

## ОПЫТ ОНТОГЕНИЧЕСКОГО ПОДХОДА К ИССЛЕДОВАНИЮ НАХОДОК АЛМАЗА ИЗ НИЖНЕМЕЛОВОГО КОЛЛЕКТОРА ЛИПЕЦКОЙ ОБЛАСТИ

А. В. Черешинский

*Воронежский государственный университет*

Приведены результаты изучения мелких алмазов Воронежской антеклизы с позиции онтогенического подхода. Проанализированы особенности алмазов: габитус, прозрачность, окраска, фотолюминесценция. Выделены семейства кристаллов алмазов, и показан их вероятный источник — кимберлиты Архангельского типа.

В пределах Воронежской антеклизы одной из самых значимых находок, связанных с алмазами, является обнаружение в 1964 г. Ю. А. Полкановым и В. К. Кашкарёвым этого минерала в Волчинской россыпи. Подобная крупная находка подтолкнула алмазопоисковые работы на антеклизе, однако, несмотря на 40 летнюю историю изучения разновозрастных отложений, более значимых открытий сделано не было. В последние годы ситуация изменилась, интерес к изучению алмазоносности Воронежской антеклизы стал проявляться в большей степени. Так в 2001—2005 гг. Воронежским госуниверситетом проводилось опробование разновозрастных отложений с целью выявления ассоциаций высокобарических минералов, результаты этих работ изложены в публикациях [5, 9, 10].

Алмазы Воронежской антеклизы описывались [11] с использованием классификации алмазов Ю. Л. Орлова, назывались их предполагаемые коренные источники. По заключению В. И. Коптиля (письменное сообщение) алмазы Волчинской россыпи относятся к следующим типам: кимберлит-лампроитовому, метаморфогенному, ударно-метаморфическому импактного происхождения. Однако, несмотря на эти исследования, в вопросе происхождения алмазов все еще не до конца ясно, и он требует дальнейшего изучения.

В настоящее время генетическая природа алмазов и пород, в которых они содержатся, является дискуссионной. Большинство исследователей считают, что алмаз это ксеногенный материал, который поднимает из мантии кимберлит-лампроитовый расплав. Такое утверждение довольно спорно, другие факты свидетельствуют о том, что алмаз это полигенный

минерал. К ним относятся присутствие алмазов в базальтоидах, метеоритах, метаморфических породах и породах взрывных кольцевых структур [7].

Современные методы исследования алмазов позволяют получить данные об условиях их образования, то есть о типе месторождения, из которого они поступают. Морфология кристаллов алмаза очень разнообразна и зависит от температуры, давления, степени насыщения минералообразующих растворов, скорости подъема флюидов, то есть всех тех факторов, которые определяют взаимодействие алмаза с окружающей средой. Все это отражается в морфологии кристаллов и их физических свойствах. Алмаз сохраняет данные об условиях своего зарождения, и эти условия могут быть выявлены при помощи кристалломорфологического анализа, основные принципы которого рассмотрены [3, 4, 8, 12]. Продолжением этих работ на новом уровне является методика онтогенического исследования алмаза [1]. В ней обсуждается возможность онтогенического метода для идентификации находок алмаза неизвестного происхождения.

Предполагается, что алмаз в процессе развития претерпевает кристалломорфологическую эволюцию. Выделяется шесть семейств алмазов, основные характеристики которых приводятся в таблице (табл. 1). Каждому конкретному месторождению соответствует своя онтогеническая формула.

В результате проведенного опробования по территории Воронежской антеклизы выявлена алмазоносность шести разрезов.

