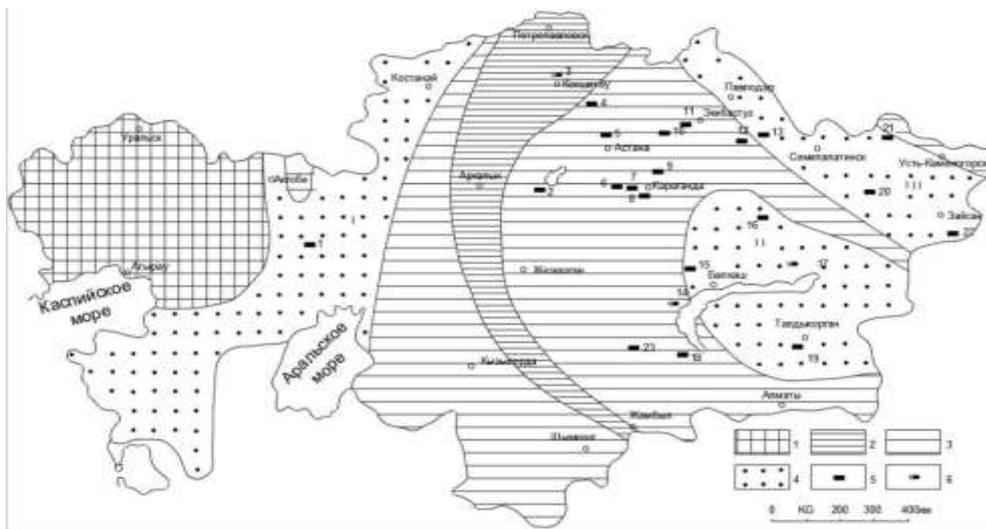


Рисунок 2. Схема размещения палеозойских угольных месторождений Казахстана.

1- допалеозойская платформа (Восточно-Европейская); 2- область полной каледонской стабилизации; 3 - область неполной каледонской стабилизации; 4 - область герцинской стабилизации (геосинклинали: I - Уральская; II - Джунгаро-балхашская; III - Иртыш-зайсанская); 5 - месторождения и бассейны (1-23); 6 – углепроявления.

Месторождения и бассейны: 1 — Берчогур, 2 — Кыпшак, 3 — Кокчетавское, 4 — Яблоновское, 5 — Первомайское, 6 — Завьяловское, 7 — Самарское, 8 — Карагандинский, 9 — Куучеку, 10 — ТенизКоржункольский, 11 — Экибастузский, 12 — Жамантуз, 13 — Кайнама, 14 — Баласоран, 15 — Акмаясарыколь, 16 — Прибалхашское, 17 — Кулан, 18 — Кемельбек, 19 — Карасай, 20 — Буконь, 21 — Белокаменское, 22 — Кендырлик, 23 — Каракол.

В каменноугольную эпоху, а именно в раннем карбоне, углеобразование проходило наиболее интенсивно и на большей территории Центрального Казахстана, когда сформировались главные угольные бассейны (Караганда, Экибастуз) и многочисленные месторождения. С этой эпохой связан первый максимум угленакопления и основные запасы коксующихся, энергетических и высококачественных углей.

Второй максимум углеобразования, протекал в ранне- среднеюрской эпохе. В то время в континентальных аллювиальноозерно-болотных условиях сформировались высококачественные и малозольные угли таких бассейнов, как Майкубен, Илийский, Торгай, а также крупные и средние месторождения как Шубарколь, Юбилейное. К началу поздней юры углеобразование приостановилось и лишь в конце палеогена торфяные болота захватили обширные площади юго-западного, восточного и северного Казахстана. Наиболее крупным бассейном этого возраста является Жыланшыкский, содержащий запасы землистых бурых углей с высоким содержанием германия и других элементов-примесей [22, 27].

На территории Центрального Казахстана сосредоточено 3 главных угольных бассейна (Экибастузский, Карагандинский, Майкубенский) и угольное месторождение Шубаркуль (рис. 3). Их возрастной диапазон колеблется от карбонового до юрского геологических возрастов.



Рисунок 3. Угольные бассейны и месторождения Казахстана

1.1 Карагандинский угольный бассейн

С начала девона и до конца палеозоя в Центральном Казахстане образовался значительный ряд формаций от эффузивно-терригенной (девон), карбонатной (фамен-турней) до терригенной угленосной и красноцветной соленосной формаций (карбон — пермь) [21]. К тому времени относится трансгрессия моря, шедшая с юго-востока, и накопление в прибрежных условиях песчано-галечных осадков. Вдоль северной окраины бассейна происходило подводное излияние лав. Интенсивность вулканических излияний растет, и к середине девонского периода охватывают почти всю бассейн.

Угленосные отложения карагандинского бассейна накапливались в большей степени на востоке, когда область краевого прогиба начала устойчивое погружение, продолжавшиеся до конца палеозоя на фоне общего поднятия территории Центрального Казахстана [106].

Наиболее древние породы, окружающие бассейн, образовались в кембрии. В этот период в морских условиях накапливались песчаноглинистые и карбонатно-кремнистые осадки, которые, были превращены в разнообразные яшмы, кварциды и сланцы. Определенная мощность осадков и наличие в их составе вулканогенных пород говорят о, существовании геосинклинального режима, заканчивающегося в конце кембрия интенсивным складкообразованием. Область накопления бассейна обширная и отличается большим спектром вулканических (дацитовые, диоритовые порфириды, кварцевые альбитофиры, кварцевые порфиры диабазовые, трахитовые порфиры) и интрузивных пород (граносиениты, грнаодиориты, граниты-порфиры, синенит-порфиры,) девонского возраста слагающих Центрально-Казахстанский вулкано-плутонический комплекс. В вулканическом материале имеется субэральное происхождение, но

в меньшей степени ассоциируется с мелководными отложениями. Вместе с эволюцией вулканизма межгорные впадины внутри и за пределами пояса заполнялись континентальной мелассой: песчаниками, конгломератами и алевролитами, перемежающимися с трахибазальтовыми, трахиандезибазальтовыми, трахириодацитовыми и трахидацитовыми потоками (рис. 4).

Отпечатки вулканической деятельности, которая проходила субсинхронно с осадконакоплением показано также в виде прослоев тонштейнов мощностью от 0,5 до 2 см [21, 26]. Эти прослои во всем мире используются для корреляции угольных пластов в угольных месторождений и бассейнов, характеристики роли вулканизма во время углеобразования, а также для определения состава и периодичности продуктов извержения вулканов [93]. По данным [59, 60] наблюдения угольные пласты карагандинской свиты, была установлена высокая насыщенность их тонштейнами, из которых преобладают крупчатые и кристаллические разновидности, мощность которых начинается от долей миллиметров заканчивается двумя сантиметрами. Также было установлено, что пласт k_1 на шахте им. Горбачева включает в себя до 20 прослоев тонштейнов, а пласт k_7 содержит 6 горизонтов тонштейнов.

Самые первые изучение тонштейнов Карагандинского угольного бассейна провели Петровская и Голецкий, определив среди разных тонштейнов кристаллические разновидности. По данным исследователей, образование этих прослоев протекала хемогенным путем. Эту гипотезу происхождения тонштейнов разделяли другие исследователи.

Однако некоторые исследователи, которые придерживались другой гипотезе, что тонштейны - отложения вулканического пепла. В 1950-х годах Ренгартен выявил наличие вулканогенного материала в виде примеси пепловых частиц или прослоев пепловых туфов в терригенных осадках Карагандинского бассейна. Петрографическое исследование углей помогло сделать вывод, что выпадение и осаждение пепла происходило на многих территориях, так же пеплом покрывалась, очевидно, вся площадь торфонакопления [6].

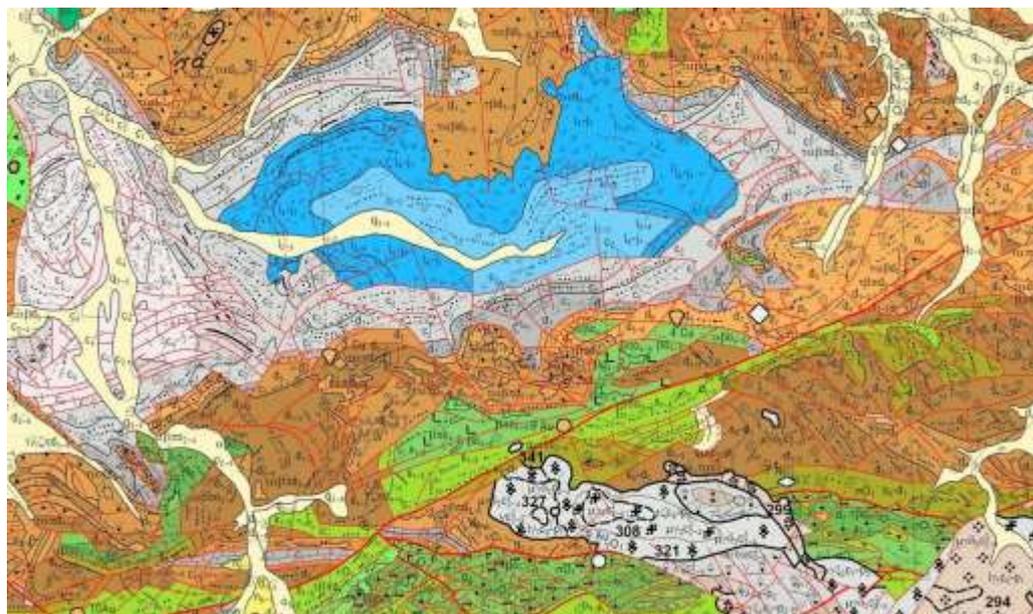


Рисунок 4. Район Карагандинского угольного бассейна. Фрагмент карты листа М-43-В [59].

Помимо этого в обрамлении бассейна присутствуют мелкие эпитермальные месторождения (Hg, Pb, As, Cu, Sb) (Жетымшоқы, Хаджиконган) классифицированные с вулканитами и ряд дугих мезотермальных месторождений (Cu, Pb, Au) (Каштал, Сулу, Узьымурт, Байгуль) связанных с гранитоидами, которые тоже могли послужить источниками поступления этих элементов в угольный пласт.

В орогидрографическом отношении бассейн приурочен к Казахскому мелкосопочнику (Сарыарка) и находится в средней части бессточного бассейна реки Нуры, который находится в Иртыш-Балхашского водораздела [51].

На территории Карагандинского бассейна решены следующее геологопромышленное районирование (рис. 5):

1. Карагандинский район с угленосными участками: Промышленный, Майкудукский, Саранский, Дубовский, Алабасский и Талдыкудукский.
2. Шерубайнуринский район с угленосными участками: Северный, Центральный, Каражаро-Шаханский, Нижнесокурский (Молодецкий), Долинский, Южный, Кишкенекольский, Камепайский, Боздонгульский, Сасыккольский.
3. Тентекский район с угленосными участками: Северный, Южный, Дельдельский, Северосасыккольский, Коныртюбинский.
4. Верхнесокурский район с угленосными участками: Кузнецкий, Камыскудукский, Западный, Акжарский.

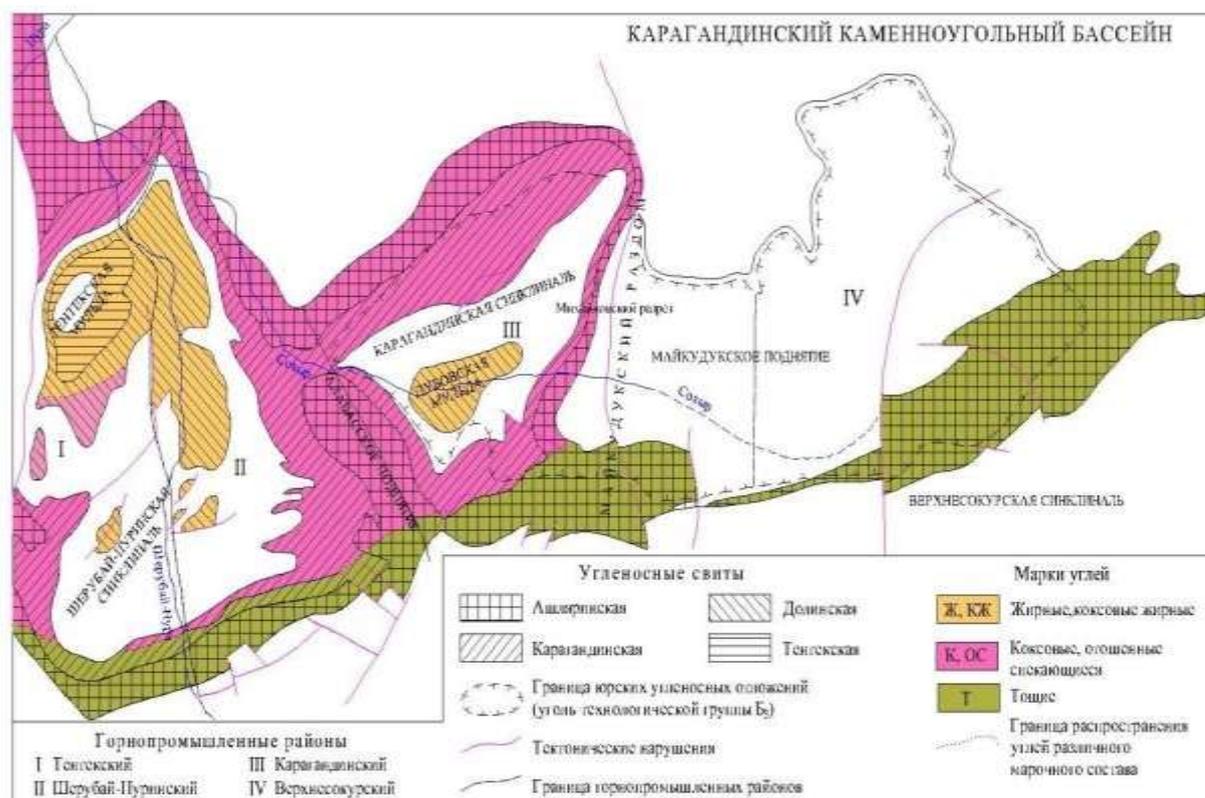


Рисунок 5. Схема Карагандинского угольного бассейна

Угленосными толщами являются юрские и карбоновые отложения. Угленосные отложения карбона, мощностью около 3800 метров, делятся на 7 свит: аккудукскую, ашлярикскую, карагандинскую, надкаргаандинскую, долинскую, тентекскую, шаханскую и тентекскую, которые содержат до 78 пластов и пропластов. Общая мощность всех пластов около 115м. Угленасыщенность свит по бассейну уменьшается с востока на запад и с юга на север. Угли гумусовые, каменные (от газовых до отошленно-спекающихся). Зольность углей изменяется от 12-17 до 20-35% [51]. Наиболее зольными являются угли ашлярикской и большей части тентекской свит.

Аккудукская свита ранневизейского возраста сложена в нижней части аргиллитами, которые вверх по разрезу сменяются алевролитами и песчаниками. К нижней части разреза приурочены прослои туфов и туффитов. Мощность свиты возрастает с запада на восток от 500 до 700 м. Ашлярикская свита является нижней продуктивной свитой бассейна. Нижней границей является почва пласта a_{20} , верхней - почва пласта k_1 . Свита сложена в основном прибрежно-морскими осадками - песчаниками, алевролитами и аргиллитами с пластами углей, прослоями мергелей и известняков. Мощность свиты возрастает с востока на запад от 300 до 600 м. В том же направлении уменьшается ее угленасыщенность. Возраст отложений ранне-средневизейский [51].

Карагандинская свита представляется второй и основной продуктивной свитой бассейна. Нижней границей ее является почва пласта $k_{1в}$, верхней – кровля пласта k_{20} . Емкость свиты 630- 800 м, усиливается в южном и западном

направлениях. Свита распределяется на три подсвиты: нижнюю, посредственную и верхнюю. Нижняя свита мощностью 130-180 м ограничена кровлей слоя к5 и представлена аргиллитами, алевролитами с постными фрагментами и пластами угля. В подсвите находятся шесть угольных пластов, располагающих сложное строение, внушительную мощность и высокую зольность. Средняя свита (между пластами к6 и к14) имеет мощность 340-440 м и удалена в границах через кровли слоя к15. В подсвите заключены основные рабочие пласты к7, к10, к12, к13, к14 и ряд тонких пластов и прослоев (рис. 6 б). Верхняя свита мощностью 160-200 м выделена пластами к15 и к20 и характеризуется сокращением значительности песчаных осадков. В нижней ее части доминируют аргиллиты и алевролиты. В подсвите располагается часть угольных пластов и прослоев, из которых только пласт к18 имеет промышленное значение [51].

Долинская свита - третья продуктивная свита бассейна. Нижней ее границей является пласт д₁, верхней - почва пласта т₁. Мощность свиты 430 - 560 м. По характеру угленосности свита подразделена на три подсвиты. Нижняя подсвита выделена в интервале угольных пластов д₁-д₆ (рис. 6 а) и имеет мощность 190-310 м.

Тентекская свита - четвертая продуктивная свита бассейна. Нижняя ее граница проведена по почве слоя т₁, верхняя - по кровле слоя т₁₇. Емкость свиты 515-560 м. Свита по типу угленосности и литологофациальным признакам раздроблена на три подсвиты. Нижняя свита мощностью 40-55 м ограничена сверху горизонтом конгломератов, залегающих несогласно выше пласта т₄. Она представлена озерными аргиллитами и алевролитами. Из четырехугольных пластов рабочее свойство имеют пласты т₁ и т₃ (рис. 6 б). Средняя свита имеет мощность 110-130 м. Она ограничена снизу горизонтом гравелитов, сверху - слоем т₉. В подсвите преимущественно распределены грубообломочные породы. Угольные пласты располагают сложное невыдержанное строение. Низ свиты мощностью 40-55 м представлен аргиллитами и алевролитами [51].

Шаханская свита венчает разрез угленосной толщи карбона Карагандинского бассейна. Отложения ее сохранились от размыва только в северной части Тентекского района. Нижней границей свиты служит кровля пласта т₁₇. Разрез свиты неоднороден и четко делится на две части. Нижняя часть представлена зеленовато-серыми неслоистыми аргиллитами и алевролитами, среди них залегают мощные (до 30 м) прослои средне- и крупнозернистых песчаников, гравелитов и мелкогалечных конгломератов с галькой вулканогенных пород. Верхняя часть шаханской свиты уложена красно-бурыми, гороховыми неслоистыми аргиллитами.

Следовательно, в строении угольной толщи карбона устанавливаются последующие закономерности: в разрезе угленосных отложений акцентируются два кардинально замечательных по характеру осадков и образу угленосности комплекса. Низ толщи (аккудукская, ашлярикская свиты и нижняя делянку карагандинской) представлена прибрежно-морскими отложениями с пластами зольных углей сложноватого строения. Без всякого перерыва эти отложения сменяются прибрежно-континентальными, а затем внутриконтинентальными

угленосными осадками с лиминитическим типом углеобразования. Угольные пласты характеризуются в большинстве своем более простым строением и меньшей зольностью угольной массы по сравнению с пластами паралического углеобразования; в разрезе продуктивной толщи угольные пласты залегают двумя большими группами, соответствующими ашлярикско-карагандинскому и долинско-тентекскому циклам углеобразования, которые разделены безугольной надкарагандинской свитой; смена прибрежно-морских отложений континентальными происходит резко и выше угольного пласта K_{35} морские осадки не встречаются. Мезозойские континентальные терригенные образования отличаются от каменноугольных совершенно иным типом разреза и значительно меньшими мощностями. Они характеризуются фациальной изменчивостью, пестротой состава и ритмичным строением. Саранская свита сложена конгломератами с прослоями песчаников и алевролитов.

Михайловская свита согласно залегает на кумыскудукский. Около Карагандинской впадины она сложена преимущественно алевролитами, углистыми аргиллитами и пластами коричневых углей. Мощность свиты усиливается с севера на юг от 180 до 300 м, максимальную мощность свита располагает в Верхне-Сокурском районе.

Отложения карбона и мезозоя на всей площади Карагандинского бассейна закрыты послеледниковыми песчано-глинистыми образованиями. В долинах рек развиты наносные водоносные песчаноглинистые отложения. Полная мощность отложений кайнозоя различается от 10 до 100 м.

Палеогеновые отложения сохранились исключительно в западной части Карагандинского бассейна, где они заполняют классические равнины рек. На площади образования угленосных отложений они представлены супесями и глинистыми песками мощностью 1-3 м, иногда 5 м. На крайнем юго-западе и северо-западе водоема к палеогену отнесена 20-40-метровая толстота песков, гравия и галечника.

Неогеновые отложения представлены аральской и павлодарской свитами. Аральская свита представлена серо-зелеными непроницаемыми глинами озерного происхождения мощностью до 65 м. Породы павлодарской свиты сформированы сводобно и представлены красно-бурыми загипсованными глинами мощностью 20-35 м. Среди глин встречаются прослойки песков.

Четвертичные отложения непрерывным чехлом компенсируют область бассейна и различаются многообразным литолого-фациальным составом. К ним причисляются аллювиальные, делювиальные, пролювиальные и озерные отложения, представленными галечниками, песками, супесями, глинами, гравием и др.

Юрские угли причисляются к лиминитическому виду и представляются в основном автохтонными. В дубовское время угленакопление происходило в сильно подвижных обводненных застойных болотах, что способствует образованию малозольных клареновых углей, состоящих из крупных постных фрагментов, часто структурных.

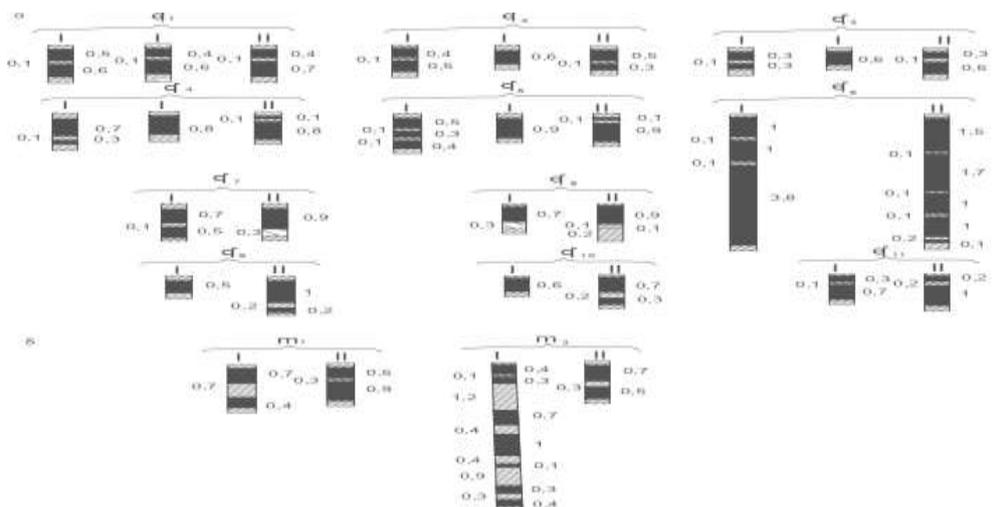


Рисунок 6. Стрoение рабочих угольных пластов ашлярикской (а) и карагандинской (б) свит в Карагандинском (I) и Чурубай-Нурином (II) районах (в качестве примера) [30].

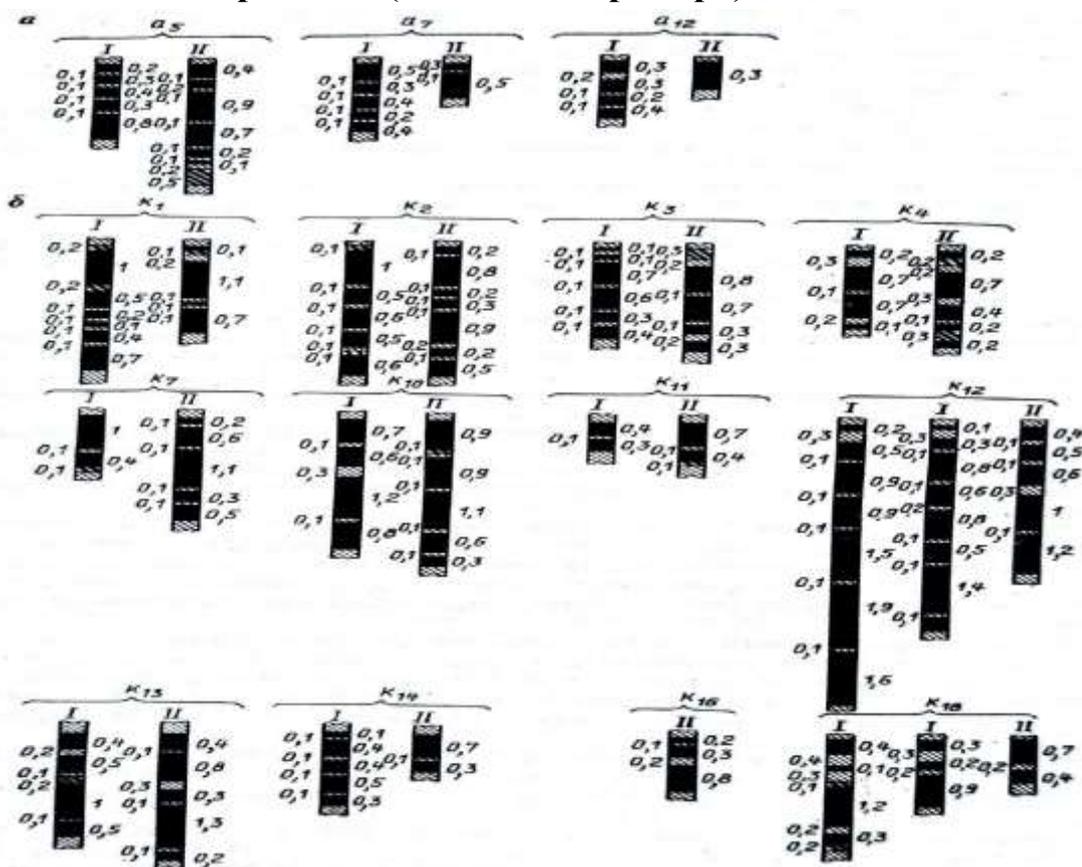


Рисунок 7. Стрoение рабочих угольных долинской (а) и тентекской (б) свит в Чурубай-Нурином (I) и Тентекском (II) районах (в качестве примера) [30].

Промышленная угленосность Карагандинского бассейна объединена с ашлярикской, карагандинской, долинской и тентекской свитами, какие включают в себя до 80 угольных пластов и пропластков. Из них 65 пластов

располагают рабочую мощность, Итоговая мощность всех угольных пластов составляет примерно 110 м. Угленосность отдельных свит характеризуется данными, предоставленными в таблице 4.

Таблица 4. Угленосность каменноугольных отложений Карагандинского угольного бассейна [3].

Свита	Мощность свиты	Индексы пластов	Число пластов*	Суммарная мощность*, м	Угленосность свиты*, %
Ашлярикская	500-600	a1-a20	$\frac{20-22}{2-4}$	$\frac{14-20}{2-6}$	$\frac{2,4-3,7}{0,3-1,1}$
Карагандинская	630-800	k1-k20	$\frac{24-26}{9-15}$	$\frac{26-42}{13-31}$	$\frac{3,5-6,0}{1,4-4,5}$
Долинская	430-560	d1-d11	$\frac{10-11}{6-9}$	$\frac{14-15}{11-12}$	$\frac{2,9-4,2}{2,3-3,3}$
Тентекская	515-560	t1-t17	$\frac{16-18}{3-4}$	$\frac{17-18}{32-4}$	$\frac{3,0-3,5}{0,6-1,7}$

Преимущественно угленосными и ценными в промышленном отношении представляются пласты карагандинской и долинской свит, а также нижние пласты тентекской. Угленосность ашлярикской свиты изучены слабо. Мощность угольных пластов, будто и угленосность свиты, в целом по бассейну уменьшается, с востока на запад, но в пределах каждого угленосного участка - с юга на север. Угленосность отложений нижнего мезозоя, связанная с дубовской свитой, большого значения достигает на западе Карагандинского угленосного участка (Дубовское месторождение) и на восточной части Верхне-Сокурского района. Угольные пласты образуют два угольных горизонта, из которых нижний представляется наиболее выдержанным. На Дубовском месторождении максимальный верхний угольный горизонт охватывает исключительно пропластки угля, а нижний складывается из пяти естественно несдержанных пластов сложноватого строения, достигающих рабочей силы 2,8-5,2 м на недалекой площади [3].

1.2 Экибастузский угольный бассейн

Экибастузский бассейн в структурном отношении представляет собой мульду, совмещенную с раннекаледонской структурой. Экибастузский бассейн приурочен к наложенной мульде, в строении которой принимают участие терригенно-карбонатные отложения. Разбор фаций фаменских отложений по Центральному Казахстану представил (Серых, 2009), что большинство мульд может быть отнесено к квазиplatformенной стадии.

Геохимический облик структур обрамления бассейна угленакопления обуславливается предпочтительно напластованием известково-щелочных и субщелочных эруптивных пород и продуктами их разрушения. Эруптивный источник в структурах обрамления чередуется с морскими осадочными отложениями, указывающими на подводную обстановку извержения, где

центры извержений сгруппированы в вулканические пояса (Кендыктинская, Царскосельская впадины) (рис. 8) В вышеупомянутых вулканических поясах доминируют базальты и андезитобазальты. Вулканический материал имеет высокий коэффициент эксплозивности и сопровождается с небольшими интрузиями габбро, плагиогранита, граносиенита, диабазы, пироксенита и верлита ранне-среднеордовикского года (Серых, 2009) (рис. 9) которые могли выступать источником редких металлов.

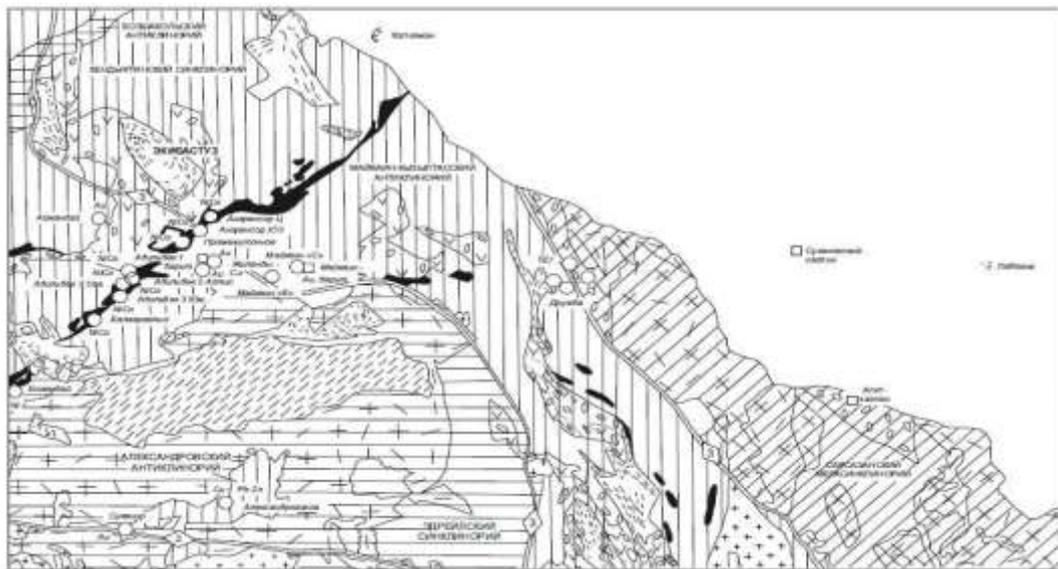


Рисунок 8. Схема основных структур листа М-43-Б

Продукты вулканической деятельности, вырабатываемые в бассейне показаны в виде прослоев тонштейнов, преимущественно сложенными тремя компонентами: полиминеральный, каолинитовым кристаллом, цементирующей толпой и углистым аргиллитом. В соотношении от преобладания того или иного компонента тонштейны подразделены на три группы: тонштейны в которых доминируют каолинитовые кристаллы над другими компонентами, тонштейны в которых преувалирующей представляется тончочашуйтая полиминеральная масса, цементирующая каолинитовые агрегаты, и тонштейны в которых каолинитовый источник сцементирован углистым аргиллитом [23, 69]

В угольном разрезе Богатырь, в угольном пласте установлено более 210 тонштейнов, где прослой отмечаются каждые 40-50см. Так же выделены два структурных типа тонштейнов: крупитчатые и кристаллические, где крупитчатые приурочны к повешеннозольным участкам слоя и углистым аргиллитам, а кристалльные выделены в чистых угольных пачках.

Да в обрамляющих бассейн текстурах располагалось пространство отложение карбонатных, терригенных и кремнистых пород.

Определенное влияние на металлогенический и геохимический облик региона оказали процессы тектоно - магматической активизации. Около участка Экибастузского угольного бассейна размещена большая часть Тлеумбетской зоны ТМА (рис. 8). Процессы сопряженной активизации для

местности Центрального Казахстана выражены довольно основательно и широко, сопровождаясь при этом рудоносными формациями, с какими объединено большинство редкометалльных месторождений и рудопроявлений. Они могут рассматриваться в качестве источников питания редкоземельными элементами при формировании прилегающих к ним участков угленосных отложений. На современной поверхности зоны активизации выражены посторогенными молассовыми впадинами с широким распространением субщелочных вулканитов.

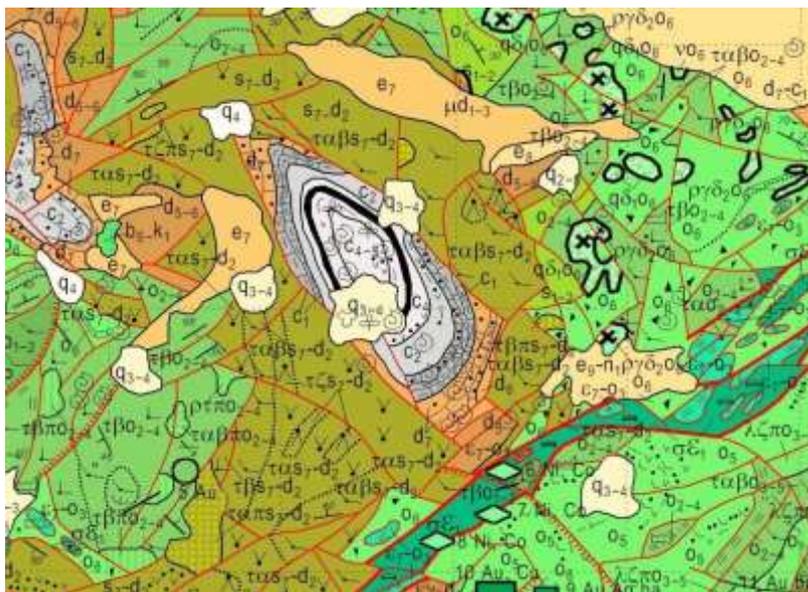


Рисунок 9. Экибастузский угольный бассейн. Фрагмент карты листа М-43-Б [3].

В разрезе угленосной толщи Экибастузского бассейна можно выделить два комплекса отложений, которые по условиям осадконакопления и образу угленосности кардинально отличимы друг от друга. Аккудукская и ашлярикская свиты показаны предпочтительно прибрежно-морскими и лагунно-морскими отложениями, сохраняющими в верхней доле паралические угли. Почти без перерыва данные отложения сменяются материковыми угленосными осадками с озерным образом углеобразования, в которых заключены вокруг 20 пластов и пропластков высокочольных углей. Действительный, единственный результативный кругозор образуют преимущественно сильные угольные пласты, которые сконцентрированы в средней доли разреза, а слабые пласты распределены как правило по всему разрезу карабидаикской и акбидаикской свит [47].

Бассейн поделен на 12 разведывательных участков (участки 1-10, 12 пред гор. ± 0 м, участок 11 до гор. -200 м), три угольных разреза до гор. -200 м: «Северный» (участки 1, 2, 3, 4), «Богатырь» (участки 5, 6, 9, 10), «Восточный» (участки 7, 8, 12) и совершенные кругозоры – более чем 200 м [39].

Угленосная толща охватывает 4 кондиционных угольных пласта, в которых содержатся балансовые запасы угля, но в настоящее время

отрабатывают только первые три сближенных слоя общей мощностью 160-180 м. Максимальная глубина погружения угольного слоя 1 по кровле 520 м, а максимальная глубина почвенного слоя 3 – 700 м. Свойство угльных пластов 1- 3 выучено достаточно полно. Угли высокозольные, посредственная многозольность угольной массы около 43% [71].

1.3 Майкубенский угольный бассейн

Майкубенский бассейн объединяет несколько месторождений: Майкубень, Шоптыколь, Сарыколь. Область Майкубенского бурогоугольного бассейна располагается в площади градационного перехода через площади типичного мелкосопочника Центрального Казахстана к площади равнины Прииртышья, граничащей с западносибирской низменностью [54].

Бассейн представляет собой пологоувалистую бугристую равнину, пересечённую речными долинами, вытянутыми в широтном направлении (рис. 10) Геологическое расположение и угленосность бассейна сопровождается устаревшие отложения, которые делятся на 4 свиты (снизу вверх): Ащикольскую, Талдыкольскую, Шоптыкольскую, Жиренкольскую.

