

Расчет модельных возрастов протолитов по двустадийной модели с коррекцией на время формирования пород [11] дает еще более узкий интервал, который условно можно разделить на четыре периода: 1542, 896—751, 1196—1008 и 478—437 млн.лет. Преобладающая часть полученных датировок приходится на интервал 751—1196 млн.лет, что указывает на возможное формирование протолитов для этих пород в неопротерозе.

Таким образом, по полученным авторами данным щелочно-ультраосновной магматизм в пределах Эбеляхского и Орто-Ыаргинского полей проявился в три этапа: 390—340, 235—216 и 160—150 млн.лет. Вероятно, протолиты для магматических пород сформировались в неопротерозе и были модифицированы более поздними геологическими процессами в результате многократной тектономагматической активизации на севере Якутской кимберлитовой провинции. Для максимально корректной оценки этапов магматизма необходимы дополнительные геохронологические работы на более представительном материале с применением комплекса изотопных методов.

*Работа выполнена в рамках проекта ОНЗ-2.1. Программы Отделения наук о Земле РАН*

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Брахфогель Ф.Ф.* Геологические аспекты кимберлитового магматизма северо-востока Сибирской платформы. —Якутск, 1984.
2. *Варламов А.И., Будников И.В., Девятов В.П.* и др. Инновационный подход к прогнозированию и поискам месторождений

алмазов на территории Сибирской провинции // Геология алмаза — настоящее и будущее. —Воронеж: Изд-во Воронежского гос. ун-та, 2005. С. 1136—1158.

3. *Граханов С.А., Коптиль В.И.* Триасовые палеороссыпи алмазов северо-востока Сибирской платформы // Геология и геофизика. 2003. Т. 44. № 11. С. 1191—1201.
4. *Дэвис Г.Л., Соболев Н.В., Харьков А.Д.* Новые данные о возрасте кимберлитов Якутии, полученные уран-свинцовым методом по цирконам // Докл. АН СССР. 1980. Т. 254. № 1. С. 175—179.
5. *Зайцев А.И., Энтин А.Р., Ненашев Н.И.* и др. Геохронология и геохимия карбонатитов Якутии. —Якутск, 1992.
6. *Лапин А.В., Толстов А.В., Лисицын Д.В.* Кимберлиты и конвергентные породы. —М., 2004.
7. *Лелюх М.И., Стаднюк В.Д., Минченко Г.В.* К вопросу о поисках коренных источников в северной части Якутской алмазодносной провинции / Геология, закономерности размещения, методы прогнозирования и поисков месторождений алмазов. —Мирный, 1998. С. 264—266.
8. *Смелов А.П., Тимофеев В.Ф., Зайцев А.И.* Строение, этапы становления фундамента Северо-Азиатского кратона и фанерозойский кимберлитовый магматизм / Геологические аспекты минерально-сырьевой базы акционерной компании «АЛРОСА»: современное состояние перспективы решения. —Мирный, 2003. С. 186—191.
9. *Clement C.R., Scott-smith B.H.* Kimberlite redefined // J. Geology. 1984. Vol. 82. P. 223—228.
10. *Griffin W.L., Ryan C.G., Kaminsky F. V. et al.* The Siberian traverse, mantle terranes and the assembly of the Siberian Craton // Tectonophysics. 1999. Vol. 310. № 1—4. P. 1—35.
11. *Muller A., Mezger K., Schenk V.* Crustal age domains and the Continental Crust in the Mozambique Belt of Tanzania: Combined Sm-Nd, Rb-Sr, and Pb-Pb Isotopic Evidence // J. Petrology. 1998. Vol. 39. № 4. P. 749—783.

УДК 553.81:068.5(571.56)