Наибольшее количество алмазов — 79 выделено из аптских псаммитов Волчинской россыпи. Размер зерен алмазов составляет преимущественно 0,2—0,16 мм, таких зерен более по-

Характеристика кристаллов алмаза разных семейств

Признаки	Семейства кристаллов алмаза				
	Раннее { $\alpha$ }	Промежуточное { $\beta$ }	Заключительное { $\gamma$ }	Регрессивное { $\eta$ }	Деструктивное (измененное) { $\omega$ }
Морфология	Кубы, округлобугорчатые октаэдры, поликристаллы	Грубослоистые октаэдры	Острореберные октаэдры	Кубы, октаэдры, кубооктаэдры	1. Додекаэроиды октаэроиды. 2. Кубоиды
Цвет	Бесцветные, желтые, серые	Бесцветные с желтым нацветом	Бесцветные	Желтые, серые	1. Бесцветные, с желтым нацветом 2. Желтые, серые
Двупреломление	Очень высокое, волокнистая структура	Высокое, зонально-секториальное	Низкое в периферийной области, высокое во внутренних областях	Очень высокое, волокнистая структура	1. Высокое, зонально-секториальное 2. Очень высокое
Фотолюминесценция	Зеленая, желтая, оранжевая, нет	Голубая	Зональная, периферийная область не люминесцирует	Желтая, желто-зеленая, нет	1. Голубая 2. Желто-зеленая
УФ-поглощение	$\lambda < 300$ нм $\lambda \leq 225$ нм+N9 $\lambda \leq 225$ нм	$\lambda < 280-300$ нм, система N3	$\lambda < 300-320$ нм, система A	$\lambda < 320$ нм, $\lambda < 500$ нм	1. $\lambda < 280-300$ нм, система N3 2. $\lambda < 320-500$ нм
Внутренняя неоднородность	Блочное строение, волокнистая структура	Зонально-секториальная	Зонально-секториальная	Алмазы в оболочке	1. Зонально-секториальная 2. Волокнистая структура

ловины. Алмазы представлены в основном октаэдрическими формами, чуть меньшим количеством кубов и кубоидов, додекаэроидов (2), комбинационных форм (3), 23 зерна являются неопределимыми обломками без четко выраженных элементов огранки (рис. 1, 2). Кроме того, присутствует 11 уплощенных зерен, которые относят к зернам импактного происхождения.

Октаэдры — это наиболее часто встречаемый морфологический тип. Большинство исследуемых зерен бесцветные, прозрачные, у отдельных иногда наблюдается слабый желтоватый нацвет. Внешний облик форм роста кристаллов этой разновидности разнообразен в связи с искажением октаэдрического габитуса, хотя большая часть кристаллов все же изометрично развиты. Встречены отдельные зерна с зеркально-гладкими ровными гранями и острыми ребрами, широким распространением пользуются кристаллы со ступенчато-пластинчатым характером развития плоскостей {111}, также характерны сростки кристаллов алмазов.

Из скульптурных узоров развиты ямки, треугольные фигуры, каналы травления, параллельная и занозистая штриховка, на отдельных

кристаллах отмечается развитие поверхностных трещин, а на других черепитчатые скульптуры травления. Одним из важных характеристик является фотолюминесценция. У кристаллов наблюдается зеленое и желтое свечение различной интенсивности, отдельные зерна не люминесцируют, 7 зерен имеют очень слабое свечение неопределенного цвета.

Алмазы кубической разновидности представлены кубами и кубоидами. Кубы резко преобладают над кубоидами, их 13, а кубоидов 2. У большинства кубов ребра слегка притуплены, и на них наблюдается параллельная штриховка. У некоторых кристаллов отмечается блоковое строение, часть зерен непрозрачны, другие слабо просвечивают. По цветовой характеристике выделяют белые и серые кристаллы. Встречены единичные зерна желтовато-зеленого и желтовато-оранжевого цвета.

На гранях кубов и кубоидов отмечаются тетрагональные впадины, матировка, каверны, шестоватая штриховка. Для кубов характерна оранжевая и желтая люминесценция, два кристалла с зеленым и неопределимым цветом свечения. Примерно половина кубов не люминесцирует.