Общая мощность древних отложений составляет около 1000м, а мощность отдельных свит составляет: Ащикольская –200-750м (пласт I-A-IV-A); Талдыкольская-170-340м (I-T-IV-T); Шоптыкольская –190-290м (I-III, II-III); Жиренкольская для 100м (I-Ж-II-Ж). Для Шоптыкольском месторождении полная мощность угля в горизонтах (I-III, II- III) - 50-60м [10].

Все угольные горизонты характеризуются сложным строением и хорошей выдержанностью по простирацию и резким изменением для кратких расстояний мощности и строения.

Угли Майкубенского месторождения являются метаморфизованными, гумусовыми. Массовая доля рабочей влаги в пластах колеблется от 16%-23% и в среднем составляет 19%.



**Рисунок 11. Майкубенский угольный бассейн.
Фрагмент карты листа М-43-Б [3].**

1.4 Торгайский бассейн

Бассейн размещен в Костанайской области Казахстана. Он выделен на площади Тургайского прогиба, по которому сочленяются складчатые сооружения Южного Урала и Центрального Казахстана.

Угли в бассейне обнаружены в 1948 г. На площади вокруг 150 тыс. км² выявлено больше 15 изолированных месторождений, посвященных закрытым гребнеобразным впадинам в палеозойском фундаменте. Габариты впадин 18-2700 км², глубиной от несколько сотен метров до 1300 м. Они выполнены угленосными отложениями триаса и юры, перекрестным с меловыми, послеледниковыми и четвертичными образованиями итоговой мощностью 25-150 м. Промышленная угленосность объединена с убаганской серией юрского возраста, к которой выделены черниговская и кушмурунская нижнеюрские, караганская и дузбайская среднеюрские свиты. В продуктивных свитах - кушмурунской мощностью до 280 м и дузбайской мощностью до 115 м содержится приблизительно 10 линзовидных залежей коричневого угля [63].

По территориальному размещению и особенностям геологического строения месторождения бассейн соединен в несколько групп. Большую промышленную значимость располагают Кушмурунское, Приозерное и Эгинсайское месторождения Убаганской категории и Орловское Приишимской группы, подходящие для отработки углей поверхностным способом. На месторождениях Убаганской категории в сохранившейся от эрозии доли дузбайской свиты держится до 10 ближних пластов мощностью около 19 м. Глубина залегания высоких пластов 30-40 м. Главное промышленное значение

располагают два пласта: Нижний Мощный и Верхний Мощный, залегающие в низах кушмурунской свиты. Имеющие мощность от 35 до 65 м, они достигают в центральных частях впадин, к бортам происходит расщепление пластов и выклинивание угля. Угленосные отложения слагают отлогие брахисинклинали, крылья, которые срезаны разломами и ограничивающиеся впадинами. Продольными и поперечными сбросами площади распространения угленосных отложений разбиты на крупные различно ориентированные ступенчатые блоки. В таких блоках залегание пород полого-волнистое под углами 3-5° (редко до 10°).

В Приишимской группе мощность дузбайской свиты 270- 320 м. и с ней связана генеральная промышленная угленосность [63].

Месторождения Приишимской (Жаныспайское, Кызылтальское, Савинковское), а да Торгайской, Карашиликской и Кустанайской групп, пригодные для подземной разработки углей, слабо изучены.

Гидрогеологические условия разведанных месторождений сложные; для их изучения требуется заблаговременное осушение. Усугубляющий фактор — большая серьезность залегания угольных пластов.

Подсчитанные запасы угля в бассейне 6 миллиард т, первоначально оцененные 690 миллион т, больше 90% запасов подходящи для наземной разработки. Балансовые припасы угля месторождения Орловское после категориям А+В+С₁ 1,1 миллиард т.

В границы бассейна символично интегрированы незначительные месторождения в западной доле Джезказганской области, известные с 90-х годов в. — Байконурское и Кияктинское. Байконурское месторождение отработано, Кияктинское, на котором обнаружены четверо угленосных горизонта мощностью 0,7—10 м (средняя 2-3 м), не осваивается из-за ограниченных запасов (66 млн т) и удаленности от транспортных путей.

1.5 Шубаркольское месторождение

Шубаркульское месторождение представляет асимметричную мульду, вытянутую в субширотном направлении с наибольшим размером осей 15,0 и 6,5 километр и максимальным погружением почвы Нижнего угольного горизонта до 250м (Рис. 12) °. На выходах угольных горизонтов на северо-западе и юге месторождения их углы падения увеличиваются до 20+ 40° [63].

Промышленная угленосность месторождения приурочена к нижней части разреза юрских отложений и содержит три угольных горизонта:

Верхний, Средний и Нижний. Наибольший интерес представляет Верхний горизонт, общепринятый для наземной разработки. Менее сильные и невыдержанные являются Средний и нижний горизонт, планируются к отработки подземным методом [63,55].

В тектоническом отношении, Шубаркольское месторождение, юрских углей приурочено к центральной части Сарысу-Тенизского возвышения крупной тектонической текстуры Западной части Центального Казахстана [13].

Максимальное погружение угленосных отложений составляет порядка 250 м. Наибольшие углы падения угленосной толщи от 10-25° до 30-35° на

Система	Слой	Букв. обозначение	Симв. обозначение	Породы	Условное обозначение	Мощность	Характеристика пород	
Четвертичные				Q			конгломераты, галечники, лессовидные суглинки	
				Z ₁ Q ₁		1,0-1,5	лессовидные суглинки, глина, песок	
Неоген				Z ₁		5-30	галечники, песок, глина желтая, бурая	
Палеоген				P ₁		20	кварцевые пески, алевролиты, глина	
Камегири	Верхний		Доломитовый	C ₁ d ₂		300-1100	песчаники, алевролиты, аргиллиты, сажи, угольные горизонты, конгломераты, песчаники, алевролиты бурого и серого цветов, 3 горизонта красно-красных туфо-песчаников	
				C ₃ d ₂		200-250	конгломераты, красные и серые песчаники, алевролиты, 1 горизонт красного туфо-песчаника	
	Средний		Долуристый	C ₁ t ₂		300	песчаники и алевролиты красноватые, кремни, пегматитовые туфы, туфо-песчаники	
				C ₃ t ₁		350-400	красные и серые песчаники и алевролиты, с прослоями кремней. Фауна остракод, фораминифер. Спори и шалаши	
	Нижний	Верхний			C ₁ v ₃		200	известняки, песчаники, алевролиты с фауной брахиопод
					C ₁ v ₁₋₂		420-550	известняки, мергели, переслаивающиеся с железистыми песчаниками, алевролитами, брахиоподы
		Нижний	Лурейский	Верхний	C ₁ t ₂		300-350	кремнистые известняки, мергели, аргиллиты, туфаты
					C ₁ t ₁		350-400	серые органические известняки, доломитизированные известняки, мергели, остатки брахиопод, мшанки, остракод
	Доломит	Верхний			D ₃ f ₃₀		400-500	известняки серые, мшистые угловатые. Сложная структура брахиопод

Рисунок 13. Стратиграфическая разрез Шубаркольского месторождения [59]

Таблица 5. Характеристика пластов угля Верхнего горизонта Шубаркольского месторождения [10]

угольные пласты	Мощность пласта, м от - до средняя		Распространение, %			Степень выдержанности
	горная масса	угольная масса	рабочей площади к общей по пластам	от площади горизонта	от запасов по горизонту	
1	2	3	4	5	6	7
Западный участок						
1	2	3	4	5	6	7
2В	16,90-21,96 19,12	16,30-20,84 18,58	100	20	61	выдержанный
2В2+3+4	12,75-21,96 14,16	11,68-21,13 13,57	100	2	3	относительно выдержанный
2В4	5,37-6,45 5,92	5,12-6,25 5,71	100	1	1	относительно выдержанный
2В3	1,30-3,21 2,04	1,10-3,21 1,78	81	2	0,3	невыдержанный
2В2	1,05-4,44 2,75	1,0-3,54 2,27	44	2	0,2	невыдержанный
2В1	1,0-1,45 1,17	0,75-1,35 1,08	15	3	0,2	невыдержанный
1В	8,30-11,96 10,71	6,63-11,16 9,75	100	10	16	выдержанный
	4,82-7,85 6,63	4,72-7,50 6,40	100	14	14	выдержанный

	1,03-5,05 2,47	0,98-4,15 2,37	82	14	4	относительно выдержанный
Bo	-	-	-	-	-	невыдержанный
Центральный участок						
2B	12,75-12,91 18,06	11,68-21,13 17,31	100	33	51	выдержанный
2B2+3+4	9,42-15,35 13,13	7,42-15,11 12,63	100	6	7	относительно выдержанный
2B4	1,00-5,80 3,89	0,85-5,80 3,55	90	2	4	относительно выдержанный
3B3	1,00-5,49 2,08	0,70-5,16 1,98	54	16	1	невыдержанный
2B2	1,08-4,70 2,80	0,74-3,83 2,52	66	16	2	невыдержанный

На юге, юго-западе и юго-востоке обрамления угольного месторождения имеются плутонические породы многообразного состава: гранодиориты и кварцевые диориты, граниты, лейкограниты, аляскиты. которые могут выступать как источник литофильных редких металлов.

На юге, востоке и западе римеются разновозрастные, предпочтительно девонские, вулканогенные отложения разнородные по составу от риолитов до андезитбазальтов и базальтов. С вулканитами в районе объединены проявления полиметаллов гидротермической природы (рис. 14)



Рисунок 14. Геологическая карта района месторождения Шубарколь

Непосредственно от Шубаркольской мульды, которая сложена преимущественно терригенной угленосной толщей, имеются терригеннокарбонатные отложения карбона, которые обеднены генеральным диапазоном металлов.

Обусловленный опечаток на формирование геохимического вида угленосных отложений Шубаркольского месторождения сыграли экзогенные процессы, которые обусловили накопление в углях в зонах высокие концентрации U, Th, REE, Hf, Sc, Zr, Ta.

1.6 Юрский этап углеобразования

Только для Казахстана проходило четыре цикла мезазойского угленакопления. Самый ранний относится к нижнему — среднему кейперу. Он проявился в Урало-Каспийском бассейне, где угленосной представляется курашасайская свита, и в Тургайском бассейне, в пределах которого угли отнесены к нижней подсвите узынкольской свиты [45, 19]

Третий мезозойский цикл седиментации наступил с основания доггера. Первый этап — отложение терригенных, часто грубообломочных безугольных пород — приходится на ааленский век. В Урало-Каспийском бассейне эти осадки представлены нижней безугольной частью илекской свиты, в Орском — нижней частью орской свиты, в Тургайском — карагандинской свитой, в Карагандинском — кумыскудукской, в Майкюбенском — возможно верхней частью талдыкольской и низами шоптыкольской, в Илийском — нижней безугольной частью надкаирлганской свиты, в Алакольской впадине, по-видимому, песчано-конгломератовой свитой, на месторождениях Мангышлака — танашинской свитой, Каратау — боролдайской, на месторождении Ленгер — верхней неугленосной подсвитой ленгерской свиты, на Юбилейном — межугольным горизонтом. Из всех указанных бассейнов и месторождений только в Майкюбенском бассейне в осадках этого возраста имеются значительные по мощности угольные пласты, но в целом и здесь угленасыщенность этого горизонта пониженная, а количество конгломератов — повышенное [45].

Совокупность разрезов юрских отложений разнообразных бассейнов удостоверяет о схожести их геологического развития и погодных условия региона. В геотектоническом отношении угольные месторождения Казахстана мезазойского возраста относятся к трем многообразным типам.

Месторождения Майкюбенского, Тургайского, Карагандинского и Орского бассейнов, а также Койтасской группы и Юбилейное сформировались в крупных грабеноподобных впадинах, возникших в период активизации платформы и обычно ограниченных сбросами с одной или с двух сторон. При этом месторождения Тургайского бассейна, Койтасской категории и Юбилейное устраиваются в рубежах больших прогибов мезо-кайнозойского возраста, обрамляющих Казахскую микроскладчатость с запада, севера и северо-востока, и образуют крупный (Тургай-Зайсанский) пояс угленакопления, протягивающийся от Аральского моря до Карагандинского и Майкюбенского

бассейнов находятся внутри Казахской складчатой системы, а Орского бассейна - в рубежах Уральской пликативной системы. Эти бассейны и месторождения характеризуются сильными угольными пластами. Илийский бассейн и месторождения Ленгер, Алаколь, Кендырлик приурочены к крупным межгорным впадинам, сильно характерным для Полднего и Юго-Восточного Казахстана. Они окаймлены высокими сооружениями, представляющими собой антиклинории, которые испытывали погружение в мезозое и кайнозое. Площади угленакопления в их границах водились обширными, однако интенсивность данного хода была меньшей, чем в тех месторождениях раннего типа, в связи с этим мощности пластов здесь значительно ниже. Приближаясь к второму образу месторождения Каратауской и Мангышлакской групп, но они располагаются в пределах участков, испытавших в дальнейшем время поднятия. Кроме того, в Каратау угленосные осадки подверглись метаморфизму и складчатости.

Месторождения Урало-Каспийского бассейна, которая включается к Прикаспийской впадине приурочены, к прикупольным мульдам компенсационного характера, развивавшимся одновременно с ростом соляных диапиров. [45].

2 глава. Методика исследования

2.1 Опробование угленосных отложений

Основной спектр постановляемых проблем и неодинаковая доступность угольных пластов для исследования обусловили потребность использования разнообразных способов опробования: бороздowego, сплошного и кернавого. Контроль больших проверок и материала ради выполнения аналитических изысканий нужен для определения форм нахождения и получения достоверной оценки нахождения элементов в угольных слоях и углевмещающих породах [76].

В ходе работы проводилось опробование пробы углей месторождения Шубарколь сплошным способом в филиалах Центральный, Восточный, горизонты 2В, 1В, 1В2; и на участке Восточный по четырем скважинам западного отвала были отобраны пробы выветрелого угля из площади увеличенного содержания урана (схема отбора проверок для рис. 14) Такая программа опробования установлена из необходимости сопоставления химического состава, особенностей распространенности редких и редкоземельных элементов в углях, и минеральных форм нахождения в окисленных и неокисленных, выветрелых углях. Водились данные опробования и изучены угли и углевмещающие породы Шубаркольского месторождения. Организация проверок для аналитических изысканий в всех случаях осуществляло стандартную технологию «сушки» в естественных условиях, дробление, квартование и истирание в отделении Геологии технической школы природных ресурсов ТПУ [76].

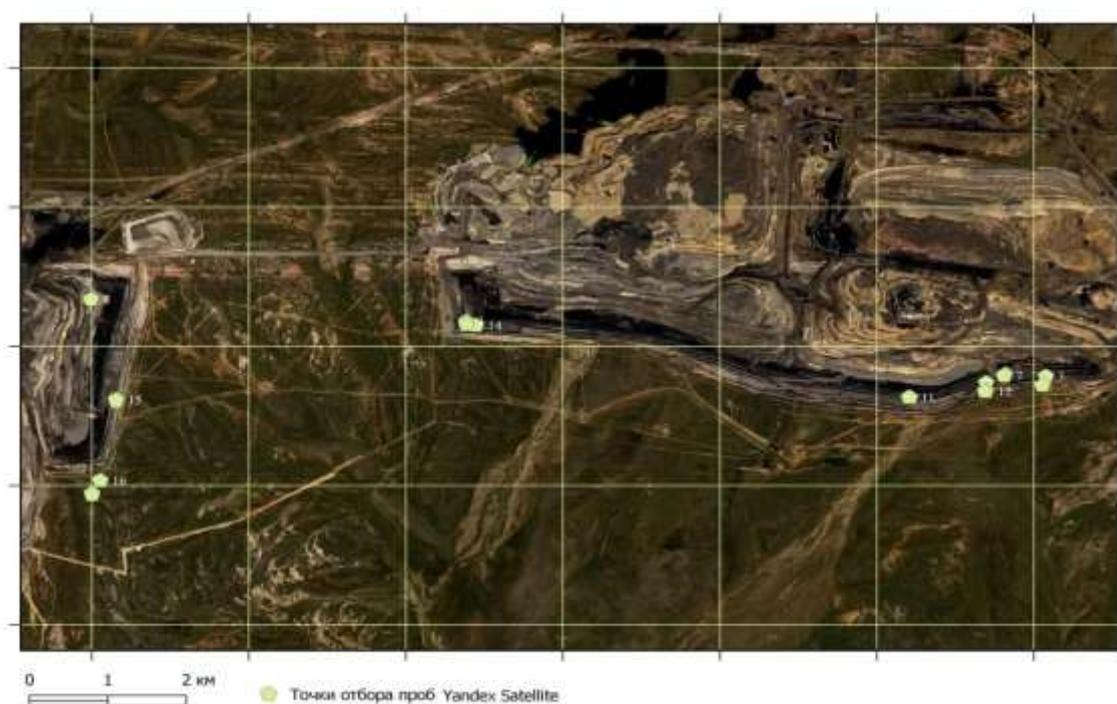


Рисунок 14. Схема отбора проб на Шубаркольском месторождении

2.2 Методы определения редких элементов в углях

Комплекс изысканий был выбран как следует из установленных проблем на определение содержаний элементов примесей в пробах угля и породных прослоев, минерального состава породных прослоев, минеральных конфигураций выскивания элементов-примесей в углях.

При проведении исследований атомно-абсорбционного анализа методом «холодного пара» производилось истирание на виброистирателе производства ВИМС «ИВ Микро» (рис. 15) до 200 меш (74 мкм) с соблюдением всех необходимых мер, исключающих их техногенное загрязнение. Подготовленные пробы перемешивались, квартовались, делились пополам. Половина пробы оставлялась в качестве дубликата на кафедре ГРМПИ, другая половина отсылалась на комплекс аналитических исследований. Всего изучено более 20 проб углей и углевмещающих пород, их вес менялся в пределах 0,5-2 кг.



Рисунок 15. Виброистиратель

Из различных способов концентрирования редких элементов и извлечения минерального вещества. Преимущественно распространен рецепт лабораторского озоления пробы при температуре 800 ± 15 °C (ГОСТ 11306-83). Однако, при таком способе пробоподготовки, теряется много элементов. Даже около низкой температуры озоления (550 °C) теряется до 95 % Se, 30 % U, 75 % Hg, 30 % Sr, 20 % Sb, предположительно весь Br (Finkelman et al, 1990), скорее всего, впечатляющее богатство Au, ингредиентов группы платины, As и др. (Бок, 1984). Использование этого метода низкотемпературное окисления пробы в кислородной плазме (Коробецкий, Шпирт, 1988) непроизводительно вследствие их высокой трудоемкости и низкой производительности. Кроме, окисления угля в кислородной плазме прибыли Br добивают 100 %, Hg - 90 %, Sb - 50 %.

В связи с обстоятельствами из-за анализа углей в начале применяются прецессионные ядерно-физические методы, не требующие предварительного

концентрирования элемента. Предпочтительно использование числовых методов разбора с низким пределом показывания элементов, таких как нейтронно-активационный, рентгено-флуоресцентный, гамма-спектрометрический, масс-спектрометрическим и др. В данном раздела анализ комплекса методов был обусловлен надобностью извлечения истинной информации по исследуемым элементам и определялся как полагается из рекомендаций и эксперимента многолетних исследований углей и углистых пород. Виды проведенных исследований показаны в таблице 6.

Таблица 6. Виды исследований

Вид исследования	Категория анализа, нормативнотехническая документация	Место проведения
Инструментальный нейтронноактивационный анализ на 26 элемента	НСАМ, ВИМС, 1992 III категория	Лаборатория ядерногеохимических методов исследований кафедры ГЭГХ, ТПУ, г.ТОМСК
Инструментальный нейтронноактивационный анализ на Au из навески 5г	НСАМ, ВИМС, 1992 III категория	
Анализ методом запаздывающих нейтронов на U	НСАМ, ВИМС, 1992 III категория	
Атомноабсорбционный анализ методом «холодного пара»	«ПНД Ф 14.1:2:4.24307» RU.C.31.001.A, 2015	Лаборатория микроэлементного анализа кафедры ГЭГХ, ТПУ, г.ТОМСК
Масс-спектрометрия с индуктивно связанной плазмой (ICP-MS)	№РА.RU513694, 2018	ФГБУ «ИМГРЭ»

2.2.1 Инструментальный нейтронно-активационный анализ (ИНАА)

В качестве основного порядка использовался четырехэлементный инструментальный нейтронно-активационный разбор (ИНАА) (аттестат аккредитации № Россиянин RU. 518623 через 10. 2011 г. ; НСАМ ВИМС № 410-

ЯФ)), реализованный в аккредитованной (аттестат № Россиянин RU .511901) ядерно-геохимической лаборатории кафедры геоэкологии и геохимии ТПУ.

Принцип инструментального нейтронно-активационного анализа предрасполагает существенное преимущество при анализе углей и углистых пород относительно с прочими технологиями (Gluskoteretal 1978; Рихванов 1994; Кизильштейн, 2002). Отсутствие химической подготовки пробы исключает погрешности средством привноса или доставания ингредиентов безраздельно с реактивами. Разделение и дробление пробы обязательно для стандартизации хода взвешивания и упаковки апробаций предварительно облучив ее. Так как аналитически сигнал обнаруживается с ядер химических элементов, однако физическое и химическое расположение пробы не воздействует на анализ. Влияние изменения состава матрицы пробы обуславливается безгранично интерферирующими и нейтронопоглощающими элементами. А поэтому схемы нейтронно-активационного разбора с большим успехом применяются с одними и теми же стандартными образцами сравнения (СОС) словно для угля, подобно ради золы угля и углевмещающих пород. Это позволяет одним методом в различных пробах определять в широком спектре (от $n \times 10\%$ перед $n \times 10^{-9}\%$) химические элементы. Причем, следует отметить, что углерод и базовые соединения в пробе способствуют улучшению параметров анализа – повышают точность и снижают пределы, что подтверждается отчерченными последовательными работами по разработке нейтронно-активационного разбора углей.

В выветрелых углях из зоны площади с увеличенным вхождением урана Восточного филиала концентрации всех редких и редкоземельных элементов основательно (в 5-10 раз) больше нежели в неокисленных углях Центрального и Западного районов. При выветривании в углях значительно (примерно в 1,5-2 раза) увеличивается содержание гуминовых кислот, являющихся естественным фильтром для тяжелых металлов благодаря присоединению ионов металлов к свободным радикалам гуминовых кислот [9, 33]. Аналогичный тип накопления ЭП в углях имеет название инфильтрационного. В этот тип объединены накопления металлов, которые образовались в результате привноса в угли растворенных соединений ЭП подземными водами, под воздействием гравитационных сил от периферии к центральным частям осадочных бассейнов. Среди них по (Кисляков, Щеточкин, 2000) выделяются грунтовые безнапорные воды, которые циркулируют вблизи поверхности в зоне свободного водообмена и пластовые напорные воды, проникающие по горизонтам грубозернистых осадков глубоко в толщи осадочных бассейнов [9, 33].

2.2.2 Масс-спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой

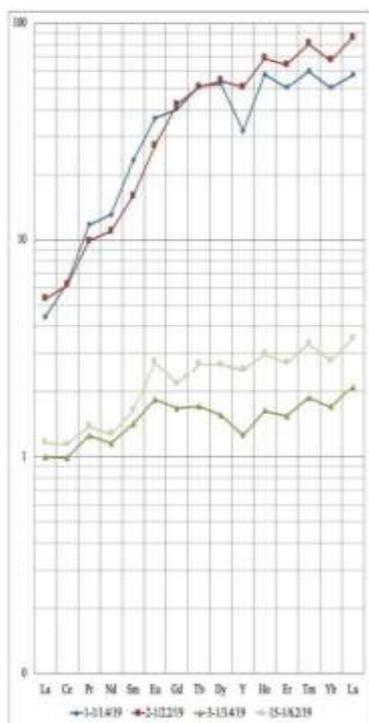
Поскольку способом нейтронной активации можно получить небольшой рентгеноспектр элементов-примесей, появилось потребность выполнения добавочного разбора позволяющего унаследовать преимущественно стопроцентный рентгеноспектр необыкновенных и редкоземельных элементов-примесей.

Способом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (ICPMS) обуславливается больше 50 элементов таблицы Менделеева. именно по этому метод считается одним из самых распространенных способов нахождения элементного состава. Предоставленная технология разбора представляется весьма точной и требует для анализа малое количество вещества [86].

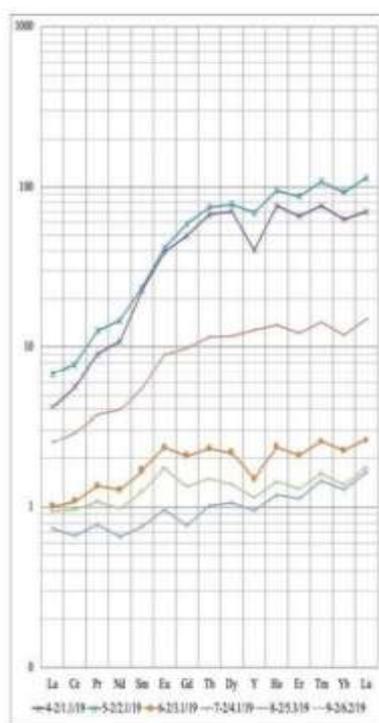
По конечным результатам аналитических работ выявлена приуроченность больших содержаний редких металлов и урана к верхним трехметровым промежуткам опробования, доказывая о накоплении металлов в прикровельной доли слоя окисленных углей, что свидетельствует анализ спектров распределения РЗМ [9]. Данная закономерность, где максимальные значения редких металлов подходят аргиллитам прикровельной части слоя окисленных углей, согласуется с плодами изысканий ИНАА.

Разбор спектров распределения РЗМ подтвердил это наблюдение. При общем росте содержаний верх после разреза, характер кривых распределения редкоземельных металлов с относительным обеднением по лантану и церию и обогащением ингредиентами от самария до лютеция, убедительно демонстрирует хода выветривания в верхней части угольного слоя с сравнительным обогащением по группам редкоземельных металлов. Большие содержания редкоземельных металлов выделяются в выветрелых углях, для среднейтяжелой группы они действительно многократно превышают кларк в верхней материковой коре. Десятеричные превышения кларков для элементов от гадолиния до лютеция обнаружены в глинизированных песчаниках и алевролитах, ряд других пород месторождения превышения над кларком кардинально ниже (рис. 16) [9].

Спектры распределения РЗМ в пробах по скважине 1



Спектры распределения РЗМ в пробах по скважине 2



Спектры распределения РЗМ в пробах по скважине 3 и композитной пробе выветелых углей

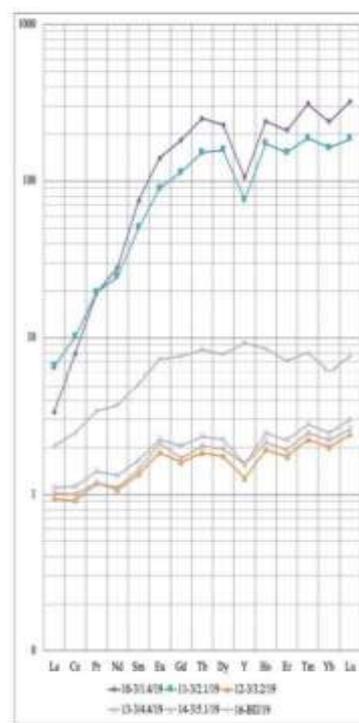


Рисунок 16. Спектры распределения редких элементов в окисленных углях месторождения Шубарколь по результатам ИМГРЭ

2.2.3 Атомно-абсорбционный анализ методом «холодного пара»

Содержание ртути в ископаемых углях может изменяться в широких пределах в соотношении от геолого-геохимических особенностей выработки угольных залежей и в среднем по миру составляет около 0,1 ppm (0,1 г/т) [4]. Осмотр нахождения ртути на всех стадиях подготовки и сжигания угля нужен ради оптимизации технологий сокращения выбросов данного ядовитого ингредиента в атмосферу и сбросов в сточные воды. Это требует измерения концентрации ртути в газовых, водянистых и твердых сферах [53].

В газовой фазе ртуть измеряется в дымовых газах для расчета выбросов ртути в атмосферу, в воздухе рабочей зоны; при попутном сжигании отклонений – ради экспрессного раскрытия контейнеров с ртутьсодержащими отходами. Для оптимизации схемы очищения дымовых газов от ртути требуется распознавание конфигураций выискивания ртути в дымовых газах, прежде измерение форм нахождения ртути в дымовых газах, прежде всего, соотношения ионной и элементной ртути. В жидких средах содержание ртути контролируется в воде скрубберов, конденсате, сточных водах до и после их очистки, в жидком топливе. Содержание ртути определяется в угле, других видах топлива, золе, сорбентах, шламе, гипсе и других видах твердых проб [44].

Оглавление ртути в угле и углевмещающих породах предопределяли способом беспламенной атомной абсорбции на приборе «РА-915+» с пиролитической приставкой «ПИРО-915» с употреблением пакета программ RA915P (ПДН Ф 16. 23-2000) в НИ ТПУ (СЦКП) (рис. 17) [53]. Спектр измерения предоставленного порядка для массовой доли ртути в пробах сочиняет от 5 до 10000 мкг/кг. Величины сравнительной погрешности измеряются при числе наблюдений $n = 2$ (для каждой пробы водилось проанализировано 3 навески, в качестве чистого значения считалось среднеарифметическое по трем измерениям), конфиденциальной вероятности $P = 0,95$ и диапазоне измерения многочисленной части ртути через 100 пред 10000 мкг/кг сочиняет 25%. Конец показывания ртути сочиняет 2 мкг/кг. Запись атомов ртути исполняется анализатором RA915+, при этом результат анализа выводится на компьютер. Многочисленная порция ртути в пробе обуславливается по ранжиру интегрального аналитического сигнала с учетом первоначально поставленного градуировочного коэффициента, приобретенного экспериментальным методом на основе обмериваний проверок образчика с знаменитым вхождением ртути (290 нг/г). В качестве стандарта использовали также угольный стандарт CLB-1 (U. GeologicalSurvey) с содержанием ртути 0,2 мг/кг [6].



Рисунок 17. – Анализатор ртути РА-915+ с пиролитической приставкой «ПИРО – 915+»

Навески предварительно размельченные и подсушенные комнатной температуры образцов угля составляли 50-70 мг. Границы относительной погрешности измерений составили 20–28%, в зависимости от массовой доли ртути в образцах, при доверительной вероятности 0,95 и двух параллельных измерениях.

2.4 Методы изучения форм нахождения редких элементов

Наиболее часто используемые в угольной минералогии способов возможно распределить люминесцентные методы, рентгенорадиографию, крепкий электромагнитный отклик и др. [37].

2.4.1 Энергодисперсионная рентгеновская спектрометрия

Этот вид анализа позволяет получить информацию о качественном составе микроминеральных включений. Методика основана на регистрации рентгеновских квантов, испускаемых атомами вещества под воздействием электронов. В процессе изучения образцов было отснято и проанализировано свыше 100 энергодисперсионных спектров [18].

Нормализация результатов позволяет получить информацию о качественном составе микроминеральных включений. Разработка основана на регистрации рентгеновских квантов, испускаемых атомами вещества вокруг воздействием электронов. В ходе исследования образчиков водилось отснято и проанализировано больше 100 энергодисперсионных спектров. Впрочем приобретенные итоги численного разбора не разрешают с уверенностью утверждать, какой конкретно теннантит обнаружен, поскольку исключительно рентгеноструктурный разбор разрешает неукоснительно предназначить минеральную фазу. Принимая во внимание с этим творцом использована технология [18], позволяющая диагностировать кое-какие минеральные соединения.

2.4.2 Рентгенофазовый анализ

Анализ минерального состава методом рентгеноструктурного анализа выполнен в МИНОЦ «Урановая геология» при кафедре геоэкологии и геохимии Национального исследовательского Томского политехнического университета на дифрактометре фирмы Bruker «D2 Phaser» (рис. 18)

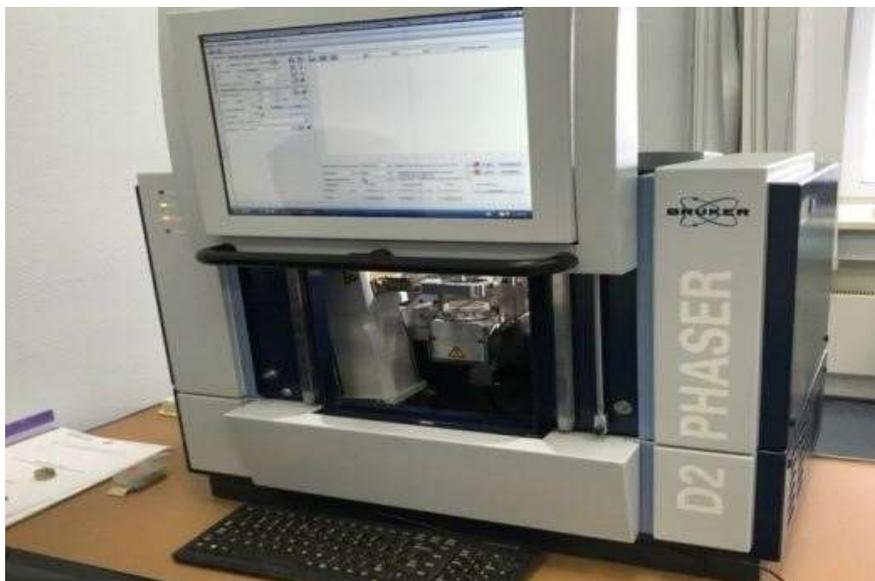


Рисунок 18. – Дифрактометр Bruker «D2 Phaser»

Была проанализирована порошковая автонавеска пробы аргиллита, которая измельчалась в агатовой ступке, предварительно промытой и ротортой с применением спирта.

Анализ рентгеновской дифрактограммы разрешает в перспективе резкого преобладания в пробе каолинита определить существование кварца, халькопирита, селенного шпата. Расследование минерального состава аргиллитов месторождения Шубарколь показало, что силикат $(Al_2(Si_2O_5)(OH)_4)$ представляется основным породообразующим минералом. К второстепенным минералам в составе аргиллитов относятся: кварц, селенные шпаты, андрадит, тремолит.

3 глава. Геохимическая изученность углей Казахстана

На территории Казахстана находятся 12 угольных бассейнов и около 380 изолированных месторождений и углепроявлений. Информация по содержанию элементов-примесей в углях Казахстана известна с 30-х гг. XX в., ориентированная на данные полуколичественного спектрального анализа, что не позволяет оценить уровни накопления в углях большинства редких, многоцветных и радиоактивных металлов. Но, с конца предыдущего века опубликовываются данные, приобретенные численными технологиями разбора (нейтронно-активационный, ICP AS, ICP MS и т.п.). Впоследствии повергнуты непродолжительные извещения, приобретенные путем анализа напечатанных, предоставленных и фондовых материалов [43, 54].

В углях Республики безостановочно при высокой частоте встречаемости (75-100%) имеются последующие элементы (в порядке их номеров в Периодической таблице Менделеева): Be, Sc, Ti, V, Cr, Mn, Co, Ni, Cu, Zn, Ga, Y, Zr, Mo, Yb, Pb. Реже встречаются: Ge, Sr, Sn, Ba, La, нерегулярны - В, As, Nb, Ag, W, Au, Hg [79].

Карагандинский угольный бассейн. К Карагандинскому синклинию, который располагается в средней части Центрального Казахстана, приурочен разрабатываемый методически с 1931 г. Карагандинский раннекаменноугольный бассейн, охватывающий приблизительно большую часть запасов коксующихся углей Казахстана. Для коксующих углей отличительны увеличенные концентрации Ga, Sc, Ge, REE, которые, в большинстве своем, встречаются в богатых витринитом углях долинской и тентекской свит (Азизов, 1997; Абдуллин, 1999). В золе углей карагандинской свиты ради Тентекском филиале (запад Карагандинского бассейна) действительно в всех покровах содержание Zr велико кларка [62].

В малозольных состоятельных витринитом углях долинской и тентекской свит Карагандинского угольного бассейна помечаются увеличенные концентрации германия. По достоверным сведениям Котеленец, Погребинской и Дягилева, при коксовании углей долинской свиты с вхождением Ge в шихте 2-2,5 г/т в смоле и надсмольной воде показано пред 5 г/т элемента, впрочем главная часть его остается в коксе и, следовательно, бесповоротно теряется. Тем не менее, пред 13% Ge переходит в химические продукты (смола и аммиачная вода). Замечается примечательное концентрирование фусов (до 40 % сравнительно нахождения Ge в химических продуктах) [62].

Самые невысокие находения Mo показаны в зольных углях ашлярикской свиты Карагандинского бассейна. Угли карагандинской и долинской свит располагают одинаковые в среднем количества элемента (около 3 г/т), которое увеличивается до 4,7 г/т в углях тентекской свиты. Во вмещающих породах Mo имеет положительную корреляцию в количествах, только превышающих предел чувствительности анализа. Подобно Ge, с которым Mo располагает основательную корреляцию, основные его концентрации, достигающие 500 г/т, фиксируются в угольных включениях, погребенных

промежду песчаников руслового типа. Зола неподвижных углей в среднем богаче этим элементом, чем зола коричневых - 21 и 11 г/т соответственно [28].

Содержание Ве в золе углей Казахстана колеблется в рубежах "следы" - 0,01%. Преимущественно основные его концентрации поставлены в коричневых углях дубовской свиты Карагандинского бассейна и месторождений Мангышлака (до 12-42 г/т зола).

