



МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ И НАУКИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
 Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение
 высшего образования
 «ЮЖНО-УРАЛЬСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ГУМАНИТАРНО-
 ПЕДАГОГИЧЕСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ»
 (ФГБОУ ВО «ЮУрГГПУ»)

ЕСТЕСТВЕННО-ТЕХНОЛОГИЧЕСКИЙ ФАКУЛЬТЕТ
 КАФЕДРА ГЕОГРАФИИ И МОГ

ГЕОЛОГО-ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ЗАКОНОМЕРНОСТИ
 ФОРМИРОВАНИЯ И ЭКОНОМИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА АЛМАЗНЫХ
 МЕСТОРОЖДЕНИЙ РОССИИ

Выпускная квалификационная работа
 по направлению 44.03.05 педагогическое образование
 (с двумя профилями подготовки)
 Направленность программы бакалавриата
 «География. Экономика»

Проверка на объем заимствований:
55,23 % авторского текста

Работа рекомендована защите
 «21» июня 2017 г.

зав. кафедрой географии и МОГ
Малаев А.В.

Выполнила:
 Студентка группы ОФ-501/067-5-1
 Строева Мария Александровна

Научный руководитель:
 Старший преподаватель
 кафедры географии и МОГ
 Васильева Наталья Николаевна

Челябинск
 2017 год

20, 2017

СОДЕРЖАНИЕ

ВВЕДЕНИЕ	4
Глава 1 ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТИПЫ И ХАРАКТЕРИСТИКА АЛМАЗОНОСНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ	7
1.1 Характерные признаки алмаза	7
1.2 Формы нахождения алмаза	8
1.3 Условия образования алмаза	9
1.3.1 Алмазы кимберлитов и лампроитов	10
1.3.2 Россыпные месторождения алмазов	12
1.3.3 Алмазы метаморфических пород	12
1.3.4 Импактные алмазы	15
1.4 Характеристика основных алмазоносных провинций России	17
1.4.1 Якутская алмазоносная провинция (ЯАП)	17
1.4.1.1 Илеряхская алмазоносная россыпь	18
1.4.1.2 Эбеляхская алмазоносная россыпь	20
1.4.2 Алмазы Уральской алмазоносной провинции (УАП)	22
1.4.3 Архангельская алмазоносная провинция (ААП)	26
Глава 2 ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ГЕОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ	28
2.1. Проблемы геолого-экономической оценки месторождений	28
2.2 Цель, задачи и принципы геолого-экономической оценки месторождений	30
2.3 Факторы, определяющие промышленную значимость месторождений	32
2.4 Экономическая оценка месторождений	38

2.4.1	Методологические принципы экономической оценки природного ресурса	42
2.4.2	Методические принципы экономической оценки природного ресурса	43
2.4.3	Концептуальные методические подходы к экономической оценке природного ресурса	45
Глава 3	МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЭКОНОМИКО-ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ АРХАНГЕЛЬСКОЙ АЛМАЗОНОСНОЙ ПРОВИНЦИИ	48
3.1	Оценка социально-экономических факторов месторождений Архангельской алмазоносной провинции	48
3.2	Оценка горно-геологических факторов месторождений Архангельской алмазоносной провинции	49
3.2.1	Оценка геологических особенностей месторождений ААП	49
3.2.2	Оценка качества алмазного сырья ААП	52
3.2.3	Оценка количества минерального сырья в недрах ААП	53
3.3	Оценка экономико-географических показателей месторождений Архангельской алмазоносной провинции	55
Глава 4	ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ В ШКОЛЬНОМ КУРСЕ ГЕОГРАФИИ	59
4.1	Методическая разработка внеклассного мероприятия «Предпосылки открытия алмазных месторождений России. Предприятия - лидеры на алмазном рынке России»	59
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ	65
	БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК	68

ВВЕДЕНИЕ

В настоящее время Россия – одна из ведущих алмазодобывающих стран мира. Она входит в первую тройку по объёмам добычи и запасам алмазного сырья. Алмаз – самый ценный ювелирный камень и исключительно важное техническое сырьё. Являясь по своему химическому составу просто углеродом, алмаз при этом обладает многими нехарактерными для других минералов физическими свойствами и кристаллохимическими особенностями. Изучение алмаза и его генезиса является традиционным направлением многих научных исследований. Научные взгляды на происхождение алмаза постоянно развиваются, и за всю историю изучения алмаза накопилось большое количество информации и об условиях образования алмаза. Несмотря на успехи в области синтеза алмаза, природные камни всегда будут пользоваться повышенным спросом.

Актуальность: поиски новых месторождений алмаза расширяются по всему миру, так как постоянно растёт спрос на алмаз, как со стороны ювелирной промышленности, так и техники.

При решении вопроса о промышленной ценности природного минерального образования учитывается комплекс требований к запасам и качеству минерального сырья, его технологическим свойствам, горно-геологическим условиям эксплуатации и экономико-географическим условиям месторождения, обеспечивающим возможность рентабельного использования месторождения как минерально-сырьевой базы будущего предприятия.

Перспективы открытия новых месторождений алмазов на территории России являются весьма благоприятными.

Проблема: геолого-экономическая оценка месторождений – одна из сложных проблем методики и экономики геологоразведочных работ, от правильного решения которой во многом зависит успешное формирование и развитие минерально-сырьевой базы и экономики страны.

В настоящее время в России выделяются две промышленно значимые алмазоносные провинции: Якутская и Архангельская.

Целью исследований является изучение геолого-географических закономерностей формирования и экономическая оценка алмазоносных месторождений России.

Задачи:

1. Изучить генетические типы месторождений и качественную характеристику алмазного сырья.
2. Изучить общие положения геолого-экономической оценки месторождений полезных ископаемых.
3. Рассмотреть методологические аспекты экономико-географической оценки месторождений на примере Архангельской алмазоносной провинции (ААП).

Для решения поставленных задач использовался комплекс взаимодополняющих *методов исследования:*

- анализ научной литературы и архивной документации;
- анализ картографических материалов;
- анализ статистических данных;
- картирование;
- описание и обобщение;
- сравнение.

Научной новизной является использование методов географического анализа при экономической оценке месторождений полезных ископаемых.

Практическая значимость исследования заключается в применении географических и экономических знаний в ходе написания работы, т.е.

синтез информации по основным направлениям методологии геолого-экономической оценки месторождений.

Структура: работа объёмом 67 страниц, состоит из введения, четырех глав, содержит заключение, в тексте представлены 3 рисунка.

Библиографический список включает 21 источник.

Глава 1. ГЕНЕТИЧЕСКИЕ ТИПЫ И ХАРАКТЕРИСТИКА АЛМАЗОНОСНЫХ МЕСТОРОЖДЕНИЙ

Процессы образования алмаза в разных геодинамических обстановках приводят к формированию разных генетических типов алмаза, существенно отличающихся друг от друга.

1.1 Характерные признаки алмаза

Алмаз представляет собой более редкую, по сравнению с графитом, природную полиморфную модификацию углерода. Имея идентичный с графитом химический состав (C), алмаз, благодаря иному, значительно более плотному расположению атомов в кристаллической решетке, характеризуется резко отличными свойствами [2].

Алмаз, в отличие от графита, кристаллизуется в кубической сингонии и обладает максимальной твердостью по условной шкале Мооса (10). В импактитах и метеоритах образуется редкая мелкокристаллическая гексагональная разновидность алмаза - лонсдейлит, близкая к нему по своим свойствам [4].

Обладая наивысшей твердостью, алмаз при этом является хрупким. Удельный вес его составляет $3,5 \text{ г/см}^3$. Весьма значительное светопреломление, неодинаковое для лучей с разной длиной волны, обуславливает очень эффектную «игру цвета», его так называемый алмазный блеск. Электричество не проводит, при трении о сукно электризуется. Температура плавления - $3700-4000^\circ\text{C}$. В кислородной среде сгорает, превращаясь в угольную массу. Температура сгорания на воздухе составляет $850-1000^\circ\text{C}$. При нагревании до $1200-1500^\circ\text{C}$ без доступа кислорода алмаз переходит в графит [4].

По химическому составу чистому углероду соответствует лишь бесцветный алмаз. По окраске различают бесцветные кристаллы «чистой воды», бесцветные с голубым, желтым, зеленым, розовым, коричневатым и другими оттенками и ярко окрашенные («фантазийные») - синие, красные, зеленые, желтые. Цвет алмаза обусловлен примесями Si, Mg, Ca, Al, Fe Ti и др.

Алмаз нерастворим ни в кислотах, ни в щелочах, а поэтому устойчив в природных условиях.

1.2 Формы нахождения алмаза

Алмаз может встречаться в виде кристаллов и агрегатов. Наиболее распространенными формами кристаллов являются октаэдры и ромбододекаэдры; кристаллические агрегаты чаще всего микрозернистые и радиально-лучистые.

Существует два вида алмазного сырья: ювелирное и техническое. К ювелирным относят достаточно крупные кристаллы совершенной формы и окраски, исключительной прозрачности, без трещин, включений и иных дефектов. Минимальный размер ювелирных алмазов 0,05 карата (0,01 г); крупными считаются кристаллы более 10 каратов; если масса алмаза превышает 50 каратов - ему присваивается собственное название.

В общей массе алмазного сырья свыше 75% приходится на долю технических алмазов, среди которых различают:

1. *баллас* - шарообразные мелкозернистые агрегаты с более твердой, чем ядро, оболочкой;
2. *борт* - мелкие неправильные кристаллы, сrostки, непригодные для ювелирных целей;
3. *карбонадо* - тонкозернистые, пористые агрегаты черного, серого или зеленоватого цветов;

4. *конго* - наиболее низкосортные мелкие алмазы, пригодные лишь в качестве абразивного материала [17].

1.3 Условия образования алмаза

В природе образование алмазов тесно связано с продуктами платформенного магматизма - кимберлитами и лампроитами, выполняющими так называемые трубки взрыва - конусообразные тела округлой, эллипсовидной, реже более сложной формы в плане, прослеживаемые на глубину до 2 км и более среди пород платформенного чехла и кристаллических образований фундамента.

В обобщенном разрезе кимберлитовых трубок различают:

1. *Кратерные части*, выполненные обломочным материалом, поступавшим после образования трубки с ее бортов.
2. *Диатремовые части*, сложенные кимберлитами нескольких генераций и их туфами. Для диатремовых частей свойственно обилие обломков самых различных пород.
3. *Канальные части*, образованные массивными или флюидалными кимберлитами с отчетливым ороговикованием в приконтактных зонах [18].

Высокая стойкость алмаза к химическим и физическим агентам позволяет минералу накапливаться в продуктах выветривания кимберлитов и лампроитов и образовывать россыпи различных генетических типов: элювиальные, делювиальные, аллювиальные и морские.

При выветривании в условиях теплого и влажного климата выше уровня грунтовых вод кимберлит разрушается, гидратируется с сохранением первичной структуры породы, приобретая при этом темную синевато-зеленоватую окраску («синяя земля»). Дальнейшее разрушение и окисление превращают кимберлит в дезинтегрированную землистую

массу, окрашенную гидроксидами железа в желтый цвет («желтая земля») с зернами граната, пикроильменита, хромшпинелидов и других устойчивых минералов, включая алмаз. Мощность зоны «синей земли» может достигать 60 м и более. Перекрывающая ее зона «желтой земли» составляет 20 м.

В условиях холодного арктического климата элювий кимберлитов представлен мелкой щебенкой и дресвой мощностью до 3-5 м.

Источниками россыпей могут являться не только алмазоносные кимберлитовые и лампроитовые трубки, но и другие алмазоносные породы, включая осадочные (ископаемые россыпи). Благодаря более легкому разрушению низкосортных алмазов при транспортировке, алмазы из россыпей, по сравнению с трубками, отличаются повышенной сортностью. Данный процесс получил название «природное обогащение».

Широкое использование алмазов в технических целях и в связи с этим сложившийся дефицит природных алмазов привели в 50-х гг. двадцатого века к появлению их синтетических аналогов. Мелкие зерна технических алмазов получают из графита при высоких температурах и давлениях в присутствии металлических катализаторов. Синтетические алмазы имеют ряд типоморфных признаков, надежно их идентифицирующих. Как правило, синтетические алмазы обычно содержат примеси железа и никеля [19].

1.3.1 Алмазы кимберлитов и лампроитов

Коренные месторождения алмазов связаны с продуктами платформенного магматизма — кимберлитами и лампроитами. Вулканический канал, заполненный породой основного и ультраосновного состава, получил название кимберлит [10].

Кимберлит представляет собой эруптивную брекчию, является основным источником ювелирных и технических алмазов, из которого

ведется добыча алмазов уже на протяжении более 100 лет. Характерной особенностью кимберлитов является присутствие в них многочисленных обломков вмещающих пород и глубинных агрегатов. Образование алмазов происходит на больших глубинах в процессе генерации кимберлитовой магмы. Содержание алмазов в кимберлитах колеблется в широких пределах от 0,01 до 0,8 кар/т, редко достигая 3 - 4 кар/т в наиболее богатых трубках. Оно зависит от глубины очага, откуда поступают алмазы, и от длительности подъема кимберлитового расплава.

Кимберлиты известны на платформах всех континентов. Мировую известность получили большинство российских месторождений: трубки «Мир», «Удачная», «Зарница» и др. из Якутской алмазоносной провинции, а также трубка им. В. Гриба из месторождения им. М. Ломоносова в Архангельской алмазоносной провинции.