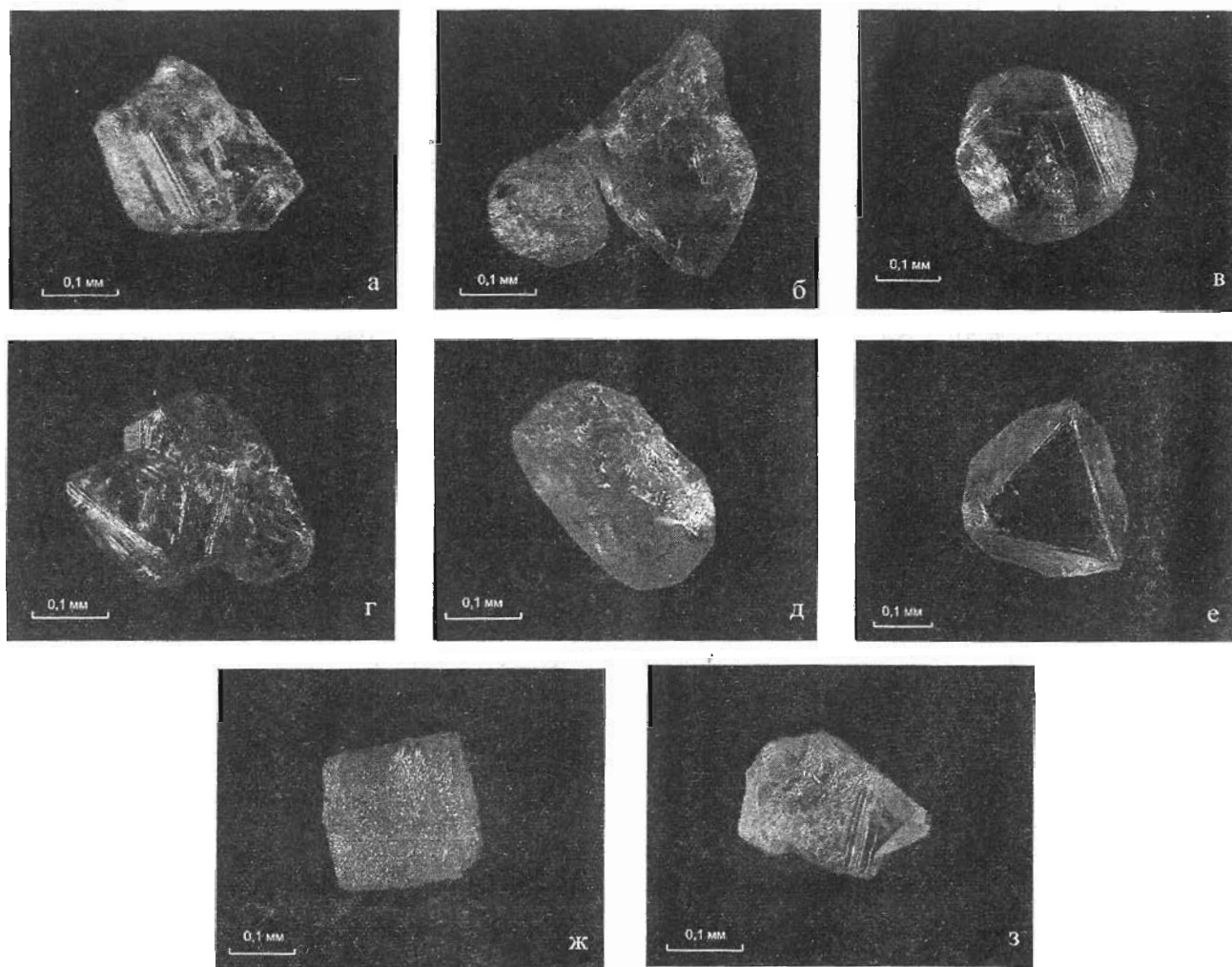


Рис. 1. Фотографии алмазов из Волчинской россыпи: а — обломок неправильной формы; б — два обломка алмаза без четкой огранки; в — грубослойный октаэдр; г — сростки октаэдров; д — кристалл эллипсоидного облика; е — октаэдр; ж — кристалл кубического габитуса; з — обломок неправильной формы, без четкой огранки

Ромбододекаэдроида представлены двумя кристаллами, они бесцветные со слабым желтоватым нацветом, слабо просвечивают. Поверхность зерен слабо матирована, на отдельных гранях наблюдается сноповидная штриховка, отдельные грани гладкие. Фотолюминесценция желтая и неопределенного цвета у второго зерна.

Комбинационные формы образованы сочетаниями куб-октаэдр, октаэдр-ромбододекаэдр, в одном случае выявлена сложная комбинация форм.