При значениях 10-500 г/т мышьяк часто встречается в углях соседних пластов (к9, к18) карагандинской свиты. В пласте д5 Тентекского месторождения выявлено около 1100 г/т зола As (270 г/т угля). По достоверным сведениям, Колотова, в 10% концентрация As больше 100 г/т, а в 40% проб – ниже предела чувствительности анализа. Несмотря на то, что содержание As в углях основательно меньше допустимого (токсичными рассчитываются угли с содержанием As больше 1000 г/т, существование благоприятных концентраций мышьяка и типоморфизм его к углям должны настораживать) [28].

В Карагандинском бассейне относительно высокие концентрации Ag в посредственном поставлены в углях карагандинской свиты: предельно 6 г/т в пласте к4, 5 г/т в пласте к8, 3 г/т в пласте к9. В пласте к7 "Замечательный", угли которые без обогащения подходят для коксования, содержится около 1,4 г/т Ag. При фракционировании данных углей выявлено, что Ag либо делится правильно практически во всех фракциях, порядочно обогащаясь в легких, либо сосредоточивается предпочтительно в тяжелых фракциях удельного веса больше 1,7 г/см³ [12].

В золе углей карагандинской свиты для Тентекском участке (запад Карагандинского бассейна) действительны практически во всех слоях содержание Zr больше кларка.

Большими концентрациями TR и Sc акцентируются угли дубовской свиты (нижняя юра) Карагандинского бассейна. На западе, в Тентекском участке бассейна отпечатываются большие находки Y и Sc (соответственно до 40 г/т зола). В карагандинской свите относительно большими концентрациями Sc (до 43 г/т зола) различается самый сильный пласт бассейна - к12 (Верхняя Марианна), Содержание исследуемых минералов низкое. В целом высокие концентрации TR и Sc объединены с малозольными углями. В соответствии с этим, при обогащении эти элементы предпочтительно накапливаются в легких фракциях с удельным весом до 1,5 г/см³ (40-300 г/т зола Y, 3-30 г/т Yb, 15-70 г/т зола Sc), впрочем значимые качества, основательно превышающие их кларк в золе углей, помечаются и в больше бедственных фракциях [62].

По части прочих лантаноидов, то элементы иттриевой подгруппы (Dy, Ho, Er, Tu) предпочтительно накапливаются в легких фракциях (до 1,4 г/см³), La сравнительно правильно делится практически во всех фракциях. Впрочем, при пересчете на уголь обнаруживается закономерное увеличение его содержания от легких фракций к бедственным (от 0,9-2,5 до 16-25,5 г/т зола) и большие концентрации фиксируются в самой тяжелой фракции (удельного веса больше 1,8 г/см³).

Се и Nd накапливаются главным образом в легких фракциях, впрочем и наблюдаются отдельные увеличенные концентрации в фракциях удельного веса больше 1,4 г/см³. Коксующиеся угли Карагандинского бассейна используются для коксохимическом заводе Карагандинского металлургического комбината. Поскольку исследуемые элементы накапливаются в золошлаковых отходах, интерес могут вызывать отходы коксохимического производства, так как для коксования приспособляются малозольные угли карагандинской и долинской свит, основательно обогащенные данными элементами. На энергетических углях бассейна функционируют Теплоэлектроцентраль и ГРЭС Алматинской, Акмолинской, Актюбинской, Жезказганской, Карагандинской областей. Ежегодный итоговый выезд золошлаковых отходов превосходит 4-5 млн. т, а многовековые запасы в отвалах достигают, оценочно, 50-60 млн. Если принять в среднем по 30 г/т Y и Sc, а это возможно, достаточно заниженная цифра, в отходах может быть сосредоточено не менее 2000 т этих элементов, не считая других ценных компонентов. Бурые угли бассейна (Кумыскудукское, Дубовское и другие месторождения, подготовленные к промышленному освоению), содержащие высокие концентрации TR и Sc (до 200 г/т золы Y и 90 г/т золы Sc и др.), являются потенциальным сырьем для получения этих элементов [62].

Повышенные, в два и более раза превосходящий кларк Cr концентрации определены в золе углей дубовской свиты Караганды [28].

Для углей Карагандинского бассейна в целом характерно, отлительно низкое среднее содержание большинства элементов-примесей, сравнимое с кларковыми значениями для каменных углей. Для бассейна отлительна предпочтительно литофильная и болезненная халькофильная специализация. Сидерофильная организация препровождена исключительно Co (рис. 20) Так, в углях Карагандинского угольного бассейна поставлены увеличенные сравнительно с угольным кларком концентрации Ba, Sr, U, Sm, As, Sb, Fe, Br, La, Ce, Th, Cr, Hf, Cs, Co, Sc, что обусловлено областью питания бассейна угленакопления выделяющейся пространном диапазоном эруптивных (дацитовые, диабазовые, диоритовые порфиры, кварцевые порфиры, кварцевые альбитофиры, трахитовые порфиры) и плутонических пород (грнаодиориты, граносиениты, синенит-порфиры, гранит-порфиры) девонского возраста слагающих Центрально-Казахстанский (Девонский) вулканоплутонический комплекс (ВПП).

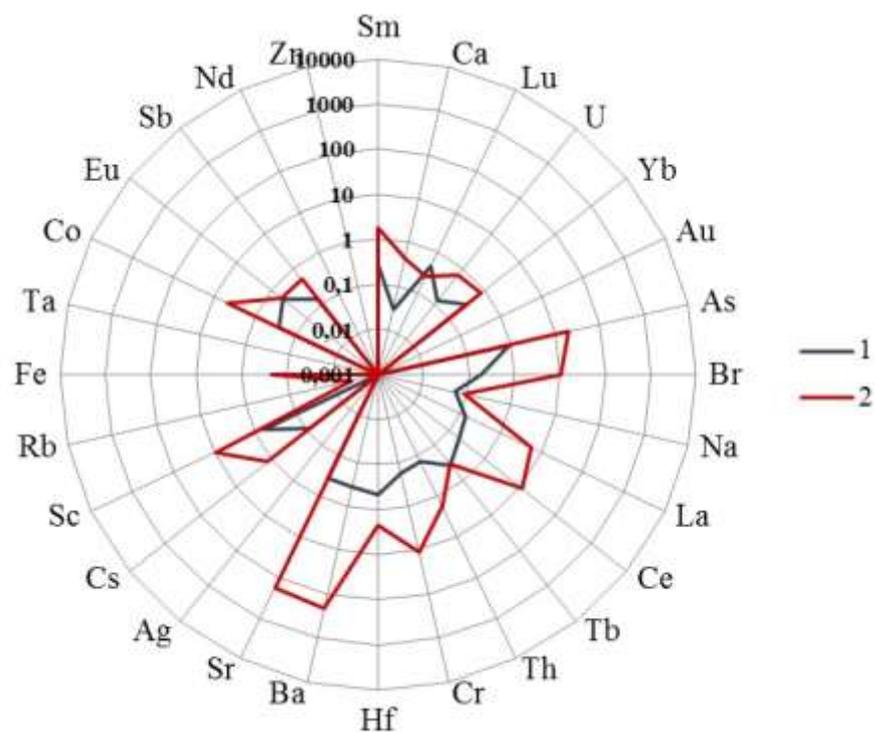


Рисунок 20. Элементы-примеси в углях Карагандинского угольного бассейна. 1- среднее содержание элемента, 2- наиболее локально высокое содержание элемента.

Майкубенский угольный бассейн. Согласно ранее проведенным исследованиям, угли месторождения обогащены редкоземельными элементами, преимущественно высокими концентрациями каких замечаются в зоне выветривания углей. При этом большие накопления (Y - 254 г/т, Sc - 96 г/т, Dy - до 384 г/т, Gd - пред 335 г/т, Sm -до 211 г/т, La- 46 г/т, Ce 89 г/т и Nd - пред 806 г/т угля) приурочены пространственно к линзовидным площадям аномального накопления урана [18].

В отдельных пробах Майкюбенского бассейна нахождения Rb приблизительно 1000 г/т золы. При фракционировании Rb либо делится правильно практически во всех фракциях, либо сосредоточивается предпочтительно во фракции удельного веса больше 1,9 г/см³, что удостоверяет о преобладании минеральных составлений ингредиента в углях, вместе с базисной конфигурацией [78].

По сведениям, Бувалкин, Азизов, Sb определена исключительно в пласте 3-Ш шоктыкольской свиты, где ее концентрация не превосходит 0,02% в золе. Все угли, в каких показан элемент, представляются малозольными. Содержание Ag в бассейне колеблется в районе 1-30 г/т золы. Увеличенные концентрации посвящены самому мощному угольному горизонту 3-Ш, разрабатываемому в настоящее время.

В золе углей Майкюбенского бассейн встречено от 0,03 до 1 г/т Au. Среди юрских коричневых углей относительно большими концентрациями Zr

акцентируются в Майкюбенском бассейне (в посредственном 100 г/т золы, в отдельных пробах пред 800 г/т золы [62]).

Угли Майкюбенского бассейна характеризуются необыкновенной зараженностью В. Среднее его оглавление в золе углей основного сочиняет 1230 г/т, при колебаниях от 800 до 3000 г/т. Увеличенные находения посвящены углям с зольностью пред 20%, в углях с зольностью больше 30% организация В резко падает. Вмещающие породы месторождения держат до 30-300 г/т бора. Большие концентрации В в золе углей Майкюбенского бассейна 0,6%. Самые невысокие содержания присущи углям ащикольской свиты (среднее 200 г/т золы). В углях нижнесарыкольской подсвиты содержание и радиочастота встречаемости В резко увеличиваются и добивают максимума в углях верхнесарыкольской подсвиты (в посредственном от 360 до 430 г/т золы). В большинстве случаев, большие концентрации В связаны с углями с минимальной зольностью (до 5%) и угольными включениями. При фракционировании В исключительно сосредоточивается в базисной массе. Не касаясь частностей оглавление В в органической массе углей приблизительно в 150 единовременно превышает такое в минеральных примесях [62].

Карагандинский бассейн. Для углей Карагандинского бассейна, не касаясь частностей отличительно низкое среднее оглавление большинства элементов-примесей, сравнимое с кларковыми значениями для каменных углей. В них поставлены больше высокие, после сопоставлению с кларком, концентрации скандия и ртути. Оглавление ртути в некоторых пробах превосходит «порог токсичности» для углей и достигает 1,25 г/т.

К Карагандинскому синклинию, некоторый располагается основные доли Центрального Казахстана, присвоен разрабатывающийся методически с 1931 г. Карагандинский раннекаменноугольный бассейн, охватывающий приблизительно все запасы коксующихся углей Казахстана. Для этих углей отличительны увеличенные концентрации Ge, Ga, Sc, REE, которые, в основном, встречаются в богатых витринитом углях долинской и тентекской свит. В золе углей карагандинской свиты для Тентекского участка (запад Карагандинского бассейна) действительны практически во всех слоях содержания Zr больше кларка.

Генеральным моментом имущества ртути, вероятно, был вулканизм, субсинхронный с торфонакоплением.

Накопление ртути могло протекать в результате насыщения угольных пластов ртутоносными гидротермами. На западе продуктивные отложения бассейна срезаны большим Тентекским разломом (рис. 21), который мог служить проводником растворов, интенсивных ртутью в угленосную толщу.

Несмотря на невысокое среднее содержание элементов-примесей в углях, низкая зольность углей бассейна обуславливает высокие их содержания в золе угля. По расчетным данным, в золе отмечены содержания Sc, Co, Br, Cr, Sr, Ba, Hf, Hg, превышающие более чем на порядок кларковые уровни накопления этих элементов (табл. 9). Концентрации Sr, Sc, Yb достигают возможно промышленно значимых величин [62].

Таблица 9. – Средние содержания элементов-примесей в угольных месторождениях Казахстана, г/т

Элементы	Бассейны, месторождения							Кларк дл бурых углей	Кларк для каменных углей	Минимальное возможно промышленно значимое	Порог токсичности для
	Экибастузский	Карагандинский	Каражыра	Талдыколь	Сарыколь	Шубарколь	Торгайский				
Ca*	1,02	0,22	0,48	0,69	0,5 5	0,11	1,14			н.д.	н.д. .
Sc	8,7	6,0	8,9	8,7	7,9	0,42	4,8- 15,1	4,1	3,7	10	н.д. .
Cr	7,2	9,8	24,5	34,3	17, 3	3,5	87,3	14,6	17,1	1424	100
Fe*	1,35	0,13	0,48	0,71	1,0 3	0,04	6,9	н.д.	н.д.	н.д.	н.д. .
Co	6,3	3,3	8-539	7,4	6,5	2,4	20,6	4,3	5,9	25	100
Zn	н.д.	н.д.	117	37,8	26	22,4	172,4	14	27	410	200
As	2,3	н.д.	0,16	3,6	11, 8	0,66	15,7	7,8	8	н.д.	300
Br	12,9	8,12	12,15	3,4	2,8	6,86	н.д.	4,2	6,6	н.д.	н.д. .
Na*	0,13	0,06	0,15	0,19	0,1 4	0,05	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.	н.д. .
Rb	3,5	<0,5	12,6	21,7	30, 8	6,7	4,6	9	17	36	н.д. .
Sr	151	101	271	120	141	31	231	119	100	403	н.д. .
Ag	0,16	<0,7	<0,6	0,24	0,2 4	0,51	0,51	0,10	0,13	1,2	н.д. .
Cs	0,61	0,66	0,37	1,5	2,8	0,04	0,62	1	1,2	31	н.д. .
Ba	271	147	188	242	275	7,12	54,4	151	151	н.д.	н.д. .

La	11,6	4,5	10,6	13,4	7,4	1,7	12,7	10,1	11,8	150,3	Н.Д.
Ce	26,5	10,6	23,7	30,8	21,6	2,6	26,3	22,6	23,7	н.д.	Н.Д.
Sm	2,8	1,8	4,7	2,6	2,2	0,30	2,6	1,7	2,2	н.д.	Н.Д.
Eu	0,9	0,46	1,4	0,7	0,6	0,08	0,76	0,4	0,53	н.д.	Н.Д.
Tb	0,6	0,29	0,69	0,7	0,54	0,08	0,55	0,37	0,34	н.д.	Н.Д.
Yb	2,0	0,65	1,8	1,5	1,4	0,38	2,6	1,3	1,4	1,7	Н.Д.
Lu	0,31	0,23	0,29	0,25	0,27	0,05	0,48	0,17	0,43	н.д.	Н.Д.
Hf	2,3	1,5	0,75	2,2	1,5	0,09	2,73	1,5	1,3	5,12	Н.Д.
Ta	0,22	<0,09	0,05	0,27	0,15	0,07	0,25	0,23	1,2	н.д.	Н.Д.
Au* *	0,84	<0,01	11,2	1,7	0,84	4,8	0,04	3,5	4,6	22	Н.Д.
Hg	0,05	0,86-1,26	0,015-1,8	0,04	0,05	н.д.	0,04	0,3	0,3	1,3	1,3
Th	2,4	1,5	0,3	3,4	3,7	0,15	1,35	3,5	3,3	н.д.	Н.Д.
U	0,96	0,47	0,6	1,6-21,4	1,4	0,15	0,78	2,8	1,8	н.д.	Н.Д.
,%	36,6	9,6	11,8	25,4	25,5	н.д.	20,6	н.д.	н.д.	н.д.	Н.Д.

Примечание: н.д. – нет данных; жирным шрифтом выделены содержания, превышающие «порог токсичности» и минимальное возможно промышленно значимое содержание; * – в %, ** – в мг/т.

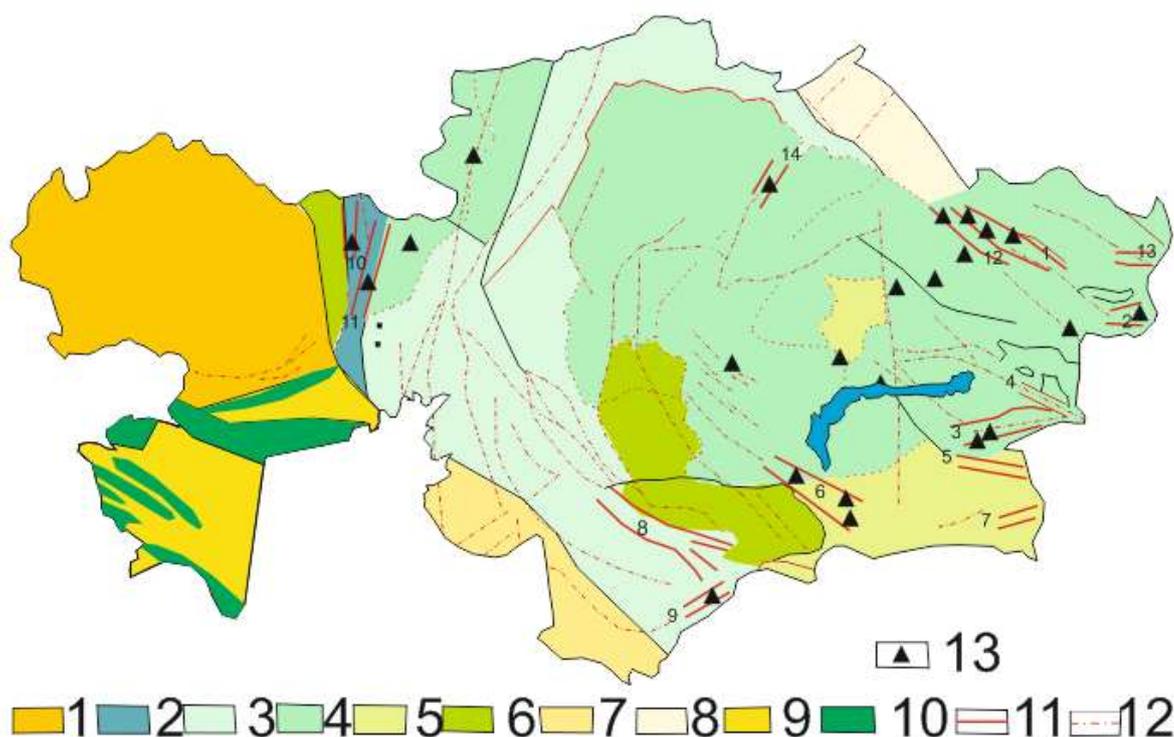


Рисунок 21. – Схема размещения ртутной минерализации в тектонических областях Казахстана [62].

1 – допалеозойская платформа, 2-8 – Урало-Сибирский складчатый пояс: 2 – площади устойчивой каледонской консолидации, 3 – площади неустойчивой консолидации, 4 – площади раннегерцинской консолидации, 5 – позднегерцинские впадины, выполненные осадочно-вулканогенными образованиями, 6 – позднегерцинские впадины, выполненные молассовыми образованиями, 7 – киммерийско-альпийские впадины на эпигерцинской платформе, 8 – киммерийско-альпийские впадины на площадях эпигерцинской платформы, вовлеченных в орогенную зону Средиземноморского пояса, 9-10 – Средиземноморский складчатый пояс: 9 – площади неустойчивой герцинской консолидации, 10 – зоны киммерийских поднятий на площадях неустойчивой герцинской консолидации, 11 – ртутоносные зоны: 1 – Чарская, 2 – Северо-Саурская, 3 – Арасанская, 4 – Джунгарская, 5 – Южно-Джунгарская, 6 – Джалаир-Найманская, 7 – Кетменьская, 8 – Каратауская, 9 – Ушкургантасская, 10 – Сакмарская, 11 – Зеленокаменная, 12 – Жананская, 13 – Меркакольская, 14 – Тургайская; 12 – разрывные нарушения, 13 – рудные формации.

Учитывая высокое качество углей бассейна, широкий спектр их использования, с целью инвентаризации участков с опасными концентрациями ртути необходимо провести детальное исследование ее распределения в разрезе угленосных отложений и по простиранию угольных пластов.

Экибастузский угольный бассейн. Экибастузский бассейн размещен в одноименных мульдах к северу от г. Караганды в подвижной площади (неполной каледонской стабилизации). Бассейн посвящен одиименной грабенбрахисинклинали, обрамление и фундамент которой сложены нижнедевонскими вулканогенными образованиями жарсорской свиты (Геология

месторождений угля , 1973). Экибастуз различается уникальными мощностями пластов энергетических углей, большая их запасами и интенсивно разрабатывается карьерами с 1954 г. Подмечают существование ненормальностей Ag, Sc, Y, Cu, Zn, Au, временами редкоземельных ингредиентов в высокозольных углях Экибастузского бассейн. Увеличенное обилие глинозема в золе водоема сопровождается явственно увеличенными содержаниями Ti, Zr. А максимальные концентрации Ti (более 1% в золе) поставлены профессионалами в угольных включениях.

Были взяты пробы из разрезов Северный, Ориентальный и Экибастузский. Итоги презентованы в таблице 10.

Таблица 10. Средние содержания элементов-примесей в Экибастузском бассейне, г/т

Элемент	Разрез					
	Экибастузский		Северный		Среднее	
	В угле	В золе углей	В угле	В золе углей	В угле	В золе углей
Ca*	0,5	1,55	1,48	3,7	1,04	2,73
Sc	10,3	27,7	7,14	18,7	8,68	23,5
Cr	7,5	20,7	7,45	19,4	7,38	20
Fe*	0,71	2,08	2,07	4,95	1,5	3,8
Co	6,7	19,4	5,05	13,55	6,1	16,3
Zn	37,2	102	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.
As	4,72	13,22	<1	<1	2,33	6,54
Br	12,3	33,9	12,7	32,4	12,3	33,1
Na*	0,1	0,23	0,14	0,35	0,11	0,30
Rb	6,3	18,11	<0,4	<0,4	3,31	9,06
Sr	143	394	151	446	152	421
Ag	0,6	0,86	<0,6	<0,6	0,16	0,41
Cs	0,67	1,77	0,67	1,67	0,67	1,77
Ba	404	1104	144	394	274	744
La	13,1	37,71	9,41	24,81	11,1	31,1
Ce	34,9	96,9	18,9	47,9	26,9	79
Nd	14,25	39,05	н.д.	н.д.	н.д.	н.д.
Sm	3,6	8,76	2,56	6,66	2,86	7,76
Eu	0,4	2,54	0,74	1,84	0,84	2,14

Tb	0,52	1,52	0,71	1,92	0,62	1,72
Yb	2,58	7,08	1,58	3,85	2,08	5,48
Lu	0,1	1,11	0,31	0,91	0,31	1,12
Hf	3,2	9,2	1,2	4,2	2,2	6,2
Au**	1,7	4,7	<0,01	<0,01	0,87	2,47
Hg	0,96	2,6	0,47	1,15	0,6	1,96
Th	4.1	11,1	1,31	3,1	2,1	7,1
U	1,5	3,3	0,63	1,3	0,93	2,3

Примечание: н.д. – нет данных; * - %, ** - мг/т

Угли бассейна различаются больше большими концентрациями литофильных элементов-примесей (Sr, Eu, Tb, Hf, Sc), однако уровни накопления не настолько высоки, дабы анализировать их как возможный источник ценных металлов. Если ориентироваться на цифры, доставленные в свойстве маленьких содержаний элементов для определения вероятной значительности углей (Ценные и токсичные. ., 1996), то возможную промышленную значимость предоставит только лантаноид.

Принимая во внимание с высокой зольностью углей бассейна, содержание данных элементов в золе угля существенно ниже среднемировых данных (табл. 11). Это ограничивает перспективы комплексной переработки экибастузских углей.

Таблица 11. Средние содержания элементов-примесей в золе угольных месторождений Казахстана, г/т

Элемент	Бассейны, месторождения						Кларк дл золы бурых углей [10]	Кларк для золы каменных углей [10]	Минимальное возможно промышленно значимое содержание
	Экибастузский	Карагандинский	Каражыра	Талдыколь	Сарыколь	Торгайский			
Ca*	0,5	1,55	1,48	3,7	1,04	4,94		23	н.д.
Sc	10,3	27,7	7,14	18,7	8,68	35,3	21	123	50
Cr	7,5	20,7	7,45	19,4	7,38	315,7	81		7000
Fe*	0,71	2,08	2,07	4,95	1,5	24,5		36	н.д.
Co	6,7	19,4	5,05	13,55	6,1	70,8	25	171	100
Zn	37,2	102	н.д.	н.д.	н.д.	356,4	113	45	2000
As	4,72	13,22	<1	<1	2,33	60,6	46	33	н.д.
Br	12,3	33,9	12,7	32,4	12,3	н.д.	33		н.д.

Na*	0,1	0,23	0,14	0,35	0,11	н.д.		131	н.д.
Rb	6,3	18,11	<0,4	<0,4	3,31	6,83	49	731	175
Sr	143	394	151	446	152	932	754	0,64	2000
Ag	0,6	0,86	<0,6	<0,6	0,16	1,04	0,57	8	5
Cs	0,67	1,77	0,67	1,67	0,67	0,8	5,6	983	150
Ba	404	1104	144	394	274	125	904	75	н.д.
La	13,1	37,71	9,41	24,81	11,1	30	63	141	н.д.
Ce	34,9	96,9	18,9	47,9	26,9	70,54	121		н.д.
Nd	14,2 5	39,05	н.д.	н.д.	н.д.	38,87		13	н.д.
Sm	3,6	8,76	2,56	6,66	2,86	8,37	10,8	2,5	н.д.
Eu	0,4	2,54	0,74	1,84	0,84	2,5	2,5	2,2	н.д.
Tb	0,52	1,52	0,71	1,92	0,62	2	2,2	6,7	н.д.
Yb	2,58	7,08	1,58	3,85	2,08	11,9	5,4	1,4	7,5
Lu	0,1	1,11	0,31	0,91	0,31	1,9	1,2	8,8	н.д.
Hf	3,2	9,2	1,2	4,2	2,2	7,7	7,6	25	25
Au**	1,7	4,7	<0,01	<0,01	0,87	0,2	19	23	100
Th	0,96	2,6	0,47	1,15	0,6	2,85	18	14	н.д.
U	4.1	11,1	1,31	3,1	2,1	2,16	17	22	н.д.

Примечание: н.д. – нет данных; жирным шрифтом выделены содержания, превышающие минимальное возможно промышленно значимое содержание; * - %, ** - мг/т

Согласно ранее проведенным исследованиям (Беляев, 1989), угли месторождения обогащены редкоземельными элементами, преимущественно большими концентрации каких замечаются в зоне выветривания углей. При всем при этом большие содержание (Y - 254 г/т, Sc - 96 г/т, Dy - до 384 г/т, Gd - пред 335 г/т, Sm -до 211 г/т, La- 46 г/т, Ce 89 г/т и Nd - пред 806 г/т угля) приурочены пространственно к линзовидным зонам аномального накопления урана.

В настоящее время для изысканий доступны 3 пласта Экибастузского бассейна, обнаруженные разрезами Северный, Центральный и Экибастузский.

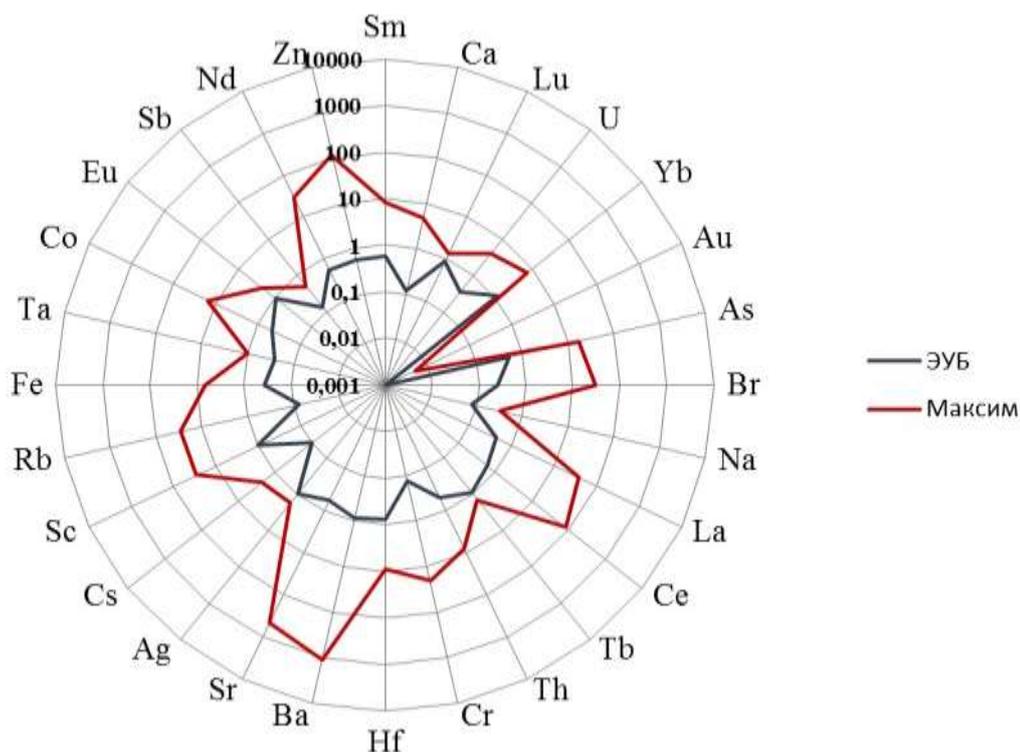


Рисунок 22. Элементы-примеси в углях Экибастузского угольного бассейна. 1- среднее содержание элемента, 2- наиболее локально высокое содержание элемента.

Геохимическая квалификация углей Экибастузского угольного Бассейна (рис. 22) некординально различается через от таковой в Карагандинском угольном бассейне. В бассейне замечаются множественные контрастные аномалии внушительной категории литофильных элементов-примесей. Также в углях поставлены слабоконтрастные аномалии халькофильных и сидерофильных элементов. Концентрирование углей редкими щелочными сплавами (Rb, Cs) могло произойти в процессе гидротермально-метасоматических процессов, выходящих на заключительном рубеже тектономаматической активизации Тлеумбетской зоны, прилегающей к юго-западной доли площади питания бассейна. Хода сопряженной активизации для местности Центрального Казахстана выражены довольно основательно и широко, сопровождаясь около рудоносными формациями, с какими объединено большинство редкометальных месторождений и рудопроявлений. Они рассматриваются как источники питания аномальными и редкоземельными элементами при формировании примыкающих к ним участков угленосных отложений.

Концентрирование углей Pb, Zn, Cu, Au связано с распространением в обрамлении большущих и незначительных колчеданных месторождений.

Майкубенский бурогольный бассейн. Находиться в Павлодарской области, в 160 км к юго-западу через г. Павлодар. Исходя из приведенных данных (Бувалкин, Азизов, 1963; Брюшков, Ворохова, 1972), угли характеризуются увеличенными концентрациями Pb (в отдельных пробах до

1000 г/т золы), Zr (около 100 г/т золы, в отдельных пробах до 800 г/т золы), Ag (1-30 г/т золы). При этом обнаруженные увеличенные концентрации посвящены самому мощному угольному горизонту 3-Ш, разрабатываемому в настоящее время. Согласно опубликованным данным, угли Майкубенского бассейна характеризуются аномальным содержанием В (содержание в золе от 800 до 3000 г/т).

В целом, анализируя полученные данные, можно получить вывод, что угли водоема характеризуются единообразием в геохимическом диапазоне элементов, за исключением некоторых из них. Около Майкубенского бассейна исследуемые объекты обогащены редкоземельными элементами, присутствуют многоцветные металлы (Ag, Zn, Co). Предположительно формирование объекта происходило под влиянием недифференцированного терригенного сноса с обрамления бассейна, сложенного гранитоидами.

Содержание элементов-примесей в углях месторождения Сарыколь как правило ниже определенных кларков для бурых углей. Незначительные превышения над кларком поставлены для Cr, Co, Zn, As, Sr, Ag, REE. Значительное концентрирование зарегистрировано исключительно для Ba, Cs, Rb, Sc. При всем при этом полученные концентрации не имеют практического значения.

Для углей месторождения Талдыколь отличительно содержание редкоземельных элементов цериевой категории и Yb, явственно концентрирование некоторых элементов (Cr, Ta, Au, U) сравнительно с углями второго месторождения. При всем при этом, несмотря на невысокую зольность, золы углей также обогащены данными элементами, по сопоставлению с зольным кларком. Так, содержание иттербия при перерасчете на золу достигает промышленно необходимых величин.

Содержание в углях ядовитых и потенциально ядовитых элементов не превышает «порог токсичности» для углей, но, подобает указать на повышенное содержание урана, уровни содержания которого в кое-каких пробах месторождения Талдыколь, по расчетным данным, составляют 127 г/т золы, что больше кларкового нахождения данного элемента в несколько раз.

Угли бассейна характеризуются единообразием в геохимическом диапазоне элементов, кроме некоторых из них. Около Майкубенского бассейна перелопаченные предметы обогащены редкоземельными элементами, близко многоцветных металлов (Ag, Zn, Co).

Оглавление элементов-примесей в углях месторождения Сарыколь как правило далее определенных кларков ради коричневых углей [51]. Незначительные превышения над кларком поставлены ради Cr, Co, Zn, As, Sr, Ag, REE. Значительное концентрирование зарегистрировано исключительно для Ba, Cs, Rb, Sc. При всем при этом приобретенные концентрации не имеют утилитарного значения.

Для углей месторождения Талдыколь характерно накопление редкоземельных элементов цериевой группы и Yb, заметно обогащение некоторых элементов (Cr, Ta, Au, U) по сравнению с углями второго месторождения. При этом, несмотря на высокую зольность, золы углей также

значительно обогащены этими элементами, по сравнению с зольным кларком. Так, содержание иттербия при перерасчете на золу достигает промышленно значимых величин.

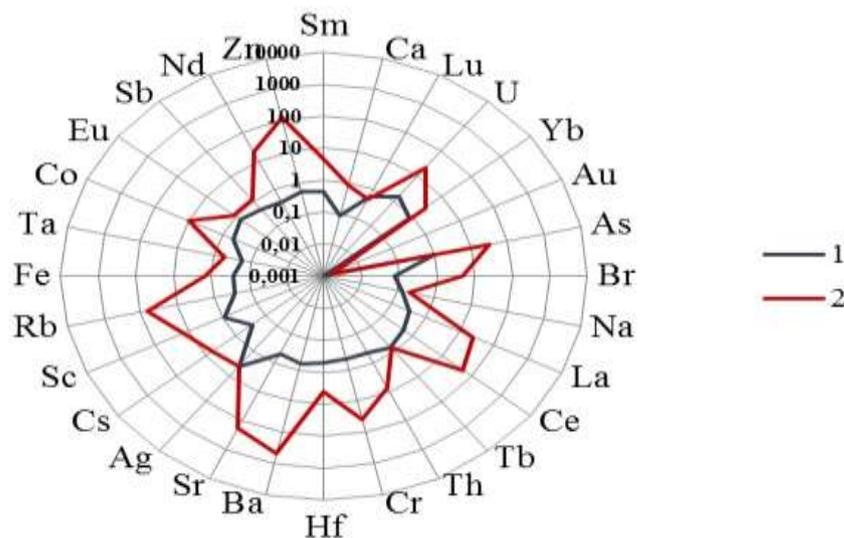


Рисунок 24. Элементы-примеси в углях Майкубеньского угольного бассейна. 1- среднее содержание элемента, 2- наиболее локально высокое содержание элемента.

Для углей Майкубеньского бассейна определена предпочтительно литофильная, а также слабая халькофильная (Zn, As, Sb) и сидерофильная квалификации (Fe,Co) (рис. 24)

Литофильная квалификация углей определена присутствием щелочногранитоидных пород в текстурах обрамления, геохимической необыкновенностью каких представляется их контрастная обогащенность литофильными и рядом прочих элементов, какие в последующем могли мигрировать в агатовый пласт грунтовыми и поверхностными водами.

Торгайский бассейн. Орловское месторождение. Угли месторождения обогащены рядом сидерофильных (Sc, Mn, Co, Cr Cd, Pb,), литофильных (Sr, Li, Be Ti, Sn, Ga, Ge, Hf, Sr, TR) и отдельных халькофильных (Zn, As, Cu) элементов, причем концентрации Co, Yb, Zr, Y достигают возможно промышленно значимых величин (таб. 13).