Лампроит — это магматическая щелочная порода, отличающаяся от кимберлитов повышенным содержанием калия, фтора и другими петрохимическими особенностями. Алмазоносные лампроиты, как и кимберлиты, образуют тела трубообразной формы, периферическая часть которых сложена лампроитовыми туфами и брекчиями, а центральная часть представлена массивными лейцитовыми или оливиновыми лампрофирами. В верхних частях трубок наблюдаются элементы вулканических построек и отложения кратерных озер. Содержание алмаза в лампроитах достигает 5 - 6,8 кар/т [10].

Все промышленные месторождения России связаны с кимберлитами. Разведанные лампроитовые тела на территории России в настоящее время являются неалмазоносными. Алмазоносные лампроиты известны только в Австралии.

1.3.2 Россыпные месторождения алмазов

Важное значение для экономики страны имеют россыпные месторождения алмазов, которые характеризуются высокой долей ювелирных алмазов. Среди россыпей выделяют несколько типов: элювиальные, делювиальные и аллювиальные, озерные, морские и др. Содержание алмаза в россыпях может колебаться от сотых долей карата до 10 кар/т и более. Большую промышленную значимость среди россыпных месторождений имеют современные аллювиальные и морские. В современных аллювиальных россыпях алмазы концентрируются в гравелитах и галечниках речного русла, в пойменном аллювии и террасах; максимальные их концентрации фиксируются в приконтактной части залежей. Содержание алмазов заметно снижается по мере удаления от коренных источников, которыми обычно являются кимберлитовые тела. Протяженность аллювиальных алмазных россыпей может достигать десятки километров, ширина – десятки и первые сотни метров, мощность продуктивной толщи составляет несколько метров. Среднее содержание алмазов в них может достигать десяти каратов и более [10].

Классическими районами современных аллювиальных россыпей в России является Иреляхская россыпь на Сибирской платформе.

Ископаемые россыпи самостоятельного значения для добычи алмазов обычно не имеют. Они разрабатываются совместно с современными либо при попутной добыче. В благоприятных условиях ископаемые россыпи могут являться источниками формирования современных россыпей.

1.3.3 Алмазы метаморфических пород

Официальной датой открытия алмазов в метаморфических породах считается выход в свет статьи Розена О.М., опубликованной в 1972 г., в

которой впервые указывается на то, что алмазы были найдены в метаморфических породах. Долгое время считалось, что образование этого необычного типа месторождений алмаза связано с метастабильной кристаллизацией алмаза при умеренных температурах и давлениях. Идея метастабильного образования метаморфических алмазов впервые была предложена Летниковым Ф.А. из Института земной коры СО РАН (Иркутск) и основывалась на находке включений микроалмазов в низкобарических минералах. Согласно этой модели, образование алмазов возможно при деформации пород и одновременном взаимодействии с восстановленными флюидами, так как при наличии сдвиговых, а тем более скальвающих усилий происходит резкое ускорение реакции и, самое главное, — снижение давления и температуры фазовых переходов. В дальнейшем эти идеи нашли отражение в работах московских геологов ЦНИГРИ, проводивших разведку месторождения метаморфогенных алмазов Кумды - Коль в Казахстане [10].

В 60-е гг. двадцатого века среди докембрийских метаморфических пород зерендинской свиты Кокчетавского массива в Казахстане были установлены микрокристаллы алмаза кубического, скелетного и сфероидального габитуса (Заячковский А.А., Полканов Ю.А. и др.). В парагенетической ассоциации с ними находились графит повышенной плотности, фенгит, циркон, дистен, гранаты альмандин - гроссулярного ряда, сфен и клинопироксены. Анализ научных исследований говорит о динамометаморфическом генезисе этих алмазов: они кристаллизовались в твердом породном субстрате, обогащенном углеродистым веществом при сдвиговых деформациях, обусловивших локальное достижение необходимых высоких P-T условий [19].

В работах Соболева Н.В. и Шацкого В.С. преобладающей точкой зрения на генезис метаморфических алмазов является кристаллизация Казахстанских алмазов в собственном поле стабильности, т.е. при $t = 950-10000\text{C}$ и $P = 4-6 \text{ ГПа}$. Высокие температура и давление могут достигаться

только при субдукции корового материала на глубины более 100 км. Такие условия получили название метаморфизма сверхвысокого давления.

Продолжительное время мелкий размер кристаллов алмаза являлся сильным препятствием для изучения их генезиса. В настоящее время в различных лабораториях мира ведутся экспериментальные исследования поведения корового материала в экстремальных условиях. Благодаря современным методам исследования были получены уникальные данные о субмикронных включениях, составе и агрегатном состоянии вещества. Наличие флюидных и расплавных включений в метаморфогенных кристаллах алмаза свидетельствует о том, что присутствие флюида и (или) расплава является определяющим фактором кристаллизации алмазов. Сопоставление морфологических особенностей метаморфогенных и кимберлитовых микрокристаллов алмаза также позволило предположить сходные механизмы кристаллизации. Необычный изотопный состав метаморфогенных кристаллов алмаза указывает на то, что наиболее вероятным источником углерода является субдуцированный коровый материал. Вместе с тем вопрос о роли флюидной фазы и ее источнике остается дискуссионным [10].

Большинство исследователей полагают, что высвобождение самородного углерода происходит по реакции $\text{CH}_4 + \text{O}_2 = \text{C} + 2\text{H}_2\text{O}$. Современные экспериментальные исследования по синтезу алмаза в неметаллических системах, напротив, свидетельствуют о том, что из восстановленного флюида даже в поле стабильности алмаза преимущественно происходит кристаллизация метастабильного графита, а наибольшая алмазная генерация наблюдается в системах с более окисленными водно-углекислотными флюидами.

Последующие открытия новых проявлений алмазосодержащих метаморфических коровых пород в различных регионах мира (Германия, Греция) указали на то, что они не являются минералогической

случайностью и их появление на дневной поверхности является результатом глобальных геологических процессов.

Разведанное в Кокчетавском массиве Казахстана Кумды - Кольское месторождение технических алмазов относится к разряду крупных.

1.3.4 Импактные алмазы

Наиболее крупным и известным в мире месторождением импактных алмазов является древняя Попигайская кольцевая структура в Восточной Сибири, расположенная в 900 км восточнее города Норильска. Структура представляет собой кратер диаметром 100 км, образование которого связано с падением крупного метеорита. В результате удара и последующего мощного взрыва образовалось гигантское месторождение алмазов, самое большое в мире по формальным запасам. Месторождение открыто известным геологом Масайтисом В.Л. в начале 70 - х годов двадцатого века и к настоящему времени является достаточно хорошо изученным [10].

Алмазная минерализация ударнометаморфического типа, установленная в конце 60-х гг. минувшего столетия (Масайтис В.Л. и др.) в импактидах Попигайского метеоритного кратера, обусловлена переходом в твердой фазе присутствовавшего в породах графита при шоковых давлениях, возникших при ударе космического тела. Морфология мельчайших зерен импактитных алмазов является унаследованной от формы зерна замещаемого графита. Иногда они могут быть представлены лонсдейлитом [19].

В импактных структурах преобладают мелкие по размерам полифазные образования, состоящие из графита, алмаза и близкой к нему гексагональной модификации углерода – лонсдейлита. В структурном отношении по способу соединения атомов углерода лонсдейлит - это тот же алмаз, в котором каждый второй слой из атомов углерода расположен

перпендикулярно одной из осей третьего порядка и развернут относительно соседних на 60^0 , что превращает структуру из кубической в гексагональную. Лонсдейлит, в определенных направлениях, имеет твердость более высокую, чем алмаз.

В кристаллах импактных алмазов часто преобладают каверны, заполненные включениями таких минералов, как кварц, пирит, пирротин, гематит и др. В целом, содержание механических примесей в импактных алмазах на 2 – 3 порядка выше, чем в минерале из кимберлитов.

Импактные алмазы по своему составу отличаются от алмазов из других типов пород. Они характеризуются достаточно выдержанным диапазоном величины и не содержат азота. Чем меньше азота в алмазе, тем его кристаллы тверже. Именно в этой особенности, а также в обилии вростков лонсдейлита, заключается причина повышенной твердости попигайских алмазов [10].

Использование импактного алмаза в качестве полировочного материала является совершенно непригодным, так как его кристаллы легко раскалываются на осколки в виде иголочек, и не полируют, а режут и царапают материал. Из-за слишком мелких размеров кристаллов он не представляет интереса и для ювелирной промышленности.

Несмотря на то, что по предварительным оценкам, общий объем алмазов в Попигайском месторождении превышает запасы всех кимберлитовых месторождений мира, вместе взятых, алмазы из этого гигантского месторождения до сих пор не нашли своего применения. На настоящий момент Попигайское месторождение представляет больше научный интерес как представитель особого генетического типа алмазов [17].

В настоящее время также производится оценка перспектив алмазоносности и технического использования выявленных импактных алмазов в Карской астроблеме - круговой морфоструктуре диаметром 55-60 км, установленной на юго-востоке Югорского полуострова.

1.4 Характеристика основных алмазоносных провинций России

Первый алмаз в Сибири был найден на реке Мельничной недалеко от города Енисейска в ноябре 1897 г. Масса его составила $2/3$ карата. По причине низкого качества данного кристалла и отсутствия финансирования на организацию поисково-разведочных работ, разведка алмаза в этом районе в то время не состоялась. Следующая находка алмаза в Сибири датируется 1947 г. и именно с этого года берет свое начало Якутская алмазоносная провинция [17].

1.4.1 Якутская алмазоносная провинция (ЯАП)

Якутская алмазоносная провинция занимает северо-восточную часть Сибирской платформы, совпадая с контуром Анабарского гравитационного максимума. Общая площадь провинции составляет более 800 тыс км². По данным Харькива А.Д., Зинчука Н.Н. и Крючкова А.И. в ее пределах выявлены сотни кимберлитовых трубок и даек, группирующихся более чем в 20 кимберлитовых полях, входящих в состав восьми обособленных районов. Эти районы и поля приурочены к трем линейно вытянутым зонам глубинных магмоподводящих региональных субпараллельных разломов северо-восточного и северо-западного направлений, совпадающих с изолиниями магнитного поля [18].

Якутская алмазоносная провинция разделена на две области (субпровинции): Вилюйскую на юге и Анабаро - Оленекскую на севере. Условная граница между ними проводится по широте излучины реки Оленек.

Вилюйская область включает в себя Малоботуобинский, Среднемархинский, Далдыно-Алакитский и Верхнемунский районы. Анабаро-Оленекская область представлена Среднеоленекским,

Нижнеоленинским, Приленским и Анабарским районами. Кимберлиты Виллюйской области характеризуются резким преобладанием трубок над дайками. В их составе преобладают малослюдистые брекчии над порфиоровыми разностями интрузивной фации и слюдистыми брекчиями. Характеризуются повышенным содержанием минералов-спутников алмаза - пирропа, пикроильменита и хромшпинелида. Пирроп в свою очередь преобладает над пикроильменитом. Кимберлиты Виллюйской области отличает высокая магнезиальность с относительно низким содержанием щелочей, титана, фосфора, циркония, стронция и других элементов. Часто присутствуют ксенолиты пород глубинных фаций - альмандин-пирроповой и коэситовой. Широкое развитие получил процесс наложения гидротермальной минерализации (кварц, кальцит, пирит, барит и др.), а также слабая дифференцированность и более древний, среднепалеозойский возраст, в отличие от преобладающего мезозойского в Анабаро-Оленекской области.

Именно в Виллюйской области и находятся главнейшие промышленные алмазные трубки - Мир, им. XXIII съезда КПСС, Интернациональная, Ботубинская, Нюрбинская, Айхал, Краснопресненская, Удачная, Заполярная и др.

1.4.1.1 Иреляхская алмазоносная россыпь

Иреляхская алмазоносная россыпь является образованием современной речной долины и представлена аллювиальными отложениями русла, поймы и надпойменных террас реки Ирелях. Расположена в Западной Якутии, в нижнем течении реки Ирелях, которая является правым притоком реки М. Ботубии. Входит в состав Мало - Ботубинского алмазоносного района, в котором находятся и коренные месторождения - кимберлитовые трубки Мир, Спутник и др. Поэтому коренным источником алмазов Иреляхской россыпи считаются

алмазоносные кимберлитовые трубки, широко развитые в районе. Разработка россыпи осуществлялась драгами [18].

Долина реки Ирелях врезана в карбонатные породы нижнего ордовика (усть-кутская свита), имеющие субгоризонтально залегание, и глинисто-карбонатные образования верхнего кембрия-нижнего ордовика (верхнеленская свита). Верхние части склонов долины сложены нижнелейасовыми песками и глинами укугутской свиты. Около 3/4 промышленной площади россыпи занимает пойма высотой 2-2,5 м, остальная часть представлена преимущественно первой надпойменной террасой высотой 3-6 м, прослеживающаяся непрерывной полосой по обоим берегам реки. Днище долины находится ниже уровня воды на 3-3,5 м [5].

Собственно алмазоносная россыпь залегает на коренном цоколе. Продуктивные пески средней мощностью 1,2-2 м представлены песчано-галечно-гравийным материалом с примесью глины и щебня. Перекрывающие их пласты торфа имеют мощность 1,8-3,1 м. В русловых отложениях, по сравнению с пойменными, перекрывающие торфы отсутствуют.