Обломки являются частями кристаллов, из которых, скорее всего, доминируют октаэдры, большинство зерен неправильно угловатые, прозрачные, обычно бесцветные. Поверхность зерен от гладкой до матированной. По характеру фотолюминесценции преобладают зерна с оранжевым и желтым свечением.

Уплотненные (импактные) алмазы довольно широко развиты, 11 зерен. Они подробно описаны в работе [13], резко отличаются своим механизмом образования, и поэтому здесь не рассматриваются.

В пробе можно выделить все 5 семейств алмазов, их соотношение показано в таблице (табл. 2). Из таблицы видно, что наибольшим распространением пользуется семейство  $\beta$ , чуть уступает  $\alpha$ . Отмечается малое количество кристаллов, характерных для деструктивного семейства  $\omega$  (кривогранные формы).

Кроме Волчинской россыпи, алмазы установлены еще в 5 пробах, 4 из них отобраны из аптских разрезов: Кудияровка, Льва Толстого, Верхняя Колыбельки, Захаровки Липецкой области, по северу антеклизы, одна проба из бучакской свиты палеогена разреза Нижний Бык, Воронежской области.

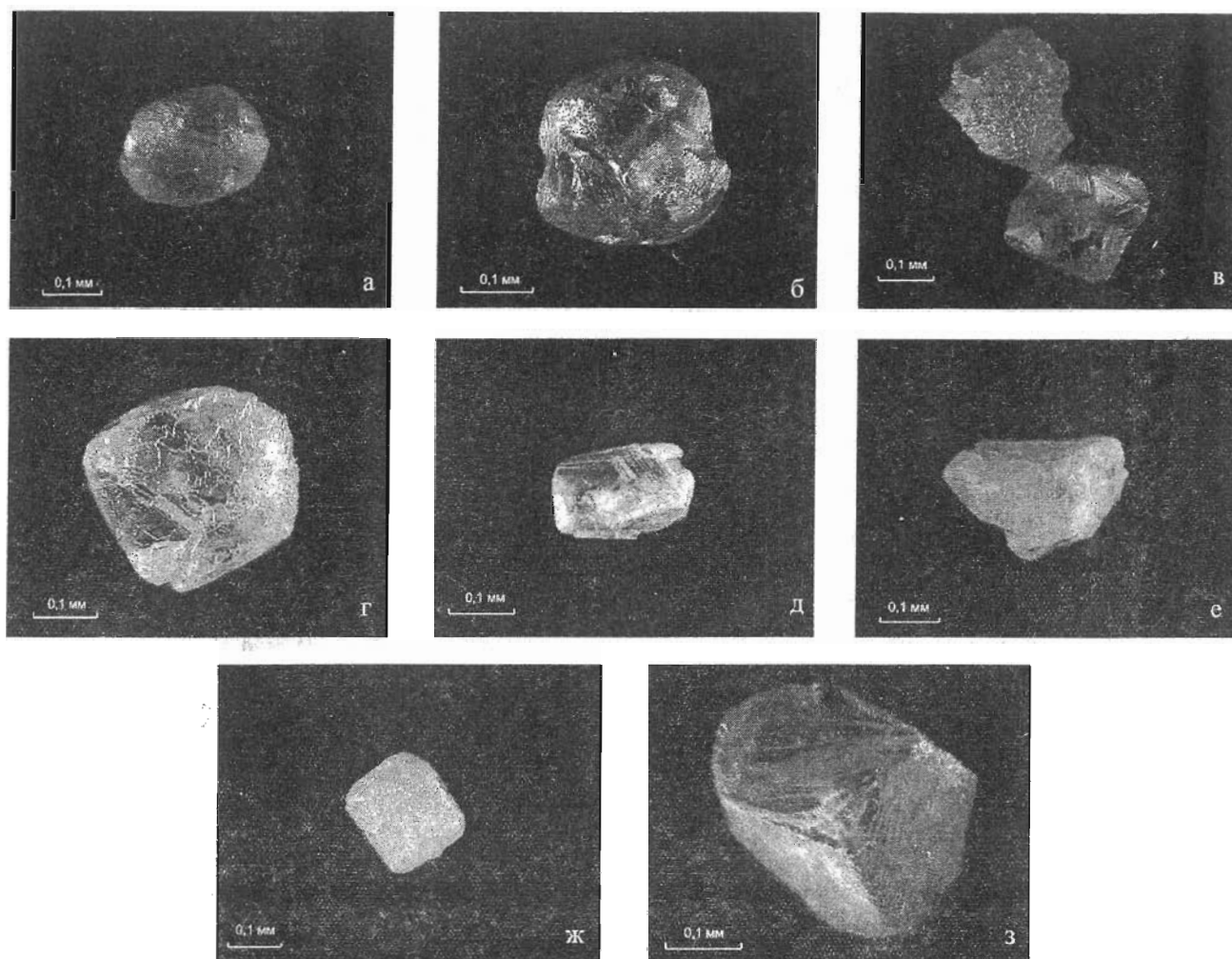


Рис. 2. Фотографии алмазов а-г - Волчинская россыпь, д-ж — Лев Толстой, з — Нижний Бык : а — додекаэдр; б — комбинационный кристалл; в — октаэдр и обломок без признаков кристаллографической огранки; г — октаэдр с развитием поверхностных трещин; д — искаженный октаэдр; е — обломок октаэдра; ж — алмаз кубического габитуса; з — обломок октаэдра

Таблица 2  
Характеристика кристаллов алмазов

Семейства кристаллов алмаза	Количество зерен	Процент от общего количества
Раннее { $\alpha$ }	13	29,6
Промежуточное { $\beta$ }	17	38,6
Заключительное { $\gamma$ }	6	13,6
Регрессивное { $\eta$ }	4	9,1
Деструктивное { $\omega$ }	4	9,1