Таблица 13. Содержание элементов-примесей в углях месторождения Орловское, Торгайский бассейн, г/т

Элементы	Содержание	Кларк для бурых углей	Минимальное возможно промышленно значимое	Порог токсичности для	Элементы	Содержание	Кларк для бурых углей	Минимальное возможно промышленно значимое	Порог токсичности для

Li	21,19	10	н.д.	н.д.	In	<0,000005	0,02	0,2	н.д.
Be	3,76	1,6	2000	50	Sn	6,90	0,79	20	н.д.
Na*	0,4		н.д.	н.д.	Sb	0,57	0,84	30	6
Mg*	0,54		н.д.	н.д.	Te	<0,0001		1	н.д.
Al*	1,07		н.д.	н.д.	Cs	2,28	3,5	30	н.д.
Si*	2,7		н.д.	н.д.	Ba	9,79	11	н.д.	н.д.
P	49,38	222	н.д.	н.д.	La	2,09	1,9	150	н.д.
K	474,63		н.д.	н.д.	Ce	0,62	0,5	н.д.	н.д.
Ca*	1,33		н.д.	н.д.	Pr	2,83	2,6	н.д.	н.д.
Sc	8,15	4,4	50	н.д.	Nd	0,24	0,98	н.д.	н.д.
Ti	1016,5	700	7500	н.д.	Sm	31,89	150	н.д.	н.д.
Cr	80,22	15	1400	100	Eu	7,79	10	н.д.	н.д.
Mn	115,59	100	2000	1000	Gd	18,12	22	н.д.	н.д.
Fe, %	6,80		н.д.	н.д.	Tb	0,49	0,32	н.д.	н.д.
Co	2,2-30,5	4,2	20	100	Dy	3,46	н.д.	н.д.	н.д.
Ni	44,53	9,0	100	100	Ho	0,86	н.д.	н.д.	н.д.
Cu	22,93	15	100	н.д.	Er	2,76	н.д.	н.д.	н.д.
Zn	108,47	18	400	200	Tm	0,44	н.д.	н.д.	н.д.
Ga	9,47	5,5	20	н.д.	Yb	2,83	1,0	1,5	н.д.
Ge	7,79	2,0	30	н.д.	Lu	0,46	0,19	н.д.	н.д.
As	17,20	7,6	н.д.	300	Hf	2,01	1,3	5	н.д.
Se	0,72	1,0	1	1000	Ta	0,15	0,26	1	н.д.
Rb	1,93	10	35	н.д.	W	0,86	1,3	30	н.д.
Sr	220,47	120	400	н.д.	Au	<0,00001	0,003	0,02	н.д.
Y	24,41	8,6	15	н.д.	Hg	0,12	0,1	1	1
Zr	269,70	36	120	н.д.	Tl	0,26	0,68	1	0,3
Nb	3,10	3,3	10	н.д.	Pb	8,86	6,8	240	50
Mo	2,27	2,2	6	н.д.	Bi	0,16	0,84	1	н.д.
Ru	<0,000005		35	н.д.	Th	0,75	3,3	н.д.	н.д.
Ag	<0,0001	0,09	1	н.д.	U	0,52	2,9	н.д.	н.д.
Cd	0,32	0,24	1	1,2	,%	20,1			

Примечание: н.д. – нет данных; жирным шрифтом выделены содержания, превышающие минимальное возможно промышленно значимое содержание; * - в %.

Таблица 14. Содержание элементов-примесей в золе углей месторождения Орловское, Торгайский бассейн, г/т

Элементы	Содержание	Кларк для золы бурых	Минимальное возможно промышленно значимое	Элементы	Содержание	Кларк для золы бурых	Минимальное возможно промышленно значимое
Li	91,4	49	н.д.	In	<0,000005	0,11	1
Be	16,0	6,7	20	Sn	21,6	4,7	100
Na*	2,15		н.д.	Sb	2,0	5,0	150
Mg*	2,06		н.д.	Te	<0,0001		5
Al*	3,95		н.д.	Cs	0,83	5,2	150
Si*	8,8		н.д.	Ba	125	900	н.д.
P	197	1200	н.д.	La	30,0	62	750
K	1744		н.д.	Ce	70,5	120	н.д.
Ca*	4,96		н.д.	Pr	9,02	13	н.д.
Sc	35,3	22	50	Nd	38,9	58	н.д.
Ti	3766	4000	7500	Sm	8,37	11	н.д.
Cr	316	82	7000	Eu	2,53	2,3	н.д.
Mn	409	550	10000	Gd	11,5	16	н.д.
Fe*	24,5		н.д.	Tb	2,0	2,0	н.д.
Co	70,8	26	100	Dy	14,3	12	н.д.
Ni	156	52	500	Ho	3,60	3,1	н.д.
Cu	86,2	74	500	Er	11,6	4,6	н.д.
Zn	356	110	2000	Tm	1,86	1,8	н.д.
Ga	39,2	29	100	Yb	11,9	5,5	7,5
Ge	32,5	11	150	Lu	1,91	1,1	н.д.
As	60,7	48	н.д.	Hf	7,7	7,5	25
Se	3,3	7,6	5	Ta	0,60	1,4	5
Rb	6,8	48	175	W	3,7	6,0	н.д.
Sr	932	750	2000	Au	<0,00001	0,02	0,1
Y	103	46	75	Hg	0,47	0,62	5
Zr	1044	190	600	Tl	0,80	5,1	5
Nb	11,6	18	50	Pb	31,5	39	1200
Mo	9,1	14	30	Bi	0,59	4,3	5
Ru	<0,000005		н.д.	Th	2,9	19	н.д.
Ag	<0,0001	0,59	5	U	2,2	16	н.д.
Cd	1,4	1,1	5				

Примечание: н.д. – нет данных; жирным шрифтом выделены содержания, превышающие минимальное возможно промышленно значимое содержание; * - в %.

Большая зольность углей обусловила низкие содержания элементов-примесей в золе углей месторождения. Так, нахождения тех же элементов больше кларковых значений, но не представляют утилитарного интереса.

Обусловленный интерес препровождают угли и лигниты Жыланшикского бассейна палеогенового возраста. поверхность бассейна представляет всхолмленную равнину, безотносительные отметины какой модифицируются через 300-200 м на востоке до 140-100 м на западе. Профессионалы причисляют его к образу платформенных озерных бассейнов. Угленосные отложения представляют континентальным, и характеризуются увеличенными концентрациями Ge, достигающими через 100-200 г/т до нескольких килограмм на тонну золы. Кроме, угли обогащены серным колчеданом с содержанием Au пред 0,4 г/т и Ag до 12-30 г/т [30]. Проведя изыскания тут-то регионе, Сатпаев считывал вероятным их комплексное использование, с одной стороны, как энергетического топлива, а с другой – в свойстве пиритсодержащего сырья.

Месторождение Шубарколь. Угли месторождения вызывают интерес не только своей экологической чистотой, а также большим спектром контрастных аномалий многих элементов примесей. Добыча угля на месторождении сопровождается постоянным геохимическим изучением углей и углевмещающих пород, для оценки возможности извлечения элементов, достигающих промышленно значимые содержания.

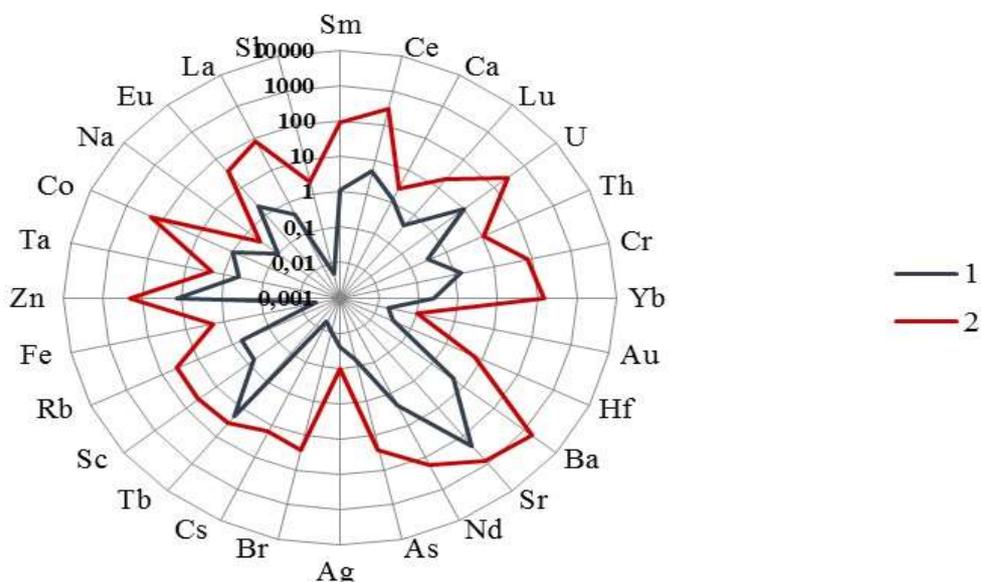


Рисунок 25. Элементы -примеси в углях Шубаркольского месторождения. 1- среднее содержание элемента, 2- наиболее локально высокое содержание элемента.

Для углей Шубаркольского месторождения установлен литофильнохалькофильный характер специализации, угли специализированы

для Ba, U, Au, Yb, Cd, La, Nb, Hg, Se, Sc, Sr, Zn (рис. 25). Этот характер специализации углей согласуется с общими геохимическими необыкновенностями вулканогенных, неоднородных по составу от риолитов до андезитбазальтов и базальтов и плутоногенных (гранодиориты и кварцевые диориты, граниты, лейкограниты, аляскиты) образований и связанных с ними проявлений и месторождений в обрамлении бассейна угленакопления. Высокая контрастность аномалии элементов-примесей разрешает предсказывать распределение угольных пластов для промышленно необходимыми содержаниями Ce, Ba, Yb, U, Sc.

Обусловленный отпечаток на геохимический образ Шубаркольских углей нанесли процессы экзогенного окисления углей, которые наступили в углях и в зонах выхода под наносы U, Th, REE, Sc, Hf и др.

3.1 Основные факторы, контролирующие накопление редких элементов в углях

Угольные бассейны и месторождения, размещенные в разнообразных блоках земной коры сильно неоднородны по уровням содержания элементов примесей и их распределения.

На ранних стадиях исследования геохимии углей была определена установлена несамостоятельность нахождения разнообразных химических элементов примесей в углях от особенностей геологического строения и состава пород площади питания. Предоставленная несамостоятельность употреблялась около нахождение первопричин создания аномальных концентраций элементов примесей, а также для прогнозирования металлоносности угленосных отложений.

В работе Арбузова С. по изучению геохимии углей Центральной Сибири проанализированы факторы воздействующие на накопление элементов-примесей в углях и оценена значимостей воздействия любого из них. Так, им водились уделены геотектонический, фациальный факторы, фактор петрофонда, угольного метаморфизма, одновременного вулканизма и эпигенетические изменения углей.

Геотектонический фактор, подразумевающий воздействие геологоструктурного расположения бассейна угленакопления и геодинамические обстановки около каких он складывался на обстоятельства накопления и характер распределения элементов-примесей. Сапрыкин подчеркнул 5 главных типов угленосных формаций, низкоприоритетное оглавление элементов-примесей в каких обоснованно снижается: формации центральных массивов; межгорных впадин; граничных прогибов; тектонических впадин маневренных платформ; формации других геоструктурных типов. Месторождения объединенные с формациями центральных массивов и тектонических впадин маневренных платформ представляются преимущественно перспективными для формирования ценных концентраций элементов в углях.

Предоставленная обоснованность объясняется тем, что в обрамлении центральных массивов или орогенных впадин участвуют геохимические

специальные комплексы пород, характерна весомая роль гранитоидного магматизма, большинства рудных месторождений, изображение вулканизма и гидротермической деятельности, наступательный радиогидрогеологический режим, который способствует перемещению ингредиентов в агатовый пласт. Для платформенных формаций характер вышеперечисленных факторов выказан менее активно, карбонатотерригенные состав подстилающих отложений, отдаленность области питания от бассейна угленакопления, а также более пассивный гидрогеологическим режим обуславливает отличный от таковой в орогенных впадинах геохимический спектр углей.

Проведен относительный разбор предоставленных о средних содержаниях элементов-примесей в угленосных формациях сформированных в различных геодинамических обстановках представители которого Карагандинский и Экибастузский бассейны, и эпейрогенные бассейны унаследованных впадин складчатых областей, которые представлены Майкубеньским бассейном и Шубаркольским месторождениями

По конечным результатам сравнительного анализа посредственных содержаний элементов-примесей в углях бассейнах Центрального Казахстана разнообразных геодинамических образов показал, что угли бассейнов эпейрогенного типа после сопоставлению с водоемами орогенного типа характеризуются больше редкими содержаниями таковых элементов, как Cr, Co, Zn, As, Rb, Ag, Cs, Ce, Nd, Th, U, La, Sm и пониженными концентрациями Br, Au, Hf.

Фактор петрофонда, который обуславливается воздействием пород площадей питания на формирование геохимического фона угольного водоема и месторождения.

В Карагандинском угольном бассейне отчетливо проявлена взаимосвязь металлогенической специализации области питания на литофильнохалькофильные металлы с геохимическими особенностями углей бассейна. В углях бассейна отмечают высокие содержания таких элементов как Ba, Sr, U, Sm, Fe, Na, Br, La, Ce, Th, Cr, Ba, Cs, Sc. Угли бассейна также обогащены As, Sb, Hg что согласуется наличием вблизи него эпитермальных месторождений (Cu, Sb, Hg, Pb, As) (Хаджиконган, Жетымшоки, Пирамида Горнова) Cu, Sb, Hg, Pb, As ассоциированных с вулканитами и ряд мелких мезотермальных месторождений (Au, Cu, Pb) (Узынмурт, Байгуль, Каштал, Сулу) связанных с гранитоидами, которые также могли послужить источниками поступления данных элементов в угольный пласт [87].

Все угли обогащены да Hf, Sr элементами отличительными для щелочных пород и гранитоидов. однако природа высокой группы литофильных необыкновенных металлов может существовать не только исключительно объединенной с особенностями состава обрамления, но и объясненная субсинхронным вулканизмом.

Литофильная и сидерофильная металлогеническая специализация пород в области питания Экибастузского бассейна нашла свое отражение в геохимическом диапазоне углей. В отдельных пробах углей поставлены

аномальные концентрации таких металлов, как Rb, Cs, Ba, зачастую превышающие агатовый кларк в порядок. согласно [30] концентрирование углей редкими щелочными сплавами (Rb, Cs) могло случиться в итоге гидротермальнометасоматических процессов, выходящих на заключительном рубеже тектономаматической активизации Тлеумбетской зоны.

С распространением в обрамлении большущих и незначительных колчеданных месторождений объединено обогащение углей Pb, Zn, Cu, Au.

Воздействие геохимических необыкновенностей области питания для геохимической квалификации углей Экибастузского бассейна подчеркивается скоплением в углях Fe, Co, что считается с присутствием незначительных Ni-Co месторождений в обрамлении бассейна угленакопления.

Отличительной особенностью Шубаркольского месторождения представляется существование урановой аномалии, где повышенные концентрации радиоактивных U и Th обусловлены совмещенными процессами. Просвещение экзогенных эпигенетических аномалией подразумевает существование на территории источник питания урана. Ради предоставленного месторождения представляются прокислые и субщелочные разницы гранитоидов по южной и юго-восточной доли обрамления бассейна с какими объединены множественные проявления и ториевые радиогеохимические аномалии.

Фациальный фактор, обусловлен воздействием большинства взаимозависимых факторов: климатических, ландшафтных, гидрогеологических и гидрогеохимических условий, необыкновенностей состава флоры и фауны, необыкновенностей телосложения и состава площадей сноса.

В палеозойскую эру угленакопления в Центральном Казахстане образование протекало в условиях теплого и влажного климата. Возникли свежеепеченные варианты растений-углеобразователей. Вместе с типичной для виле лепидофитовой флорой формирование получили папоротники, птеридоспермовые папоротники, каламиты и немногочисленные агенты хвойных [41,108].

В раннем и позднем карбоне в рубежах Центрального Казахстана существовали две климатические области: пространная субаридная, временами аридная, занимавшая юго-запад, север и в конце периода — Центрального Казахстана.

Карагандинскому синклинию располагавшаяся в типичной части Центрального Казахстана у подножия Тектурмасских гор — прогрессивного поднятия Джунгаро-Балхашской геосинклинали. Последними, очевидно, перехватывались теплые и влажные ветра, что и способствовало произрастанию для площади водоема богатой растительности, а следовательно, и угленакоплению. Отличительна замена паралических условия осадконакопления лимническими. В восточных участках Центрального Казахстана данная замена приключилась раньше, нежели в западных, притом в заключительные потоке многократно возвращалось, что фиксируется в разрезе карагандинской свиты многократным

чередованием горизонтов с мореплавательный и пресноводной фауной. Если Карагандинском бассейне морская фауна присутствует исключительно в подошве карагандинской свиты, то в Тенизской впадине она поднимается до верхних горизонтов данной свиты [41, 108].

Климат в мезозое был близок к тропическому или субтропическому. Теплые и влажные климатические условия способствовали развитию тропической мезофильной флоры, к числу которых относились древообразные папоротники, из бенетитовых - пальмообразные, достигавшие высоты нескольких метров; прирастали цикадофитовые, гинкговые и хвойные. Осадки накапливались в долинах рек, в предгорных и межгорных депрессиях; ведущую роль играли фации аллювиальные, пролювиальные (конусов выноса), озерные и болотные [41, 108].

Согласно обобщениям Маркович Е. М. Центральный Казахстан, в ранне- и среднеюрское время входил в зону хвойно-гинкговых лесов с папоротниковым подлеском. Торфонакопление происходило преимущественно в условиях застойных и проточных болот.

В угольном бассейне Центрального Казахстана доминируют угли марок Г, Ж, К, КЖ, СС, в меньшей степени, марки Б и Д [35]. Несмотря на то, что доминирующие марки углей характеризуются посредственными ступеньками метаморфизма, в углях марок Г, Ж, К, СС Экибастузского бассейна и месторождения Борлы, и в углях марки Д месторождений Шубарколь и Каражыра присутствует содержания редкоземельных металлов концентрациях недалеко к промышленным (угли марки Д). Содержание редких металлов в углях марки Б и ЗБ зарегистрировано исключительно для Михайловской свиты Карагандинского угольного бассейна [13, 43].

Следовательно, возможно отметить, что металлоносные угли Центрального Казахстана представлены, преимущественно, углями средними степенями метаморфизма – Д, Г, Ж, К, КЖ. Одной из отличительных особенностей угольных месторождений Казахстана представляется слабо сформулированная связь между металлоносностью углей и степенью метаморфизма. Тем не менее, всеобщая несамостоятельность – чем ниже степень метаморфизма углей, тем больше нахождения необыкновенных металлов в углях – сохраняется. Как говорится случае, в углях марки Д спектр редких металлов кардинально шире, чем в углях марок Г, Ж, К [13, 43].

Фактор одновременного вулканизма, охватывается во влиянии вулканизма для угленосные формации и в обогащении грунтовых и поверхностных вод химическими элементами, в атмосферическом переносе и выпадении пирокластического материала (в генеральном нечто вроде тонштейнов) и аэрозолей в площади торфонакопления, и в косвенном действии для хода угленакопления преобразованиями климата и состава атмосферических газов. Воздействие вулканизма на микроэлементный персонал углей посредством модифицирование климата возможно поставить исключительно предположительны [50]. Наиболее надежные оценки воздействия субсинхронного вулканизма на формирование геохимического диапазона

элементов-примесей в углях могут существовать заработаны при изучении похороненной пироклаستيку и реставрации ее первоначального состава [69].

Согласно подразумевается отношение вулканизма в формировании палеозойских углей Карагандинского и Экибастузского бассейнов. Содержание ингредиентов принимая во внимание с пирокластикой приключается будто в самих тонштейнах, так и на границе с ними в базисном веществе [23].

Согласно материальным формулированием воздействия одновременного вулканизма на редкометалльный потенциал углей представляется понятно сформулированная геохимическая квалификация углей бассейнов для литофильные элементы гидролизаты: Zr, Hf, Ta, Nb, Y, Th, и на другие литофильные исключительные сплавы (Sr, U, Be, Ge, Rb, Cs). Кроме, угли, сохраняющие пирокластикку, зачастую обогащены фосфором. . Обычно угли и торф бедны фосфором [2].

Эти все материалы ориентируют на существенное воздействие пироклаستيку на формирование геохимического фона углей Карагандинского и Экибастузского бассейнов. Родниками эруптивного пепла, вероятно, водились автохтонные вулканы ниже-среднекаменноугольного года (Северный Аргын, Кыра, Сымбыл), средневерхнекаменноугольного года (Кокдомбае, Коскызыл I, II, Керегетас) разыскивающиеся в текстурах обрамления в Жонгаро-Балхашской пликативной площади [1], и остальные (Кокшетау-Северо-Тяньшаньская, Чингиз-Тарбагатайская) пликативные систем.

Вулканические процессы в мезозое водились ограниченные, значимостей пироклаستيку в формировании устаревших углей наверняка не установлена. Исключительно в отдельных участках Центрального Казахстана в раннем триасе сложились в конечном итоге навозных извержений вулканогенные созданы семейтауской свиты [1]. Несколько шире были распространены в районах активизации платформы (особенно на площади Тургайского прогиба) трещинные излияния базальтоидных пород. Мезозойские лимнические угли образовывались в платформенных условиях

Ртуть, принадлежит к одним из самых надежных индикаторов вулканизма. Благодаря своей летучести ртуть наличествует в всех флюидных образованиях, в том числе в углеводородных. Согласно [66, 96] существование увеличенных содержаний ртути и сурьмы, представляются очередной геохимической особенностью, предписывающей для вероятную значимостей пироклаستيку в формировании углей и тонштейнов. Изыскания показывают, что летучие элементы, обогащают атмосферу в участке извержений, характеризуются кардинально связью с парогазовой фазой и концентрируются на данной поверхности субмикронных частей пепла [66]. Это является одним подтверждений эруптивной природы тонштейнов, какие держат благородные концентрации ртути, одинаково с контактирующими с ними углями. Оглавление ртути в отдельных пробах угля Карагандинского бассейна добивает 1,25 г/т в угле, в золе угля 8. 9 г/т, в то время как кларк Hg в углях сочиняет 0. 01 г/т в угле, как для бурых, этак и каменных [4, 20].

4 глава. Редкие, редкоземельные и токсичные элементы в углях.

Одними из первых определили и дали сведения об аномальных содержаниях группы редких элементов в углях Гольдшмит в 1933 году.

После чего записи исследования геохимии угля содержит некоторые десятки лет. Достаточно основательно и оригинально она охарактеризована в работах Юдовича. Безраздельно без отдачи, несмотря на порядочный прогресс в исследовании геохимии необычайных ингредиентов в углях, не постановлен магазин обусловленных вопросов, прикасающихся соглашениям накопления, миграции и фракционирования необычайных элементов, конфигураций их нахождения, факторов, контролирующих указание металлоносных углей.

Арбузовым были проведены исследования редких элементов в углях Сибири и выявлены факторы, определяющие геохимическую специализацию и редкометалльный потенциал углей Центральной Сибири. Выполнена оценка редкометалльной геохимической специализации угольных бассейнов и месторождений Центральной Сибири, сформировавшихся в различные геологические эпохи в разных геолого-структурных обстановках. Исследованы формы нахождения редких элементов в торфах, бурых и каменных углях. Доказано изменение форм нахождения редких элементов в процессе углеобразования. А также Арбузовым и соавторами опубликована работа, обобщающая многочисленные данные по геохимии позднепалеозойских углей Северной Азии, полученные в процессе комплексных геохимических исследований на данной территории. В работе представлены результаты количественного анализа редкоземельных элементов в пробах угля, отобранных из отложений Экибастузского и Карагандинского и Майкубенского угольных бассейнов.

В справочнике «Элементы-примеси в месторождениях Казахстана» 1999 года под коллективной редакцией во главе с Абдулиным имеются некоторые данные о средних содержаниях элементов-примесей в крупных угольных месторождениях Казахстана.

Крупнейшие бассейны высококачественных коксующихся и энергетических углей Карагандинский, Экибастузский, связанные с каменноугольным периодом имеют повышенные концентрации Ge, Ga, Sc, которые, в основном, встречаются в богатых витринитом углях долинской и тентекской свит Карагандинского бассейна. Отмечают наличие аномалий Ag, Sc, Y, Cu, Zn, Au в высокозольных углях Экибастузского бассейна. С раннесреднеюрской эпохой связан второй максимум угленакопления на территории Казахстана, когда сформировались высококачественные малозольные угли Тургайского и Майкубенского бассейнов и многочисленные обособленные месторождения (Шубарколь, Каражыра и др.). Юрские угли Казахстана характеризуются устойчивыми повышенными концентрациями REE, Sc и Ti [94].

4.1 Скандий

Скандий элемент, почти не имеющий собственных промышленных месторождений и извлекаемый обычно попутно при разработке руд других металлов, но нередко образует геохимические аномалии в золах углей вплоть до промышленно значимых концентраций [5, 29].

Вследствие способности численного нахождения скандия эмиссионным спектральным технологиям анализа, его радиогеохимия в углях выучена порядочно лучше, чем многих прочих редких элементов. Совместно с тем, около многочисленных спектральных разборах он не определяется благодаря сравнительно благородного рубежа его обнаружения ($> 0,001\%$). Поэтому, в целом, радиогеохимия скандия выучена недостаточно.

Элемент часто образует аномалии в угольной золе, вплотную до коммерчески необходимых концентраций [65]. Несмотря на внушительный размер информации о содержании Sc в углях, радиогеохимия Sc выучена недостаточно. Изыскания [108] естественно посвящены Sc в углях, а имеющиеся [69] изыскания дотрагиваются исключительно кое-каких вопросов сравнительно его геохимии. Главные доклады о концентрации скандия в золах неподвижных углей держатся в работах Гольдшмидта (1938). Впервые они установили его оглавление в золах углей Силезии и Великобритании в 1931г. счетом 0,0005%.

Несмотря на большой объем информации о содержании скандия в углях, геохимия его выучена слабо. Работ, безоговорочно осведомленных скандию в углях, насчитывается единицы (Гордон, 1968; Гурен, 1968; Менковский, 1968; Борисова, 1974; Юровский, 1968;). В настоящее время нет отчетливого представления о причинах и условиях накопления высоких концентраций скандия в углях, о формах его нахождения в углях, о соотношении минеральных форм. Не до конца выяснена взаимосвязь уровней накопления скандия с фациальными условиями угленакопления и с петрографическим составом углей. Как следствие, не разработаны критерии поисков скандиеносных углей. Причины этого кроются в отсутствии интереса у промышленности к углям как к источнику скандиевого сырья. Низкий интерес на этот элемент, во многом обусловленный его высокой ценой, вполне обеспечивается имеющимися мощностями и не стимулирует изучение других источников сырья. А вместе с тем, золы некоторых углей, благодаря их доступности и высоким концентрациям металла, вполне могли бы конкурировать с традиционными источниками скандия [25].

Имеющиеся данные о повышенных содержаниях Sc над кларковыми содержаниями в казахстанских углях указывают на промышленно значимые концентрации [46, 81].

По предварительным исследованиям [46, 81] проведенными в углях каменноугольного возрвста Карагандинского и Экибастузского бассейнов, а также в углях юрского года Майкубенского месторождения (табл. 16) Sc показан в посредственных содержаниях 8.5 ± 1.3 г/т.

Таблица 16. Содержания скандия в углях месторождений Центрального Казахстана

Месторождение	Количество проб	A ^d , %	Содержание скандия, г/т			
			уголь			зола*
			Среднее	Min	Max	
Угли карбонового возраста						
Карагандинский	5	13.5	8.0 ± 1.7	4.3	13.5	59.3
Экибастузский	41	36.1	8.3 ± 0.4	4.1	15.2	23.0
Среднее	46	24.8	8.1 ± 0.5			32.7
Угли юрского возраста						
Каражыра	7	11.2	8.9 ± 0.9	6.0	12.7	79.7
Майкубенский	10	25.5	8.1 ± 1.6	3.2	13.0	31.8
Среднее	17	18.4	8.5 ± 1.3			46.3

Расчетное среднее содержание предоставленного элемента в углях Шубаркольского месторождения считается с его посредственным вхождением в мезозойских углях Центрального Казахстана. Впрочем большая его концентрация приурочена прикровельным аргиллитам залегающим по-над выветрелыми окисленными углями.

Формы нахождения Sc в угле отображают обстоятельства условия его накопления в угольном пласте. В целом способы возникновения Sc изучены недостаточно. По данным Финкельмана (1981, 1993), Sc в углях связан как с органическими, так и с минеральными веществами. Анализируя способы нахождения Sc в углях с аномальным содержанием Sc, Финкельман (1981) заметил, что глинистое вещество не могло обеспечить такие высокие концентрации, и предположил, что одним из возможных способов нахождения Sc в таких углях являются алюмофосфаты. Содержание Sc в этих материалах (варисцит $(AlPO_4 \cdot 2H_2O)$, крандаллит $(CaAl_3(PO_4)(PO_3OH)(OH)_6)$, хамлинит $(SrAl_3(PO_4)(PO_3OH)(OH)_6)$ и др.) может достигать 1%; среди самородных минералов Sc Финкельман (1981, 1993) идентифицировал только Sc-содержащие цирконы. В качестве возможного объяснения образования органических комплексов Sc Финкельман (1981) предположил, что Sc должен иметь слабую ассоциацию с органическим веществом из-за особенностей его атомной структуры. В то же время многие исследователи отмечают важную роль органического вещества в накоплении Sc.

Способы появления Sc могут быть изменены в процессе углефикации, и поэтому было бы рационально изучить их химический состав на различных стадиях углефикации от торфа до битуминозных углей. Согласно [102] изучение режимов нахождения Sc в 57 образцах торфа и бурого угля из различных месторождений Сибири, Монголии и Казахстана показало, что

большое количество Sc содержится в органическом веществе, несмотря на различное содержание Sc в угле или торфе (Рис. 26 по [102]).

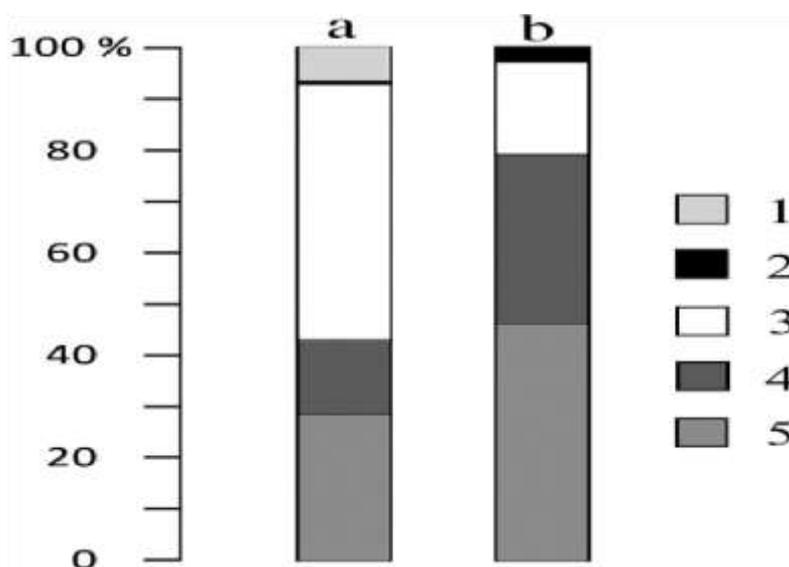


Рисунок 26. Выход Sc в геохимических фракциях торфа и бурых углей [102].

а) торф и б) бурый уголь. Обозначения: 1 - водорастворимые и легко гидролизующиеся вещества; 2 - битум; 3 - гуминовые кислоты; 4 - фульвокислоты; 5 - нерастворимый остаток

Фактически, Sc в минеральной форме, который концентрируется в нерастворимом остатке, может быть в значительной степени связан со сложными органическими комплексами (гуминами), которые нерастворимы после обработки щелочью. В омбротрофном торфе доля нерастворимого остатка в общем балансе Sc выше, чем в минеротрофном торфе (32% против 27% в среднем в минеротрофном торфе с зольностью от 4% до 10%).

Вклад кластогенного вещества в общий элементный баланс незначителен. Значительная положительная корреляция между содержанием Sc и выходом золы в углях и значительная отрицательная корреляция между содержанием Sc и угольной золой характерны для углей с обычными уровнями накопления Sc. Это наблюдение предполагает эквивалентную роль накопления кластогенных и биогенных металлов в углях [25, 81].

Условия накопления скандия в угле. Условия накопления высоких концентраций скандия в углях изучены слабо и в настоящее время нет отчетливых представлений по этому вопросу. Имеющиеся сведения весьма отрывочны, часто противоречивы, и не дают ясной картины факторов, обуславливающих накопления аномальных его концентраций. Нет отчетливого представления и о формах концентрирования скандия. Среднее содержание скандия в пересчете на золу Шубаркольского месторождения составляет 90 г/т, а в углевмещающих породах - 226 г/т. Накопление таких высоких концентраций металла вряд ли возможно только за счет кластогенного

вещества. Очевидно, что здесь имели место и другие процессы концентрирования элемента.

Следует отметить, что в Шубаркольском месторождении не только угли, но и углевмещающие породы характеризуются высокими уровнями накопления скандия. Во всяком случае они почти в два раза выше, чем содержания скандия в углевмещающих породах Карагандинского, Экибастузского угольных бассейнов. Коэффициент концентрации по отношению к средним данным для осадочных пород по Виноградову равен 2. Это свидетельствует о геохимической специализации данных образований на скандий. Важным дополнительным источником скандия были, вероятно, водные растворы, несущие растворенный металл со стороны Кокчетав-Северо-Тянь-Шаньского древнего складчатого сооружения и Центрально-Казахстанского (Девонского) вулканоплутонического пояса на востоке. Об этом свидетельствует повсеместная распространенность элемента в углях месторождения и наличие наиболее значительных аномалий скандия в углях в Центральном и Восточном участках.

В восстановительной среде торфяника происходило сорбционное и хемосорбционное накопление скандия на органическом веществе и, возможно, на аутигенном каолините. Судя по содержанию скандия в каолиновых аргиллитах, роль глинистых минералов в концентрировании скандия значительна.

4.2 Гафний и цирконий

Гафний и цирконий входят в состав титановой группы, обладают очень близкими химическими свойствами. Гафний значительно менее распространен чем цирконий, их среднее содержание в земной коре 3 и 165 г/т соответственно. Собственных минералов гафний не имеет, однако является постоянным спутником циркония во всех его минералах поскольку имеет близкий ионный радиус (Zr 0.74, а Hf 0.75) [29].

Сложность и дороговизна аналитики гафния обусловили его слабую изученность, тогда как цирконий вследствие высокого кларка в осадочных породах всегда определялся в массовых эмиссионно-спектральных анализах зол углей, однако стоит отметить, что данный аналитический метод занижает содержание циркония вследствие его низкой летучести. Кларк гафния для углей по последним оценкам составляет 1,3 г/т, кларк циркония - 36 г/т.

Факторы, влияющие на концентрирование циркония в угольных пластах еще не известны полностью. Однако по [98] основным поставщиком циркония в угольный пласт считается терригенный и вулканогенный твердый материал, а не водные растворы. В то же время допускается наличие циркония, связанного с накоплением на органическом веществе.

Как и для циркония, фактором накопления Hf в углях может быть размыв щелочных пород в источниках сноса. Важным фактором накопления Hf в углях могла быть и пирокластика, и разгрузка в торфяник (или в угольные пласты) углекислых термальных вод с повышенным содержанием циркония и гафния [75, 106].

Присутствие гафния в золах углей было обнаружено Гольдшмидтом в 1930-х г. Гафний является аналогом циркония с кларком примерно в 50 раз более низким. Однако простые и комплексные анионы Hf имеют более основные свойства чем у циркония и поэтому могут существовать не гидролизуясь при несколько более высоких значениях pH [42]. Это позволяет предполагать, что Hf мог накапливаться в углях предпочтительнее нежели его геохимический аналог Zr, и что, следовательно, отношение Zr/Hf в углях должно быть пониженным против кларка осадочных пород.

Механизмы накопления циркония и гафния в углях до конца не изучены. Возможность накопления этих элементов в составе терригенного материала не объясняет образования аномально высоких концентраций циркония и гафния в золах низкосолевых углей, превышающих их содержания в углевмещающих породах в некоторых случаях более чем на порядок.

Выделяют биогенное, хемогенно-сорбционное и кластогенное накопление циркония и гафния в углях [106].

Кластогенный цирконий и гафний обычно связывают с наличием в углях циркона и алюмосиликатных минералов[56]. В настоящее время известно, что в углях имеет место как обломочный, так и аутигенный циркон (Юдович, Кетрис, 2001). В связи с этим не очевидна и роль кластогенной составляющей в балансе элементов в угле [24]. Приблизительную кластогенную составляющую можно рассчитать из содержания циркония и гафния в углевмещающих породах.

Косвенно оценить роль органического вещества в накоплении элемента можно с помощью сопоставления содержания циркония и гафния в золах углей с их содержанием в углевмещающих породах [88] Шубаркольского месторождения (табл. 18). Зола угля обогащена этими элементами по сравнению с углевмещающими породами в 2-3 раза. Этот факт указывает на избыточное по отношению к кластогенному веществу концентрирование данных элементов в угле. Интерпретировать данный факт можно по-разному: элементы могли накапливаться в угле за счет концентрирования органическим веществом из подземных и грунтовых вод; также допускается их накопление в зольной части угля, за счет миграции и выноса из пласта более подвижных золообразующих элементов, при малой подвижности циркония и гафния.

Таблица 18. Содержание циркония и гафния в угле, золе угля и углевмещающих породах Шубаркольского месторождения

Объект исследования	Содержание элементов, г/т						Коэффициент накопления ²	
	уголь		зола угля ¹		углевмещающая порода			
	Zr	Hf	Zr	Hf	Zr	Hf	Zr	Hf
Шубаркольское месторождение	269	6,28	2069	48,3	196.8	5,41	10,5	8,9

1- получено путем пересчета, 2-отношение содержания элемента в золе угля к его содержанию в углевмещающей породе.

Таким образом, в углях Шубаркольского месторождения возможно накопление циркония и гафния как за счет первичного углеобразующего растительного вещества и путем поступления с кластическим материалом в процессе торфонакопления, так и в результате их сорбции на органическом веществе и глинах из водных растворов. В качестве кластического материала может присутствовать терригенное вещество, привносимое в форме взвеси с водными потоками и с пылевыми выпадениями.