В среднем гранулометрическом составе россыпи из первой надпойменной террасы преобладают галька (36,3%) и глина (30,9%), при подчиненной роли гравия (15,5%) и песка (14,6%), а также валунов (2,7%). Крупные обломки россыпи, сложенные кислыми эффузивными породами, роговиками, кварцитами и жильным кварцем хорошей степени окатанности. В мелкообломочной фракции преобладают кислые эффузивные и кремнистые образования при подчиненной роли местных карбонатных пород. Продуктивный слой второй надпойменной террасы, развитой лишь в излучинах реки, сложен глиной с галькой и щебнем такого же состава [5].

Содержание алмазов в россыпи – среднее. Распределение характеризуется как крайне неравномерное, струйчатое. По качеству значительно преобладают технические сорта.

Алмазы тесно ассоциируют с пикроильменитом, хром-диопсидом и пиропом. В составе тяжелой фракции россыпи содержится также пироксен, ильменит, магнетит, гроссуляр, альмандин, в меньшем количестве - рутил, циркон, эпидот, ставролит, единичные зерна сфена, лейкоксена, пирита, турмалина, роговой обманки, барита, шпинели, анатаза, хлоритоида и золота.

1.4.1.2 Эбеляхская алмазоносная россыпь

Россыпь реки Эбелях, правого притока реки Анабар, находится в северо-восточной части Сибирской платформы. Является одной из крупнейших в мире долинных аллювиальных алмазоносных россыпей.

По данным Граханова С.А., долина реки Эбелях врезана в карбонатные породы среднего кембрия, представленные доломитами анабарской свиты и известняками джахтарского горизонта. Ширина долины от 40 до 1200 м, достигает максимума в нижнем течении реки. Склоны долины средней крутизны и на большей части течения реки террасированы. Самые обширные террасы приурочены к крупным излучинам реки. Помимо карбонатных пород среднего кембрия и широко развитых по ним остаточных и переотложенных кор выветривания различного возраста, в геологическом строении долины участвуют нижнемеловые осадки, представленные темными песчанистыми углистыми глинами, с рассеянной мелкой галькой и гравием карбонатных и кремнистых пород. Данные отложения слагают узкие карстовые полости глубиной до 17 м в днище долины. В геологическом строении долина также представлена нижне-, средне- и верхнечетвертичными отложениями пяти надпойменных террас, сложенных отложениями русловых и

пойменных фаций, средне- и верхнечетвертичными отложениями погребенных долин, выраженных валунно-гравийно-галечно-песчано-илистым аллювием. Кроме того, в геологическом разрезе долины участвуют верхнечетвертичные современные делювиально-солифлюкционные отложения склонов и современные осадки русла, низкой и высокой пойм [18].

Промышленная алмазность установлена в переотложенных корях выветривания и в аллювии надпойменных террас русла реки Эбелях. Основная часть запасов приходится на аллювий русла и низкой поймы. Промышленная алмазность протягивается практически непрерывно более чем на 100 км. На всем протяжении русловой аллювий содержит промышленные концентрации алмазов: их фоновые содержания составляют 1-2 кар/м³, а ураганные - превышают десятки кар/м³. Продуктивный террасовый аллювий прослеживается фрагментарно.

Из пяти участков россыпи: Приустьевого, Нижнего, Верхнего, Верховья и Истока, наиболее высокие содержания алмазов характерны для Нижнего участка, расположенного в 19 - 42 км от устья реки и приуроченного к неотектоническому поднятию. Наиболее крупные алмазы массой в десятки карат найдены именно на Нижнем участке.

Участок Нижний представляет собой узкую каньонообразную долину, в которой происходит перемыв больших масс аллювия с их естественным (природным) обогащением.

Наиболее алмазными являются валунно-галечно-гравийные, галечно-гравийно-песчаные отложения и переотложенные коры выветривания. Меньшая алмазность характерна для галечно-щебнистых и галечно-песчаных отложений. Мощность продуктивного пласта россыпи до 4 м. При этом содержание алмазов в нижней части пласта в 3-4 раза выше, чем в верхней [5].

Высокие содержания алмаза приурочены к намываемому берегу и к зонам сочленения плесов и перекатов. В поперечном разрезе россыпи

максимальная алмазоносность связана с пристрежневыми участками, а минимальная - с ее флангами, что в плане определяет струйчатое распределение алмазов.

Большая часть алмазов россыпи соответствует классам $-4 +2$ мм (56,7%) и $-2 +1$ мм (31,1%); значительно меньше алмазов класса $-8 +4$ мм (10,7%), остальное приходится на класс -1 мм.

Россыпь в целом хорошо выдержана по мощности и характеризуется неравномерным распределением полезного компонента. Отличительной особенностью россыпи является прямая корреляция алмазоносности с выходом крупных ($+1$ мм) пиропов, но при этом ураганная алмазоносность сопровождается высокими концентрациями пиропов класса $+2$ мм [5].

1.4.2 Алмазы Уральской алмазоносной провинции (УАП)

В настоящее время общераспространенным является мнение, что российские алмазы – это якутские алмазы. Но понятие «русский алмаз» до середины XX века во всем мире прочно ассоциировалось с Уралом. Первый в России (и в Европе) алмаз был найден 4 июля 1829 г. по новому стилю на западном склоне Урала, в Пермской губернии (1781 – 1923г.г.), в Адольфовом Логе Крестовоздвиженских золотых приисков, расположенных вблизи Бисертского завода. В последующем единичные алмазы на Урале постоянно находили при разработке золотоносных россыпей по обеим сторонам Урала, на территории современных Свердловской области и Пермского края, Башкирии и Челябинской области. Большая часть алмазов (более 250 кристаллов), найденных до революции, была добыта в окрестностях пос. Промысла из золотых россыпей притоков Койвы: речек Полуденки и Поперечной и в Адольфовом Логу. Самый крупный из них весил 2,93 карата. Но планомерные поиски алмазов на Урале начались с 1938 г. Уже в 1942 г. Уральская алмазная экспедиция передала промышленности без

утверждения в ВКЗ запасы по первым в СССР алмазным россыпям бассейна верхнего течения реки Койвы. В этом же году в Пермской области (до 1947 г. – Молотовская область) началась промышленная разработка разведанных алмазоносных россыпей. Следовательно, становление алмазодобывающей промышленности России связано становлением алмазной геологии России в Пермском крае [19].

В результате проведенных геологами исследований, было установлено, что Уральская алмазоносная провинция протягивается вдоль западного склона Урала на расстояние более 1 000 км. В УАП выделяется две полосы россыпной алмазоносности: Западная и Восточная. Россыпи в основном палеоген-неоген-четвертичного возраста, но алмазы встречены и в более древних отложениях девонского и силурийского возрастов. Древние россыпи представлены песчаниками, гравелитами и конгломератами, современные – рыхлыми песками и галечниками.

Мнение о возможной алмазоносности терригенных отложений такатинской свиты нижнего девона с полной определенностью была высказано Введенской Н.В. в 1952 г. и подтверждено в 1964 г. работами Вишерской партии под руководством Ишкова А.Д..

До 1957 г. алмазы добывались только на Среднем Урале – в долине реки Вижай и в бассейне реки Койвы. После обнаружения на Северном Урале, в бассейнах рек Вишеры и Язьвы, более богатых россыпей, добыча переместилась в эти районы. К настоящему времени алмазоносность свиты установлена от бассейна реки Колвы до бассейна реки Вижай. В 1984 г., Колобянин В.Я. установил также алмазоносность нижней терригенной пачки колчимской свиты нижнего силура. Алмазы из ископаемых россыпей отложений такатинской свиты и колчимской свиты аналогичны алмазам современных россыпей [19].

В Пермском крае в сводном балансе запасов учтено восемь месторождений россыпных алмазов. Из них шесть месторождений находится в Красновишерском районе и два – на территории, подчиненной

г. Александровску. Коренные источники уральских алмазов все еще не найдены, несмотря на многочисленные заявления об их обнаружении в Пермском крае и в Башкирии.

Алмазы из россыпей Среднего и Северного Урала по внешнему облику значительно отличаются от якутских своей формой, размерами и чистотой. Форма алмазов Урала является своеобразной, что позволило выделить т. н. «уральский тип» алмазов. Алмазы Урала представлены округлыми кристаллами с выпуклыми гранями. Количество кристаллов с плоскими гранями невелико. Среди округлых алмазов преобладают додекаэдры, реже встречаются октаэдры, кривогранные аналоги плоскогранных форм – ромбододекаэдра и октаэдра. На Урале встречаются также редкие поликристаллические образования типа «баллас», описанные Орловым Ю.Л. в 1973 г. Балласы встречаются в форме шаров или в виде их обломков с радиально-лучистым строением. Агрегаты типа «борт» для уральских алмазных россыпей не характерны. Карбонадо на Урале, согласно Орлову Ю.Л., не встречены.

Средняя масса среднеуральских алмазов меньше, чем североуральских. Разница обнаруживается также в содержании плоскогранных октаэдров. В россыпях реки Вижай на Среднем Урале среди мелких кристаллов они встречаются систематически, а в россыпях Северного Урала их практически нет. Часто на поверхности уральских алмазов заметны следы механического износа: от истертости вершин и ребер до очень сильного износа всей поверхности, когда кристалл теряет первоначальную огранку. Крупные алмазы более подвержены износу, чем мелкие. Механический износ может возникнуть на алмазах лишь в прибрежно-морской обстановке, в возвратно-поступательных условиях волноприбойной зоны. Количество алмазов со следами механического износа в россыпях Северного Урала примерно в два с лишним раза больше, чем на Среднем Урале. При этом в Вижайской россыпи сильно изношенных кристаллов не встречено. Количественные различия в

содержании изношенных кристаллов в россыпях Среднего и Северного Урала позволяют предполагать различную историю происхождения, более сложную и длительную на Северном Урале.

Размеры алмазов Пермского края колеблются от долей миллиметра до 15 миллиметров, что соответствует весам от тысячных долей карата до 30 карат. Средний диаметр пермского алмаза – 3,2 мм, что соответствует весу 69 мг или 0,35 карата [5].

По сведениям Шеманиной Е.И., много лет изучавшей уральские алмазы, среди уральских алмазов преобладают бесцветные, подобно капле чистой воды, и слабоокрашенные кристаллы. Цветные алмазы в основном представлены золотисто-желтым, зеленовато-голубыми, реже коричневыми, вишнево-дымчатыми, ярко окрашенными разновидностями. Бесцветные, голубоватые и золотисто-желтые алмазы относятся к наиболее совершенным. К редким относятся медово-желтые, серые и серо-черные кристаллы алмазов, обычно имеющие кубический габитус; исключительно редкие – молочно-белые и аметистово-красные алмазы.

Пермские алмазы имеют очень высокий выход ювелирных сортов, признаются самыми высококачественными в России и одними из самых высококачественных в мире. Стоимость 1 карата алмазов Ботсваны колеблется от 110 до 180 долларов, цена якутских алмазов 30 – 90 долларов за карат. Средняя же стоимость одного карата уральских алмазов колеблется от 300 до 500 долларов. Поэтому хотя на долю Пермского края приходится около 0,1% общероссийской добычи, в денежном эквиваленте это составляет примерно 2% [5].

После открытия в 1955 г. кимберлитовых трубок Якутии поисково-разведочные работы на Урале велись в значительно меньших объемах и проводились до начала 1990-х годов.

1.4.3 Архангельская алмазоносная провинция (ААП)

Архангельская алмазоносная провинция открыта в начале 80-х гг. двадцатого века. Располагается на восточном побережье Белого моря на северо-западе Русской платформы. К настоящему времени на площади менее 20 000 км² выявлено более 60 трубок и силлов щелочно-ультраосновных пород - кимберлитов, пикритов, оливинных мелилититов и базальтов, семь из которых имеют промышленную алмазоносность. Все магматические тела группируются в несколько полей (кластеров) - Золотицкое, Кепинское, Верхотинское, Мельское, Ижмозерское (Чидвинское), Турьинское, Полтинское и Пинежское. Алмазоносные поля Золотицкое и Верхотинское локализируются в центральных частях провинции и генетически связаны с кимберлитами [10].

Петролого-геохимические исследования, проведенные Богатиковым О.А. и др., показали, что большинство продуктов кимберлитового магматизма на севере Русской платформы в районе Кандалакши, Терского берега, Архангельска, Среднего Тимана относятся к типу «неслюдяных» кимберлитов. Другой тип кимберлитов, обладающих некоторыми геохимическими чертами южноафриканских слюдяных кимберлитов, представлен только в Золотицком поле ААП, алмазоносные породы которого выражают черты сходства с лампроитами [3].

Вместе с тем, кимберлиты Золотицкого поля, а также кимберлиты трубки им. В.Гриба по своему составу обеднены редкими, редкоземельными и высокозарядными (U, Th, Nb) элементами. Данный факт говорит об их уникальности в мире и несопоставимости с кимберлитами южноафриканских слюдяных кимберлитов, как это допускается некоторыми исследователями.