С.А.Граханов, 2006

## Россыпи алмазов северо-востока Сибирской платформы и ее коренные источники

С.А.ГРАХАНОВ

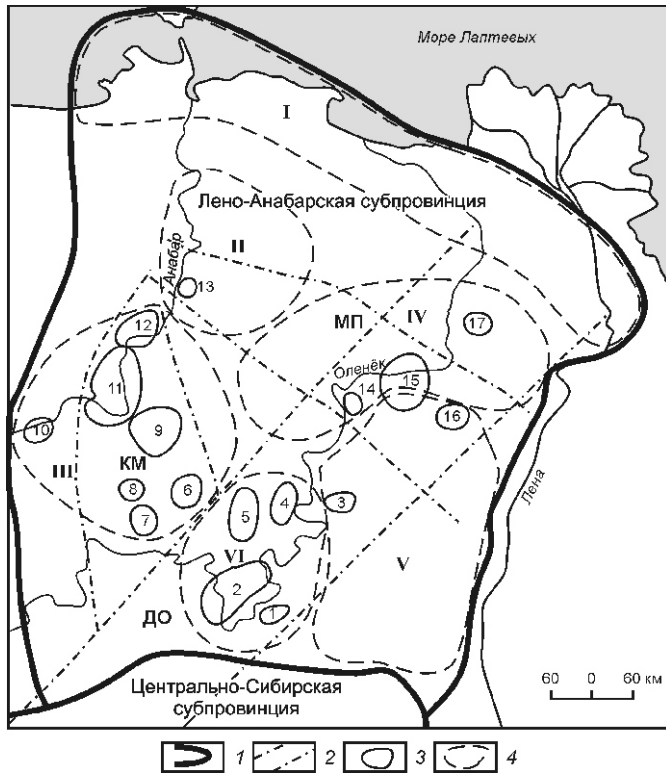
На северо-востоке Сибирской платформы в пределах Лено-Анабарской алмазодносной субпровинции (рис. 1) в результате интенсивных геологоразведочных работ открыто около 100 россыпей алмазов. Несмотря на масштабное проявление россыпной алмазодносности (почти 400 тыс.км<sup>2</sup>), ее коренные источники до сих пор не установлены. Существует несколько основных точек зрения на их природу: кимберлиты палеозойского или мезозойского возрастов известных полей [4]; неизвестные продуктивные кимберлиты, расположенные в акватории моря Лаптевых [24]; нетрадиционные коренные источники на флангах алмазодносных районов, перекрытые более молодыми отложениями [12]; докембрийские кимберлиты [2]; лампроиты [9, 19] или щелочно-ультраосновные породы (Г.И.Поршнев и др., 1986).

При детальном изучении типоморфных особенностей алмазов из основных россыпных месторождений северо-востока Сибирской платформы [22, 25] было замечено, что по своим кристалломорфологическим особенностям и физическим свойствам они разделяются на три основные группы, связанные с различными коренными источниками [22]: 1) алмазы кимберлитового генезиса, содержащиеся во всех кимберлитовых и лампроитовых трубках России, Африки, Китая, Австралии, Канады и др.;

имеют утяжеленный изотопный состав углерода, свойственный кристаллам ультраосновного парагенезиса [25]; к ним относятся ламинарные алмазы, скрытоламинарные ромбододекаэдрониды уральского (бразильского) и додекаэдрониды жильного типов (I разновидность по классификации Ю.Л.Орлова, [25]). Для алмазодносных кимберлитовых тел характерно преобладание ламинарных алмазов I разновидности, а для слабоалмазодносных — округлых кристаллов уральского и жильного типов [22]; 2) алмазы эбеляхского (северного) типа, представленные графитизированными ромбододекаэдронидами V разновидности (по [25]) и сростками додекаэдронидов VII разновидности с легким (<sup>13</sup>C 23%) изотопным составом углерода и равномерноокрашенными кубоидами II разновидности с промежуточным составом углерода (<sup>13</sup>C 13,6%). Эти алмазы в кимберлитовых телах Сибирской алмазодносной провинции не встречаются; 3) алмазы импактного генезиса, коренным источником которых являются породы Попи-гайской астроблемы.

Соотношение алмазов кимберлитового, «эбеляхского» и импактного типов в среднем составляет 6:4:0,0001 [12].