Рассмотренные механизмы концентрирования циркония и гафния в углях Шубаркольского месторождения обуславливают и соответствующие формы их нахождения: минеральную и сорбционную. Электронномикроскопические исследования угля и углевмещающих пород выполненные автором под руководством Арбузова, показали наличие мелких зерен циркона, и оксидов титана, которые могут рассматриваться в качестве основных концентраторов циркония и гафния. Учитывая низкую зольность углей и высокое содержание в них циркония, можно предположить аутигенную природу этих минералов [24].

Корреляционный анализ указывает на высокую значимую положительную связь в углях Hf с La, Sc, Ta, Nd, Cs и Tb и другими литофильными редкими металлами. Это позволяет предполагать накопление значительной части гафния не за счет кластогенного вещества, а его сорбционное концентрирование из водных растворов и, возможно, биогенное накопление [24].

4.3 Ниобий и тантал

Ниобий и тантал в эндогенных образованиях рассматриваются совместно поскольку являются геохимически родственной парой элементов. Эндогенная металлогения и геохимия этих элементов изучена сравнительно неплохо. Распространенность ниобия и тантала в осадочных породах, в том числе и в углях, исследована гораздо слабее.

Среднее содержание ниобия в каменных углях мира по данным составляет 4,0 г/т, в золах каменных углей - 22 г/т. Ниобий является нетипоморфным для углей, поскольку его средние содержания в углях значительно ниже их кларка в осадочных породах и в земной коре в целом.

Тантал является геохимическим аналогом ниобия, но с кларком на порядок более низким. Его слабая изученность обусловлена аналитическими методами определения, тем не менее вследствие внедрения в практику ИНАА и масс-спектрометрии в настоящее время данных по танталу получено больше. Тантал, так же как и его аналог, является нетипоморфным для углей. Его средние содержание в каменных углях мира по данным [103] 0,30 г/т, в золах каменных углей - 2,0 г/т.

Таблица 19. Содержания ниобия в углях месторождений Центрального Казахстана

Месторождение	A ^d , %	Содержание ниобия, г/т
---------------	--------------------	------------------------

	Количество проб		уголь			зола*
			Среднее	Min	Max	
Угли карбонового возраста						
Карагандинский	5	13.5	9.8 ± 1.7	5	13.5	59.3
Экибастузский	41	36.1	8.7 ± 0.4	5.2	15.2	23.0
Среднее	46	24.8	9.1 ± 0.5			32.7
Угли юрского возраста						
Каражыра	7	15.2	7.5 ± 0.9	6.6	12.7	79.7
Майкубенский	10	25.5	8.1 ± 1.6	4.5	13.0	31.8
Среднее	17	18.4	8.6 ± 1.3			46.3

Корреляционный анализ Nb и Ta в углях и углевмещающих породах Шубаркольского месторождения (рис. 27) показал значимую корреляционную связь элементов (0,6 и 0,7 соответственно).

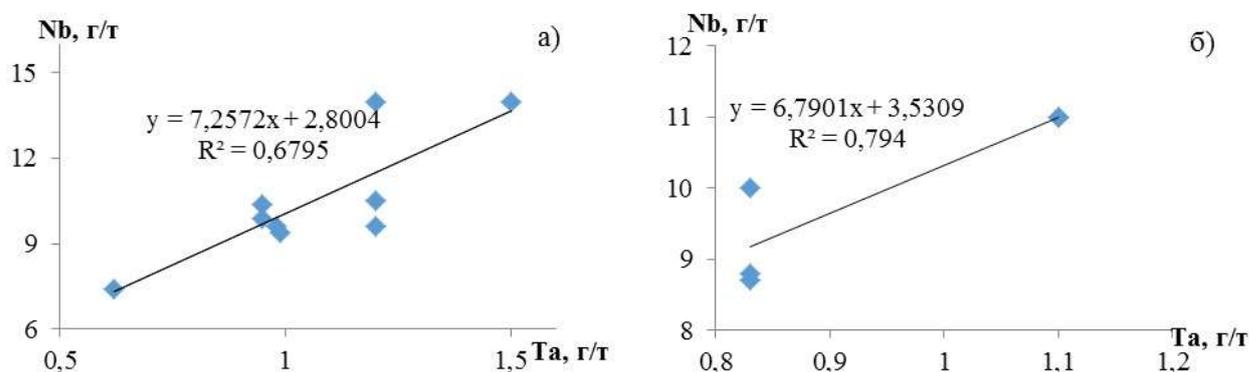


Рисунок 27. Отношение ниобия к танталу в углях (а) и углевмещающих породах (б) Шубаркольского месторождения

Данные о формах нахождения ниобия в углях также противоречивы. Юровский (1986), Юдович (1985), Клер (1988) по результатам проведенных исследований отмечают роль органической формы нахождения ниобия в углях. Это предположение подтверждается данными В.В.Середина (1994) для углей Дальнего Востока и Кузбасса обогащенных ниобием. Однако Финкельман (1981) сделал вывод о преимущественной связи ниобия с тяжелыми аксессуарными минералами. По его мнению связь ниобия с цирконием, устойчивое Nb/Zr отношение близкое к таковому для гранитоидов свидетельствует о минеральной форме нахождения Nb в углях. Он связывает основную массу элемента с обломочным рутилом, и предполагает что некоторое может быть связано с глинистыми минералами. Эти данные

согласуются с результатами группы испанских исследователей, которые считают что Nb концентрируется исключительно в алюмосиликатных минералах.

По результатам проведенных Арбузовым исследований углей Сибири так же было установлено что вероятной формой нахождения Nb и Ta можно считать оксиды титана (рутил, лейкоксен и анастаз), широкая распространенность которых была установлена при электронно-микроскопических исследованиях углей.

4.4 Редкоземельные элементы

В геохимии принимают разнообразные технологии сортировки РЗЭ. Их можно разделять на структуре внешних гальванических пленок атомов. Временами акцентируют цериевую (La, Ce, Pr, Nd, Sm, Eu, Gd, Tb) и иттриевую (Dy, Ho, Er, Tm, Yb и Lu) подгруппы, а да скандиевую, тербиевую и т.п.

Вероятно разделять РЗЭ по их кларкам в земной коре - на более развоненные (кларки 10⁻³-10⁻⁴ %) и редкие (кларки < 10⁻⁴ %). В первую очередность геохимию РЗЭ в углях рассматривают поделив их обычнейшим способом для три группы: несерьезные лантаноиды от лантана до европия включительно (LREE - light rare earth elements), с сказочными массами 140-152; тяжелые лантаноиды от гадолиния до лютеция включительно, с сказочными массами 157-175 (HREE - heavy rare earth elements) (рис. 28) (Udovich, 2009; Arbuzov, 2000-2012; Dai, Seredin, 2012; Dai, Lui, 2012).

H																	He
Li	Be	HEAVY Rare Earth Elements										B	C	N	O	F	Ne
Na	Mg	LIGHT Rare Earth Elements										Al	Si	P	S	Cl	A
K	Ca	Sc	Ti	V	Cr	Mn	Fe	Co	Ni	Cu	Zn	Ga	Ge	As	Se	Br	Kr
Rb	Sr	Y	Zr	Nb	Mo	Tc	Ru	Rh	Pd	Ag	Cd	In	Sn	Sb	Te	I	Xe
Cs	Ba	La	Hf	Ta	W	Re	Os	Ir	Pt	Au	Hg	Tl	Pb	Bi	Po	At	Rn
Fr	Ra	Ac	Rf	Db	Sg	Bh	Hs	Mt									

Lanthanides	La	Ce	Pr	Nd	Pm	Sm	Eu	Gd	Tb	Dy	Ho	Er	Tm	Yb	Lu
Actinides	Ac	Th	Pa	U	Np	Pu	Am	Cm	Bk	Cf	Es	Fm	Md	No	Lr

Рисунок 28. Классификация РЗЭ на тяжелые (HREE) и легкие (LREE) лантаноиды

Долгие годы в отношении количества аналитических данных два элемента среди РЗЭ иттриевой группы занимали особое положение - это иттрий и иттербий, поскольку определялись в массовых эмиссионных спектральных анализах золы углей, так что анализов на Y и Yb насчитывается много тысяч, тогда как определения тяжелых лантаноидов иттриевой группы примерно до

1980-х гг. были единичны. Что касается легких лантаноидов, то из них только лантан по изученности может быть сравним с иттрием, хотя для околосларковских содержаний La массовый спектральный анализ также недостаточно чувствителен.

Несмотря на то что все РЗЭ обладают сходными химическими свойствами, между легкими и тяжелыми РЗЭ имеются заметные различия. Легкие РЗЭ обычно имеют более высокие кларки, чем тяжелые (табл.4.4). Также легкие РЗЭ - типичные металлы-гидролизаты, тогда как тяжелые РЗЭ более амфотерны и гидролизуются при более высоких значениях рН, чем легкие. Это ведет к тому, что легкие РЗЭ накапливаются в корах выветривания вместе с Fe, Al, Ti, тогда как тяжелые РЗЭ могут выноситься из профиля выветривания в составе растворимых комплексных соединений.

Таблица 20. Кларки РЗЭ в углях, золах углей и осадочных породах, г/т

№ п/п	Элемент	Кларк в угле*	Кларк в золах угле*	Кларк в осадочных породах**
1	Y	8.6	44	29
2	La	11	61	32
3	Ce	23	120	63
4	Pr	3.5	13	8,7
5	Nd	11	58	29
6	Sm	1.9	11	5,7
7	Eu	0.5	2.3	1.3
8	Gd	2.7	16	6.2
9	Tb	0.31	2.0	0.89
10	Dy	2.1	12	4.8
11	Ho	0.57	3.1	1.6
12	Er	1.0	4.6	2.7
13	Tm	0.3	1.8	0.49
14	Yb	1.0	5.5	2.5
15	Lu	0.2	1.1	0.51

*- По оценкам Я.Э.Юдовича, М.П.Кетрис,2005; **-По Н.А. Григорьеву, 2009.

Согласно общий ряд углефильности РЗЭ (по возрастанию) выглядит следующим образом: La → Lu → Y → Ce → (Pr, Nd, Sm, Tm?) → (Eu, Er) → (Yb, Gd) → Dy → Ho → Tb.

За последние десятилетия условия накопления лантаноидов в углях изучены относительно лучше. Из наиболее значимых работ посвященных этому вопросу и доступных для изучения, можно отметить Арбузова и др., (1996-2020); Шпирт и др., 1999; Середин, (1991; 2001;2012) и др, а также работы

китайских ученых посвященные изучению геохимии РЗЭ в углях (Dai; Sun; Zhin etc.).

По обобщению РЗЭ могут находиться по меньшей мере в четырех формах: а) кластогенной и аутигенной силикатной в виде изоморфной примеси в цирконах (и реже в других минералах, таких, как полевые шпаты и цеолиты), или сорбированной на глинистом веществе [89]; б) кластогенной и аутигенной фосфатной (монацит, ксенотим и др.); в) аутигенной форме фтор-карбонатов (бастнезита) [89]; г) органической. Подробные исследования углей Китая Dai et al. [103] показали, что в способах нахождения редкоземельных элементов преобладает силикатное состояние, а содержание водорастворимых и обменных элементов очень низкое.

Влияние каждого из этих факторов на накопления лантаноидов в тех или иных угленосных формациях предстоит выяснить. С усилением степени углефикации могут формироваться их собственные минералы, или минералы, в которые редкоземельные элементы входят в качестве изоморфной примеси (фосфаты, карбонаты, силикаты и др.). В то же время, роль тех или иных форм нахождения элементов в различных типах углей не выяснена. В одной из работ коллектива авторов (Шпирт и др., 1999), сделана попытка решить такую задачу для редкометальных бурых углей Приморья. Согласно их данным, в изученных образцах основная масса лантана и иттербия (более 78 %) сосредоточена в виде комплексных гуматов.

Характер кривых распределения РЗЭ, нормированных к хондриту (Тейлор, Мак-Леннан, 1988) показывает, что отрицательная европиевая аномалия, характерная для большинства осадочных пород, не выражена. Характер кривой распределения для углей (рис. 29 а) сходен с таковой для углевмещающих пород (рис 29 б) бассейна.

распределения ради углей (рис. 29 а) аналогичен с таковский ради

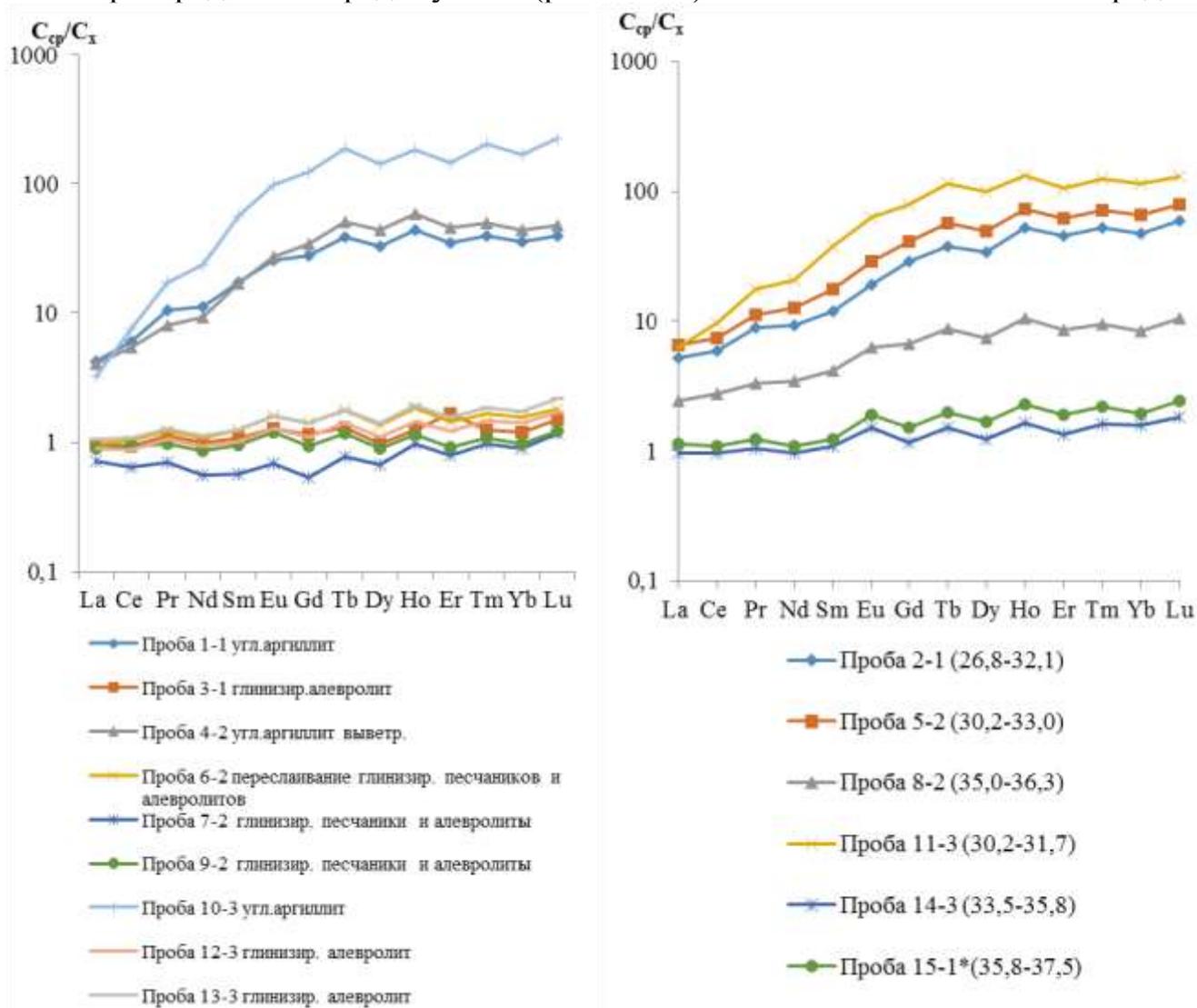


Рисунок 29. Характер распределения РЗЭ во вмещающих (а), Характер распределения РЗЭ в углях породах (б).

При общем росте содержаний вверх по разрезу, характер кривых распределения редкоземельных металлов с относительным обеднением по лантану и церию и обогащением элементами от самария до лютеция, наглядно показывает процессы выветривания в верхней части угольного пласта с относительным обогащением по группам тяжелых редкоземельных металлов [106].

По мнению Тейлора и Мак-Леннана (1988), отсутствие отрицательной европиевой аномалии в хорошо перемешанных осадочных отложениях может быть объяснено только одним фактором – особенностью состава исходных пород,

Максимальные содержания редкоземельных металлов приурочены к выветрелым углям, для средней-тяжелой групп они практически стократно превышают кларк в верхней континентальной коре. Десятикратные

превышения кларков для элементов от гадолиния до лютеция выявлены в глинизированных песчаниках и алевролитах, для остальных разностей пород месторождения превышения над кларком существенно ниже (рис. 30) [101].

Латеральная изменчивость типов распределения РЗЭ обнаруженная Серединым позволила сделать вывод что угли с различным типом распределения РЗЭ и уровнем их концентраций встречаются не только в пределах одного месторождения, но даже в разных сечениях одного и того же угольного пласта. Это указывает на существенные пространственные вариации в характере процессов, определяющих геохимию РЗЭ в углях конкретных месторождений. Подобное явление отмечается и в "обычных" неокисленных углях Шубаркольского месторождения. Так, в неокисленных углях нормированные $La/Yb > 1$, в связи с чем тип распределения РЗЭ существенно отличается от окисленных выветрелых и относится к L-типу, который отличается относительным обогащением легкими лантаноидами. Если в обрамлении бассейна доминируют гранитоиды, то угли наследуют от терригенной золы отрицательную Еуаномалию. Приуроченность легких РЗЭ к глинистому веществу и нередкое присутствие в углях микроминеральных РЗЭ-содержащих фосфатов (монацит, гоэцит, горсейксит) позволяют связывать формирование L-типа с привнесом РЗЭ в бассейны угленакопления в основном в составе глинистых минералов и LREE-фосфатов. Основным источником РЗЭ, по-видимому, являлись коры выветривания по кислому субстрату.

Преобладающей минеральной формой нахождения РЗЭ в углях считаются фосфаты концентрирующие легкие лантаноиды. Обогащенные иттрием и тяжелыми лантаноидами фосфаты и карбонаты встречаются гораздо реже, несмотря на их высокие содержания в углях. Однако, согласно [104] эта форма не является первичной, так как в диагенезе произошла трансформация из органической в фосфатную форму.

Исследования угля на высокоразрешающем электронном микроскопе позволили выявить лишь единичные содержащие РЗЭ минералы микронной размерности. Куларит выявлен в пробе окисленного угля. Располагается конусообразная частица в алюмосиликатной матрице. Ее размер около 5 мкм.

Так же в пробе окисленного угля в количествах, не превышающих первые проценты обнаружена дифференцированная микроминеральная фаза сидерофильного Fe и индивидуального РЗЭ-Nd (рис. 30, б).

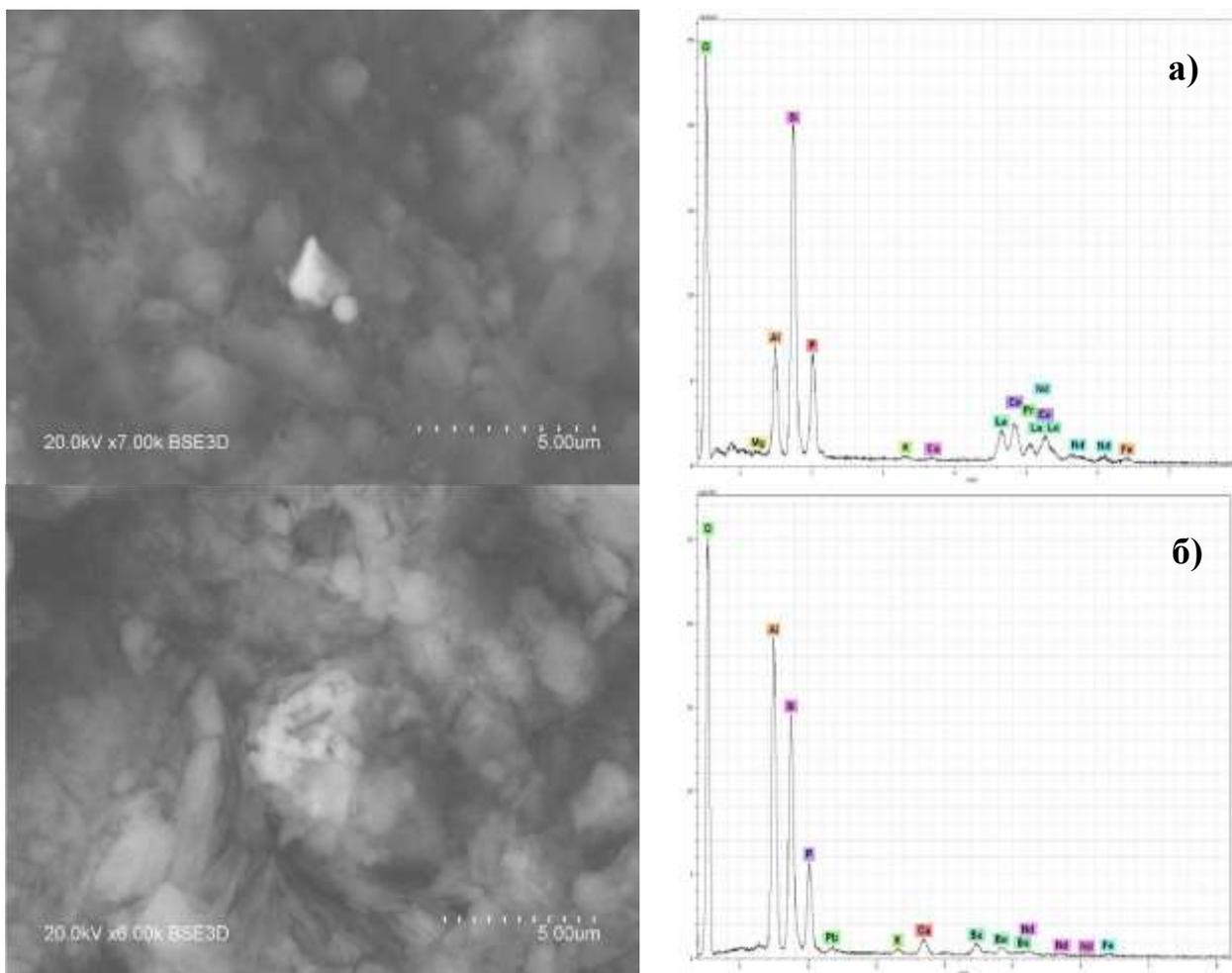


Рисунок 30. а- куларит, б- сложная дифференцированная микроминеральная фаза Fe-Nd

Выделяются следующие механизмы накопления РЗЭ в углях [106]:

- кластогенное накопление с твердыми взвесями и обломочным материалом
- биогенное накопление в растительной массе
- сорбционное и хемосорбционное накопление на органическом веществе, глинистых минералах и на гидроокислах железа.
- хемогенное минералообразование в результате смешения грунтовых вод субщелочного и щелочного состава с кислыми водами торфяников и на других типах геохимических барьеров.

Механизм накопления в первого типа очевиден и известен на всех без исключения угольных месторождениях. Угли с зольностью более 2 - 3% как правило содержат в своем составе кластогенное вещество. Степень насыщения терригенной золы РЗЭ находится в прямой зависимости от химического состава областей питания обломочным материалом древнего торфяника. Резкое преобладание в геохимическом спектре углей указывает на важную роль кластогенной составляющей в их накоплении [89] легких лантаноидов. Вероятно, важная роль пород щелочного состава в структурах обрамления обеспечила обогащение грунтовых вод, взвесей и более грубообломочного

материала европием. Этим объясняются повышенные содержания данного элемента в углевмещающих породах и углях и отсутствие характерного европиевого минимума на нормированных кривых. Возможно участие в составе водных растворов и продуктов термальной деятельности, но очевидных ее следов на месторождении не установлено. В связи с этим гидротермальные процессы в данном случае не рассматриваются [89].

Исследования последних десятилетий показали, что элементы в углях могут находиться в составе чрезвычайно мелких (до нескольких микронов и менее) минеральных выделений, которые невозможно обычными физическими методами отделить от органической массы угля. Однако такие микроминералы имеют, как правило, аутигенную природу и их формирование, вероятно, происходило за счет первично сорбированного на органике вещества, либо при участии бактерий (сульфиды и др.). Условно такая форма нахождения может рассматриваться как первично органическая [103].

5. Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение

В настоящее время перспективность научного исследования определяется не столько масштабом открытия, оценить которое на первых этапах жизненного цикла высокотехнологического и ресурсоэффективного продукта бывает достаточно трудно, сколько коммерческой ценностью разработки. Оценка коммерческой ценности разработки является необходимым условием при поиске источников финансирования для проведения научного исследования и коммерциализации его результатов.

Целью раздела «Финансовый менеджмент, ресурсоэффективность и ресурсосбережение» является определение перспективности и успешности научно-технического исследования, оценка его эффективности, уровня возможных рисков, разработка механизма управления и сопровождения конкретных проектных решений на этапе реализации.

Для достижения обозначенной цели необходимо решить следующие задачи:

1. организовать работы по научному исследованию;
2. осуществить планирование этапов выполнения исследования;
3. оценить коммерческий потенциал и перспективность проведения научного исследования;
4. рассчитать бюджет проводимого научно-технического исследования;
5. произвести оценку социальной и экономической эффективности исследования.

Исследование проводилось с целью оценки уровня накопления редких и редкоземельных элементов с изучением условий концентрирования элементов-примесей в углях. В качестве объекта исследования были отобраны пробы с территории угленосности.

5.1.2 Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения

Анализ конкурентных технических решений с позиции ресурсоэффективности и ресурсосбережения позволяет провести оценку сравнительной эффективности научной разработки и определить направления для ее будущего повышения.

В данном научном исследовании анализируется накопление редких и редкоземельных элементов-примесей в углях Экибастузского каменноугольного бассейна. Также дается оценка рентабельности попутного извлечения редких металлов при добыче угля. В таблице 1 приведена оценка конкурентов, где Ф – разрабатываемый проект, к1 – исследование, проведенное инженером-геологом в научно-исследовательском институте, к2 – исследование, проведенное организацией, которая занимается добычей угля.

Таблица 21. Оценочная карта для сравнения конкурентных технических решений (разработок)

Критерии оценки	Вес критерия	Баллы			Конкурентоспособность		
		Б _ф	Б _{к1}	Б _{к2}	К _ф	К _{к1}	К _{к2}
1	2	3	4	5	6	7	8
Технические критерии оценки ресурсоэффективности							
1. Повышение производительности	0,14	5	3	4	0,7	0,42	0,56
2. Точность	0,18	4	4	4	0,72	0,72	0,72
3. Скорость	0,15	5	4	3	0,75	0,6	0,45
4. Технологичность	0,15	4	4	4	0,6	0,6	0,6
Экономические критерии оценки эффективности							
1. Конкурентоспособность продукта	0,12	5	4	4	0,6	0,48	0,48
2. Цена	0,14	5	3	2	0,7	0,42	0,28
3. Время	0,12	4	5	3	0,48	0,6	0,36
Итого	1	32	27	24	4,55	3,84	3,45

Критерии оценки подбираются, исходя из выбранных объектов сравнения с учетом их технических и экономических особенностей разработки, создания и эксплуатации.

Анализ конкурентных технических решений определяется по формуле:

$$K = \sum V_i \cdot B_i$$

где: K – конкурентоспособность научной разработки или конкурента;

V_i – вес показателя (в долях единицы);

B_i – балл i -го показателя.

Основываясь на проведенном анализе конкурентов, можно сказать что проект превосходит конкурентные исследования, что связано с ценой, производительностью, а также скоростью разрабатываемого проекта. Однако уязвимость разрабатываемого проекта в том, что требуется больше времени на его выполнение.

5.1.3 SWOT-анализ

SWOT – представляет собой комплексный анализ научно-исследовательского проекта (таблица 22). Применяют для исследования внешней и внутренней среды проекта. Анализ проводится в 3 этапа.

Первый этап заключается в описании сильных и слабых сторон проекта, в выявлении возможностей и угроз для реализации проекта, которые проявились или могут появиться в его внешней среде.

Таблица 22 – Матрица SWOT-анализа

<p>Сильные стороны</p> <p>С1. Низкая цена проекта</p> <p>С2. Отсутствие подобного исследования на территории области</p> <p>С3. Достаточно высокая точность результатов</p> <p>С4. Распространённость и доступность объектов исследования</p> <p>С5. Экологичность проведенных исследований</p>	<p>Слабые стороны</p> <p>Сл1. Удаленность территории объекта исследования</p> <p>Сл2. Погрешность методов анализа</p> <p>Сл3. Для реализации исследования необходимо привлечение большого массива информации</p>
<p>Возможности</p> <p>В1. Расширение сферы участия в проектах, реализуемых в рамках программ ТПУ</p> <p>В2. Появление дополнительного спроса на исследования</p>	<p>Угрозы</p> <p>У1. Развитие конкуренции</p> <p>У2. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования со стороны государства</p>

Второй этап состоит в выявлении соответствия сильных и слабых сторон научно-исследовательского проекта внешним условиям окружающей среды.

Интерактивная матрица проекта представлена в таблице 23. Каждый фактор помечается либо знаком «+» (означает сильное соответствие сильных сторон возможностям), либо знаком «-» (что означает слабое соответствие); «0» – если есть сомнения в том, что поставить «+» или «-».

Таблица 23. Интерактивная матрица проекта

	Сильные стороны проекта					
		С1.	С2.	С3.	С4.	С5.
Возможности проекта	В1.	+	+	+	+	0
	В2.	+	+	+	0	+

	Слабые стороны проекта			
		Сл1.	Сл2.	Сл3.

Возможности проекта	В1.	-	-	+
	В2.	0	-	+

Сильные стороны проекта						
Угрозы		С1.	С2.	С3.	С4.	С5.
	У1.	+	+	+	-	0
	У2.	-	-	-	-	-

Слабые стороны проекта				
Угрозы		Сл1.	Сл2.	Сл3.
	У1.	-	-	-
	У2.	+	0	+

В рамках *третьего этапа* должна быть составлена итоговая матрица SWOT-анализа (таблица 24).

Таблица 24 – SWOT-анализ

	<p>Сильные стороны</p> <p>С1. Низкая цена проекта</p> <p>С2. Отсутствие подобного исследования на территории области</p> <p>С3. Достаточно высокая точность результатов</p> <p>С4. Распространённость и доступность объектов исследования</p> <p>С5. Экологичность проведенных исследований.</p>	<p>Слабые стороны</p> <p>Сл1. Удаленность территории объекта исследования</p> <p>Сл2. Погрешность методов анализа</p> <p>Сл3. Для реализации исследования необходимо привлечение большого массива информации.</p>
Возможности	Введение метода в вузы для обучения;	Проверка результатов, отправлять пробы на

<p>В1. Расширение сферы участия в проектах, реализуемых в рамках программ ТПУ</p> <p>В2. Появление дополнительного спроса на исследования</p>	<p>Быстрое продвижение исследования в связи с преимуществами данного исследования;</p> <p>Дополнительный спрос может появиться за счет универсальности исследования.</p>	<p>внешний и внутренний контроль.</p>
<p>Угрозы</p> <p>У1. Развитие конкуренции</p> <p>У2. Несвоевременное финансовое обеспечение научного исследования со стороны государства</p>	<p>Создание конкурентоспособного проекта.</p>	<p>Из-за относительной длительности анализа могут возникнуть проблемы с продвижением данного исследования.</p>

Оценка готовности научного проекта к коммерциализации (или уровень имеющихся знаний у разработчика) определяется по формуле:

$$B_{\text{сум}} = \sum B_i$$

где: $B_{\text{сум}}$ – суммарное количество баллов по каждому направлению;

B_i – балл по i -му показателю.

Значение $B_{\text{сум}}$ позволяет говорить о мере готовности научной разработки и ее разработчика к коммерциализации. В итоге получилось, что разработка является перспективной, а уровень имеющихся знаний у разработчика выше среднего.

По результатам оценки выделяются слабые стороны исследования, дальнейшего улучшения необходимо провести маркетинговые исследования рынков сбыта, разработать бизнес-план коммерциализации научной разработки проработать вопросы международного сотрудничества и выхода на зарубежный рынок.

Для коммерциализации результатов, проведенного исследования будут использоваться следующие методы: инжиниринг и передача интеллектуальной собственности.

Инжиниринг будет предполагать предоставление на основе договора инжиниринга одной стороной, именуемой консультантом, другой стороне, именуемой заказчиком, комплекса или отдельных видов инженерно-технических услуг, связанных с проектированием, строительством и вводом объекта в эксплуатацию, с разработкой новых технологических процессов на предприятии заказчика.

Передача интеллектуальной собственности будет производиться в уставной капитал предприятия или государства.

Данные методы коммерциализации будут наиболее продуктивными в отношении данного проекта.

5.2 Инициация проекта

Группа процессов инициации состоит из процессов, которые выполняются для определения нового проекта или новой фазы существующего. В рамках процессов инициации определяются изначальные цели и содержание и фиксируются изначальные финансовые ресурсы. Определяются внутренние и внешние заинтересованные стороны проекта, которые будут взаимодействовать и влиять на общий результат научного проекта. Данная информация закрепляется в Уставе проекта (таблица 26).

Таблица 26 – Заинтересованные стороны проекта

Заинтересованные стороны проекта	Ожидания заинтересованных сторон
НИ ТПУ	Выпуск высококвалифицированных специалистов
АО «Евроазиатская энергетическая корпорация»	Получение геохимического исследования на перспективном угольно добывающем участке

В таблице 27 представлена иерархия целей проекта и критерии достижения целей.

Таблица 27 – Цели и результат проекта

Цели проекта:	Изучение уровня накопления, распределения и условий концентрирования элементов-примесей в углях Экибастуза.
Ожидаемые результаты проекта:	Нахождение относительно высокого процента содержания редких и редкоземельных элементов в отобранных пробах отдельных участков.
Критерии приемки результата проекта:	Найти в отобранных пробах редкоземельные и сопутствующие элементы, подкрепляя доказательствами
Требования к результату проекта:	Требование:
	Отобрать пробы определенных участков из угольного разреза «Восточный» Экибастузского бассейна, для лабораторных аналитических исследований;
	Подготовить пробы для анализа в лаборатории, отдать пробы на анализ;
	Провести обработку полученных данных;

	Выявить факторы, влияющие на химический состав залегания угольных пластов.
--	--

В таблице 28 представлена организационная структура проекта (роль каждого участника, их функции, трудозатраты).

Таблица 28 – Рабочая группа проекта

№ п/п	ФИО, основное место работы, должность	Роль в проекте	Функции	Трудозатраты, час.
1.	Арбузов С.И., НИ ТПУ, профессор ОГ ИШПР	Руководитель проекта	Консультирование, координация деятельности, определение задач, контроль выполнения.	600
2.	Кузекбай А. М. К., магистрант ОГ ИШПР	Исполнитель по проекту	Анализ литературных источников, отбор проб, пробоподготовка, анализ лабораторных данных, написание работы	1600
ИТОГО:				2200

Ограничения проекта – это все факторы, которые могут послужить ограничением степени свободы участников команды проекта, а также «границы проекта» – параметры проекта или его продукта, которые не будут реализованных в рамках данного проекта (таблица 29).

Таблица 29 – Ограничения проекта

Фактор	Ограничения/ допущения
3.1. Бюджет проекта	953800
3.1.1. Источник финансирования	НИ ТПУ
3.2. Сроки проекта:	01.09.2020-31.05.2022
3.2.1. Дата утверждения плана управления проектом	15.09.2021
3.2.2. Дата завершения проекта	31.05.2022

5.3 Планирование управления научно-техническим проектом

Группа процессов планирования состоит из процессов, осуществляемых для определения общего содержания работ, уточнения целей и разработки последовательности действий, требуемых для достижения данных целей.

План управления научным проектом должен включать в себя следующие элементы:

1. иерархическая структура работ проекта;
2. контрольные события проекта;
3. план проекта;
4. бюджет научного исследования.

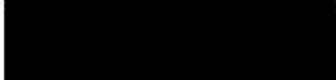
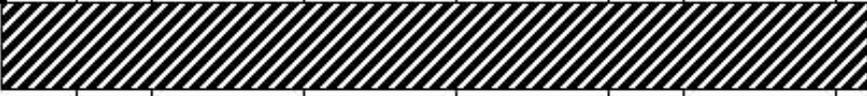
5.3.1 План проект

В рамках планирования научного проекта построены календарный график проекта (таблица 30, 31).