В пробе из разреза д. Кудияровка присутствует один алмаз, представленный куб-ромбододекаэдром. Кристалл бесцветный, полупрозрачный, фотолюминесценция слабая желтая. В местонахождении Лев Толстой обнаружено 7 зерен алмаза (см. рис. 2). Три представлены кубами, один комбинационным кристаллом, один октаэдром и два неправильными обломками. Кубы характеризуются серым, сиренево-

серым цветом, характер граней в основном матовый, они непрозрачны, фотолюминесценция или очень слабая, или отсутствует. Октаэдр бесцветный прозрачный, поверхность гладкая, фотолюминесценция голубая. Псевдоромбододекаэдр образовался в результате разрастания октаэдрических граней, свечение очень слабое.

Обломки, скорее всего октаэдров, имеют неправильную форму, бесцветные, прозрачные, фотолюминесценция слабая, неясная.

В пробе, отобранной у с. Верхняя Колыбелка, выявлено три зерна алмаза. Одно зерно с комбинационными формами куб-октаэдр, окраска красно-коричневая. Алмаз участками слабо просвечивает, не люминесцирует. Два неправильных осколков кристаллов прозрачны или просвечивают, имеют люминесценцию желтого и оранжевого цвета.

В разрезе из д. Захаровка обнаружен один кристалл алмаза, представленный октаэдром, его грани гладкие, частично матированные, фотолюминесценция желтая.

В пробе из разреза Нижний Бык содержится 3 зерна алмаза, в том числе обломок октаэдра, бесцветного, со слабым свечением в ультрафиолетовых лучах серого цвета (см. рис. 2). Встречен также алмаз кубического облика имеющий желтую окраску, поверхность его граней ямчато-бугорчатая, и осколок кристалла неопределенного габитуса, со слабой люминесценцией.

В общей сложности из этих пяти проб выделено 15 зерен алмазов, из них 11 имеют четкие кристалломорфологические очертания, принадлежащие к 3 онтогеническим семействам (табл. 3).