**Анализ известных коренных источников.** Из-за отсутствия алмазов эбеляхского типа в открытых слабоалмазодносных кимберлитовых трубках Лено-Анабарской суб-



**Рис. 1. Схема районирования Лено-Анабарской алмазонасной субпровинции:**

1 — границы субпровинций; 2 — кимберлитоконтролирующие зоны (ДО — Далдыно-Оленёкская, КМ — Куонамская, МП — Молодо-Поигайская); 3 — кимберлитовые поля (1 — Севернейское, 2 — Чомурдахское, 3 — Огонер-Юряхское, 4 — Восточно-Укукитское, 5 — Западно-Укукитское, 6 — Лучаканское, 7 — Куранахское, 8 — Бирингинское, 9 — Дюкенское, 10 — Среднекуонапское, 11 — Ары-Мастахское, 12 — Старореченское, 13 — Эбеляхское, 14 — Мерчимденское, 15 — Куойкско-Молодинское, 16 — Толуопское, 17 — Хорбусуонское); 4 — россыпные алмазонасные районы (I — Приморский, II — Анабарский, III — Куонапский, IV — Нижнеолёнёкский, V — Приленский, VI — Среднеолёнёкский)

провинции, расположенных по обрамлению россыпных районов, их связь с россыпями маловероятна. Однако нельзя исключить и то, что какая-то часть алмазов кимберлитового происхождения могла попадать в россыпи из таких тел. Это хорошо видно на примере убогалмазонасных тел Западно-Укукитского поля (см. рис. 1), обнажающихся в долинах современных рек. Минералогические шлейфы от них прослеживаются в аллювии только на несколько километров, затем теряются в региональном ореоле.

Сторонники «лампроитовой» теории алмазонасности считают, что коренные источники — лампроитоподобные породы, развитые в бассейнах рек Эбелях и Масапы [19]. Основанием для отнесения данных пород к продуктивным лампроитам послужил специфичный химический состав кор выветривания и находки в них алмазов. Скорее всего это связано с технологическим заражением из перекрывающих четвертичных отложений, с учетом, что на отдельных кристаллах фиксируются следы механического износа. Нельзя отрицать и алмазонасность собственно кор выветривания, перетолженные аналоги которых в Эбелях-

ском поле повсеместно содержат единичные кристаллы. На наш взгляд, мы имеем дело с аллитовыми корами выветривания, развитыми по основным породам, слагающим дайки или мелкие штоки в данном районе, что подтверждается высокими концентрациями в четвертичных отложениях пироксенов, амфиболов и магнетита. Содержание хромшпинелидов (минералы-индикаторы лампроитов) минимально и соответствует средним значениям по алмазонасному району. В аллювиальных отложениях рек Эбелях и Масапы, как и во всех россыпях Анабарского района, изобилуют сильно изношенные (с прибрежно-морским износом [1]) минералы-индикаторы кимберлитов. Их концентрации достигают более 50% от массы тяжелой фракции (С.А.Граханов и др., 1985), что не соответствует выводам Н.В.Владыкина [9] о преобладании алмазов над минералами-спутниками в этом районе. Максимально изношены алмазы всех разновидностей, включая первую, типичную для лампроитов. На руч.Холомолоох, в долине которого выделяются лампроиты [9], износ ламинарных кристаллов составляет 25%, камней уральского типа — 17,5%, жильного — 21,7% и эбеляхского — 49,2%. Алмазы россыпи руч.Холомолоох характеризуются повышенной крупностью с полным отсутствием мелких классов, преобладающих во всех коренных объектах [13].

На северо-востоке Сибирской платформы щелочно-ультраосновные породы широко распространены в пределах Уджинского поднятия. В Уджинском комплексе выделяются интрузивные формации: ийолит-карбонатитовая массивов центрального типа, альнеит-тингауитовая и альнеит-пикритовая (щелочно-ультраосновные лампрофиры) диатремово-дайковые [30]. В тяжелой фракции последних отмечаются хромит, магнетит, магнезиоферрит, хромшпинелиды, изредка пикроильменит, и еще реже пироп и алмаз. Среди пиропов и хромшпинелидов зерна алмазной ассоциации отсутствуют (Г.И.Поршнев и др., 1986). Впервые алмазы в щелочно-ультраосновных породах были найдены при опробовании пикритовых порфиров массива Томтор: два кристалла в протолочке (Г.И.Поршнев и др., 1983). Первый представлен плоским обломком (0,2 0,2 мм) бесцветного прозрачного кристалла с включениями графита и тонкой матировкой на грани; второй — обломок (0,2 0,3 мм) кристалла желтого цвета. В последующем из пород этой же аномалии были отобраны две мелкообъемные пробы и извлечен алмаз размером 0,3 0,4 мм. При термохимическом растворении проб (масса проб от 10 до 300 кг) из десяти тел щелочно-ультраосновных пород массива Томтор, в одной из них (анализ 12/12) был найден обломок октаэдрического кристалла размером 0,2 0,3 мм (Г.И.Поршнев и др., 1986). Находки алмазов и наличие в породах минералов-спутников алмаза подтверждают потенциальную возможность алмазонасности комагматичных кимберлитам пород, однако находки практически не повторяются, что говорит о крайне низком уровне алмазонасности. Среди найденных алмазов кристаллов, относящихся к V—VII разновидностям (эбеляхский—северный тип) не обнаружено. Таким образом, алмазы в щелочно-ультраосновных породах встречаются как акцессорные минералы, и вряд ли логично предполагать, что они ответственны за россыпную алмазонасность региона.