Таблица 30– Календарный план проекта

Название	Длительность, дни	Дата начала работ	Дата окончания работ	Состав участников
Утверждение темы магистерской диссертации	7	01.09.20	07.09.20	Кузекбай А. М. К., Арбузов С.И.
Согласование плана работ	7	08.09.20	15.09.20	Кузекбай А. М. К., Арбузов С.И.
Литературный обзор	138	16.09.20	31.01.20	Кузекбай А. М. К.
Обработка полученных данных и обсуждение результатов	292	01.02.21	20.12.21	Кузекбай А. М. К., Арбузов С.И.
Написание отчета	162	21.12.21	31.05.22	Кузекбай А. М. К.
Итого:	606			

Таблица 31 – Календарный план график проведения НИОКР по теме

Наименование этапа	Т, дней	2020				2021												2022						
		Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь	Октябрь	Ноябрь	Декабрь	Январь	Февраль	Март	Апрель	Май		
Утверждение темы магистерской диссертации	7																							
Согласование плана работ	7																							
Литературный обзор	138																							
Обработка полученных данных и обсуждение результатов	292																							
Написание отчета	162																							



- Кузекбай А. М. К.



- Кузекбай А. М. К., Арбузов С.И

5.4 Бюджет научного исследования

При планировании бюджета научного исследования должно быть обеспечено полное и достоверное отражение всех видов планируемых расходов, необходимых для его выполнения. В процессе формирования бюджета, планируемые затраты сгруппированы по статьям. В данном исследовании выделены следующие статьи:

1. Сырье, материалы, покупные изделия и полуфабрикаты;
2. Специальное оборудование для научных работ;
3. Заработная плата;
4. Отчисления на социальные нужды;
5. Научные и производственные командировки;
6. Оплата работ, выполняемых сторонними организациями и предприятиями;
7. Накладные расходы.

Сырье, материалы, покупные изделия и полуфабрикаты (за вычетом отходов). В эту статью включаются затраты на приобретение всех видов материалов, комплектующих изделий и полуфабрикатов, необходимых для выполнения работ по данной теме (таблица 32).

Таблица 32 – Расчет затрат по статье «Сырье и материалы»

Наименование	Количество, шт	Цена за единицу, руб.	Сумма, руб.
Бумага для принтера А-4	50	250	12 500
Бумага для принтера А-3	10	500	5 000
Бумага для принтера А-1	3	750	2 250
Картридж HP LJ 1005	15	750	11 250
Тонер-картридж Panasonic КХ-FAТ92А7	10	1056	10 560
USB флеш-накопитель	10	200	2 000
Ручка шариковая автоматическая Pilot	30	20	600
Крафт-пакеты	30	8	2 400
Карандаш простой	10	9	90
Папка для бумаг	9	150	1 350
Всего за материалы	48 000		

Транспортно-заготовительные расходы (3-5%)	1 920
Итого по статье	49 920

Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ. В данную статью включены все затраты, связанные с приобретением специального оборудования, необходимого для проведения работ по теме НИР (таблица 33).

Таблица 33 – Расчет затрат по статье «Спецоборудование для научных работ»

№ п/п	Наименование оборудования	Кол-во единиц оборудования	Цена единицы оборудования, руб.	Общая стоимость оборудования, руб.
1	Компьютер (НР)	1	30000,0	30000,0
2	Программное обеспечение Microsoft Office	1	5990,0	6000,0
3	Surfer 8	1	20000	20000
Итого, руб.:				56 000

Расчет основной заработной платы. В настоящую статью включается основная заработная плата научных и инженерно-технических работников, рабочих макетных мастерских и опытных производств, непосредственно участвующих в выполнении работ по данной теме. Величина расходов по заработной плате определяется исходя из трудоемкости выполняемых работ и действующей системы оплаты труда. Расчет основной заработной платы сводится в таблице 14.

$$C_{зп} = Z_{осн} + Z_{доп}$$

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата;

$Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата

Основная заработная плата ($Z_{осн}$) руководителя (лаборанта, инженера) от предприятия (при наличии руководителя от предприятия) рассчитывается по следующей формуле:

$$Z_{осн} = Z_{дн} \cdot T_{раб}$$

где $Z_{осн}$ – основная заработная плата одного работника;

$T_{раб}$ – продолжительность работ, выполняемых научно-техническим работником, раб. дн.;

$Z_{дн}$ – среднедневная заработная плата работника, руб.

Среднедневная заработная плата рассчитывается по формуле:

$$Z_{\text{дн}} = \frac{Z_{\text{м}} \cdot M}{F_{\text{д}}}$$

где: $Z_{\text{м}}$ – месячный должностной оклад работника, руб.;

M – количество месяцев работы без отпуска в течение года:

при отпуске в 24 раб. дня $M = 11,2$ месяца, 5-дневная неделя;

при отпуске в 48 раб. дней $M = 10,4$ месяца, 6-дневная неделя;

$F_{\text{д}}$ – действительный годовой фонд рабочего времени научно-технического персонала, раб. дн.

Расчет заработной платы научно – производственного и прочего персонала проекта проводили с учетом работы 2-х человек – научного руководителя и исполнителя. Баланс рабочего времени исполнителей представлен в таблице 34.

Таблица 34 – Баланс рабочего времени

Показатели рабочего времени	Руководитель	Магистрант
Календарное число дней	365	365
Количество нерабочих дней	99	99
- выходные дни	14	14
- праздничные дни		
Потери рабочего времени	24	24
- отпуск	14	14
- невыходы по болезни		
Действительный годовой фонд рабочего времени	212	212

Месячный должностной оклад работника:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{б}} * (k_{\text{пр}} + k_{\text{д}}) * k_{\text{р}}, \text{ где}$$

$Z_{\text{б}}$ – базовый оклад, руб.;

$k_{\text{пр}}$ – премиальный коэффициент (определяется Положением об оплате труда);

$k_{\text{д}}$ – коэффициент доплат и надбавок;

$k_{\text{р}}$ – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

При расчете заработной платы научно-производственного и прочего персонала проекта учитывались месячные должностные оклады работников, которые рассчитывались по формуле:

$$Z_{\text{м}} = Z_{\text{б}} * K_{\text{р}}, \text{ где}$$

$Z_{\text{б}}$ – базовый оклад, руб.;

$K_{\text{р}}$ – районный коэффициент, равный 1,3 (для Томска).

Согласно информации сайта Томского политехнического университета, должностной оклад (ППС) профессора 2022 году без учета РК составил 50 000 руб., Расчет основной заработной платы приведен в таблице 35.

Таблица 35 – Расчет основной заработной платы

Исполнители	Z_6 , руб.	$k_{пр}$	k_d	k_p	Z_m , руб.	$Z_{дн}$, руб.	T_p , раб. дн.	$Z_{осн}$, руб.
Руководитель	50 000	1	0,02	1,3	65 000	3433,96	212	727999,5
Магистрант	3000	-	-	1,3	3990	210,79	212	44687,5

Дополнительная заработная плата научно-производственного персонала. В данную статью включается сумма выплат, предусмотренных законодательством о труде, например, оплата очередных и дополнительных отпусков; оплата времени, связанного с выполнением государственных и общественных обязанностей; выплата вознаграждения за выслугу лет и т.п. (в среднем – 12 % от суммы основной заработной платы).

Дополнительная заработная плата рассчитывается исходя из 10-15% от основной заработной платы, работников, непосредственно участвующих в выполнении темы:

$$Z_{доп} = Z_{осн} * k_{доп}, \text{ где}$$

$Z_{доп}$ – дополнительная заработная плата, руб.;

$k_{доп}$ – коэффициент дополнительной зарплаты;

$Z_{осн}$ – основная заработная плата, руб.

В таблице 36 приведена форма расчёта основной и дополнительной заработной платы.

Таблица 36 – Заработная плата исполнителей НТИ

Заработная плата	Руководитель	Магистрант
Основная зарплата	727999,5	44687,5
Дополнительная зарплата	72799,9	4468,7
Итого по статье $C_{зп}$	800799,4	49156,2

Отчисления на социальные нужды. Статья включает в себя отчисления во внебюджетные фонды.

$$C_{внеб} = k_{внеб} * (Z_{осн} + Z_{доп}), \text{ где}$$

$k_{внеб}$ – коэффициент отчисления на уплату во внебюджетные фонды.

На 2014 г. в соответствии с Федеральным законом от 24.07.2009 №212-ФЗ установлен размер страховых взносов равный 30%. На основании пункта 1 ст.58 закона №212-ФЗ для учреждений, осуществляющих образовательную и научную деятельность в 2014 году водится пониженная ставка – 27,1%.

Стипендиальный выплаты студентам, магистрам и аспирантам не облагаются налогом.

Отчисления на социальные нужды составляют:
 $C_{\text{внб}} = 0,3 \cdot (727999,5 + 72799,9) = 240239,82$ рублей

Научные и производственные командировки. В эту статью включаются расходы по командировкам научного и производственного персонала, связанного с непосредственным выполнением конкретного проекта, величина которых принимается в размере 10% от основной и дополнительной заработной платы всего персонала, занятого на выполнении данной темы.

Затраты на научные и производственные командировки составляют 84995,5 руб.

Оплата работ, выполняемых сторонними организациями и предприятиями.

Сторонней организацией был выполнен анализ проб методом масс спектрометрии с индуктивно связанной плазмой (ИСП-МС), который выполняется в Химико-аналитическом центре «Плазма» г. Томск. Расчет затрат на подрядные работы представлен в таблице 37.

Таблица 37 - Расчет затрат на подрядные работы

Метод анализа	Количество проб	Стоимость, руб	Итого, руб
Масс-спектрометрия с индуктивной связанной плазмой	30	2500	75000

На эту статью расходов также в данном проекте относится также использование Internet. Величина этих расходов определялась по договорным условиям и составляет 1400 руб.

Итого на оплату работ выходит 76 400 руб.

Накладные расходы. Расчет накладных расходов провели по следующей формуле:

$$C_{\text{накл}} = k_{\text{накл}} \cdot (Z_{\text{осн}} + Z_{\text{доп}}) = 0,8 \cdot (800799,4 + 49156,2) = 679964,5$$

где $K_{\text{накл}}$ – коэффициент накладных расходов принят 0,8.

Таким образом, затраты проекта составляет 1281110,9, которые приведены в таблице 38.

Таблица 38 – Затраты научно-исследовательской работы

Вид исследования	Затраты по статьям									
	Сырье, материалы (за вычетом возвратных отходов), покупные изделия и полуфабрикаты	Специальное оборудование для научных (экспериментальных) работ	Основная заработная плата	Доп-ая заработная плата	Отчисления на социальные нужды	Научные и производственные командировки	Оплата работ, выполняемых сторонними организациями и предприятиями	Прочие прямые расходы	Накладные расходы	Итого плановая себестоимость
Данное исследование	49920	56000	772687	77268,6	240239,82	84995,5	76 400	-	679964,5	<u>1281110,9</u>
Аналог	2000	300000	999919,2	99991,6	329973,2	109991,1	-	-	879928,6	2721803,7

4.Операционные затраты,
(осн+доп)+соц.отч.+науч.ком+контр.расх+накл.расх=35%*бюджета

руб.=сырье+амортизация+ЗП

=

$A_{г} = C_{перв.} * N_{а} / 100 = C_{перв.} * 0,1$

5.4.1 Организационная структура проекта

Данный проект представлен в виде проектной организационной структуры. Проектная организационная структура проекта представлена на рисунке 32.



Рисунок 32 – Проектная структура проекта

5.4.2 План управления коммуникациями проекта

План управления коммуникациями отражает требования к коммуникациям со стороны участников проекта (таблица 39).

Таблица 39 – План управления коммуникациями

№ п/п	Какая информация передается	Кто передает информацию	Кому передается информация	Когда передает информацию
1.	Статус проекта	Исполнитель	Руководителю	Еженедельно (понедельник)
2.	Обмен информацией о текущем состоянии проекта	Исполнитель	Руководителю	Ежемесячно (конец месяца)
3.	Документы и информация по проекту	Исполнитель	Руководителю	Не позже сроков графиков и к. точек
4.	О выполнении контрольной точки	Исполнитель	Руководителю	Не позже дня контрольного события по плану управления

5.5 Определение ресурсной (ресурсосберегающей), финансовой, бюджетной, социальной и экономической эффективности

5.5.1 Оценка абсолютной эффективности исследования

В основе проектного подхода к инвестиционной деятельности предприятия лежит принцип денежных потоков. Особенностью является его прогнозный и долгосрочный характер, поэтому в применяемом подходе к анализу учитываются фактор времени и фактор риска. Для оценки общей экономической эффективности используются следующие основные показатели:

1. чистая текущая стоимость (NPV);
2. индекс доходности (PI);
3. внутренняя ставка доходности (IRR);
4. срок окупаемости (DPP).

Чистая текущая стоимость (NPV) – это показатель экономической эффективности инвестиционного проекта, который рассчитывается путём дисконтирования (приведения к текущей стоимости, т.е. на момент инвестирования) ожидаемых денежных потоков (как доходов, так и расходов).

Расчёт NPV осуществляется по следующей формуле:

$$NPV = \sum_{t=1}^n \frac{ЧДП_{опt}}{(1+i)^t} - I_0$$

где: ЧДП_{опt} – чистые денежные поступления от операционной деятельности;

I_0 – разовые инвестиции, осуществляемые в нулевом году;

t – номер шага расчета ($t= 0, 1, 2 \dots n$)

n – горизонт расчета;

i – ставка дисконтирования (желаемый уровень доходности инвестируемых средств).

Расчёт NPV позволяет судить о целесообразности инвестирования денежных средств. Если $NPV > 0$, то проект оказывается эффективным.

Расчет чистой текущей стоимости представлен в таблице 41. При расчете рентабельность проекта составляла **20-25 %**, норма амортизации - 10 %. $Ag = C_{перв} * Na / 100$, $себ = \underline{847228,2 \text{ р.}}$, $Выручка = себестоимость * 1,25 =$

Таблица 41 – Расчет чистой текущей стоимости по проекту в целом

№	Наименование показателей	Шаг расчета				
		0	1	2	3	4
1	Выручка от реализации, руб.	0	1537333,1	1537333,1	1537333,1	1537333,1
2	Итого приток, руб.	0	1537333,1	1537333,1	1537333,1	1537333,1

3	Инвестиционные издержки, руб.	- 1281110,9	0	0	0	0
4	Операционные затраты, руб. (35% от бюджета)	0	448388,8	448388,8	448388,8	448388,8
5	Налогооблагаемая прибыль(1-4)	0	1088944,3	1088944,3	1088944,3	1088944,3
6	Налоги 20 %, руб.(5*20%)	0	217788,8	217788,8	217788,8	217788,8
8	Чистая прибыль, руб.(5-6)	0	871155,5	871155,5	871155,5	871155,5
9	Чистый денежный поток (ЧДП), руб.(чистая прибыль+амортизация)	- 1281110,9	999266,5	999266,5	999266,5	999266,5
10	Коэффициент дисконтирования при i=20% (КД)	1	<u>0,833</u>	<u>0,694</u>	<u>0,578</u>	<u>0,482</u>
11	Чистый дисконтированный денежный поток (ЧДД), руб.(9*10)	- 1281110,9	832388,9	693490,9	577576,4	481646,4
12	Σ ЧДД	2585102 руб.				
12	Итого NPV, руб.	1303991 руб.				

NPV=2585102 руб.- 1281110,9=1303991руб.>0

Если NPV<0:

1) i=10%

2) интервал планирования=5 годам

Коэффициент дисконтирования рассчитан по формуле:

$$КД = \frac{1}{(1+i)^t}$$

где: *i* – ставка дисконтирования, 20 %; (10%)

t – шаг расчета.

Таким образом, чистая текущая стоимость по проекту в целом составляет 736216 рублей, что позволяет судить об его эффективности.

Индекс доходности (PI) – показатель эффективности инвестиции, представляющий собой отношение дисконтированных доходов к размеру инвестиционного капитала. Данный показатель позволяет определить инвестиционную эффективность вложений в данный проект. Индекс доходности рассчитывается по формуле:

$$PI = \sum_{t=1}^n \frac{ЧДП_t}{(1+i)^t} / I_0 > 1$$

где: ЧДД - чистый денежный поток, руб.;

I_0 – начальный инвестиционный капитал, руб.

Таким образом PI для данного проекта составляет:

$$PI = \frac{2585102}{1281110,9} = 2,01$$

Так как $PI > 1$, то проект является эффективным.

Внутренняя ставка доходности (IRR). Значение ставки, при которой обращается в нуль, носит название «внутренней ставки доходности» или IRR. Формальное определение «внутренней ставки доходности» заключается в том, что это та ставка дисконтирования, при которой суммы дисконтированных притоков денежных средств равны сумме дисконтированных оттоков или =0. По разности между IRR и ставкой дисконтирования i можно судить о запасе экономической прочности инвестиционного проекта. Чем ближе IRR к ставке дисконтирования i , тем больше риск от инвестирования в данный проект.

Между чистой текущей стоимостью (NPV) и ставкой дисконтирования (i) существует обратная зависимость. Эта зависимость представлена в таблице 42 и на рисунке 33.

Таблица 42 – Зависимость NPV от ставки дисконтирования

№	Наименование показателя	0	1	2	3	4	NPV, руб.
1	Чистые денежные потоки, руб.	-1281110,9	999266,5	999266,5	999266,5	999266,5	
2	Коэффициент дисконтирования						
	0,1	1	0,909	0,826	0,751	0,683	
	0,2	1	0,833	0,694	0,578	0,482	
	0,3	1	0,769	0,592	0,455	0,35	
	0,4	1	0,714	0,51	0,364	0,26	
	0,5	1	0,667	0,444	0,295	0,198	
	0,6	1	0,625	0,39	0,244	0,153	
	0,7	1	0,588	0,335	0,203	0,112	

	0,8	1	0,556	0,309	0,171	0,095	
	0,9	1	0,526	0,277	0,146	0,077	
	1	1	0,5	0,25	0,125	0,062	
3	Дисконтированный денежный поток, руб.						
	0,1	- 1281110 ,9	908333, 2	825394, 1	750449, 1	682499, 0	1885564 ,6
	0,2	- 1281110 ,9	832389, 0	693491, 0	577576, 0	481646, 5	1303991 ,5
	0,3	- 1281110 ,9	768435, 9	591565, 8	454666, 3	349743, 3	883300, 3
	0,4	- 1281110 ,9	713476, 3	509625, 9	363733, 0	259809, 3	565533, 6
	0,5	- 1281110 ,9	666510, 8	443674, 3	294783, 6	197854, 8	321712, 6
	0,6	- 1281110 ,9	624541, 6	389713, 9	243821, 0	152887, 8	129853, 4
	0,7	- 1281110 ,9	587568, 7	334754, 3	202851, 1	111917, 8	-44019,0
	0,8	- 1281110 ,9	555592, 2	308773, 3	170874, 6	94930,3	- 150940, 5
	0,9	- 1281110 ,9	525614, 2	276796, 8	145892, 9	76943,5	- 255863, 5
	1	- 1281110 ,9	499633, 3	249816, 6	124908, 3	61954,5	- 344798, 2

Ставка дисконтирования, %

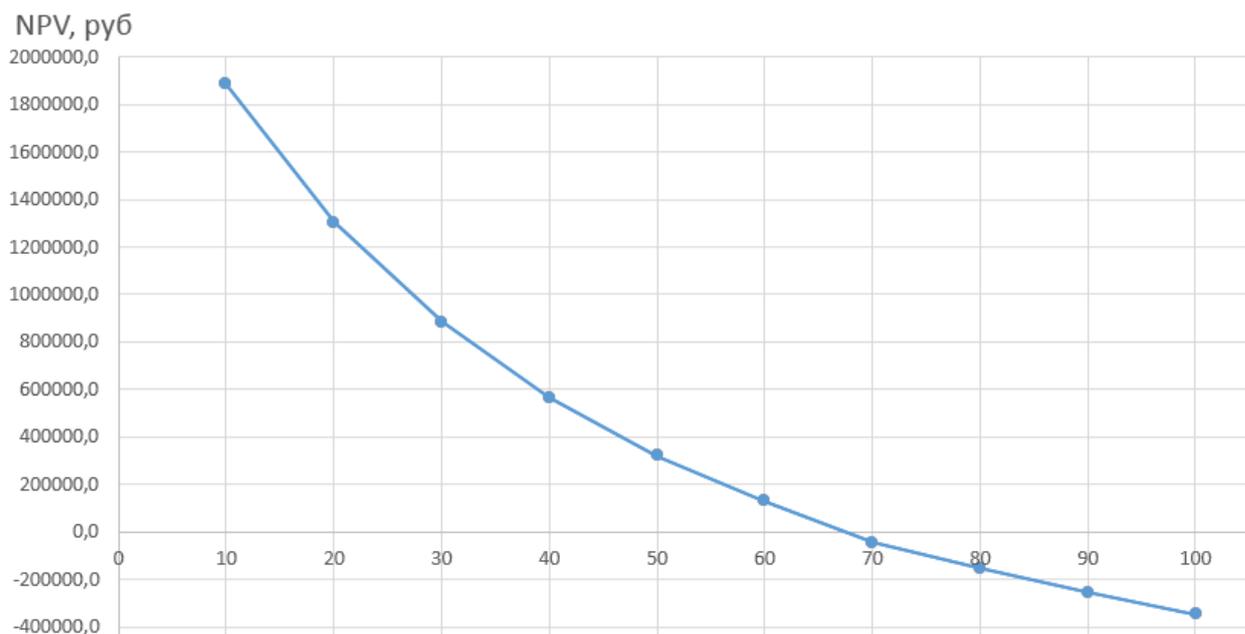


Рисунок 33 – Зависимость NPV от ставки дисконтирования

Из таблицы и графика следует, что по мере роста ставки дисконтирования чистая текущая стоимость уменьшается, становясь отрицательной. Значение ставки, при которой NPV обращается в нуль, носит название «внутренней ставки доходности» или «внутренней нормы прибыли». Из графика получаем, что IRR составляет 0,70.

$IRR > i$, проект эффективен.

Запас экономической прочности проекта: $70\% - 20\% = 50\%$

Дисконтированный срок окупаемости. Как отмечалось ранее, одним из недостатков показателя простого срока окупаемости является игнорирование в процессе его расчета разной ценности денег во времени.

Этот недостаток устраняется путем определения дисконтированного срока окупаемости. То есть это время, за которое денежные средства должны совершить оборот.

Наиболее приемлемым методом установления дисконтированного срока окупаемости является расчет кумулятивного (нарастающим итогом) денежного потока (таблица 43).

Таблица 43 – Дисконтированный срок окупаемости

№	Наименование показателя	Шаг расчета(слагаем крест накрест)				
		0	1	2	3	4
1	Дисконтированный чистый денежный поток ($i=0,20$), руб.	-1281110,9	832388,9	693490,9	577576,4	481646,4

2	То же нарастающим итогом, руб.	- 1281110, 9	- 448722	24476 8,9	822345,3	1303991, 7
3	Дисконтированный срок окупаемости	$DP_{дск} = 1 + (448722/641273) = 1,7$ года				

Социальная эффективность научного проекта учитывает социально-экономические последствия осуществления научного проекта для общества в целом или отдельных категорий населения или групп лиц, в том числе как непосредственные результаты проекта, так и «внешние» результаты в смежных секторах экономики: социальные, экологические и иные внеэкономические эффекты (таблица 44).

Таблица 44 – Критерии социальной эффективности

ДО	ПОСЛЕ
Отсутствие информации об элементном составе природных объектов на территории рудопроявления	Впервые получены данные об элементном составе и количественных оставляющих у природных объектах
Нехватка обширных и достоверных данных об аномалиях золота и сопутствующих элементах в природных объектах на территории рудопроявления	Обобщены и структурированы данные о об аномалиях в природных объектах на территории рудопроявления

5.5.2 Оценка сравнительной эффективности исследования

Определение эффективности происходит на основе расчета интегрального показателя эффективности научного исследования. Его нахождение связано с определением двух средневзвешенных величин: финансовой эффективности и ресурсоэффективности.

Интегральный показатель финансовой эффективности научного исследования получают в ходе оценки бюджета затрат трех (или более) вариантов исполнения научного исследования. Для этого наибольший интегральный показатель реализации технической задачи принимается за базу расчета (как знаменатель), с которым соотносятся финансовые значения по всем вариантам исполнения.

Интегральный финансовый показатель разработки определяется по следующей формуле:

$$I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i} = \frac{\Phi_{pi}}{\Phi_{\text{max}}}$$

где: $I_{\text{финр}}^{\text{исп.}i}$ – интегральный финансовый показатель разработки;

Φ_{pi} – стоимость i-го варианта исполнения;

Φ_{max} – максимальная стоимость исполнения научно-исследовательского проекта (в т.ч. аналоги).

Полученная величина интегрального финансового показателя разработки отражает соответствующее численное увеличение бюджета затрат разработки в размах (значение больше единицы), либо соответствующее численное удешевление стоимости разработки в размах (значение меньше единицы, но больше нуля).

Интегральный показатель ресурсоэффективности вариантов исполнения объекта исследования можно определить по следующей формуле:

$$I_{pi} = \sum a_i \cdot b_i$$

где: I_{pi} – интегральный показатель ресурсоэффективности для i -го

варианта исполнения разработки;

a_i – весовой коэффициент i -го варианта исполнения разработки;

b_i^a, b_i^p – балльная оценка i -го варианта исполнения разработки, устанавливается экспертным путем по выбранной шкале оценивания;

n – число параметров сравнения.

Расчет интегрального показателя ресурсоэффективности приведен в форме таблицы (таблице 45).

Таблица 45 – Сравнительная оценка характеристик вариантов исполнения проекта

Критерии \ ПО	Весовой коэффициент параметра	Текущий проект	Аналог 1	Аналог 2
1. Выход продукта)	0,20	5	5	4
2. Удобство в эксплуатации	0,15	5	3	3
3. Надежность	0,15	4	4	4
4. Безопасность	0,15	4	3	4
5. Простота эксплуатации	0,15	5	4	5
6. Возможность автоматизации данных	0,20	5	4	5
Итого	1	28	23	25

$$I_m^p = 5 \cdot 0,20 + 5 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,20 = 4,7$$

$$I_1^A = 5 \cdot 0,20 + 3 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 + 3 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,20 = 3,9$$

$$I_2^A = 4 \cdot 0,20 + 3 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 + 4 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,15 + 5 \cdot 0,20 = 4,2$$

Интегральный показатель эффективности разработки $I_{\text{финр}}^p$ и аналога $I_{\text{финр}}^a$ определяется на основании интегрального показателя ресурсоэффективности и интегрального финансового показателя по формуле:

$$I_{\text{финр}}^p = \frac{I_m^p}{I_{\text{ф}}^p}; I_{\text{финр}}^a = \frac{I_m^a}{I_{\text{ф}}^a}$$

Сравнение интегрального показателя эффективности текущего проекта и аналогов позволит определить сравнительную эффективность проекта. Сравнительная эффективность проекта определяется по формуле:

$$\mathcal{E}_{\text{ср}} = \frac{I_{\text{финр}}^p}{I_{\text{финр}}^a}$$

где: $\mathcal{E}_{\text{ср}}$ – сравнительная эффективность проекта;

$I_{\text{финр}}^p$ – интегральный показатель разработки;

$I_{\text{финр}}^a$ – интегральный технико-экономический показатель аналога.

Сравнительная эффективность разработки по сравнению с аналогами представлена в таблице 46.

Таблица 46 – Сравнительная эффективность разработки

№ п/п	Показатели	Разработка	Аналог 1	Аналог 2
1	Интегральный финансовый показатель разработки	0,18	0,16	0,16
2	Интегральный показатель ресурсоэффективности разработки	4,50	3,85	4,00
3	Интегральный показатель эффективности	23,12	22,83	23,03
4	Сравнительная эффективность вариантов исполнения	1,02	1,01	1,0

Выводы: Сравнение значений интегральных показателей эффективности позволяет понять, что разработанный вариант проведения проекта является наиболее эффективным при решении поставленной в

магистерской диссертации технической задачи с позиции финансовой и ресурсной эффективности.

В ходе выполнения раздела финансового менеджмента определена чистая текущая стоимость, (NPV), равная 1303991 руб.; индекс доходности $PI=2,01$, внутренняя ставка доходности $IRR=70\%$, срок окупаемости $PP_{дск}=1,7$ года.

Таким образом мы имеем ресурсоэффективный проект с высоким запасом финансовой прочности и относительно коротким сроком окупаемости.

6. Социальная ответственность

6.1 Производственная безопасность

В ходе работ при подземной добыче угля работники могут подвергаться воздействию самых разнообразных вредных и опасных факторов, ситуаций и условий, способных приводить к инцидентам, травмам, гибели, заболеваниям и ухудшению здоровья. При выборе вредных и опасных факторов можно составить следующую таблицу.

Таблица 47 – Основные элементы, формирующие опасные и вредные факторы при выполнении камеральных работ

Источник фактора, наименование видов работ	Факторы (ГОСТ 12.0.003-74)		Нормативные документы
	Вредные	Опасные	
Подземная разработка угольных месторождений	<ul style="list-style-type: none">– Пыль;– Шум;– Вибрация– Микроклимат– Освещенность– Эргономика (нервно-психические перегрузки, монотонность труда)	<ul style="list-style-type: none">– Взрывы в шахтах;– пожары в шахтах;– обрушения подземных выработок;– ожоги и поражение электрическим током;– воспламенение метана, способного взрываться во время отбойки угля;	ГОСТ 12.0.003-74 [1] СН 2.2.4/2.1.8.562–96 [2] ГОСТ 31319-2006 [3] СанПиН 2.2.4.548-96 [4] ГОСТ 12.2.032-78 [6] ГОСТ Р 55733-2013 [7] И т.д.

Подробнее об этом будет рассказано в следующих разделах.

6.1.1 Анализ вредных факторов, которые могут возникнуть при эксплуатации месторождения

Шум. В угольных шахтах имеются места, представляющие собой замкнутое пространство, где работники подвергаются воздействию шума от всевозможного оборудования, машин и механизмов, которые используются для бурения, отбойки, погрузки и транспортировки угля и породы, для транспортировки предметов снабжения и материалов, а также для перемещения объемов шахтного воздуха.

Воздействие шума, уровни которого превышают пределы, признанные безопасными (до 80-90дБА) может приводить к потере слуха, а в шахте эти нормы порой превышают 100дБА. Высокие уровни шума могут также затруднять передачу информации и общение и вызывать нервное утомление, из-за которого возрастает риск производственных травм.

Для снижения риска травм следует:

1. организовывать расположение рабочих мест таким образом, чтобы сводить к минимуму шумовое воздействие на работников;
2. оборудовать звуконепроницаемые кабины или укрытия на тех рабочих местах, где работники перемещают в пределах относительно небольшого пространства;
3. с помощью соответствующих организационных мер свести к минимуму время пребывания работников в шумной среде;

4. предоставить средства защиты органов слуха;
5. обеспечить аудиометрическое обследование работников.

Вибрация. Вибрационная болезнь занимает второе место после пневмокониоза (заболевание легких) среди профессиональных заболеваний шахтеров. Она может встречаться у шахтеров, занятых постоянной работой с отбойными и бурильными молотками. Усугубляющими вредное действие вибрации моментами являются мышечное перенапряжение, вынужденная рабочая поза, охлаждение рук и всего организма, которое может наблюдаться в водообильных шахтах, особенно с низкими температурами воздуха и разрабатываемого грунта.

В целях предупреждения вредного действия вибрации должны проводиться следующие мероприятия: к эксплуатации должны допускаться только исправные вибрационные инструменты и механизмы, работающие в паспортном режиме; пневматические перфораторы, колонковые электросверла должны быть оборудованы виброгасящими приспособлениями. Использование названных инструментов без средств виброгашения запрещается. Следует соблюдать время контакта с вибрацией, от ручных механизированных инструментов оно не должно превышать 2/3 длительности рабочей смены. Рекомендуется устраивать регламентированные перерывы. Категорически недопустимы сверхурочные работы шахтеров виброопасных профессий. Для ограничения общих толчкообразных вибраций пассажирского шахтного транспорта и кабин локомотивов рельсовые пути, особенно на стыках, должны поддерживаться в исправном состоянии. Все рабочие, имеющие контакт с виброинструментами, должны быть обеспечены специальными рукавицами из виброгасящих материалов.

Для предупреждения перегревания или переохлаждения людей в действующих выработках, где постоянно в течение смены находятся люди, допустимая температура в зависимости от влажности и скорости движения воздуха должна соответствовать следующим значениям (табл. 48).

Таблица 48. Допустимая температура воздуха в действующих выработках

Скорость воздуха, м/с	Допустимая температура, С°, при относительной влажности, %		
	75 и менее	76-90	Свыше 90
До 0,25	24	23	22
0,26-0,50	25	24	23
0,51-1,0	26	25	24
1,0 и более	26	26	25

Если параметры микроклимата по температурному фактору отличаются от предельно допустимых величин, то в выработках должна применяться система мероприятий, направленных на предупреждение перегревания или переохлаждения организма работающих таких как: общешахтное кондиционирование воздуха; сооружение специальных камер с кондиционированием воздуха в них; подача свежего (охлажденного) воздуха вентилятором местного проветривания к рабочим местам;

применение средств индивидуальной противотепловой защиты (курток, жилетов, костюмов) и др.

Пыль. Наиболее распространенными загрязнителями, переносимыми по воздуху, являются взвешенная угольная пыль и кристаллический кремнезем, которые образуются при дроблении породы в шахте.

В результате вдыхания пыли у шахтеров могут возникать заболевания пульмональной системы (легких), в том числе пневмокониоз, прогрессирующий массивный фиброз, силикоз и хроническая непроходимость легких. Эти заболевания легких являются прогрессирующими, инвалидизирующими и могут быть смертельными.

Согласно действующим санитарным нормам, запыленность воздуха в подземных выработках не должна превышать: 1 мг/м³, если в породном пыли более 70% свободного диоксида кремния (SiO₂); 10 мг/м³, если угольная пыль содержит до 5% свободного диоксида кремния.

Если невозможно обеспечить эти нормы, то рабочие должны работать в противопылевых респираторах.

Для борьбы с угольной пылью на всех шахтах осуществляются комплексные мероприятия. К таким мерам относятся: использования машин, которые обеспечивают минимальное пылеобразование при добыче угля; предварительное увлажнение угольного пласта; орошения мест пылеобразования и пыли, осевшей; эффективное проветривание выработок; периодическая очистка от пыли откаточных и вентиляционных выработок; расположение скиповых подъемов в стволах с исходящей воздушной струей.

Эргономика. При добыче угля часто приходится вручную поднимать и переносить крупные и тяжелые предметы, что может приводить к мышечно-скелетным повреждениям. Также мышечно-скелетные повреждения могут возникать из-за длительного повторения одних и тех же движений при работе и неудобных поз. Долгое пребывание в одной и той же позе приводит к чрезмерной усталости и переутомлению.

Освещение горных выработок. Работа шахтеров постоянно проводится при отсутствии естественного освещения. Недостаточная освещенность приводит к ухудшению зрения, повышению напряженности и, как следствие, головным болям и повышенной утомляемости.

Освещение рабочих мест и горных выработок осуществляется стационарными светильниками с лампами накаливания или люминесцентными, питаемыми от электрической сети напряжением 36 В. Все комбайны, породопогрузочные машины, локомотивы, механизированные комплексы, агрегаты и щиты снабжаются самостоятельными местными светильниками, обеспечивающими освещение рабочих мест или рабочих органов. Независимо от других видов освещения обязательным является применение индивидуальных светильников.

В частности, норма освещенности 10 лк устанавливается для рабочих мест и выработок, исходя из того, что при ней не наблюдается утомления рабочих. В местах, где люди находятся кратковременно, только во время

передвижения их к месту работы (откаточные выработки, людские ходки и т. д.), минимальный уровень освещенности составляет 1 лк.

Индивидуальными источниками освещения в шахтах служат головные аккумуляторные шахтные светильники. Световой поток головных светильников 30 лм, продолжительность нормального горения не менее 10 ч.

Аварийное освещение монтируется в стволе, околоствольном дворе, камере главного водоотлива, электрокамерах, складах ВМ, а также в местах пересечения выработок и в выработках большой протяженности.

На промплощадке шахты освещению подлежат все места работ, приемные площадки у ствола, лестницы, проходы для людей, помещения электромеханических установок, автотранспортные, железнодорожные и другие пути, в том числе - на породные отвалы.

Допускается также применение индивидуальных светильников в качестве возможного аварийного освещения.

6.1.2 Анализ опасных факторов, которые могут возникнуть при эксплуатации месторождения

Работающие машины, механизмы и установки могут представлять для работников определенную опасность. Работники могут получать различные травмы, попав под самоходное оборудование (установки) или оказавшись зажатыми между ним и каким-либо препятствием. Несчастный случай может произойти из-за того, что оборудование не имеет надежных тормозов или систем управления. Причиной травм могут также стать конструктивные недостатки машин и механизмов или их неправильная эксплуатация. Несчастные случаи (попадание между движущимися частями механизмов, раздавливание, застревание, порезы) могут происходить из-за недостаточного или отсутствующего ограждения (предохранительных приспособлений) на машинах и механизмах.

На шахте должен быть проект для использования механического оборудования и предусматривать следующее: систематическую проверку и тестирование всего механического оборудования; определенную периодичность проведения проверок и тестирования всего механического оборудования; процедуры проверок и тестирования, которые необходимо проводить после ремонта или повторного монтажа механического оборудования; систему обеспечения безопасности для лиц, работающих с механическим оборудованием; порядок учета результатов проверок и тестирования.

Обрушение выработок и падения материала. Чаще всего приходится сталкиваться с такими явлениями, как обрушения кровли и стенок выработки, угольного забоя, а также выбросы угля и породы. Все это приводит к гибели или серьезным повреждениям работников.