Вывод: Алмаз – самый ценный ювелирный камень и исключительно важное техническое сырье. Являясь по своему химическому составу

просто углеродом, алмаз при этом обладает многими нехарактерными для других минералов физическими свойствами и кристаллохимическими особенностями. Процессы образования алмаза в разных геодинамических обстановках приводят к формированию разных генетических типов алмаза, существенно отличающихся друг от друга. Научные взгляды на происхождение алмаза постоянно развиваются. За всю историю изучения алмаза накопилось большое количество информации об условиях образования алмаза. В настоящее время основным геолого-промышленным типом месторождений алмазов является собственно магматический Кимберлитовые трубки – основной тип месторождений, из которого ведется добыча алмазов. Все промышленные месторождения России связаны с кимберлитами. В настоящее время в России выделяют две промышленно-значимые алмазоносные провинции: Якутская и Архангельская. Высокая стойкость алмаза к химическим и физическим агентам позволяет минералу накапливаться в продуктах выветривания кимберлитов и образовывать россыпи различных генетических типов. Большую промышленную значимость среди россыпных месторождений имеют современные аллювиальные. Классическими районами современных аллювиальных россыпей являются Иреляхская россыпь на Сибирской платформе. Наиболее крупным и известным в мире месторождением импактных алмазов является древняя Попигайская кольцевая структура в Восточной Сибири. На настоящий момент Попигайское месторождение представляет больше научный интерес как представитель особого генетического типа алмазов.

Поиски новых месторождений алмаза расширяются по всему миру, так как постоянно растет спрос на алмаз как со стороны ювелирной промышленности, так и техники. Перспективы открытия новых месторождений алмазов на территории России являются весьма благоприятными.

Глава 2. ОБЩИЕ ПОЛОЖЕНИЯ ГЕОЛОГО-ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ МЕСТОРОЖДЕНИЙ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ

2.1 Проблемы геолого-экономической оценки месторождений

Геолого-экономическая оценка месторождений является одной из сложных проблем методики и экономики геологоразведочных работ, от правильного решения которой во многом зависит успешное формирование и развитие минерально-сырьевой базы. Она включает:

- оценку геологических особенностей месторождения;
- значение полезного ископаемого и возможного экономического эффекта от использования добытого минерального сырья в народном хозяйстве.

Базой для *геологической оценки месторождений* являются результаты проведения геологоразведочных работ, которые обобщаются при подсчете запасов полезного ископаемого в недрах. В процессе подсчета запасов создается геологическая модель разведанного месторождения, которая показывает степень детальности изучения его геолого-структурных особенностей, формы и условий залегания полезных ископаемых, их вещественного состава и т.д. Но для оценки месторождения в целом, как потенциального источника минерального сырья, этих сведений недостаточно, так как в них отсутствуют данные о соответствии выявленных минеральных скоплений современным требованиям промышленности. Для получения таких сведений запасы полезных ископаемых в недрах следует оценивать не только как продукты природных процессов, но и как предмет общественного труда, который участвует в процессе материального производства и обеспечивает его эффективность.

При решении вопроса о промышленной ценности природного минерального образования учитывается комплекс требований к запасам и

качеству минерального сырья, его технологическим свойствам, горно-геологическим условиям эксплуатации месторождения и его экономико-географическим условиям, обеспечивающим возможность рентабельного использования месторождения как минерально-сырьевой базы будущего предприятия [7].

Трудности геологической оценки запасов месторождений возникают в связи с предположительностью исходных геологических данных, получаемых методами интерполяции и экстраполяции ограниченных наблюдений на ранних стадиях геологоразведочных работ. Выборочный характер геологоразведочных данных практически исключает возможность полного соответствия геологической модели месторождения, полученной в результате подсчета запасов, реальному объекту разведочных работ. При оценке запасов неизбежны погрешности в определении пространственного положения продуктивной толщи, морфологии и строения тел полезных ископаемых, условий их залегания, качества и технологических условий разработки месторождений.

Экономическая оценка месторождений определяет возможный экономический эффект от использования разведанных запасов в экономике страны. Данная оценка основывается на результатах подсчета запасов и включает в себя совокупный анализ факторов, которые определяют экономическую эффективность эксплуатации месторождения и эффективность капитальных вложений в строительство предприятия. Сложность экономической оценки связана с отсутствием общепризнанных критериев оптимальности вариантов оконтуривания и разработки запасов для целей экономической оценки месторождений, а также методов их расчета [7, 11].

Таким образом, геологическая и экономическая оценки месторождений взаимосвязаны настолько, что практически неотделимы друг от друга. Их взаимосвязь и взаимообусловленность определяют комплексный характер и сложность данной оценки.

2.2 Основополагающие принципы геолого-экономической оценки месторождений

В условиях рациональной организации экономики, когда недра составляют общенародную, общегосударственную собственность, главной целью геолого-экономической оценки месторождений является обоснование кондиций для подсчета их запасов и определение их народнохозяйственной значимости как источников минерального сырья для удовлетворения потребностей страны.

Правильная и своевременная геолого-экономическая оценка месторождений на всех стадиях геологоразведочных работ служит основой их рационального планирования, оценки их экономической эффективности, способствует своевременному выявлению минеральных ресурсов и рациональному использованию недр.

- После завершения поисковых работ по результатам оценки определяется целесообразность проведения предварительной разведки или доказывается отрицательная оценка объекта исследований.
- По завершении предварительной разведки устанавливаются рациональность и последовательность проведения детальной разведки или принимается подтвержденное решение о прекращении дальнейших работ.
- По завершении детальной разведки уточняется народнохозяйственное значение объекта, устанавливаются кондиции к подсчету запасов, утверждаются запасы месторождения и оно передается в промышленное освоение [7].

В условиях действующих горных предприятий по мере осуществления эксплуатационных разведок геолого-экономическую оценку проходят отдельные участки и блоки месторождений для уточнения и конкретизации их горно-геологических и технико-экономических параметров. Необходимость в геолого-экономической

переоценке месторождений также возникает при изменении минерально-сырьевой базы отрасли, уровней цен на продукцию горного предприятия, появлении новых технологических решений и при других условиях, кардинально изменяющих экономику горного производства.

В задачи геолого-экономической оценки входит:

1. выявление относительной хозяйственной эффективности и последовательности промышленного освоения месторождений полезных ископаемых,

2. решение вопроса об увеличении производственных мощностей действующих горных предприятий при вовлечении в разработку забалансовых запасов или вновь выявленных запасов кондиционных руд.

Результаты геолого-экономической оценки месторождений используются:

1. для выбора направлений региональных геолого-съемочных и поисковых работ;

2. обоснования целесообразности создания или развития территориально-промышленных комплексов, планирования рационального размещения предприятий по переработке минерального сырья;

3. составления общих планов охраны недр и Государственный Мониторинг состояния недр (ГМСН);

4. рационального использования минеральных ресурсов и решения других народнохозяйственных задач.

Геолого-экономическая оценка месторождений полезных ископаемых базируется на следующих основных принципах:

1. Максимальное удовлетворение потребностей народного хозяйства в минеральном сырье.

Потребность отдельных предприятий и отраслей промышленности в минеральном сырье определяется балансовым методом исходя из объемов производства и потребления товарной продукции. В этой связи геолого-экономическая оценка призвана отобрать из числа разведанных месторождений такие объекты, освоение которых в данный период

обеспечит необходимую сырьевую базу и принесет народному хозяйству наибольшей экономической эффект. Месторождения, не обеспечивающие должного эффекта, считаются резервными до тех пор, пока для их эксплуатации не будут созданы соответствующие технические и экономические условия.

2. Уровень оптимальной потребности в конкретном сырье.

Этот принцип определяется только для тех областей, где его использование наиболее выгодно. Во всех других случаях удовлетворение потребности в сырье определяется с учетом заменимости и взаимозаменяемости природных ресурсов.

3. Максимальное использование природных ресурсов при минимальных затратах на получаемые из них конечные продукты.

Оценка месторождений должна производиться с учетом полноты и комплексности использования его запасов. Для этого первым необходимым условием является высококачественное проведение геологоразведочных работ и надежность сведений о количестве и качестве разведанных запасов. Второе необходимое условие – оптимальное использование разведанного минерального сырья и охрана окружающей среды [7].

2.3 Факторы, определяющие промышленную ценность месторождения

Народнохозяйственное значение месторождения определяется потребностью народного хозяйства в данном виде минерального сырья, которая устанавливается по материалам перспективного плана развития соответствующей отрасли промышленности [11].

Промышленная ценность месторождения определяется факторами, которые могут быть условно объединены в три группы:

1. социально-экономические,

2. горно-геологические и
3. экономико-географические.

К социально-экономическим факторам относятся:

1. Балансы запасов данного вида сырья, а также балансы производства и потребления получаемой из него готовой продукции.
Эти балансы увязываются в местном, районном и общероссийском масштабах применительно к действующим и строящимся предприятиям-потребителям или к планируемому объему потребления. На основе такого анализа определяются конкурирующие месторождения или группы месторождений, из которых по результатам оценки отбираются первоочередные объекты для освоения. В виде исключения при остром дефиците особо важных видов полезных ископаемых в промышленное освоение включаются месторождения с низкой эффективностью их эксплуатации.
2. При оценке должны учитываться перспективы использования данного вида сырья: внедрение новых видов минерального сырья, замена одних его видов другими, внедрение искусственных заменителей минерального сырья, перспективы развития технологии разработки месторождения и использования полезного ископаемого.
3. Очень важными социально-экономическими факторами являются укрепление экономической независимости и оборонной промышленности, внутренняя политика государства в области развития экономики отдельных районов страны, разделение труда между государствами и т.д.

Горно-геологические факторы – это совокупность данных, предопределяющих масштабы горнорудного предприятия, горнотехнические условия разработки месторождения и технологическую схему переработки полезного ископаемого, получение из него готового продукта [7].

Эта группа включает важнейшие данные о месторождении: качество полезных ископаемых, количество минерального сырья, содержание

полезных и вредных компонентов, технологические свойства минерального сырья и горно-геологические условия эксплуатации месторождения.

Качество полезных ископаемых определяется совокупностью химических, физических и технических свойств, обеспечивающих возможность его промышленного использования. Качественная характеристика минерального сырья зависит от содержания в нем полезных компонентов, а также от его физических и специфических свойств. Содержание полезных компонентов в минеральном сырье оказывает большое влияние на себестоимость продукта. Более точное определение среднего содержания компонента имеет исключительно важное значение для правильной оценки месторождений.

Оценка месторождения должна предусматривать комплексное использование сырья, а также извлечение всех содержащихся в нем компонентов, если это извлечение является рентабельным [7].

Количество минерального сырья в недрах определяется его массой. Запасом полезного ископаемого называется разведанное или предварительно оцененное количество минерального сырья в недрах, отвечающих по своему качеству современным требованиям. Суммарные запасы месторождения определяют годовую производительность будущего предприятия и капитальные вложения в освоение месторождения.

Качественная и количественная характеристики запасов полезных ископаемых тесно взаимосвязаны и взаимообусловлены. Изменение качественной характеристики полезного ископаемого приводит к изменению запасов полезных компонентов и полезной горной массы.

Технологические свойства минерального сырья, определяют возможность и экономическую целесообразность его переработки. Они зависят от совокупности качественных показателей, из которых кроме содержаний компонентов, немаловажное значение имеют:

- минеральный состав сырья, распределение полезных компонентов и вредных примесей по отдельным минералам, формы и размеры полезных минералов, текстуры и структуры минеральных агрегатов;
- физические свойства минерального сырья и слагающих его полезных минералов, их твердость, хрупкость, плотность;
- химический и минеральный состав вмещающих пород и жильной массы.

Для правильного решения задач комплексного использования полезного ископаемого необходима подробная информация о полном наборе, содержаниях, особенностях вхождения и закономерностях пространственного размещения всех ценных попутных компонентов, а для решения проблемы охраны природы – подробные сведения о содержащихся в сырье вредных примесях.

Выделение всех технологических разновидностей полезного ископаемого, определение их пространственных границ, средних значений минералого-технологических параметров, оценка степени обогатимости каждой разновидности минерального сырья и их поведения в различных технологических процессах возможны по данным систематического геолого-технологического картирования месторождения.

Геолого-технологическое картирование заключается в массовом отборе частных и групповых минералого-технологических проб для изучения технологически важных параметров вещественного состава руд с дальнейшим оставлением планов и разрезов их пространственного размещения и геометризацией технологических разновидностей полезного ископаемого. В последующем геолого-технологические планы и разрезы служат основой для проектирования работ по отбору лабораторных, полупромышленных и промышленных технологических проб. В результате геолого-технологического картирования обеспечивается получение достоверной, опережающей и взаимосвязанной информации по всему комплексу вопросов, которые касаются вещественного состава и технологических свойств полезного ископаемого в недрах.

Горно-геологические условия эксплуатации месторождения, определяющие возможность и экономическую целесообразность его разработки, включают изучение основных показателей:

- размеров, морфологических особенностей, строения и условий залегания технологически сплошных скоплений полезных ископаемых;
- продуктивности месторождения и его отдельных участков, характеризующих степень концентрации в них полезного ископаемого;
- гидрогеологических условий месторождения;
- физико-механических и инженерно-геологических свойств полезного ископаемого и вмещающих его пород; их устойчивость, трещиноватость, крепость, твердость, кусковатость, буримость, влажность и др.;
- факторов, осложняющих ведение эксплуатационных работ и требующих проведения специальных мероприятий [7].

Экономико-географические факторы представляют собой совокупность данных, характеризующих природные и экономические условия района месторождения: удаленность от заводов потребителей, освоенность района, транспортные и энергетические условия, водный режим, наличие местной базы других полезных ископаемых и материалов, рельеф местности, климат и др.