**Характеристика промежуточных алмазонасных коллекторов.** Верхнепротерозойские потенциально-алмазонасные отложения, содержащие минералы-индикаторы кимберлитов, обнаружены на Анабарском массиве и

Уджинском поднятии в базальных слоях мукунской серии, юсмастахской свиты билляхской серии, староречинской и томторской свит венда (А.К.Клейзер и др., 1962; [23; 28]; Л.Л.Степанов и др., 1977; А.И.Дак и др., 1994). В Западном Верхоянье при опробовании среднего—верхнего рифея и венда в устьевой части р.Лена обнаружены пиропы (Ю.М.Сибирцев и др., 1982, 1985). На Оленёкском поднятии выделена венд-нижнекембрийская кессюсинская свита, в отложениях которой встречены пиропы (В.Д.Стаднюк и др., 1984). В Западном Верхоянье из 148 найденных пиропов 3 зерна отнесено к алмазной ассоциации [32]. В породах протерозоя алмазы установлены в томторской свите на Уджинском поднятии (Л.Л.Степанов и др., 1977г.), но они не были воспроизведены более поздним объемным опробованием, что свидетельствует о крайне низком уровне алмазоносности.

Алмазы V—VII разновидностей, не установленные в фанерозойских кимберлитах Сибирской платформы, В.П.Афанасьев датирует докембрийским возрастом [2], но с этим трудно согласиться. Их отсутствие в протерозойских и палеозойских коллекторах и первое появление без следов механического износа в карнийских осадках верхнего триаса В.П.Афанасьев объясняет тем, что на уровень эрозионного среза протерозойские коллекторы были выведены в мезозое, что справедливо для Прианабарья. Именно там на уровне современного эрозионного среза, выходят протерозойские коллекторы и фиксируются наиболее изношенные алмазы всех типов. В то же время по обрамлению Оленёкского поднятия, где также развиты протерозойские отложения, следы износа на кристаллах отсутствуют (?). Различия в степени износа алмазов V—VII разновидностей в Прианабарье и приустьевой части р.Лена объясняются [2] разными абразионными свойствами коренного субстрата при формировании протерозойских промежуточных коллекторов. В первом случае, это жесткое гранитогнейсовое ложе Анабарского щита, во втором — осадочные породы протерозоя. Однако большинство продуктивных протерозойских кимберлитов и лампроитов мира внедрялось в среднем—позднем рифее, в интервале 1100—1400 млн.лет [31]. Следовательно, при внедрении гипотетических кимберлитов, так и формировании промежуточных коллекторов, на Анабарском массиве и Оленёкском поднятии кимберлитовмещающими породами были терригенно-карбонатные породы среднего и верхнего рифея, абразивные свойства которых идентичны. Спорным является и вывод [2] о том, что алмазы эбеляхского типа тяготеют к докембрийским выступам фундамента. Наоборот, на участках выходов базальных и межформационных протерозойских конгломератов, а это в первую очередь бассейн р.Бол.Куонапка, содержание алмазов V—VII разновидностей минимально. На отрезке между устьями рек Хохой и Старая, где в максимальном объеме размываются породы протерозоя, сумма алмазов V—VII разновидностей изменяется от 3,8 до 10%, тогда как в левых притоках р.Эбелях, значительно удаленных от выходов протерозойских пород, содержание эбеляхских алмазов достигает 60% [12]. Такую же картину можно наблюдать и на других россыпях региона, находящихся за сотни километров от площадей развития пород протерозоя. На реках Моторчуна, Сопка, Чомурдах и других содержание алмазов V—VII разновидностей достигает 25—30% [12]. По мнению исследователей, с докембрийским возрастом можно связать лишь ромбододекаэдриды

уральского типа, установленные в бассейне р.Бол.Куонапка и характеризующиеся максимальной степенью механического износа, наличием пятен пигментации зеленого цвета, повышенной крупностью и сходством с таковыми из пород системы Витватерсранд [23].