Во избежание данной ЧС, кровля, фронт забоя и стенки горной выработки, где работают или перемещаются люди, должны быть закреплены либо контролироваться иным образом. Необходимо постоянно отслеживать

и контролировать смещения пород, по мере необходимости укреплять кровлю, стенки и подошву выработок.

Также нужно контролировать общий риск, связанный с падением материалов, где присутствует опасность травмирования в результате их падения:

1. содержать производственные зоны в чистоте, в надлежащем рабочем состоянии и обеспечивать хороший уход за ними с тем, чтобы не допускать скопления перерабатываемых материалов, которые могут впоследствии обрушиться;

2. оборудовать крытые проходы или устанавливать альтернативные предохранительные устройства, например, предохранительные сетки;

3. планировать проведение необходимых ремонтных работ на высоте в периоды присутствия наименьшего числа людей, а также ограничивать доступ людей в рабочую зону и выставлять соответствующие предупредительные знаки;

4. допускать людей в зоны, где имеется риск падения предметов с высоты, только в чрезвычайных обстоятельствах.

Пожары. Для возникновения пожара необходимы три компонента. Это топливо, кислород и теплота. Угольный пласт с его природными залежами представляет первый компонент - топливо. Второй компонент, кислород, доставляется в шахту системой рудничной вентиляции. Электрические машины, различное оборудование, осветительные приборы, энергетические установки и электрические схемы, сварочные аппараты и другие источники трения, искрения и пламени, являются источниками теплоты, представляют собой последний компонент.

Проект противопожарной защиты должен включать в себя:

1. Меры предотвращения пожаров - сюда относятся методы, материалы и оборудование, предназначенные для предупреждения пожаров и касающиеся всего находящегося под напряжением оборудования, транспортных сосудов и тяговых средств в шахте и т.д.

2. Пожарная сигнализация - обеспечивающая быстрое оповещение о возможном возникновении пожара на самых ранних его стадиях.

3. Оборудование пожаротушения - трубопроводы противопожарного водоснабжения, дренчерные и водораспылительные устройства, водяные краны, вагонетки для воды, пожарные шланги, огнетушители, порошковые химические системы, системы пенообразования и т.д.

Порядок действий при пожаре и авариях - специальные меры защиты и мероприятия, осуществляемые в шахте, должны включать в себя, следующее: определение количества и мест расположения изолирующих самоспасателей или средств самоспасения для шахтеров, а также порядка обучения работников и проверки оборудования; определение задач, мест нахождения и уровня подготовки горноспасателей, находящихся в готовности к действиям; определение мест расположения датчиков контроля состояния рудничной атмосферы в шахте, измеряющих концентрации

рудничных газов, расход и количество воздуха в вентиляционных струях; регистрация имеющих в каждой рабочей смене работников, обученных действиям при пожарах и авариях в шахте; проведения учебных эвакуаций на случай пожара или аварии.

Поражение людей электрическим током (электротравма) происходит: из-за случайного соприкосновения с оголенными проводами или предметами, находящимися под напряжением, или недопустимого приближения к ним; при нахождении вблизи от места замыкания на землю токоведущих частей.

Смертельный электротравматизм связан, в основном, с ремонтом и обслуживанием электроустановок (55%), при работе на машинах и механизмах (8%). Свыше 37% травм происходит с лицами, не связанными с обслуживанием электротехнического оборудования. Во всех шахтных сетях переменного тока напряжением от 127 до 1150.

Защита людей от поражения электрическим током осуществляется с применением заземления, а в сетях до 1000 В - также и реле утечки тока с автоматическим отключением поврежденной сети. Общее время отключения поврежденной сети не должно превышать 0,2 с. Для сетей напряжением 127 и 220 В, а также зарядных сетей время срабатывания реле утечки устанавливается заводской инструкцией. В контактных сетях электровозной откатки, кроме того, должно производиться ограждение контактного провода в местах, особо опасных в отношении поражения людей (переходы через выработки, места посадки людей в вагонетки, погрузочно-разгрузочные пункты и т. п.).

Также к наиболее частым и опасным факторам относится взрыв метана, который будет рассматриваться более подробно в пункте 3.

6.2 Экологическая безопасность

В данном разделе рассматриваются вредные воздействия на окружающую среду и природоохранные мероприятия непосредственно объекта, в пределах которого найдены изучаемые тонштейны, так как само изучение тонштейнов экологической опасности для окружающей среды не несет.

Рельеф участка увалисто-долинный. Растительность и животный мир скудные, либо отсутствуют вовсе.

6.3 Безопасность в чрезвычайных ситуациях

Среди возможных чрезвычайных ситуаций на объекте могут являться пожары в процессе самовозгорания угля, как в пласте, так и на складах. Также чрезвычайной ситуацией будут являться: взрыв метана в выработке, обрушение выработок и падение материалов, поражение электрическим током и т.д.

Наиболее типичной чрезвычайной ситуацией будет взрыв метана, так как он может застать врасплох людей, находящихся в выработке (например, в шахте).

Далее описаны основные мероприятия по спасению людей, застигнутых чрезвычайной ситуацией в горноразведочных выработках.

В оперативной части ликвидации аварий должны быть предусмотрены следующие способы:

1. способы оповещения об аварии всех людей, находящихся в подземных горноразведочных выработках, пути вывода людей на поверхность, действия лиц надзора, ответственных за вывод и спасение людей;

2. вентиляционные режимы, обеспечивающие безопасный выход людей из аварийной выработки;

3. использование подземного транспорта для быстрого удаления из аварийной выработки;

4. прекращение подачи электроэнергии в аварийную выработку;

5. назначение лиц, ответственных за выполнение мероприятий, и расстановка постов безопасности.

Вывод людей с аварийных участков необходимо предусматривать по выработкам, по которым в кратчайшее время и безопасно можно выйти на поверхность, или в выработки со свежей струей воздуха.

Во избежание возникновения подобной чрезвычайной ситуации следую регулярно проверять наличие и исправность в выработках датчиков ДМТ-4 комплекса «Метан», предназначенных для непрерывного контроля содержания метана в выработке, а также производить контроль состояния вентиляционной системы.

6.4 Правовые и организационные вопросы обеспечения безопасности

При работе в шахте ответственный административный аппарат предприятия обязан поддерживать благоприятные условия труда в соответствии с правилами СОУТ.

СИЗ обеспечивают дополнительную защиту от опасных факторов, возникающих в процессе добычи угля. СИЗ (каска, щитки для лица и защитные очки, средства защиты верхних и нижних конечностей, защитные наушники, беруши) должны использоваться работниками и поддерживаться работодателем за его счет в надлежащем состоянии.

При выборе защитной спецодежды необходимо руководствоваться следующими критериями:

1. подходящая конструкция и размер одежды, позволяющие работнику свободно двигаться при выполнении работы;

2. способность материала, насколько это технически возможно, не пропускать химреагенты, сводить к минимуму тепловую нагрузку и последствия пылевыведения, воспламенения, а также не отводить статическое электричество;

3. особые потребности работников, такие как одежда с отражающими свойствами либо специальная защитная прокладка одежды на случай выброса породы или угля.

Работодатель обязан обеспечить, чтобы перед повторной выдачей защитная спецодежда, которая ранее использовалась и могла быть загрязнена опасными для здоровья веществами, подвергалась стирке, чистке, дезинфекции и осмотру.

В соответствии с требованиями национального законодательства или нормативных актов, работники имеют следующие права:

1. они пользуются защитой в соответствии с политикой охраны труда, разработанной на предприятии в соответствии с соглашением между работодателями и работниками;

2. они имеют право на адекватную компенсацию в случае производственной травмы или заболевания; они также имеют право на пособие в случае потери кормильца и пособие на иждивенцев;

Рабочий день и неделя должны быть организованы таким образом, чтобы обеспечить надлежащие перерывы на отдых, которые предоставляются в соответствии с национальным законодательством или нормативными актами либо утверждаются инспекцией труда или коллективными соглашениями. Работникам предоставляются:

1. короткие перерывы в течение рабочего дня, особенно если работа носит напряженный, опасный или монотонный характер, с тем, чтобы дать работникам возможность восстановить внимание и физические силы;

2. перерывы на еду соответствующей продолжительности;

3. ежедневный отдых днем или ночью;

4. еженедельный отдых.

Увеличенная продолжительность рабочего дня (свыше восьми часов) допускается только в том случае:

1. когда это позволяет характер работы и рабочая нагрузка;

2. когда система посменной работы позволяет свести к минимуму накопление усталости.

Любые изменения в графике работы, которые могут оказать влияние на безопасность и здоровье работников, должны приниматься после согласования с работниками и их представителями.

На угольных шахтах: запрещается курить или приносить трубки, табак, пачки сигарет; руководитель шахты должен организовать проверку всех лиц, входящих в шахту, или отдельных лиц, на наличие у них запрещенных предметов; лицам, отказавшимся от проверки, запрещается допуск в шахту.

Личная гигиена:

1. Работодатель должен обеспечить условия для мытья, холодное и горячее водоснабжение.

2. Душевые должны быть расположены удобно, но при этом таким образом, чтобы избежать их возможного загрязнения опасными веществами из выработок.

3. Работодатель оборудует туалеты на поверхности шахты и под землей.

4. Туалеты, душевые и места, отведенные для приема пищи, должны

содержаться в чистоте и с соблюдением санитарных норм.

5. Условия для мытья должны соответствовать характеру и степени рисков на данной шахте.

6. Если на шахте используется защитная спецодежда либо если имеется риск загрязнения личной одежды опасными веществами, работники должны быть обеспечены местами для хранения личной одежды.

7. Чтобы снизить риск попадания внутрь опасных для здоровья веществ, работникам запрещается есть, жевать, пить и курить на рабочих участках, загрязненных такими веществами. Если возникает необходимость запретить прием пищи и питье на рабочем месте, необходимо выделить для этого соответствующее помещение на незагрязненном участке, удобно расположенном относительно рабочего места. Полы должны быть нескользкими и сухими. Всем работникам должна быть предоставлена и постоянно доступна безопасная по санитарным нормам вода.

Расчет естественного и искусственного освещения.

Помещения с постоянным пребыванием людей должны иметь, как правило, искусственное освещение. При проектировании новых помещений, при реконструкции старых, при проектировании естественного освещения помещений необходимо определить площадь световых проемов, обеспечивающих нормированное значение коэффициента естественной освещенности.

Цель расчета освещения - определение такого количества ламп, при котором освещенность пункта, обеспечиваемая ими, соответствует Строительным Нормам и Правилам.

Определим расчетную высоту подвеса светильника:

$$h_p = H_{\text{п}} + h_{\text{свеса}} - h_{\text{р.пов.}}, \text{ м,}$$

где $H_{\text{п}}$ – высота потолка, м;

$h_{\text{свеса}}$ – высота света светильника, м;

$h_{\text{р.пов.}}$ – высота рабочей поверхности (стола) от пола, м.

Согласно параметрам кабинета, получим высоту потолка равной 3 м, высота свеса светильника принимается равной 0, высота стола – 0.8 м.

$$\text{Получим } h_p = 3 + 0 - 0.8 = 2.2, \text{ м,}$$

В таблицах 48 и 49 приведены технические характеристики помещения и светильника ПЛВМ с лампами типа ЛБР.

Общая схема светильников представлена на рисунке 34.

Таблица 48 – Характеристика помещения.

Параметры помещения				Разряд зрит. работ
L, м	B, м	H, м	h _{ок} , м	
5	3	3	2	IV, б

Таблица 49 – Светораспределение светильника ПВЛМ (с 2 лампами типа ЛБР)

Тип св-ка	Сила света I_α , кд в направлении угла α										
	0	5	15	25	35	45	55	65	75	85	90
ПВЛМ	175	175	165	148	130	110	70	60	30	20	0

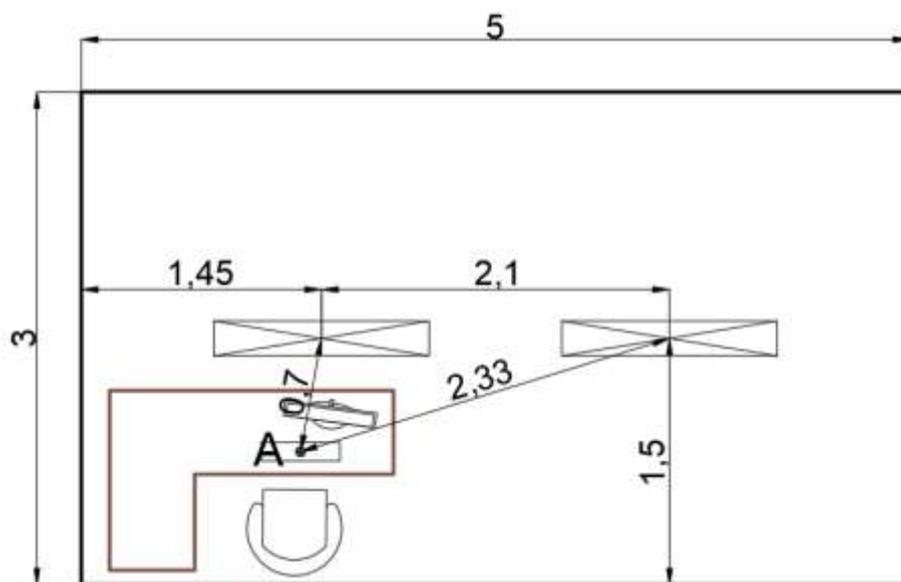


Рисунок 34 – Схема расположения светильников, расстояния приведены в метрах.

Для расчета намечаем контрольную точку А. Необходимо найти проекции расстояния на потолок между точкой А и соответствующим светильником.

Далее определяем угол между высотой потолка и соответствующим отрезком d :

$$\operatorname{tg} \alpha = d/h_p.$$

Соответственно, для первого светильника получим $\operatorname{tg} \alpha_1 = \frac{0,7}{2,2} = 0,32$, $\operatorname{tg} \alpha_2 = \frac{2,33}{2,2} = 1,06$. Получим, соответственно, $\alpha_1 = 17^\circ$, $\alpha_2 = 47^\circ$, $\cos^3 \alpha_1 = 0,86$, $\cos^3 \alpha_2 = 0,32$.

По таблице выше найдем силу света от каждого источника:

$$I_1 = 165 \text{ кд}, I_2 = 110 \text{ кд}.$$

Освещенность помещения от каждого источника света относительно контрольной точки А:

$$E_n = \frac{I_n \cdot \cos^3 \alpha_n}{h_p^2}, \text{ лк.}$$

$$E_1 = \frac{165 \cdot 0,86}{2,2^2} = 29,32 \text{ лк.}$$

$$E_2 = \frac{110 \cdot 0.32}{2.2^2} = 7.27 \text{ лк.}$$

Суммарная освещенность комнаты рассчитывается по формуле:

$$E = \frac{\mu \cdot F}{1000 \cdot K_3} \cdot \sum_{i=1}^2 E_i, \text{ лк,}$$

где μ – коэффициент, учитывающий действие «удаленных» светильников (1.1 ÷ 1.25);

K_3 – коэффициент запаса, равный 1.2;

F – сила света одной лампы типа ЛБР, равный 3120 лм.

$$E = \frac{1.1 \cdot 3120 \cdot 2}{1000 \cdot 1.2} \cdot 36.59 = 209.29 \text{ лк.}$$

При IVб разряде зрительных работ освещенность на рабочем месте должна быть $E_n=200$ лк, то есть освещенность является достаточной.

Таким образом для освещения рабочего места и комнаты необходимо выбрать светильники типа ПВЛМ (с двумя лампами ЛБР) и установить 2 светильника согласно выше приведенной схемы.

Заклучение

В процессе обобщения обширного фактического материала и его тщательного анализа получено множество выводов различного уровня и значимости. В настоящее заключение вынесены наиболее важные выводы:

1. Отличительной особенностью палеозойского угленакопления в Центральном Казахстане является значительное влияние на углеобразовательный процесс вулканической деятельности. Это отразилось в обогащении углей литофильными, в том числе умеренно и слабоуглефильными элементами, такими как Hf, REE, Sr, Ta, Th и U. В Карагандинском угольном бассейне отчетливо проявлена взаимосвязь металлогенической специализации области питания на литофильно-халькофильные металлы с геохимическими особенностями углей бассейна. В углях бассейна отмечаются высокие содержания таких элементов как Ba, Sr, U, Sm, Fe, Na, Br, La, Ce, Th, Cr, Ba, Cs, Sc. Угли бассейна также обогащены As, Sb, Hg что согласуется наличием вблизи него эпитермальных месторождений Cu, Sb, Hg, Pb, As связанных с вулканитами. Все угли обогащены также Hf, Sr элементами характерными для щелочных пород и гранитоидов. Однако природа высокой группы литофильных редких металлов может быть не связанной с особенностями состава обрамления, а обусловленная субсинхронным вулканизмом. Литофильная и сидерофильная металлогеническая специализация пород в области питания Экибастузского бассейна нашла свое отражение в геохимическом спектре углей. В отдельных пробах углей установлены аномальные концентрации таких металлов, как Rb, Cs, Ba, нередко превышающие угольный кларк на порядок. Обогащение углей редкими щелочными металлами (Rb, Cs) могло произойти в результате гидротермальнометасоматических процессов, происходивших на заключительном этапе тектоно-магматической активизации Тлеумбетской зоны. С распространением в обрамлении крупных и мелких колчеданных месторождений (Майкаин В, Алпыс, Майкаин С) связано обогащение углей Pb, Zn, Cu, Au. Влияние геохимических особенностей области питания на геохимическую специализацию углей Экибастузского бассейна подчеркивается накоплением в углях Fe, Co, что согласуется с наличием мелких Ni-Co месторождений (Ангренсор Ц, Ангренсор ЮЗ, Промежуточное, Адильбек в обрамлении бассейна угленакопления.

2. В мезозойскую эру обстановки угленакопления обусловили формирования углей с литофильно-халькофильной специализацией. В этот период поступления примесных элементов в угольный пласт носило терригенный характер. Угли Майкубеньского угольного бассейна имеют преимущественно литофильный тип специализации, а также слабую халькофильную (Zn, As, Sb) и сидерофильную специализацию (Fe, Co). Для углей Шубаркольского месторождения характерен литофильно-

халькофильный тип специализации, угли специализированы на Ba, U, Au, Yb,

Cd, La, Nb, Hg, Se, Sc, Sr, Zn,. Такой тип специализации углей согласуется с общими геохимическими особенностями вулканогенных и плутоногенных образований и связанных с ними проявлений и месторождений в обрамлении бассейна угленакопления. Определенный отпечаток на геохимический облик Шубаркольских углей нанесли процессы гипергенного окисления углей, которые обусловили накопления в углях в зонах выхода под наносы U, Th, REE, Sc, Hf и др.

3. Характерной особенностью Шубаркольского месторождения является наличие урановой аномалии, где повышенные концентрации радиоактивных U и Th обусловлены наложенными процессами. Таковыми для данного месторождения являются кислые и субщелочные разности гранитоидов по южной и юго-восточной части обрамления бассейна с которыми связаны многочисленные проявления и ториевые радиогеохимические аномалии.

4. Определено, что вынос осадков в бассейн формирования Шубаркольского месторождения из массивов обрамляющие территорию изучения – массивы горных пород Кокчетавского поднятия на севере и северозападе, Каптыдырские, Арганатинские и Улутауские горы на западе, которые слагают цепь Кокчетав-Северо-Тянь-Шаньского древнего складчатого сооружения и Центрально-Казахстанский (девонский) вулканоплутонический пояс на востоке происходили за счет тектонических процессов в мезозойкайнозойское время, которые периодически активировались в ответ на коллизийные события, с активными позднекайнозойскими тектоническими фазами, связанными с Индо-Евразийской коллизией. Данные структуры являются одним из источников высоких содержаний элементов-примесей в углях на участках месторождения Шубарколь, по сколько выделяются концентрации отдельных элементов (U, Th, Ba) или элементов сидерофильной группы (Zr, Ce, Sc, Zn и Sr).

Установлено что окисленные угли Шубаркольского месторождения имеют Н-тип распределения РЗЭ, отличающийся аномальными по содержанию РЗЭ и относительным накоплением тяжелых лантаноидов, поэтому величина нормированного отношения $La/Yb < 1$, который происходит при длительной разгрузке в торфяник углекислых вод с повышенными содержаниями тяжелых лантаноидов с последующим связыванием РЗЭ органическим веществом торфа, Рядовые неокисленные угли относятся к L-типу, отличающемся относительным обогащением легкими лантаноидами, формирование которого связано с привносом РЗЭ в бассейны угленакопления в основном в составе глинистых

Список используемой литературы

1. Амангелдіқызы А.. Изучение редкоземельных элементов в углях и глинистых прослоях месторождения Шубарколь /Амангелдіқызы А.,Копобаева А.Н., Ожигин Д.С., Асқарова Н.С., Бялова Г.Г.// Труды Университета. – Караганда: КарТУ. 2020. – № 3. – С. 43-53.
2. Амангелдіқызы А..Ртуть в углях Шубаркольского месторождения. Труды XXIV Международного научного симпозиума студентов и молодых ученых имени академика М.А. Усова «Проблемы геологии и освоения недр». – Томск: ТПУ, 2019. – Ч. 2. – С. 9-10.
- 3.Амангелдіқызы А.. Минеральные примеси в углях Карагандинского угольного бассейна. XXIII Международный научный симпозиум студентов и молодых ученых им. академика М.А. Усова «Проблемы геологии и освоения недр», посвященном 120 - летию со дня рождения академика В. А. Сатпаева, 120 - летию со дня рождения профессора К. В. Радугина, который состоялся 812 апреля 2019 года.
4. Арбузов, С. И. Геохимия редких элементов в углях Центральной Сибири : специальность 25.00.09 "Геохимия, геохимические методы поисков полезных ископаемых" : диссертация на соискание ученой степени доктора геолого-минералогических наук / Арбузов Сергей Иванович. – Томск, 2005. – 499 с.
5. Арбузов С. И.. Геохимия ртути в углях Сибири / С. И. Арбузов, Н.А.Осипова // Ртуть в биосфере: эколого-геохимические аспекты : второй международный симпозиум, 21-25 сентября 2015 г., Новосибирск
6. Арбузов, С. И. Природа аномальных концентраций скандия в углях / С. И. Арбузов // Известия Томского политехнического университета. – 2013. – Т. 323. – № 1. – С. 56-64.
7. Арбузов, С. И. Скандий в углях Минусинского каменноугольного бассейна / С. И. Арбузов, В. В. Ершов, Л. П. Рихванов // Геология угольных месторождений : межвузовский научный тематический сборник / Ответственный редактор: В. П. Алексеев. – Екатеринбург : Уральская государственная горно-геологическая академия, 2003. – С. 216-231.
8. Арбузов С. И.. Минералого-геохимическая идентификация продуктов эксплозивного вулканизма в углях Минусинского бассейна / С. И. Арбузов, С. С. Ильенко, А. В. Вергунов [и др.] // Петрология магматических и метаморфических комплексов : материалы IX Всероссийской конференции с международным участием, Томск, 28 ноября – 02 2017 года. – Томск: Томский центр научно-технической информации, 2017. – С. 35-37.
9. Бассейны и месторождения углей и горючих сланцев Казахстана. Справочник, изд. 2. Алматы: Изд-во "QAZGEOAQPAPARAT", 2019. 161 с.
10. Бассейны и месторождения углей и горючих сланцев Казахстана: справочник / Т.М. Азизов, В.И.Власов; Под ред. А.М. Кажегельдина. –Алматы : [б. и.], 1997. – 113 с.

11. Бекжанов Г.Р., Кошкин В.Я., Никитченко И.И. и др. Геологическое строение Казахстана – Алматы: Академия минеральных ресурсов Республики Казахстан, 2000, 396 с.
12. Беликова, Г. И. К геохимии скандия и его полных структурных аналогов часть 1 / Г. И. Беликова // Геологический сборник. – 2014. – № 11. – С. 153-158.
12. Беляев В.К., Педаш Е.Т. Малые элементы в углях и вмещающих породах Шубаркольского месторождения // Разведка и охрана недр. 1989. – №11. – С. 12-16
14. Буртман, В. С. Казахстанский и Таримский микроконтиненты на девонских палеотектонических реконструкциях / В. С. Буртман, А. В. Дворова // Литосфера. – 2018. – Т. 18. – № 2. – С. 314-321. – DOI 10.24930/1681-90042018-18-2-314-321.
15. Вялов, В. И. Уровни содержаний промышленно ценных микроэлементов в углях / В. И. Вялов, А. В. Наставкин // Химия твердого топлива. – 2019. – № 5. – С. 63-67. – DOI 10.1134/S0023117719050116
16. Геохимия урана в процессах выветривания и гидрогенного рудообразования / Н. А. Росляков, С. М. Жмодик, В. Д. Страховенко, Ю. С. Восель // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. – 2014. – № S3-2. – С. 97-102.
17. Геология месторождений угля и горючих сланцев СССР: Гос. Геол.комитет СССР. Гл.ред. С.А.Скрябин, Том 1. Гос.научно-техническое издво по геологии и охране недр, 1963.
18. Геологический отчет комплексной оценки попутных полезных ископаемых Экибастузского каменноугольного бассейна Павлодарской обл. КазССР, МУП СССР Караганда-углеразведка, Зинченко В.В., Грязнова Г.А. и др. МУП СССР Караганда-углеразведка, 1985.
19. Геологический отчет по геологоразведочным работам , подсчету запасов угля и оценке попутных полезных ископаемых Экибастузского каменноугольного бассейна Павлодарской обл. Казахской ССР, МУП СССР Караганда-углеразведка, 1982.
20. Геология месторождений угля и горючих сланцев СССР. Т. - 5 «Угольные бассейны и месторождения Казахстана». М.: Недра, 1973, - 720 с.
21. Ермолов В.А., Ларичев Л.Н., Тищенко Т.В., Кутепов Ю.И. Горнопромышленная геология твердых горючих ископаемых. 2009, 668 стр.
22. Ильенок, С. С. Металлоносные угли Азейского месторождения Иркутского угольного бассейна / С. С. Ильенок, С. И. Арбузов // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2018. – Т. 329. – № 8. – С. 132-144.
23. Ильенок, С. С. Самородные элементы в углях и золах углей Азейского месторождения Иркутского угольного бассейна / С. С. Ильенок // Известия Томского политехнического университета. – 2013. – Т. 323. – № 1. – С. 65-71.

24. Кабирова, С. В. Применение бассейнового моделирования для Талдыкудукского участка Карагандинского угольного бассейна / С. В. Кабирова, В. Г. Ворошилов // Проблемы геологии и освоения недр : Труды XXIII Международного симпозиума имени академика М.А. Усова студентов и молодых учёных, посвященного 120-летию со дня рождения академика К.И. Сатпаева, 120-летию со дня рождения профессора К.В. Радугина: в 2х томах, Томск, 08–12 апреля 2019 года. – Томск: Национальный исследовательский Томский политехнический университет, 2019. – С. 155-158.

25. Ковалев В.А. Влияние вулканизма на формирование горючих сланцев. В кн.: Биогеохимические аспекты формирования осадочных пород и руд. Л.: ВСЕГЕИ, 1983. С. 102-103.

26. Кушев Г. Л. Средне- и верхнекаменноугольные отложения Казахстана. Алматы, Изд-во АН КазССР, 1960. («Труды совещ. по униф. стратигр. схем допалеозоя и палеозоя Вост. Казахстана», т. II). 36. Кушев Г.Л. Карагандинский угленосный бассейн. – Алматы, 1963. – 345 с. 23

27. Кушев Г.Л. Карагандинский угленосный бассейн. – Алматы, 1963. – 345 с. 23

28. Кондрашова, Е. С. Вулканогенные прослои в баженовской свите Западно-Сибирского осадочного бассейна / Е. С. Кондрашова // Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов. – 2021. – Т. 332. – № 3. – С. 62-73. – DOI 10.18799/24131830/2021/03/3101.

29. Луцихин Г.М. Вулканический пепел в углях Карагандинского бассейна // Вопросы геологии угленосных отложений Азиатской части СССР. – М-Л.: Изд-во АН СССР, 1961. – 342 с.

30. М.В.Голицын, Л.Е.Козлова, А.А.Кузнецова Метаморфизм каустобиолитов Карагандинского бассейна. Наука, 1970. с.135

31. Мухсунова, Б. М. Изучение распределения токсичных элементов в углях Центрального Казахстана / Б. М. Мухсунова // Российская наука в современном мире : сборник статей XXI международной научно-практической конференции, Москва, 15 апреля 2019 года. – Москва: Общество с ограниченной ответственностью "Актуальность.РФ", 2019. – С. 139-140.

32. Определение оксида железа в углях месторождения Шубарколь / А. Д. Маусымбаева, Я. Ж. Байсагов, В. С. Портнов [и др.] // Труды университета. – 2020. – № 1(78). – С. 62-66

33. Маусымбаева А. Д. Изучение особенностей вещественного состава и направления комплексного использования углей месторождения Шубарколь (Центральный Казахстан): дис. PhD: 6 D070600.- КарГТУ, Караганда, 2020-160 с.

34. А. Д. Маусымбаева, В. С. Портнов, А. Амангелдыкызы. Угли месторождения Шубарколь – Караганда : Некоммерческое акционерное общество "Карагандинский технический университет", 2021. – 330 с. – ISBN 9789965384530.

35. "Методические указания по определению содержания ртути в твердых биоматериалах животного и растительного происхождения, почвах,

придонных отложениях, осадках. МУК 4.1.007-94" (утв. Госкомсанэпиднадзором РФ 16.02.1994)

36. Нифантов, Б. Ф. О высоких концентрациях ниобия и тантала в кузнецких углях / Б. Ф. Нифантов, А. Н. Заостровский // Вестник Кузбасского государственного технического университета. – 2007. – № 5(63). – С. 68-72.

37. Микрокомпонентный состав углей Центрального Казахстана / А. А. Сафонов, В. И. Парафилов, А. Д. Маусымбаева [и др.] // Уголь. – 2018. – № 9(1110). – С. 70-75. – DOI 10.18796/0041-5790-2018-9-70-75.

38. Отчет о геолого - разведочных работах с целью разделения запасов бурых и каменных углей на участке первоочередной отработки месторождения Шоптыколь с подсчетом запасов и технико-экономическим обоснованием промышленных кондиций каменных углей марки Д по состоянию на 01.01.2012 года. Исмагулова Г.С. и др.. ТОО "Майкубен-Вест" ТОО "Кокше-АР".

39. Отчет о предварительной разведке Шубаркольского угольного месторождения, Педаш Е.Т., Ко Н.А., Бойцова О.А. и др. ЦентральноКазахстанское производственное геологическое объединение Центрказгеология, 1986

40. Отчет о детальной разведке Шубаркольского угольного месторождения, Педаш Е.Т., Ко Н.А., Бойцова О.А. и др. Центрально-Казахстанское производственное геологическое объединение Центрказгеология, 1987.

41. Отчет по теме «Обобщение результатов изучения закономерностей угольных пластов и вмещающих пород Карагандинского бассейна (Шерубай-Нурина и Тентекского районов) с целью прогноза горногеологических условий эксплуатации».

42. Олейникова, Г. А. Особенности распределения микроэлементов в бурых углях Приамурья и их субмикронных фракциях / Г. А. Олейникова, В. И. Вялов, Я. Ю. Фадин // Химия твердого топлива. – 2019. – № 3. – С. 51-59. – DOI 10.1134/S0023117719030083.

43. Перспективы угледобычи ТОО разрез "Богатырь Комир" / М. П. Марденов, М. Ж. Турсунов, Б. Ж. Унайбаев [и др.] // III Международная научно-практическая конференция "Современные тенденции и инновации в науке и производстве", Междуреченск, 02–04 апреля 2014 года / Филиал федерального государственного бюджетного образовательного учреждения высшего профессионального образования «Кузбасский государственный технический университет имени Т.Ф. Горбачева» в г. Междуреченске. – Междуреченск: Кузбасский государственный технический университет им. Т.Ф. Горбачева, 2014. – С. 53-54.

44. ПНДФ 16.1.2.23-2000. МВИ массовой доли общей ртути в пробах почв, грунтов и донных отложений на анализаторе РА-915+ с приставкой ПИРО-915,

45. Ренгартен Н.В. Роль пирокластического материала в карагандинской свите Карагандинского бассейна // ДАН СССР. 1957. Т. 115, № 5.

46. Рихванов Л. П. , Осипова Н. А. , Петрова (Саржант) Л. А. Геохимические особенности почв и почвогрунтов г. Усть-Каменогорска // Проблемы биогеохимии и геохимической экологии. - 2012 - №. 1(18) - С. 54-62

47. Салихов, В. А. Оценка содержания цветных и редких металлов в неспекающихся углях Казахстана / В. А. Салихов, В. М. Страхов, А. И. Едильбаев // Кокс и химия. – 2021. – № 7. – С. 2-6. – DOI

48. Салихов, В. А. Оценка содержания цветных и редких металлов в неспекающихся углях Казахстана / В. А. Салихов, В. М. Страхов, А. И. Едильбаев // Кокс и химия. – 2021. – № 7. – С. 2-6. – DOI 10.52351/00232815_2021_07_2.

49. Сорокин, А. П. Формы нахождения и условия переноса рудных компонентов в бурые угли в зонах контрастных форм сопряжения осадочных бассейнов и горно-складчатых сооружений (на примере Зейско-Буреинского бассейна и Туранского массива) (Дальний Восток, Россия) / А. П. Сорокин, Н. И. Белозеров, А. А. Попов // Тихоокеанская геология. – 2021. – Т. 40. – № 5. – С. 33-43. – DOI 10.30911/0207-4028-2021-40-5-33-43.

50. Сихимбаев, М. Р. Направления рационального использования природных ресурсов Республики Казахстан на примере угледобывающей промышленности / М. Р. Сихимбаев, А. Д. Дуйсенбекова // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. – 2016. – № 4-3. – С. 620-624.

51. Серавкин, И. Б. Металлогения Южного Урала и Центрального Казахстана / И. Б. Серавкин ; Учреждение Российской академии наук Институт геологии Уфимского научного центра РАН, Академия наук Республики Башкортостан. – Уфа : Издательство "Гилем", 2010. – 281 с. – ISBN

52. СТ РК ИСО 18283-2008 Уголь каменный и кокс. Ручной отбор проб.

53. Усупаев, Ш. Э. Угольные месторождения, прилегающие к Карагандинскому бассейну / Ш. Э. Усупаев // Труды университета. – 2021. – № 1(82). – С. 53-56. – DOI 10.52209/1609-1825_2021_1_53.

54. Чамов, Н. П. Вопросы связи литологии и тектоники при изучении осадочных бассейнов / Н. П. Чамов // Литология и полезные ископаемые. – 2008. – № 4. – С. 377-395.

55. Черновьянц М.Г. Тонштейны и их использование при изучении угленосных формаций. – М.: Недра, 1992. – 144 с.

56. Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Геохимические и минералогические индикаторы вулканогенных продуктов в осадочных толщах. Екатеринбург: УрО РАНб 2010. 412 с.

57. Юдович Я.Э., Кетрис М.П. Токсичные элементы-примеси в ископаемых углях. Екатеринбург: Изд-во УрО РАН. 2005. 655 с.

58. Юдович Я. Э., Кетрис М. П. Основы литохимии. - СПб.: Наука, 2000. -479 с.

59. Юдович, Я. Э. Ценные элементы-примеси в углях / Я. Э. Юдович, М. П. Кетрис ; Я. Э. Юдович, М. П. Кетрис ; Российская акад. наук, Уральское отделение, Коми науч. центр, Ин-т геологии. – Екатеринбург : УрО РАН, 2006. – ISBN 5-7691-1698-6.

60. Экспериандова Л. П. Еще раз о пределах обнаружения и определения/ Л. П. Экспериандова, К. Н. Беликов, С. В. Химченко, Т. А. Бланк// Журнал анал. химии. - 2010. - Т. 65. С.229-234

61. Элементы-примеси в месторождениях Казахстана: Справочник / Под ред. А.А. Абдуллина и др. – Алматы ИАЦ ГПР РК, 1999. – Т. II. – 144 с.

62. Amangeldikyzy A.. Mineralogy and geochemistry of the Shubarkol deposit jurassic coals/ Копобайева А.Н., Вакут А., Блыалова G.G., Ozhigin D.S.// Известия Национальной Академии Наук Республики Казахстан. Серия геологии и технических наук. – Алматы: НАН РК, 2021. – №5 (449). – С. 23-31. <https://doi.org/10.32014/2021.2518-170X.94>

63. Amangeldikyzy A., To the history of studying the distribution of rare elements in the coals of Central Kazakhstan/ Россия. XXII Международный научный симпозиум студентов и молодых ученых имени академика М. А. Усова «Проблемы геологии и освоения недр», посвященному 155-летию со дня рождения академика В. А. Обручева, 135-летию со дня рождения академика М. А. Усова – основателей Сибирской горно-геологической школы и 110-летию первого выпуска горных инженеров в Сибири.

64. Arbuzov, S. I., Maslov, S. G., & Il'enok, S. S. (2015). Modes of occurrence of scandium in coals and peats (A review). *Solid Fuel Chemistry*, 49(3), 167-182.