Промышленная ценность месторождений в значительной степени определяется текущей и перспективной потребностью народного хозяйства в сырье. Когда баланс данного вида минерального сырья не является напряженным, экономико-географические факторы при оценке месторождения приобретают ведущее значение. Если же потребность в сырье весьма значительна и не может быть удовлетворена за счет эксплуатации других месторождений, роль экономико-географических факторов освоения месторождения значительно снижается. Но и в таких случаях эти факторы должны учитываться, поскольку они существенно влияют на экономические показатели и сроки освоения месторождения [11].

При оценке месторождений особенно важно учитывать следующие экономико-географические факторы:

- *Транспортные условия* – характеризуются расстоянием до существующей или намечаемой к сооружению железной дороги, наличием автомобильных дорог, возможностью использования водных путей и эксплуатации дорог в различные времена года.
- *Энергетические условия* оцениваются, исходя из возможности получения электроэнергии для промышленного предприятия от внешней энергосистемы, что исключает необходимость строительства собственной электростанции, сокращает капитальные затраты и сроки строительства предприятия.
- *Климатические условия и рельеф местности* оказывают существенное влияние на условия эксплуатации месторождения и строительства промышленного комплекса в его пределах. Для предприятий, расположенных в районах с суровыми климатическими условиями, сокращается количество рабочих дней в году из-за сильных морозов, ветров, буранов, ливней и т.п. Тяжелые климатические условия приводят к значительным простоям и повышенному износу оборудования, к большому расходу денежных средств на транспорт и заработную плату трудящихся.
- *Водные ресурсы.* Наличие в районе оцениваемого месторождения водных ресурсов для производственных и бытовых целей является обязательным условием оценки месторождения.
- *Освоенность района.* При освоении месторождений полезных ископаемых предъявляются большие требования к развитию в данном районе транспорта, лесного хозяйства, промышленности строительных материалов, сельского хозяйства и других отраслей. Поэтому оценка месторождений, установление очередности и темпов их развития увязываются с наличием соответствующих ресурсов и с общим планом

экономического развития данного района, также с планом развития в нем других отраслей.

Перечисленные выше многочисленные факторы в их совокупности определяют промышленное значение месторождения при современном уровне техники и на данном этапе развития экономики хозяйства страны.

В каждом конкретном случае значение отдельных факторов для оценки месторождений будет неодинаковым. Поэтому при геолого-экономической оценке определенного месторождения необходимо выделить главнейшие из них и отразить их влияние на промышленное значение месторождения посредством соответствующих показателей.

2.4 Экономическая оценка природного ресурса

Экономическая оценка природных ресурсов – это определение их ценности как составной части общественного богатства в стоимостном или ином выражении исходя из концепции устойчивого развития экономики, существующих социально-экономических условий и требований, заданных параметров и режимов их освоения и технологической эксплуатации, норм и нормативов природопользования, эколого-экономических ограничений и стратегических ориентиров.

Экономическая оценка природных ресурсов означает количественное и качественное измерение их потребительской стоимости и предполагает определение народно-хозяйственной ценности данного ресурса.

Долгое время отрицалась возможность денежной оценки природных ресурсов. В оценке природных ресурсов имело место субъективное исторически сложившееся отношение к ресурсам как к «дарам природы», что предопределило последовательные этапы развития концептуальных подходов к определению их ценности – от изменения затрат труда до определения общественной ценности. В социалистических условиях это

обосновывалось тем, что природные ресурсы, не являются результатом человеческого труда и предметом купли-продажи и не могут иметь стоимостной оценки. Такой подход означал утверждение принципа их бесхозяйственного и нерационального использования.

Осознание необходимости экономической (стоимостной) оценки природных ресурсов и одновременно с этим практические работы по этой проблеме начались во многих странах несколько десятилетий назад. Отставание России в практическом решении этих проблем было связано с недостаточным развитием рыночных отношений [7].

На современном этапе экономического развития страны рост благосостояния общества в значительной мере зависит от степени рациональности и комплексности использования природных ресурсов, в связи с чем необходимость экономической оценки природных ресурсов возрастает.

Объективную основу экономической оценки природных ресурсов составляют следующие критерии:

- дифференциация природных ресурсов по их географическому положению, по качеству и по особенностям природной среды размещения (климатическим, погодным, пространственным, пограничным – совместное расположение с другими ресурсами, физическим и качественным характеристикам и параметрам, условиям безопасной эксплуатации и другое);
- наличие альтернативных природных ресурсов и ресурсозаменителей;
- альтернативность и технологическое разнообразие освоения и эксплуатации природного ресурса;
- конкурентные различия в технико-экономическом уровне освоения и эксплуатации природного ресурса;
- ограниченность, естественное восстановление, воспроизводство и невозполнимость природных ресурсов;

- кратность и дифференциация направлений и эффективности использования природных ресурсов и произведенной на их основе продукции.

Экономическая оценка природных ресурсов производится при принятии решения о возможности освоения ресурса или использовании его в качестве заменителя другого ресурса до разработки технико-экономического обоснования проекта эксплуатации ресурса для кадастровых оценок, для определения величины арендной платы (ренты) и других целей.

Экономическая оценка природных ресурсов необходима для обеспечения макроэкономических задач народного хозяйства:

- Обоснования баланса использования и потребления природных ресурсов и их общей эффективности (потенциальной, плановой и фактической);
- Учета стоимости природных ресурсов в составе богатства страны;
- Прогнозирования и планирования развития экономики;
- Регулирования процессов природопользования;
- Решения стратегических вопросов экономической безопасности страны;
- Экономического механизма передачи в пользование и во владение природных ресурсов;
- Системы налогообложения и экономического стимулирования в сфере природопользования;
- Обоснования стратегий, долгосрочных и среднесрочных планов социально-экономического развития страны, ее регионов и территориальных образований;
- Включения показателей экономической оценки природных ресурсов в систему социально-экономических отношений в обществе;
- Решения общегосударственных вопросов, связанных с рациональным и комплексным использованием природных ресурсов.

На микроэкономическом уровне экономическая оценка природных ресурсов применяется для решения следующих задач:

- Определения стоимости запасов природных ресурсов;
- Прогнозирования и планирования использования природных ресурсов;
- Обоснования экономической целесообразности ввода объектов природных ресурсов в разработку и последовательности их эксплуатации;
- Обоснования сохранения объектов природных ресурсов для общества;
- Обоснования вывода объектов природных ресурсов из разработки и эксплуатации;
- Выбора оптимальных сроков, объемов и технологических параметров их эксплуатации (использования);
- Определения экономической эффективности инвестиций в природно-ресурсный комплекс;
- Определения убытков от нерационального использования природных ресурсов;
- Учета природных ресурсов в балансе и структуре национального богатства;
- Установления платежей и акцизов за пользование природными ресурсами;
- Определения залоговой стоимости природных объектов и ресурсов;
- Определения величины компенсационных платежей, связанных с выбытием или изменением целевого назначения природных ресурсов;
- Решения других задач, связанных с рациональным использованием природных ресурсов.

2.4.1 Методологические принципы экономической оценки природных ресурсов

К основным методологическим принципам экономической оценки природных ресурсов относят: принцип комплексности, принцип

императива, принцип обеспечения экономического воспроизводства, принцип оптимизации (альтернатив и вариантов).

1. *Принцип комплексности* предполагает учет всех природных ресурсов, входящих в состав одного природного объекта.

При этом, применительно к каждому используемому природному ресурсу должна быть учтена вся извлекаемая при данном варианте природопользования польза. В данном случае все используемые ресурсы относят к ресурсам первой группы. Ресурсы первой группы учитываются в формуле оценки основного ресурса в составе издержек.

2. *Принцип императива* воспроизводства возобновимых природных ресурсов означает, что та часть возобновимых природных ресурсов, которая эксплуатируется или подвергается воздействию, уменьшающему их количество или качество, должна быть воспроизведена и в натуральной форме (в количественном и качественном отношении).

Таким образом, в качестве минимума экономической оценки возобновимых природных ресурсов принимаются затраты на физическое воспроизводство потребляемых или уничтожаемых возобновимых природных ресурсов.

3. *Принцип экономического воспроизводства* невозобновимых природных ресурсов и потребительных стоимостей, в них заключенных, означает, что при оценке таких ресурсов должны учитываться отчисления на их экономическое воспроизводство и (или) отчисления на обеспечение замены дефицитных невозобновимых природных ресурсов другими видами или материалов, обладающих той же потребительной стоимостью, что и заменяемые природные ресурсы.
4. *Принцип оптимизации* экономической оценки природного объекта в целом означает, что существует такой вариант использования природных ресурсов, входящих в состав природного объекта, при котором последний имеет наивысшую оценку [7].

2.4.2 Методические принципы экономической оценки природных ресурсов

Для практической работы экономической наукой выработаны методические принципы экономической оценки природных ресурсов, к которым относятся:

- Учет возможностей воспроизводства ресурса;
- Учет имеющихся и возможных альтернативных заменителей ресурса;
- Учет взаимодействия и пограничного расположения оцениваемого ресурса с другими ресурсами;
- Учет влияния результатов эксплуатации ресурса на состояние окружающей среды, в том числе на состояние других ресурсов;
- Оценка эксплуатационных потерь природного ресурса;
- Оценка выхода продукции из природного ресурса;
- Определение экономического эффекта от применения продукции, произведенной с использованием ресурса, или доли экономического эффекта, приходящейся на данный ресурс;
- Учет социальных эффектов, для которых невозможна экономическая оценка;
- Проведение сравнительного анализа результатов оценки;
- Использование сопоставимых по времени, происхождению и методам расчета исходных показателей (данных).

В зависимости от целей и объективных факторов выделяют следующие виды оценок природных ресурсов:

1. *стоимостные* – определение общественной ценности природных ресурсов в денежном выражении;
2. *условно-стоимостные* – определение условной стоимости природного ресурса, например, его сохранения для общества;

3. *нестойимостные* – определение натурально-производственной, качественной, социальной, экологической, эстетической, культурной и иной потребительной полезности природных ресурсов или отдельных свойств [7].

Обычно под экономической оценкой природных ресурсов понимают их стоимостные методы оценки. Все ресурсы, результаты их освоения и влияния на окружающую среду, а также связанные с ними отношения в конечном итоге отражаются в показателях развития экономики: валового внутреннего продукта, внутреннего национального продукта, национального дохода.

В принципе концептуальные подходы и методы экономической оценки природных ресурсов в стоимостном выражении различаются по степени завершенности их разработки, полноты учета всех факторов и объективности полученных результатов.

Современные рыночные отношения косвенно влияют на формирование затрат в сфере освоения и эксплуатации природных ресурсов и оказывают прямое (непосредственное) влияние на их оценки в сфере потребления [11].

2.4.3 Концептуальные методические подходы к экономической оценке природных ресурсов

Анализируя процесс развития экономической оценки природных ресурсов, ее движения от субъективного восприятия и использования природы до общественного осознания ее ценности для человечества и его дальнейшего существования и развития, можно выделить три исторически и методологически взаимосвязанных концептуальных подхода к экономической оценке природных ресурсов: затратный, рыночный и общественно - ценностный (рис. 1).

В рамках *затратного подхода* разработаны и применяются следующие методы:

- метод определения предпроизводственных, производственных и воспроизводственных затрат;
- метод приведенных, замыкающих и безубыточных затрат;
- методы оценки дифференциальных затрат (размещения, транспортных и других).

Рыночный подход включает методы экономической оценки природных ресурсов:

- Рентной оценки;
- Инвестиционной оценки;
- Коммерческой оценки экологических благ, отходов и загрязнений.

Общественно-ценностный подход включает методы:

- Эколого-экономической оценки;
- Общественно-экономической оценки;
- Учетно-стоимостной оценки.