Таблица 3

Данные о характеристике кристаллов алмазов

Семейства кристаллов алмаза	Количество зерен	Процент от общего количества
Раннее { $\alpha$ }	4	36,4
Промежуточное { $\beta$ }	5	45,5
Регрессивное { $\eta$ }	2	18,1

При построении онтогенической формулы необходимо учитывать, что мы рассматриваем фракцию менее 0,5 мм, то есть алмазы мелких классов, и сравнения с известными месторождениями алмазов нужно также проводить по мелким классам. Общая онтогеническая формула для алмазов северо-востока Воронежской антеклизы  $\beta \geq \alpha > \gamma > \eta + \omega$ . То есть доминирует семейство  $\beta$  и  $\alpha$  при незначительном преобладании первого. Подобное соотношение морфологических типов алмазов характерно для кимберлитов Архангельска [2, 6]. В то же время для воронежских алмазов очень нехарактерно семейство  $\omega$ , свойственное лампроитам Австралии. Между тем для Липецкой области прогнозируется именно лампроитовые месторождения из-за находки красного алмаза, иногда обнаруживаемого в трубке Аргайл. Выделение метаморфогенных алмазов (кубического габитуса) на Воронежской антеклизе проблематично, так как подобные алмазы встречены и в кимберлитовых трубках [2].

Для алмазов из пробы, отобранной на юге антеклизы (д. Нижний Бык), характерна та же онтогеническая формула, что и для северных территорий, однако непредставительность находок (всего 3 зерна алмаза) не позволяет сделать вывод об их генетической принадлежности.

Таким образом, онтогенический метод позволяет предположить, что вероятным источником алмазов Липецкой области являются кимберлиты Архангельского типа, тела которых могут находиться в ее пределах.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Бескрованов В.В. Онтогенез алмаза. — М., 1992. — 167 с.
2. Веричев Е.М., Вержак В.В., Посухова Т.В., Криулина Г.Ю., Палажченко О.В., Кудрявцева Г.П., Гаранин В.К., Гаранин К.В., Хачатрян Г.К. Минералогия алмаза из месторождений Архангельской кимберлитовой провинции // Геология алмаза — настоящее и будущее. — Воронеж, 2005. — С. 965—981.
3. Григорьев Д.П., Жабин А.Г. Онтогенез минералов. Индивидуальность. — М., 1975. — 337 с.
4. Евзикова Н.З. Поисковая кристалломорфология. — М., 1984. — 143 с.
5. Зинчук Н.Н., Савко А.Д., Коптиль В.И., Чашка А.И., Полканов Ю.А., Палкина Е.Ю., Хренов А.А., Шевырëв Л.Т. Сравнительная характеристика типоморфных особенностей алмазов из терригенных отложений Воронежской антеклизы (Липецкая область) и Украинского шита (среднее Приднепровье) в связи с проблемой прогнозирования и поисков их коренных источников // Вестник ВГУ. Геология, № 2, 2004. — С. 99—110.
6. Ларченко В.А., Павленко Т.А., Минченко Г.В., Степанов В.П. Генерации алмазов в кимберлитах Зимнего Берега (Архангельская алмазоносная провинция) // Геология алмаза — настоящее и будущее. — Воронеж, 2005. — С. 1054—1076.
7. Орлов Ю.Л. Минералогия алмаза. — М., 1984. — 264 с.
8. Орлов Ю.Л. Морфология алмаза. — М., 1963. — 236 с.
9. Савко А.Д., Шевырëв Л.Т., Ильях В.В. Прогноз коренной алмазоносности Воронежской антеклизы // — Мирный, 2003. — С. 170—185.
10. Савко А.Д., Шевырëв Л.Т., Егоров А.Ю. Новые находки алмазов в породах нижнемелового (аптского) коллектора на северо-востоке Воронежской антеклизы // Проблемы прогнозирования, поисков и изучения месторождений полезных ископаемых на пороге XXI века, Воронеж, 2003. — С. 474—478.
11. Савко А.Д., Шевырëв Л.Т., Ильях В.В. О типоморфизме и коренных источниках алмазов нижнемелового коллектора северо-востока Воронежской антеклизы // Тр. науч.-исслед. ин-та геологии Воронеж. гос. ун-та. — Вып. 11. Воронеж, ВГУ, 2002. — С. 64—73.
12. Ферсман А.Е. Кристаллография алмаза. — М., 1955. — 567 с.
13. Чашка А.И., Полканов Ю.А., Рыков К.Е., Юрьева А.Д. Изучение потенциальной продуктивности песков Воронежской области для оценки их на высокобарическое минеральное сырье: Отчет по договору 29/1 с ФГУНПП «Аэрогеология». — Симферополь, 2002. — 69 с.