65. Arbuzov, S. I., Volostnov, A. V., Mezhibor, A. M., Rybalko, V. I., & Ilenok, S. S. (2014). Scandium (sc) geochemistry in coals (siberia, russian far east, mongolia, kazakhstan, and iran). *International Journal of Coal Geology*, 125, 22-35. doi:10.1016/j.coal.2014.01.008

66. Arbuzov, S. I., Spears, D. A., Vergunov, A. V., Ilenok, S. S., Mezhibor, A. M., Ivanov, V. P., & Zarubina, N. A. (2019). Geochemistry, mineralogy and genesis of rare metal (nb-ta-zr-hf-Y-REE-ga) coals of the seam XI in the south of kuznetsk basin, russia. *Ore Geology Reviews*, 113 doi:10.1016/j.oregeorev.2019.103073

67. Auguścik, J., Sermet, E., & Musiał, A. (2018). The variability in the content of rare earth elements (ce, la, sc, and y) in bituminous coal (lublin coal basin). Paper presented at the International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM, , 18(1.1) 603-610. doi:10.5593/sgem2018/1.1/S01.076

68. Amangeldykyzy A., Копобайева А. Н., Аскарова Н. С., Озхигин Д. С., Портнов В. С. Study of rare earth elements in the coals of the Shubarkol deposit Complex Use of Mineral Resources. Volume 4, Issue 319, pp. 48-56.

69. Amangeldykyzy A.. Study of rare earth elements in the coals of the Shubarkol deposit/ Amangeldykyzy A., Kopobayeva A.N., Askarova N. S., Ozhigin D.S., Portnov V. S// Complex Use of Mineral Resources. – Almaty: Complex Use of Mineral Resources. 2021. – Volume 4. – Issue 319. – Pp. 48-56. DOI: 10.31643/2021/6445.40.

70. Amangeldykyzy A.. Measuring the iron oxide in Shubarkol deposit coal / A. D. Mausymbayeva, Ya. Zh. Baisagov, V. S. Portnov, A. Amangeldykyzy [et al.] // Bulletin of the Karaganda University. Physics Series. – 2019. – No 4(96). – P. 57-62. – DOI 10.31489/2019Ph4/57-62.

71. Amangeldykyzy A.. To The History Of Studying The Distribution Of Rare Elements In The Coals Of Central Kazakhstan – C. 837838.

72. Arbuzov S.I..Geochemistry of radioactive elements (U, Th) in coal and peat of northern Asia (Siberia, Russian Far East, Kazakhstan, and Mongolia)/ S.I. Arbuzov, A.V. Volostnov, L.P. Rikhvanov, A.M. Mezhibor, S.S. Ilenok// Int. J.of Coal Geology, Volume 86, 2011,Pp 318-328, <https://doi.org/10.1016/j.coal.2011.03.005>.

73. Bielowicz, B. (2020). Ash characteristics and selected critical elements (Ga, Sc, V) in coal and ash in polish deposits. Resources, 9(9) doi:10.3390/RESOURCES9090115

74. Dai, S., Ren, D., Zhou, Y., Seredin, V. V., Li, D., Zhang, M., Song, X. (2014). Coal-hosted rare metal deposits: Genetic types, modes of occurrence, and utilization evaluation. Meitan Xuebao/Journal of the China Coal Society, 39(8), 1707-1715. doi:10.13225/j.cnki.jccs.2014.9001

75. Du, F., Ning, S., Liu, C., Li, C., Qiao, J., Tan, F., & Luo, Z. (2019). Petrographical and geochemical characterization of the inertinite-rich coal from the ningdong coalfield, northwest ordos basin, china. Arabian Journal of Geosciences, 12(2) doi:10.1007/s12517-018-4174-2

76. Dai S., Li D., Ren D. et al. Geochemistry of the late Permian No 30 coal seam, Zhijin coalfield of southwest China: influence of a siliceous low-temperature hydrothermal fluid // App. Geochem. 2004. V. 16. P. 1315–1330.

77. Degtyarev, K. E., & Kuzhiev, N. B. (1996). New findings of the early paleozoic paleoceanic rocks in the northern margin of the karaganda coal basing basin. Doklady Akademii Nauk, 346(4), 505-510.

78. Guo, W., Dai, S., Nechaev, V. P., Nechaeva, E. V., Wei, G., Finkelman, R. B., & Spiro, B. F. (2019). Geochemistry of palaeogene coals from the fuqiang mine, hunchun coalfield, northeastern china: Composition, provenance, and relation to the adjacent polymetallic deposits. Journal of Geochemical Exploration, 196, 192-207. doi:10.1016/j.gexplo.2018.10.012

79. Hower, J. C., Eble, C. F., Backus, J. S., Xie, P., Liu, J., Fu, B., & Hood, M. M. (2020). Aspects of rare earth element enrichment in central appalachian coals. Applied Geochemistry, 120 doi:10.1016/j.apgeochem.2020.104676

80. Hower, J. C., Eble, C. F., Wang, N., & Dai, S. (2021). Distribution of rare earth elements and other critical elements in beneficiated pennsylvania anthracites. Fuel, 304 doi:10.1016/j.fuel.2021.121400

81. Hussain, R., & Luo, K. (2020). Geochemical evaluation of enrichment of rare-earth and critical elements in coal wastes from jurassic and permo-carboniferous coals in ordos basin, china. *Natural Resources Research*, 29(3), 1731-1754.
82. Ilenok, S. S., & Arbuzov, S. I. (2016). Mineral modes of rare elements in coals and ashes of coals of azey deposit in irkutsk coal basin. *Bulletin of the Tomsk Polytechnic University, Geo Assets Engineering*, 327(2), 6-20
83. Kuldeyev, E., Bondarenko, I., Abdulvaliyev, R., Temirova, S., & Abdikerim, B. (2020). Processing of low quality ekibastuz coals ashes and natural diatomites to obtain alumina and foamed glass. *Metalurgija*, 59(3), 351-354.
84. Kremer, I. O., & Tishin, P. A. (2018). Geochemistry and petrology of late jurassic granitoids of Borschovochny massif (Eastern Transbaikalia). Paper presented at the International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM, 18(1.1) 121-128. doi:10.5593/sgem2018/1.1/S01.016
85. Kolker, A., Scott, C., Lefticariu, L., Mastalerz, M., Drobniak, A., & Scott, A. (2021). Trace element partitioning during coal preparation: Insights from U.S. illinois basin coals. *International Journal of Coal Geology*, 243 doi:10.1016/j.coal.2021.103781
86. Lyons P.C., Spears D.A., Outerbridge W.F, Evans H.T. Euroamerican tonsteins overview, magmatic origin, and depositional – tectonic implications // *Paleogeogr., Paleoclimatol.* – 1994. –Vol.106. – P. 113-134
87. Liu, J., Nechaev, V. P., Dai, S., Song, H., Nechaeva, E. V., Jiang, Y., Hower, J. C. (2020). Evidence for multiple sources for inorganic components in the Tucheng coal deposit, Western Guizhou, China and the lack of critical elements. *International Journal of Coal Geology*, 223 doi:10.1016/j.coal.2020.103468
88. Liu, J., Dai, S., Song, H., Nechaev, V. P., French, D., Spiro, B. F., Zhao, J. (2021). Geological factors controlling variations in the mineralogical and elemental compositions of late permian coals from the zhijin-nayong coalfield, western guizhou, china. *International Journal of Coal Geology*, 247 doi:10.1016/j.coal.2021.103855
89. Li, J., Wu, P., Yang, G., Pan, L., Zhuang, X., Querol, X., Shangguan, Y. (2020). Enrichment of li-ga-zr-hf and se-mo-cr-v-as-pb assemblages in the no. 11 superhigh organic sulfur coal from the sangshuping coal mine, weibei coalfield, shaanxi, north china. *Energies*, 13(24) doi:10.3390/en13246660
90. Liu, H., Xiong, Z., Peng, R., Gong, B., Chang, L., Yang, J., . . . Zhang, J. (2021). Elemental mercury removal from simulated coal-fired flue gas by modified tonstein in coal seam. *Fuel*, 284 doi:10.1016/j.fuel.2020.119016
91. Spears D. A. The origin of tonsteins, an overview, and links with seatearths, fireclays and fragmental clay rocks // *International Journal of Coal Geology* 94.2012. P.22–31
92. Seredin, V.V., Dai, S. Coal deposits as potential alternative sources for lanthanides and yttrium. *International Journal of Coal Geology*, 2012, vol. 94, pp. 67–93.

93. Sassykova, L. R., Aubakirov, Y. A., Akhmetkaliyeva, M. S., Sassykova, A. R., Sendilvelan, S., Prabhakar, M., Zhussupova, A. K. (2020). Heavy metals accumulation in plants of the dry-steppe zone of the east kazakhstan region. Paper presented at the Materials Today: Proceedings, , 33 1187-1191. doi:10.1016/j.matpr.2020.07.660
94. Sorokin, A. P., & Konyushok, A. A. (2018). Distribution of rare metals and REEs in brown coal deposits of the upper and middle amur region. Doklady Earth Sciences, 483(2), 1571-1574. doi:10.1134/S1028334X18120218
95. Seredin V.V. Rare earth element-bearing coals from the Russian Far East deposits // Int. J. Coal. Geol., 1996. Vol. 30, № 1-2. P. 101-129.
96. Singh, V., & Mishra, V. (2021). Microbial removal of cr (VI) by a new bacterial strain isolated from the site contaminated with coal mine effluents. Journal of Environmental Chemical Engineering, 9(5) doi:10.1016/j.jece.2021.106279
97. The analysis of distribution of rare elements in coals and ashes the field of Kazakhstan / G. Zh. Mukhanova, V. S. Portnov, S. A. Vyzhva [et al.] // Bulletin of the Karaganda University. Physics Series. – 2017. – No 2(86). – P. 54-61.
98. Vinogradov, A.P. The average content of chemical elements in the main types of igneous rocks of the Earth's crust [Srednee sodержanie himicheskikh jelementov v glavnyh tipah izverzhennyh porod zemnoj kory] (1962) *Geokhimiya*, (7), pp. 555-571
99. Vergunov, A. V., Arbuzov, S. I., & Ereemeeva, V. V. (2020). Mineralogy, geochemistry and genesis of rare metal zr-nb-hf-ta-ree-ga mineralization of the seam XXX of minusinsk basin. Bulletin of the Tomsk Polytechnic University, Geo Assets
100. Wei, Y., Hua, F., He, W., Ning, S., Zhang, N., Qin, Y., & Cao, D. (2020). Difference of trace elements characteristics of no. 2 coal in fengfeng mining area. Meitan Xuebao/Journal of the China Coal Society, 45(4), 1473-1487. doi:10.13225/j.cnki.jccs.2019.0995
101. Yang, T., Shen, Y., Qin, Y., Jin, J., Zhang, Y., Tong, G., & Liu, J. (2021). Distribution of radioactive elements (Th, U) and formation mechanism of the bottom of the Lopingian (late permian) coal-bearing series in Western Guizhou, SW China. Journal of Petroleum Science and Engineering, 205 doi:10.1016/j.petrol.2021.108779
102. Yuan, Y., Tang, S., & Zhang, S. (2019). Concentrations and modes of occurrence of some potentially valuable and toxic elements in the no. 5 coal from the yanzishan mine, datong coalfield, shanxi province, china. Energy Exploration and Exploitation, 37(6), 1694-1720. doi:10.1177/0144598719861272
103. Zhou, D. (2013). Factors controlling geochemical and mineralogical compositions of coals preserved within marine carbonate successions: A case study from the heshan coalfield, southern china. International Journal of Coal Geology, 109-110, 77-100. doi:10.1016/j.coal.2013.02.003
104. Zheng, X., Dai, S., Nechaev, V., & Sun, R. (2020). Environmental perturbations during the latest permian: Evidence from organic carbon and mercury isotopes of a coal-bearing section in yunnan province, southwestern china. Chemical Geology, 549 doi:10.1016/j.chemgeo.2020.119680

105. Zhang, P., Han, Z., Jia, J., Wei, C., Liu, Q., Wang, X., . . . Miao, S. (2019). Occurrence and distribution of gallium, scandium, and rare earth elements in coal Gangue collected from Junggar basin, China. *International Journal of Coal Preparation and Utilization*, 39(7), 389-402. doi:10.1080/19392699.2017.1334645
106. Zhao, L., Dai, S., Graham, I. T., & Wang, P. (2016). Clay mineralogy of coal-hosted Nb-Zr-REE-Ga mineralized beds from Late Permian strata, Eastern Yunnan, SW China: Implications for paleotemperature and origin of the microquartz. *Minerals*, 6(2) doi:10.3390/min6020045

ПРИЛОЖЕНИЕ А

(справочное)

Раздел 1

The main features of the geological structure of the basins and deposits of Kazakhstan

Студент:

Группа	ФИО	Подпись	Дата
2ЛМ01	Кузкбай Абдул Малик Кайратулы		

Руководитель ВКР:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Профессор	Арбузов Сергей Иванович	д. г. н.		

Консультант – лингвист отделения иностранных языков ШБИП:

Должность	ФИО	Ученая степень, звание	Подпись	Дата
Доцент	Поздеева Галина Петровна	к. филол. н.		

Introduction

The Republic of Kazakhstan has significant resources diverse in quality and grade composition of fossil coal. In terms of coal reserves, the country ranks eighth among 12 states, in which over 96% of the world's coal reserves are concentrated and the third place among the CIS countries. The total coal reserves in Kazakhstan reach 170 billion tons. In the country, 10 coal basins and about 400 separate deposits and coal deposits are known. By the degree of transformation of organic matter, coals belong to brown (from lignites and earthy brown coal) and stone of various degrees of metamorphism up to semi-anthracites and anthracites.

The largest basins (Karaganda, Ekibastuz) and numerous deposits of high-quality coking and energy coals are associated with the Carboniferous period. These coals are characterized by increased concentrations of Ge, Ga, Sc, REE, which are mainly found in the rich vitrinite coals of the Dolinsky and Tentek suites of the Karaganda basin. The presence of Ag, Sc, Y, Cu, Zn, Au anomalies, sometimes rare earths in the high-ash coals of the Ekibastuz basin, is noted. The second maximum coal accumulation in Kazakhstan is associated with the Early-Middle Jurassic era, when high-quality low-ash coals of the Turgai and Maykuben basins and numerous isolated deposits (Shubarkol, Karazhyra, etc.) were formed. Jurassic coals of Kazakhstan are characterized by stable elevated concentrations of REE, Sc and Ti.

The main features of the geological structure of the basins and deposits of Kazakhstan

In total, 10 stages of coal accumulation have been identified within Kazakhstan. The most ancient stage (Devonian age) is recorded only in the eastern part of Central Kazakhstan in the form of separate nonindustrial coal formation. Coal accumulation in the Tournaisian era took place to the east of Mugodzhary and in South-Eastern Kazakhstan, however, large deposits were not formed. Middle-Late Carboniferous coal accumulation took place in the middle part of Central Kazakhstan (within the Karaganda synclinorium) and in Eastern Kazakhstan: coal reserves of this age are significant; there are also coking coals. Early and late Permian stages of coal accumulation appeared only within the Irtysh-Zaisan geosyncline; coal reserves of this age are limited. The Late Triassic coal accumulation, which manifested itself within the Ural-Caspian and Torgai basins, as well as in the Irtysh-Zaisan geosyncline, is of even less practical importance. On the contrary, as a result of the Early and Middle Jurassic stages of coal accumulation, very large reserves of coal were formed in almost all regions of Kazakhstan.

Due to the great diversity of the age, genesis and tectonic position of deposits in Kazakhstan, the quality of coals in them varies to a large extent, especially since three types of metamorphism have been established on coals in the described territory: regional, thermal and dynamometamorphism. The grade composition of coals of Carboniferous age varies from anthracite to long-flame and fat coal, but coals of the middle stages of metamorphism predominate: from skinny to greasy coals. Permian coals are classified as gas and long-flame coals, Mesozoic coals belong to the B₂ and B₃ grades, Oligocene coals have the B₁ grade [27].

Coal formation in Kazakhstan took place in different areas in geosynclinal (Devonian, Early Carboniferous), orogenic (Devonian-Permian) and platform (Mesozoic, Cenozoic) conditions. Figure 1.2 shows the location of the main coal basins and deposits in various structural areas, the main of which are areas of stable and unstable Caledonian stabilization, as well as areas of Hercynian stabilization.

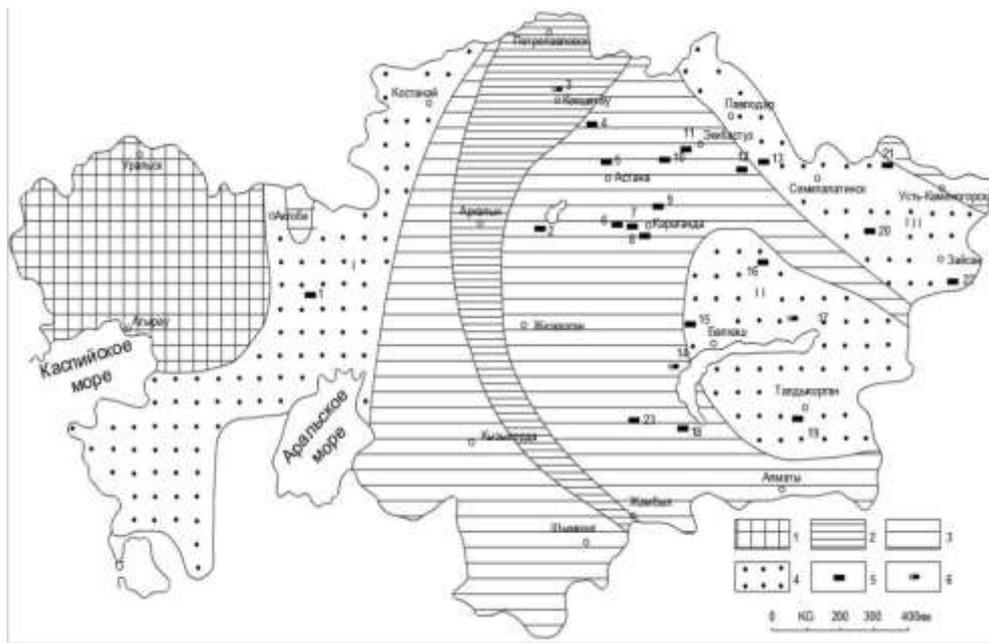


Figure 1.2 Distribution of Paleozoic coal deposits in Kazakhstan.

1 Pre-Paleozoic platform (East European); 2 the area of complete Caledonian stabilization; 3 the area of incomplete Caledonian stabilization; 4 area of Hercynian stabilization (geosynclines: I Ural'skaya; II Dzungar-Balkhash; III Irtysh-Zaisan); 5 deposits and basins (1-23); 6 coal manifestations.

Deposits and basins: 1 Berchogur, 2 Kypshak, 3 Kokchetavskoye, 4 Yablonovskoye, 5 Pervomayskoye, 6 Zavyalovskoye, 7 Samara, 8 Karaganda, 9 Kuucheku, 10 Teniz Korzhunkolsky, 11 Ekibastuzsky, 12 Zhamantuz, 13 Kainama, 14 Balasoran, 15 Akmayasarykol, 16 Balkhash, 17 Kulan, 18 Kemelbek, 19 Karasai, 20 Bukon, 21 Belokamenskoye, 22 Kendyrlik, 23 Karakol.

Devonian coal accumulation took place in limited areas in the east of Central Kazakhstan and is represented by small manifestations with thin lenticular interlayers of coal and carbonaceous rocks (Aidarly, Ereymentau, etc.), which are of no practical importance [22].

In the Carboniferous, especially in the Early Carboniferous, coal formation proceeded most intensively and practically throughout the entire territory of Central Kazakhstan, when the main coal basins (Karaganda, Ekibastuz) and numerous deposits were formed. The first maximum of coal accumulation and the main reserves of high-quality coking and thermal coals are associated with this era.

The second maximum of coal formation, which is equivalent to the first, is associated with the Early Middle Jurassic. At that time, high-quality, low-ash coals of such basins as Turgai, Ili, Maykyuben, and others, as well as large and small deposits such as Shubarkol, Yubileynoye, and others, formed in continental-alluvial and lacustrine-boggy conditions. By the beginning of the Late Jurassic, coal formation had ceased, only at the end Paleogene peat bogs covered vast areas of southwestern, northern and eastern Kazakhstan. The largest basin of this age is the Zhylanshyk basin, which contains significant reserves of earthy brown coals, lignites with a high content of germanium and other impurity elements.

On the territory of Central Kazakhstan there are 3 main coal basins (Karaganda, Ekibastuz, Maikuben, Turgay) and independent coal deposits (Shubarkol) (Fig. 1.3). Their age range varies from Carboniferous to Jurassic geological ages.

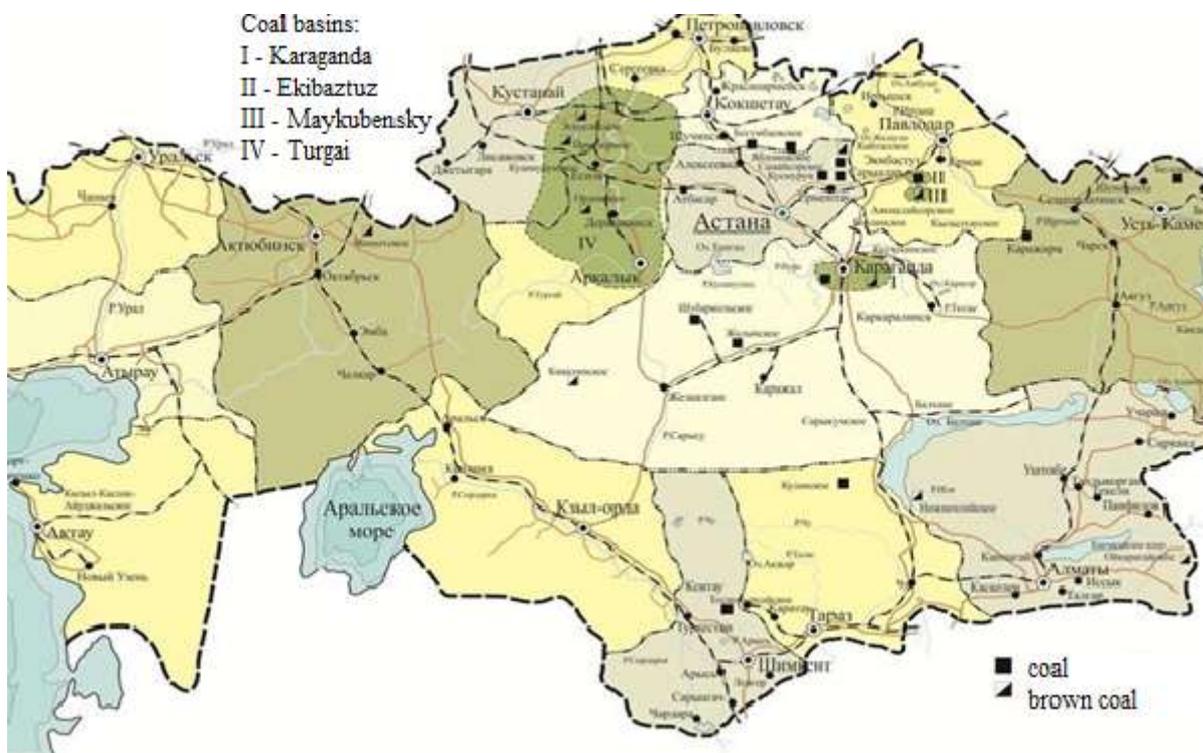


Figure 1.3 Coal basins and deposits in Kazakhstan

Karaganda coal basin

Yu.K. Gopetsky and A.N. Petrovskaya (at the end of the 1930s) singled out crystalline and micro bean varieties among tonsteins. According to these researchers, the formation of these interlayers occurred in a chemogenic way. This theory of the origin of tonsteins was also shared by other researchers (Krylova N.M., G.K. Khrustaleva).

However, some researchers took a different point of view, considering the tonsteins as deposits of volcanic ash. In the 1950s (N.V. Rengarten, 1954, 1957) the presence of volcanic material in the form of layers of ash tuffs or an admixture of ash particles in terrigenous sediments of the Karaganda basin was determined. A petrographic study of coals made it possible to conclude that ash fell and settled over large areas, with ash covering, obviously, the entire area of peat accumulation [24].

At present, the volcanic nature of the tonsteins has been proven and is no longer discussed.

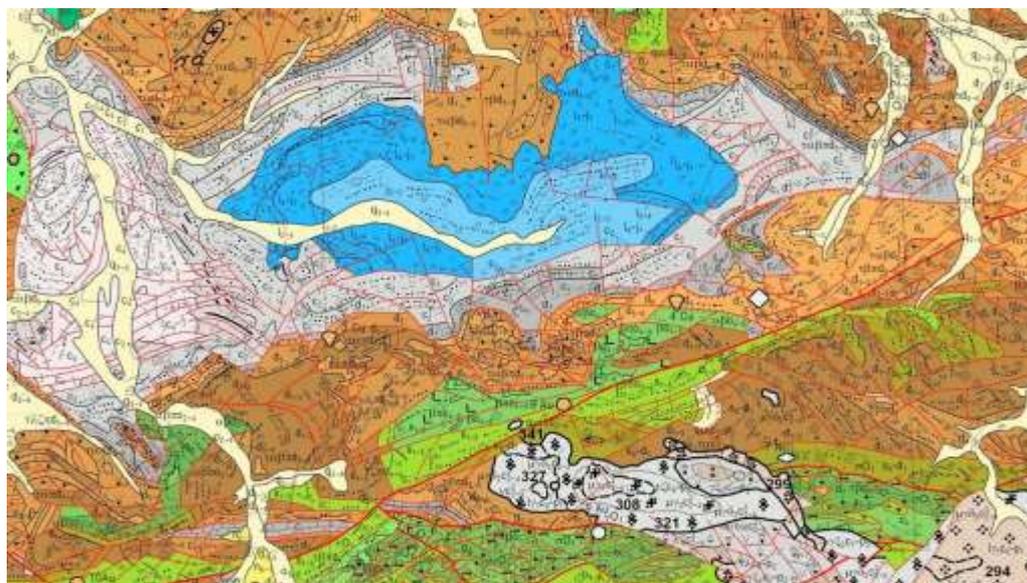


Figure 1.4 Karaganda coal basin. Fragment of the map sheet M-43-V (Serykh, Glukhan 2007).

In terms of orohydrography, the basin is confined to the Kazakh uplands (Saryarka) and is located in the middle part of the inland basin of the Nura River, which is located within the Irtysh-Balkhash watershed.

Coal-bearing capacity

The commercial coal-bearing capacity of the Karaganda basin is associated with the Ashlyarik, Karaganda, Dolinsk and Tentek suites, which contain up to 80 coal seams and interlayers. Of these, 65 seams have a working thickness. The total thickness of all coal seams is on average 110 m. The coal content of individual suites is characterized by the data shown in Table 1.

Table 1. Coal-bearing capacity of the coal formations of the Karaganda coal basin.

suite	thickness of a suite	bed indices	number of beds	total thickness, m	coal-bearing capacity, %
Ashlyarik	500-600	a1-a20	$\frac{20-22}{2-4}$	$\frac{14-20}{2-6}$	$\frac{2,4-3,7}{0,3-1,1}$
Karaganda	630-800	к1-к20	$\frac{24-26}{9-15}$	$\frac{26-42}{13-31}$	$\frac{3,5-6,0}{1,4-4,5}$
Dolinskaya	430-560	д1-д11	$\frac{10-11}{6-9}$	$\frac{14-15}{11-12}$	$\frac{2,9-4,2}{2,3-3,3}$

Tentekskaya	515-560	T1-T17	$\frac{16-18}{3-4}$	$\frac{17-18}{32-4}$	$\frac{3,0-3,5}{0,6-1,7}$
-------------	---------	--------	---------------------	----------------------	---------------------------

The most coal-bearing and commercially valuable are the layers of the Karaganda and Dolinsk suites, as well as the lower layers of the Tentek. The coal content of the Ashlyarik Formation is poorly studied. The thickness of coal seams, as well as the coal content of the formation, decreases from east to west in the basin as a whole, and within each coal-bearing region, from south to north [3].

Ekibastuz coal basin

Structurally, the Ekibastuz basin is a trough superimposed on the Early Caledonian structures. The Ekibastuz basin is confined to a superimposed trough, in the structure of which terrigenous-carbonate deposits D3fm-C1v2 take part. Analysis of the facies of the Famennian deposits in Central Kazakhstan showed (Serykh, 2009) that most of the troughs can be attributed to the quasi-platform stage.

The geochemical outlook of the framing structures of the coal accumulation basin is determined mainly by the bedding of calc-alkaline and subalkaline volcanic rocks, as well as by the products of their destruction. The volcanic material in the framing structures alternates with marine sedimentary deposits, indicating an underwater eruptive setting where eruptive centers are grouped into volcanic belts (Kendykta, Aleksandrovskaya depressions) (Fig. 1.5).

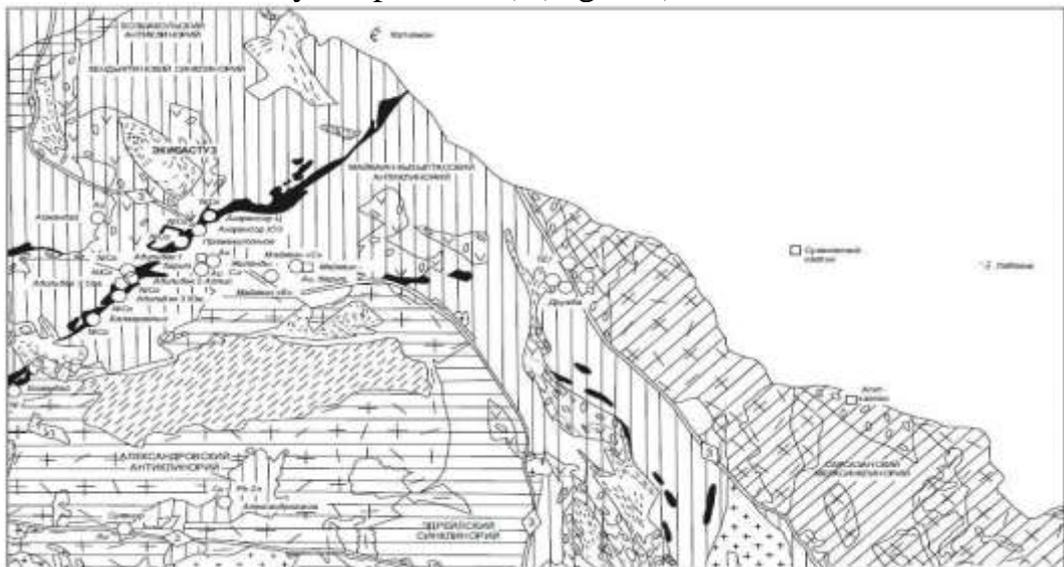


Figure 1.5 The main structures of sheet M-43-B

The products of volcanic activity during the formation of the basin are presented in the form of layers of tonsteins, mainly composed of three components: kaolinite crystal, polymineral binder mass, and carbonaceous mudstone. Depending on the predominance of one or another component, the thinners are divided into three groups: the tonstein in which kaolinite crystals predominate over other components, the tonsteins in which the fine-grained polymineral mass that cements kaolinite

The total thickness of the Mesozoic deposits is -1000m, and the thickness of individual suites is as follows:

- Ashchikolskaya 200-750m (I-A-IV-A);
- Taldykolskaya 170-340m (I-T-IV-T);
- Shoptykolskaya 190-290m (I-Sh, II-Sh);
- Zhirenkolskaya 100m (I-F-II-F).

The total thickness of coal at the Shoptykol horizons (I-III, II-III) is 50-60m.

The coals of the Maikuben deposit are highly metamorphosed, humic. The mass fraction of working moisture in the formations ranges from 16% -23% and averages 19%.

Torgai basin

The basin is located in the Kustanai region of Kazakhstan. It is identified in the area of the Turgai trough, along which the folded structures of the Southern Urals and Central Kazakhstan are conjugated.

Coals in the basin were discovered in 1948. Over an area of about 150,000 km², more than 15 isolated deposits were discovered, confined to disjointed graben-shaped depressions in the Paleozoic basement. The depressions are 18–2700 km² in size, with a depth of a few hundred meters to 1300 m. They are filled with Triassic and Jura coal-bearing deposits overlain by Cretaceous, Cenozoic and Quaternary formations with a total thickness of 25–150 m. Chernigov and Kushmurun Lower Jurassic, Karagan and Duzbai Middle Jurassic formations. The productive suites: the Kushmurunskaya thickness up to 280 m and the Duzbaiskaya thickness up to 115 m contain, respectively, up to 17 and 10 lenticular deposits of brown coal.

According to the territorial distribution and features of the geological structure, the deposits of the basin are combined into several groups. The Kushmurunskoye, Priozernoye and Eginsayskoye deposits of the Ubagan group and the Orlovskoye of the Ishim group, which are suitable for open-pit coal mining, have the greatest commercial value. At the deposits of the Ubagan group, the part of the Duzbai suite preserved from erosion contains up to 10 contiguous layers with a thickness of several to 19 m. The depth of the upper layers is 30-40 m. They reach a maximum thickness of 35-65 m in the central parts of the depressions; towards the sides, the seams are split and coal is wedged out. The layers lying between them are characterized by variable thickness (0.5-7 m). Coal-bearing deposits compose gentle brachysynclines, the limbs of which are cut off by faults that limit the depressions. The areas of distribution of coal-bearing deposits are divided into large differently oriented stepped blocks by longitudinal and transverse faults. In such blocks, the occurrence of rocks is gently undulating at angles of 3-5° (rarely up to 10°) [2].

The boundaries of the basin conditionally include small deposits in the western part of the Dzhezkazgan region, known since the 1990s.

Shubarkul deposit

The Shubarkol deposit is an asymmetric trough, elongated in the sublatitudinal direction with the largest axes of 15.0 and 6.5 km and the maximum subsidence of the soil of the Lower coal horizon up to 250m (Fig. 1.12). The internal structure of the trough is simple with dip angles of 3÷5°. At the outcrops of coal

horizons in the northwest and south of the deposit, their dip angles increase to 20+40°.

The industrial coal content of the deposit is confined to the lower part of the section of the Jurassic deposits and contains three coal horizons: Upper, Middle and Lower. The Upper horizon is of greatest interest and accepted for open mining. Less powerful and unseasoned Middle and Lower horizons are planned for mining by underground method.

The geological structure of the deposit includes terrigenous-carbonate deposits of the Upper Devonian and Lower Carboniferous, terrigenous rocks of the Middle Upper Carboniferous age (Paleozoic deposits), as well as loose weathering products of the Mesozoic and loose deposits of the Cenozoic [4].

The commercial coal content of the deposit is confined to the lower part of the section of the Jurassic deposits and contains three coal horizons Upper, Middle and Lower. The Upper coal horizon is of the greatest interest; it is widespread in the trough, is the most stable, has a relatively simple structure and is accepted for open mining.

The area with the simplest structure stretches for 1.5-2.0 km from the northwestern zone of the trough along the northern limb of the fold to the exploration line 10 and belongs to the coal accumulation zone.

Within its limits, the center of coal accumulation is clearly distinguished, where the horizon is a single monolithic deposit with a structure that occasionally becomes more complex in separate workings. In the center of coal accumulation, the division of the horizon into two coal seams 2B and 1B is visible.

Reservoir 2B covers 60% of the field area and is the thickest in the horizon (up to 22 m). It is composed of 3-5 coal packs 0.4-8.0 m thick, separated mainly by thin layers of mudstones and siltstones (0.03-0.50 m).

Reservoir 1B is traced by a 2.5-3.0 km strip from the southwest to the northeast in the central part of the trough. The seam thickness is 6-9 m and is composed of 1-2 packs of coal in the western part of the deposit and 2-5 in the eastern part. To the south, there is an increase in the number of coal packs and a regular decrease in the working capacity of the seam is observed.

Conclusion

In general, the coals of Kazakhstan are enriched with rare, radioactive and non-ferrous metals. The highest concentrations are characteristic of Sr, Sc, Hf, REE, the least concentrations are of Cs, Zn, Th, U and Au. The coal of the Karaganda basin as a whole is characterized by a low average content of most impurity elements, comparable to the abundance ratio for stone coals. They have higher concentrations of scandium and mercury compared to the abundance ratio. The mercury content in some samples exceeds the "toxicity threshold" for coals and reaches 1.25 g/t. The nature of mercury accumulation in coals requires special study. Mercury anomalies can be caused by a significant influence of volcanogenic material installed in the upper part of the coal-bearing section and represented by numerous tonsteins and scattered ash material.

High concentrations of mercury were also detected in the Karazhyra field. At the same time, the mercury content is rather uneven and ranges from 13 to 1710 mg/t. The highest levels of cobalt (up to 539 g/t), zinc (on average 119 g/t) and gold (on average 11 mg/t) are noted here. The peculiar nature of geochemical specialization of coals suggests the connection of these anomalies with the general mineralogical and geochemical features of this block of the earth's crust.

Thus, the study of coals of Kazakhstan showed that here it is possible to identify industrially significant concentrations of Co, Zn, Rb, Hg, REE and Sc. It should also be born in mind that a number of small elements with certain contents (exceeding the "toxicity threshold") are to one extent or another "harmful" in terms of the level of negative impact on natural objects. One such element is Hg, whose content in the studied coals of the Karaganda basin and the Karazhyra field reaches the "toxicity threshold," and sometimes exceeds it.