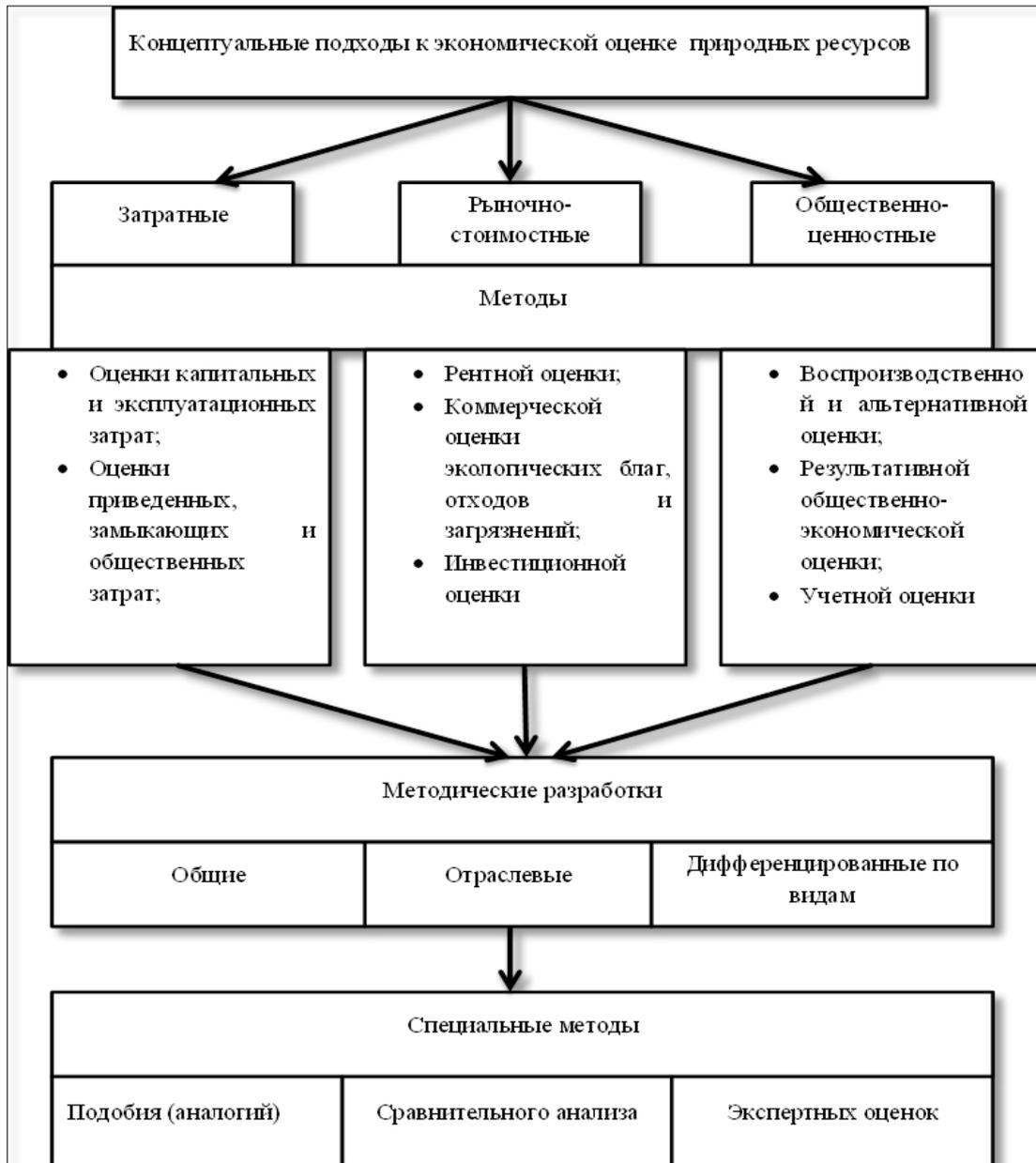


Рис. 1 Общая классификация методов экономической оценки природных ресурсов [7].

Вывод: геологическая и экономическая оценки месторождений взаимосвязаны настолько, что практически неотделимы друг от друга. Их взаимосвязь и взаимообусловленность определяют комплексный характер и сложность данной оценки. Сложность экономической оценки связана с отсутствием общепризнанных критериев оптимальности вариантов оконтуривания и разработки запасов для целей экономической оценки месторождений, а также методов их расчета. Правильная и своевременная геолого-экономическая оценка месторождений на всех стадиях

геологоразведочных работ служит основой их рационального планирования, оценки их экономической эффективности, способствует своевременному выявлению минеральных ресурсов и рациональному использованию недр. Промышленное значение месторождения при современном уровне техники, и на данном этапе развития экономики хозяйства страны определяет совокупность многочисленных факторов. В каждом рассматриваемом случае значение определенных факторов для оценки месторождений будет неодинаковым. Поэтому задачей геолого-экономической оценки является выделение главнейших факторов и их влияние посредством определяющих их показателей на промышленное значение месторождения. Экономическая оценка природных ресурсов означает количественное и качественное измерение факторов, их потребительской стоимости и определяет народно-хозяйственную ценность данного ресурса.

Концептуальные подходы и разработанные на их основе методы экономической оценки являются высоко разработанными, но, к сожалению, на их основе можно только приближенно определить экономическую ценность природного ресурса в зависимости от поставленной цели и решаемых задач.

Глава 3. МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ГЕОЛОГО- ЭКОНОМИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ АРХАНГЕЛЬСКОЙ АЛМАЗОНОСНОЙ ПРОВИНЦИИ

3.1 Оценка социально-экономических факторов месторождений Архангельской алмазоносной провинции

Несмотря на то, что Россия в настоящее время входит в первую тройку стран по объёмам добычи и запасам алмазного сырья, перспективы открытия новых месторождений алмазов на территории России являются весьма благоприятными. Поиски новых месторождений алмаза расширяются по всему миру, так как постоянно растёт спрос на алмаз как со стороны ювелирной промышленности, так и техники. Алмаз – это самый ценный ювелирный камень и исключительно важное техническое сырьё. Широкое применение алмаз получил в строительстве. Сегодня в России выпускается более 1200 наименований инструментов, в которых используется алмаз (алмазные сверла, фрезы, шлифовальные круги и т.д.). При прокладке кабелей и строительстве туннелей, там, где нельзя вести взрывные работы, используют проходческий комбайн, лезвия которого покрыты напылением алмазной крошки. Также алмаз применяется в медицине для изготовления алмазных скальпелей. Ведутся разработки медицинского лазера на кристаллах, где минерал будет выступать активным проводником. В телекоммуникациях и электронике алмаз используют для прохождения сигналов разных частот по одному кабелю (это обусловлено устойчивостью данного минерала к резким перепадам температур и напряжения). В качестве защитного элемента алмаз используют в химии и физике, для проведения научных экспериментов. Активное использование этого минерала при добыче полезных ископаемых [19].

Несмотря на успехи в области синтеза алмаза, природные камни всегда будут пользоваться повышенным спросом. В настоящее время ЗАО АК «АЛРОСА» ведёт работы по освоению крупнейшей в Европе минерально-сырьевой базы алмазов - пяти месторождений в Архангельской области. Срок отработки утвержденных запасов более 40 лет. Ежегодно все подразделения ЗАО АК «АЛРОСА» добывают и реализуют алмазов на сумму около 2700 млн. долларов [21].

3.2 Оценка горно-геологических факторов месторождений Архангельской алмазоносной провинции

Горно-геологические факторы включают в себя данные о месторождении: качестве полезных ископаемых, количестве минерального сырья, содержании полезных и вредных компонентов, технологических свойства минерального сырья и горно-геологических условиях эксплуатации месторождения [7].

3.2.1 Оценка геологических особенностей месторождений ААП

Алмазы на севере Русской платформы на Северной Двине находили еще в царские времена. Но в отличие от Якутии, древние коренные породы фундамента Русской платформы перекрыты осадочным чехлом, в том числе и ледниковой мореной четвертичных оледенений, мощностью 20-30 метров. Данный фактор явился осложняющим и поэтому прямые поиски кимберлитовых трубок долгое время не давали положительных результатов. Также в отличие от якутских алмазов, которые искали геологи всей страны, заслуга открытия архангельских алмазов принадлежит геологам ПГО «Архангельскгеология» [4].

В настоящее время на Европейском Севере России найдено более сотни кимберлитовых тел, объединенных в Архангельскую алмазоносную провинцию. Среди них разведаны алмазоносные трубки месторождения им. М.В.Ломоносова и алмазоносная трубка имени В.Гриба. Владимир Павлович Гриб – главный геолог ПГО «Архангельскгеология», в честь которого и названа одна из кимберлитовых трубок [21].

На месторождении им. М.В. Ломоносова находится шесть кимберлитовых трубок. В трубке «Архангельская» с 2005 г. уже ведется промышленная добыча алмазов. Так же ведутся вскрышные работы в

трубке им. Карпинского – 1. Трубка им. В.Гриба разрабатывается с 2014г. [20, 21]

Геологическое и тектоническое строение территории является сложным. Оно определяется горизонтально залегающим недислоцированным комплексом терригенных отложений венда, мощностью свыше 900 м. Отложения представлены переслаивающимися песчаниками, алевролитами и аргиллитами, перекрывающими кристаллические образования верхнеархейского фундамента платформы (беломорская серия). Верхнеархейский фундамент платформы имеет блоковое строение в виде чередования крупных горстов и грабенов северо-западного направления, рассеченных поперечными глубинными разломами.

Золотицкое алмазное поле приурочено к одноименному поднятию кристаллического фундамента, ограниченному на юго-западе Корецким, а на северо-востоке Терским грабенами. Все шесть трубок месторождения им. М.В.Ломоносова в пределах этого поля (Архангельская, им. Карпинского-1, им. Карпинского-2, Пионерская, Поморская, им. Ломоносова) локализованы на пересечениях глубинного субмеридионального разлома с нарушениями северо-восточного и субширотного направлений, образуют цепочку с расстоянием между соседними телами от 0,13 до 2,4 км [3].

Трубки месторождения имеют вертикальную, суживающуюся вниз воронкообразную форму в разрезе и округлую (овальную), реже гантелеобразную (линзовидную) в плане с размерами на поверхности от 36,9 га (трубка Пионерская) до 5,6 га (трубка Поморская). Их внутреннее строение определяется тремя фациями пород:

1. *кратерной* - туфы, туффиты, туфопесчаники и туфоалевролиты преимущественно брекчиевой и параллельно-слоистой текстур,
2. *жерловой* - ксенотуфобрекчии, автолитовые брекчии и др.

3. *гипабиссальной* - массивные порфиновые кимберлиты с макрокристаллической либо афанитовой основной массой, выполняющей корневые части трубок [3].

Кимберлиты, слагающие эти алмазоносные трубки, относятся к так называемому Золотицкому типу и характеризуются преобладанием хромшпинелидов над другими оксидными фазами в основной массе, аномально низкими содержаниями пирропа, хромдиоксида и полным отсутствием ильменита и пикроильменита.

Другой, Кепинский тип, кимберлитов, проявленный в Архангельской алмазоносной провинции, аналогичен кимберлитам так называемой 1-й группы Южно-Африканской и Якутской алмазоносных провинций, в основной массе которых отмечается большое количество хромшпинелидов, ильменита, перовскита и рутила. По характеру минералов-спутников к кимберлитам этого типа относятся породы, выполняющие трубку им. В. Гриба в Верхотинском поле в Архангельской алмазоносной провинции.

Кимберлиты Золотицкого поля и кимберлиты трубки им. В.Гриба по своему составу обеднены редкими, редкоземельными и высокозарядным (U, Th, Nb) элементами, что говорит об уникальности алмазов ААП в мире и несопоставимости их с кимберлитами южноафриканских слюдяных кимберлитов.

На начальной стадии освоения месторождения разработка алмазов ведется открытым (карьерным) способом, который является экономически более выгодным. В дальнейшем, когда данный метод будет невозможен, планируется переход на закрытый способ добычи. Данный переход будет способствовать полной выработке месторождений [21].

3.2.2 Оценка качества алмазного сырья ААП

Качество полезного ископаемого и качественная характеристика минерального сырья зависит от содержания в нем полезных компонентов, от его физических и специфических свойств и определяется совокупностью химических, физических и технических свойств, обеспечивающих возможность его промышленного использования.

Содержание алмаза в архангельских трубках ниже, чем в якутских, в среднем около 1 кар/т, но при этом качество сырья является высоким. В месторождениях преобладают разные по цвету кристаллы алмаза – зеленые, розовые и голубые (рис. 2).



Рис.2. Разные по цвету кристаллы алмаза из месторождения им. М.В. Ломоносова ААП. Образцы акционерной компании «СеверАлмаз»
(фото: М.А. Богомолова) [6]

Голубые алмазы широко используются в электротехнике, для производства процессоров. Розовые алмазы в настоящее время пользуются повышенным спросом в ювелирной промышленности, т.к. розовые бриллианты в последнее время вошли в моду.

Оценка месторождения предусматривает комплексное использование сырья, а также извлечение всех содержащихся в нем компонентов, если это извлечение является рентабельным.

Минералами - спутниками алмаза в месторождениях Кепинского типа кимберлитов в Архангельской алмазоносной провинции, являются

хромшпинелиды, пиропы, хромдиопсид, характеризующиеся высоким содержанием. Ювелирные разновидности пироба называются благородным гранатом и используются в ювелирном деле. Хромшпинелиды являются главными минералами хромовых руд и служат для производства феррохрома и металлического хрома. Применяются также для получения стойких красок. Низкосортные сорта идут на изготовление огнеупорных кирпичей [6].

Поэтому совершенствование технологий по комплексному извлечению сырья поможет увеличить экономическую рентабельность месторождений ААП.

3.2.3 Оценка количества минерального сырья в недрах ААП

Запасом полезного ископаемого называется разведанное или предварительно оцененное количество минерального сырья в недрах, отвечающих по своему качеству современным требованиям.

Основная алмазоносность связана с Зимнебережным кимберлитовым полем, где выявлено два промышленных месторождения алмазов – имени М.В. Ломоносова и имени В. Гриба (рис. 3).

На относительно небольшой территории выявлено более 60 трубок и силлов. Алмазоносность кимберлитов в среднем около 0,5 – 0,7 кар/т, в некоторых трубках около 1 кар/т. Среднее содержание алмазов в кратерных породах – 0,3 кар/т, в туфогенных жерловых – до 0,9 кар/т, максимально алмазоносными являются автолитовые брекчии - 1,36 кар./т [21].

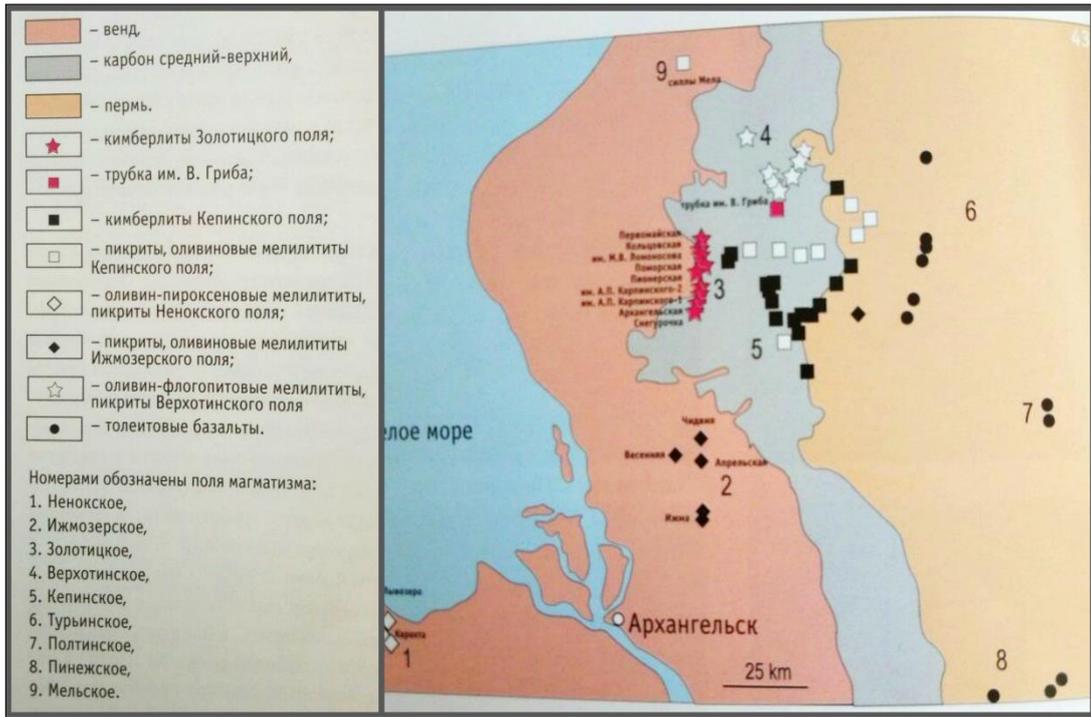


Рис. 3 Архангельская Алмазоносная провинция (по данным акционерной компании «СеверАлмаз») [6]

Суммарные запасы составляют свыше 350 млн. карат. Суммарные запасы месторождения определяют годовую производительность будущего предприятия и капитальные вложения в освоение месторождения. Доля ювелирных камней до 45% [21].

Качественная и количественная характеристики запасов полезных ископаемых тесно взаимосвязаны и взаимообусловлены. Изменение качественной характеристики полезного ископаемого приводит к изменению запасов полезных компонентов и полезной горной массы.

3.3 Оценка экономико - географических показателей месторождений Архангельской алмазоносной провинции

Экономико-географические показатели представляют собой совокупность данных, характеризующих природные и экономические

условия района месторождения: удаленность от заводов потребителей, освоенность района, транспортные и энергетические условия, водный режим, наличие местной базы других полезных ископаемых и материалов, рельеф местности, климат и др.

Архангельская алмазоносная провинция входит в состав Северного экономического района, общая площадь которого составляет 1466,3 тыс. км², что составляет 8,6 % от территории России. На юго-западе район граничит с Северо-Западным, на юге – с Центральным и Волго-Вятским, на юго-востоке – с Уральским, на востоке - с Западно-Сибирским. На западе район имеет границу с Финляндией, на крайнем северо-западе – с Норвегией. Численность населения составляет 4 % населения России. По численности населения Северный район является самым маленьким в России, плотность населения 1,98 чел/км². За последние годы численность населения в районе уменьшилась [3].

В структуре экономики области почти 40% ВРП приходится на промышленность, почти 10% обеспечивает работа транспорта, около 9% — торговля. На долю сельского хозяйства приходится менее 7% ВРП Архангельской области.

Промышленность обеспечивает чуть более 13% промышленного производства Европейского Севера. Ведущие отрасли: лесопромышленный, топливно-энергетический комплексы, машиностроение и пищевая промышленность.

Заметную роль в структуре промышленности области играет топливно-энергетический комплекс, прежде всего электроэнергетика.

Для обеспечения деятельности промышленных предприятий и бытовых нужд на 8 тепловых электростанциях, обеспечивающих централизованное энергоснабжение, а также на децентрализованные дизельные электростанции завозится уголь Инты, Воркуты, топочный мазут, дизельное топливо.

Район располагает избыточным водным режимом. На данной территории находится большое количество рек, некоторые из которых достаточно глубоководные.

Область располагает значительными лесными ресурсами и большим количеством полезных ископаемых. К северо-востоку от Архангельска в бассейне реки Золотица в 1980 г. открыто уникальное месторождение алмазов (в основном ювелирных). Перспективными для открытий месторождений алмазов являются пограничные районы Архангельской, Вологодской и Кировской областей. Создана мощная база для развития нефтегазовой промышленности.

Экономическая развитость района связана с лесопромышленным комплексом, строительством и инфраструктурой торговых портов.

Отличительной особенностью организации природопользования Северного района является расположение территории в зоне Севера и сложное геологическое и тектоническое строение территории. Район характеризуется суровыми климатическими условиями. Климат умеренно-континентальный с низкими температурами. Средняя температура зимой равна 11 – 14⁰С, в отдельные дни наблюдаются понижения до 50 – 55⁰С. Средняя температура за лето изменяется от 14 – 15⁰С, в отдельные дни достигает 33 – 36⁰С. Годовая сумма осадков изменяется от 400 до 540мм. Относительная влажность воздуха высокая: зимой 85 – 95%, летом 70 – 90%.

Климатические условия и рельеф местности будут оказывать существенное влияние на условия эксплуатации месторождения и строительства промышленного комплекса в его пределах. Для предприятий, расположенных в районах с суровыми климатическими условиями, сокращается количество рабочих дней в году из-за сильных морозов, ветров, буранов, ливней и т.п. Тяжелые климатические условия приводят к значительным простоям и повышенному износу оборудования, к большому расходу денежных средств на транспорт и заработную плату

трудящихся. В данных климатических условиях предприниматели используют вахтовый метод работы, предусмотренный статьей 297 Трудового кодекса Российской Федерации. Продолжительность вахты от 1 до 3-х месяцев с межвахтовым перерывом в 1 месяц. Во время работы, сотрудники проживают в вахтовых поселках, которые включают в себя все необходимые условия для проживания. Заработная плата складывается из: оплата за выполненную работу, оплата за сверхурочные часы работы, оплата дополнительных дней межвахтового отдыха за переработанное время на вахте и определенных надбавок [3, 20, 21].

Таким образом, экономико-географические показатели месторождений ААП будут существенно влиять на экономические показатели и сроки освоения месторождения. Но т.к. потребность в алмазном сырье на настоящем этапе развития является весьма значительной и не может быть удовлетворена за счет эксплуатации других месторождений, роль экономико-географических факторов освоения месторождения ААП может быть значительно снижена за счет использования рентного метода оценки.

Вывод: Несмотря на успехи в области синтеза алмаза, природные камни всегда будут пользоваться повышенным спросом. Поиски новых месторождений алмаза расширяются по всему миру, так как постоянно растет спрос на алмаз, как со стороны ювелирной промышленности, так и техники. Несмотря на то, что Россия в настоящее время входит в первую тройку стран по объемам добычи и запасам алмазного сырья, перспективы открытия новых месторождений алмазов на территории России являются весьма благоприятными. В настоящее время ЗАО АК «АЛРОСА» ведет работы по освоению крупнейшей в Европе минерально-сырьевой базы алмазов - пяти месторождений в Архангельской области. Отличительной особенностью организации природопользования Северного района является расположение территории в зоне Севера и сложное геологическое и тектоническое строение территории. Экономико-географические

показатели месторождений ААП будут существенно влиять на экономические показатели и сроки освоения месторождения. Но т.к. потребность в алмазном сырье на настоящем этапе развития является весьма значительной и не может быть удовлетворена за счет эксплуатации других месторождений, роль экономико-географических факторов освоения месторождений ААП может быть значительно снижена за счет использования рентного метода оценки.

Глава 4. ИСПОЛЬЗОВАНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ИССЛЕДОВАНИЙ В ШКОЛЬНОМ КУРСЕ ГЕОГРАФИИ

Материалы исследований могут быть использованы в курсе географии России на уроках, которые будут освещать темы связанные с геологическим строением, запасами полезных ископаемых и экономикой страны.

4.1 Методическая разработка внеклассного мероприятия «Предпосылки открытия алмазных месторождений России. Предприятия - лидеры на алмазном рынке России»

Форма обучения: внеклассное мероприятие.

Тип мероприятия: географический вечер.

Оборудование: учебный Атлас по географии России, настенная карта России, карта полезных ископаемых России, мультимедийное оборудование, презентации групп.

Цель: изучить историю открытия коренных месторождений алмазов и современное состояние алмазной промышленности России.

Задачи:

1. сбор литературных источников, их анализ;
2. изучение проблемы исследования;
3. сравнительный анализ и обобщение данных по изучаемой проблеме;
4. подведение общих выводов и итогов работы.

Объект исследования: алмазодобывающая промышленность России.

Предмет исследования: основные этапы становления и развития алмазодобывающей промышленности России.

За определенное время школьникам дается задание поделиться на 2 группы, выбрать тему своего исследования и подготовить групповой отчет по выбранной теме:

1. Компания АЛРОСА на рынке алмазов.
2. ЗАО «Уралалмаз».

Ход географического вечера:

Географический вечер начинается со вступительного слова учителя.

Тема нашего вечера «Предпосылки открытия алмазных месторождений России. Предприятия - лидеры на алмазном рынке России». Сегодня мы рассмотрим с вами историю открытия первых месторождений в России, поговорим о лидирующих компаниях на рынке алмазов и обсудим причины закрытия некоторых предприятий алмазной промышленности.

Итак, первый блок нашего вечера: история открытия алмазных месторождений в России.

История открытия месторождений алмазов в России – это часть истории нашей страны. Борьба за первенство в открытии алмазов в России имеет длительную историю и началась с момента первых находок драгоценного минерала. Алмазную эпоху делят на 2 этапа:

1 этап – с конца XIX века до начала 90-х гг. XX века. Вся история открытия алмазов была основана на небольшом количестве официальных данных, вся остальная информация была засекречена.

2 этап – начало 90-х гг. XX века. Особенностью данного этапа является возможность использования данных прошлого этапа, появление новой информации о месторождениях алмазов.

История поисков начиналась с открытия алмазных месторождений на Сибирской платформе. Данное открытие основывалось на опыте и методике поиска месторождений алмазов в Африке. Первой по этой методике с некоторыми доработками начала поиски Попугаева Лариса Анатольевна – советский геолог. Родилась 3 сентября 1923 г. в Калуге [16].

Поиски алмазов в СССР начались в середине 30-х годов, но не было научной методики поиска. Все алмазы закупались в других странах. С началом «холодной войны», возникла проблема с поставкой алмазов в СССР. Началась активная работа по поиску месторождений. В Якутии поиск алмазов вела «Амакинская экспедиция» с геологической базой в пос. Нюрба. Продолжительные поиски не давали результатов. В 1953 г. группа

Наталья Сарсадских приблизилась к африканской методике поиска месторождений по спутникам алмазов – пиропам. Пироп – ярко-красный камень из семейства граната, который служит индикатором, указывающим на кимберлитовые трубки. В полевой сезон 1953 г. Наталья Сарсадских и Лариса Попугаева отправляются на поиски пиропов. Поездка оказывается удачной, Лариса находит их на одном из участков. Но девушки были не уверены в своей находке, это выяснилось позже в Ленинграде, когда они сравнили пиропы Якутии с африканскими образцами, так же среди пород был найден небольшой алмаз. Они были на пороге великого открытия, но в следующий сезон выехать не смогли. После долгих уговоров, Лариса согласилась ехать. Только в этот раз вместо Натальи Сарсадских, поехал лаборант Федор Беликов. Как писала Лариса «работали с невероятным упорством, забывали спать и есть». Их усилия были вознаграждены 21 августа 1954 г. Под дерном они обнаружили россыпь пиропов, а позже были обнаружены и алмазы. Это были те самые кимберлиты и первая российская кимберлитовая трубка, названная «Зарница». Одухотворенная таким успехом, Попугаева готова была делиться результатами поисков. На конференции геологов в Нюрбе, она подготовила доклад, который стал для всех потрясением. Лариса Попугаева ждала похвалы и благодарности, но взамен ее ожидало совсем другое. Руководство Амакинской экспедиции, алмазные поиски которых не увенчались успехом, не собиралось отдавать такое великое открытие ленинградским девушкам. Бондаренко, начальник экспедиции, потребовал от Ларисы подписать бумаги о переходе в Амакинскую экспедицию. Давление оказывалось колоссальное. Были изъяты все материалы и результаты, начались запугивания, от физической расправы до обвинения в государственной измене. Она была полностью изолирована от внешнего мира. Это продолжалось два месяца. В Ленинграде все знали, но не осознавая серьезности происходящего, помогать не спешили. В итоге, предложенные бумаги были подписаны, а Лариса сразу же отпущена. Но это был еще не конец истории. В

Ленинградском НИИ она стала изгоем. Геологи института винули ее в том, что они оказались не причастны к великой истории открытия.

Возвращение Ларисы Попугаевой в Якутию состоялось на следующий год, в составе Амакинской экспедиции простым геологом. С ее помощью в тот год было открыто 15 кимберлитовых трубок, в том числе месторождение «Удачное», которое считается крупнейшим в мире. За эти открытия Ленинской премией были награждены 6 сотрудников Амакинки, Попугаева была исключена из этого списка. К празднованию 325-летия Якутии в составе России, ленинградские девушки получили свои награды, но не за открытие алмазных месторождений, а за вклад в хозяйственную и культурную жизнь республики: (Попугаева Л. – орден Ленина, Сарсадских Н. – орден Трудового Красного знамени.

На долю Ларисы Попугаевой выпало еще множество испытаний. Звание кандидата наук и диплом «первооткрывателя месторождения алмазов» были получены в 1970 г.

Лариса Гринцевич – Попугаева, ушла из жизни внезапно 19 сентября 1977 г., в возрасте 54 лет. Ее именем назван алмаз, поставлен памятный столб на месте первого месторождения, а в 2004г. в городе Удачный установлен памятник. Вся история открытия и жизни Ларисы Анатольевны, стала достоянием общественности только в 90-х годах двадцатого века, благодаря якутскому историку Ришату Юзмухаметову, автору книги «Звездный час и трагедия Ларисы Попугаевой» [19].

Давайте с вами ответим на несколько вопросов:

1. Как вы считаете, почему Л.А. Попугаева согласилась на экспедицию, без Н. Сарсадских?
2. Почему поиски «Амакинской экспедиции» не увенчались успехом?
3. Как вы относитесь к поступку Л.А. Попугаевой в отношении подписания бумаг?

Следующий блок урока – это доклады групп про ЗАО «Уралалмаз» и «АЛРОСА».

ЗАО «Уралалмаз».

Уралалмаз – предприятие по добыче алмазов в Красновишерском районе Пермского края. ЗАО «Уралалмаз» входит в группу «Руиз». Предприятие занимается такими видами деятельности, как добыча алмазов; добыча драгоценных и полудрагоценных камней; геолого-разведочные, геофизические и геохимические работы в области изучения недр. В конце 30-х г. двадцатого века была образована Теплогорская алмазная экспедиция, которая выявила промышленное месторождение алмазов, что и позволило создать Уралалмаз. Основными месторождениями являются: «Волынка», «Южная Рассольная», «178 линия» и «Дресвянка». Все месторождения относятся к Вишерскому алмазодобывающему району, находящемуся в Пермской области. В настоящее время все месторождения этого района отработаны. Возможна повторная отработка техногенных россыпей.

ЗАО АК «АЛРОСА»

Российская группа алмазодобывающих компаний, которая занимает лидирующее место в мире по объемам добычи алмазов. Так же данная корпорация занимается разведкой, добычей, отработкой и продажей алмазного сырья. Деятельность компании наблюдается на территории Якутии, Архангельской области и Африки. 95% от всей добычи алмазного сырья принадлежит компании АЛРОСА.

История добычи начинается с разработки Якутских месторождений, а именно «Мир», «Айхал», «Интернациональная». В 1963 г. было установлено сотрудничество по продаже с международной алмазодобывающей корпорацией «Де Бирс», в 2002 г. данное сотрудничество было прекращено. С 2009 г. корпорация АЛРОСА самостоятельно реализует свою продукцию на рынке.

По данным на 2013 г. запасы алмазного сырья корпорации составили 917,7 млн. карат, что составляет 97% от российских запасов. В настоящее

время у корпорации функционирует 5 ГОКов на территории России, в состав которых входят крупные месторождения алмазного сырья [21].

Выводы:

1. Открытие алмазных месторождений сыграло очень важную роль в экономическом развитии России.
2. На мировом рынке алмазного сырья корпорация АЛРОСА занимает одну из лидирующих позиций, что позволяет развивать экономику страны в области алмазной промышленности.
3. В настоящее время Вишерская группа месторождений разработана, имеются перспективы для продолжения разработки закрытым (подземным) способом.

В завершении мероприятия проводится обсуждение актуальности данной темы. Ученики высказывают свое мнение о роли алмазной промышленности в экономике.

Вывод: проведение данного мероприятия в школьном курсе географии будет способствовать более углубленному изучению данной темы. Поможет сформировать у учащихся представление об истории открытия алмазных месторождений в России. Более детально изучить основные месторождения и отличительные черты алмазов разных типов. Так же рассмотреть рынок алмазов и ознакомиться с лидирующими компаниями в данной отрасли. Выявить причины потерь позиций в мировом соперничестве по добыче и обработке алмазов. А так же в дальнейшем сравнении алмазной промышленности с другими отраслями, которые занимаются драгоценными металлами и минералами.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Алмаз – самый ценный ювелирный камень и исключительно важное техническое сырье. Являясь по своему химическому составу просто

углеродом, алмаз при этом обладает многими нехарактерными для других минералов физическими свойствами и кристаллохимическими особенностями. Процессы образования алмаза в разных геодинамических обстановках приводят к формированию разных генетических типов алмаза, существенно отличающихся друг от друга. Научные взгляды на происхождение алмаза постоянно развиваются. В настоящее время основным геолого-промышленным типом месторождений алмазов является собственно магматический Кимберлитовые трубки – основной тип месторождений, из которого ведется добыча алмазов. Все промышленные месторождения России связаны с кимберлитами. В настоящее время в России выделяют две промышленно-значимые алмазоносные провинции: Якутская и Архангельская. Высокая стойкость алмаза к химическим и физическим агентам позволяет минералу накапливаться в продуктах выветривания кимберлитов и образовывать россыпи различных генетических типов. Благодаря более легкому разрушению низкосортных алмазов при транспортировке, алмазы из россыпей по сравнению с трубками отличаются повышенной сортностью (т.н. природное обогащение). Классическими районами современных аллювиальных россыпей являются Иреляхская россыпь на Сибирской платформе. Наиболее крупным и известным в мире месторождением импактных алмазов является древняя Попигайская кольцевая структура в Восточной Сибири. Но несмотря на то, что по предварительным оценкам, общий объем алмазов в Попигайском месторождении превышает запасы всех кимберлитовых месторождений мира, вместе взятых, алмазы из этого гигантского месторождения до сих пор не нашли своего применения. На настоящий момент Попигайское месторождение представляет больше научный интерес как представитель особого генетического типа алмазов.

Поиски новых месторождений алмаза расширяются по всему миру, так как постоянно растет спрос на алмаз, как со стороны ювелирной промышленности, так и техники. Перспективы открытия новых

месторождений алмазов на территории России являются весьма благоприятными.

Геологическая и экономическая оценки месторождений взаимосвязаны настолько, что практически неотделимы друг от друга. Их взаимосвязь и взаимообусловленность определяют комплексный характер и сложность данной оценки. Сложность экономической оценки связана с отсутствием общепризнанных критериев оптимальности вариантов оконтуривания и разработки запасов для целей экономической оценки месторождений, а также методов их расчета. Правильная и своевременная геолого-экономическая оценка месторождений на всех стадиях геологоразведочных работ служит основой их рационального планирования, оценки их экономической эффективности, способствует своевременному выявлению минеральных ресурсов и рациональному использованию недр. Промышленное значение месторождения при современном уровне техники, и на данном этапе развития экономики хозяйства страны определяет совокупность многочисленных факторов. В каждом рассматриваемом случае значение определенных факторов для оценки месторождений будет неодинаковым. Поэтому задачей геолого-экономической оценки является выделение главнейших факторов и их влияние посредством определяющих их показателей на промышленное значение месторождения. Экономическая оценка природных ресурсов означает количественное и качественное измерение факторов, их потребительской стоимости и определяет народно-хозяйственную ценность данного ресурса.

Концептуальные подходы и разработанные на их основе методы экономической оценки являются высоко разработанными, но, к сожалению, на их основе можно только приближенно определить экономическую ценность природного ресурса в зависимости от поставленной цели и решаемых задач.

Несмотря на успехи в области синтеза алмаза, природные камни всегда будут пользоваться повышенным спросом. Поиски новых месторождений алмаза расширяются по всему миру, так как постоянно растет спрос на алмаз как со стороны ювелирной промышленности, так и техники. Несмотря на то, что Россия в настоящее время входит в первую тройку стран по объемам добычи и запасам алмазного сырья, перспективы открытия новых месторождений алмазов на территории России являются весьма благоприятными. В настоящее время ЗАО АК «АЛРОСА» ведет работы по освоению крупнейшей в Европе минерально-сырьевой базы алмазов - пяти месторождений в Архангельской области. Отличительной особенностью организации природопользования Северного района является расположение территории в зоне Севера и сложное геологическое и тектоническое строение территории. Экономико-географические показатели месторождений ААП будут существенно влиять на экономические показатели и сроки освоения месторождения. Но т.к. потребность в алмазном сырье на настоящем этапе развития является весьма значительной и не может быть удовлетворена за счет эксплуатации других месторождений, роль экономико-географических факторов освоения месторождений ААП может быть значительно снижена за счет использования рентного метода оценки.

Материалы исследований могут быть использованы в курсе географии России на уроках, которые будут освещать темы связанные с геологическим строением, запасами полезных ископаемых и экономикой страны.

БИБЛИОГРАФИЧЕСКИЙ СПИСОК

1. Балицкий, В.С., Синтетические аналоги и имитации природных драгоценных камней. [Текст] / В.С. Балицкий, Лисицына Е.Е.

Синтетические аналоги и имитации природных драгоценных камней. – М., Недра, 1981.

2. Банк, Г. В мире самоцветов. [Текст] / Г. Банк – М., Мир, 1979 г.

3. Богатиков, О.А., Архангельская алмазоносная провинция (геология, петрография, геохимия и минералогия) [Текст] / В.К. Гаранин, В.А. Кононова и др. Архангельская алмазоносная провинция (геология, петрография, геохимия и минералогия) / Под ред. О.А. Богатикова. – М.: Изд-во МГУ, 1999. – 524 с.

4. Бондарев, В.П. Основы минералогии и кристаллографии с элементами петрографии. [Текст] / В.П. Бондарев – М.: Высшая школа, 1986.

5. Вечерина, О.П., Мировая добыча алмазов; цифры, факты, события. [Текст] / О.П. Вечерина, В.А. Левченко, А.М. Никулин и др. Мировая добыча алмазов; цифры, факты, события. 2-е изд. – М.: Восточная литература РАН, 2001. – 310 с.

6. Гаранин, В.К. Алмаз: штрихи к портрету (история открытия российских месторождений, особенности генезиса) [Текст] / В.К. Гаранин, М.Б. Лейбов // Минералогический альманах «В мире минералов». – Т. 19: выпуск 1, 2014. – С. 30-47.

7. Драгомирецкий, И.И. Экономика и управление в использовании и охране природных ресурсов. [Текст] / И.И. Драгомирецкий, Е.Л. Кантор, Л.А. Чикатуева. Экономика и управление в использовании и охране природных ресурсов. – Ростов н/Д: Феникс, 2013. – 536, [1] с. – (Высшее образование).

8. Еремин, Н.И. Неметаллические полезные ископаемые: Учебное пособие. [Текст] / Н.И. Еремин – 2-е изд., испр. И доп. – М.: Изд-во МГУ; ИКЦ «Акалемкнига», 2007. – 459 с.

9. Каминский, Ф.В. Новый генетический тип промышленно-алмазоносных пород – лампроиты Западной Австралии [Текст] / Ф.В.

Каминский Экономика минерального сырья и геологоразведочных работ. – М., 1987. – 47 с.

10. Козлов, А.В. Промышленные типы месторождений алмазов. [Текст] / А.В. Козлов СПб.: Изд-во СПбГГИ, 2002. – 78с.

11. Коротков, В.В. Новые технологии разведки алмазных месторождений [Текст] / В.В. Коротков, Г.П. Кудрявцева, О.А. Богатиков и др. Новые технологии разведки алмазных месторождений / Под ред. Н.П. Лаверова. – М.: ГЕОС, 2001. – 310 с.

12. Лобзова, Р.В. Графит и щелочные породы района Ботогольского массива. [Текст] / Р.В. Лобзова – М, 1975. Минеральное сырье. Графит / В.А. Тимесков. М.: Геоинформмарк, 1997. – 31 с.

13. Самсонов Я.П., Самоцветы СССР. [Текст] / Я.П. Самсонов, А.П. Туринге. – М.: Недра, 1985. – 335 с.

14. Смирнов, О.М. Курейское месторождение графита – перспективы его разработки. Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. [Текст] / О.М. Смирнов, Г.Г. Крушенко Курейское месторождение графита – перспективы его разработки. Минеральные ресурсы России. Экономика и управление. – 1994. №1, – с. 25-27

15. Смит, Г. Драгоценные камни. [Текст] / Г. Смит. – М., Мир, 1980.

16. Сребропольский, Б.И. Загадки минералогии. [Текст] / Б.И. Сребропольский – М.: Наука, 1987.

17. Супрычев, В.А. Самоцветы. [Текст] / В.А. Супрычев – Киев, Наукова думка, 1981.

18. Харьков, А.Д. Коренные месторождения алмазов мира. [Текст] / А.Д. Харьков, Зинчук Н.Н., Крючков А.И. Коренные месторождения алмазов мира. – М.: Недра, 1998. – 555 с.

19. Харьков, А.Д. История алмаза. [Текст] / А.Д. Харьков, Зинчук Н.Н., Зуев В.М. История алмаза. – М.: Недра, 1997, – 601 с.

20. Геологическая библиотека GeoKniga [Электронный ресурс] – Режим доступа <http://www.geokniga.org/> , свободный.

21. Корпоративный сайт «АЛРОСА» [Электронный ресурс] – Режим доступа <http://www.alrosa.ru/> , свободный.