К настоящему времени самый древний промежуточный коллектор северо-востока Сибирской платформы — нуччаюрегинская свита нижнего карбона Кютюнгинского грабена, где установлены значительные концентрации алмазов (Ю.П.Белик и др., 1986) и их сильно окатанных (до шариков) парагенетических спутников [27], что свидетельствует о формировании грубообломочных горизонтов свиты в прибрежно-морских условиях при активной миграции береговой линии. Среди гранатов значительно присутствие пиропов алмазной ассоциации — 7,1% [27]. Распределение алмазов крайне неравномерное, как по латерали, так и вертикали. Уровень алмазоносности при росте средней массы камней снижается от гравелитов к конгломератам и далее к песчаникам (Ю.П.Белик и др., 1986). Среди алмазов нуччаюрегинской свиты I разновидность составляет 88,2% при очень высоком содержании ламинарных камней ряда октаэдр—додекаэдр (75,9%) и низком округлых индивидов (11,2%), что характерно для богатых коренных месторождений центральной части Сибирской алмазоносной провинции. Полностью отсутствуют индивиды с облегченным изотопным составом углерода [22].

В Приленском районе карбоновые и пермские образования представлены далдынской и булбарангинской свитами, в которых обнаружены алмазы I разновидности, типичные для коренных месторождений Якутии.

На северо-востоке Сибирской платформы наиболее масштабный древний коллектор — базальный горизонт карнийского яруса верхнего триаса, протягивающийся от западных отрогов Верхоянского хребта до Анабарской губы [14]. Впервые алмазы здесь были найдены в 1979 г. [11]. К западу от кряжа Прончищева и югу от Хараулахского выступа триасовые отложения не опробовались и их алмазоносность не выяснена. Находки алмазов в современных русловых и пляжевых образованиях, тяготеющих к выходам карнийских отложений в бассейне р.Гуримиской и на п-ве Урунг-Тумус, указывают на алмазоносность триасовых толщ в районе Анабарского и Хатангского заливов. Автором установлены пиропы в небольших образцах из карнийских отложений мыса Цветкова на п-ве Таймыр, которые были любезно предоставлены А.В.Ядренкиным (ИГНГ СО РАН). В карнийских отложениях максимальные концентрации алмазов, достигающие промышленных значений, зафиксированы в пределах участка Булкур (Ю.М.Сибирцев и др., 1982). По кристалломорфологическим особенностям алмазы из карнийского коллектора резко отличаются от алмазов из кимберлитов и палеозойских коллекторов и имеют полное сходство с кристаллами из многочисленных четвертичных россыпей северо-востока Сибирской платформы (табл. 1).

Механический износ на алмазах всех разновидностей и минералах-индикаторах кимберлитов не фиксируется [14, 26]. По средней массе и распределению алмазов по классам крупности карнийский промежуточный коллектор можно отнести к россыпям ближнего сноса, по аналогии с россыпями, связанными с коренными промышленными месторождениями [15].

В базальных горизонтах нижней и верхней юры найдены единичные алмазы и минералы-индикаторы кимберли-

# 1. Типоморфные особенности алмазов северо-востока Сибирской платформы [12, 22]

Объекты	Разновидности алмазов [25], %										
	I					II	III	IV	V VII		VIII
	Ламинарные	Округлые			Сумма				Эбеляхский тип		
		Уральского типа	Жильного типа	Сумма							
<i>Кимберлитовые трубки</i>											
Дьянга	20,6	0,3	53,8	54,1	93,9	3,3	0,0	2,5	0,0	0,0	
Заполярная	32,8	10,3	34,8	45,1	92,8	0,1	0,5	0,8	0,0	5,7	
Ленинград	57,6	6,3	18,7	25,0	95,5	0,0	0,0	0,0	0,0	4,5	
Малокуонапская	64,0	4,8	9,6	14,4	97,6	2,0	0,0	0,0	0,0	0,4	
<i>Промежуточные коллекторы</i>											
Нуччаюрегинская свита, карбон, р.Оленёк	75,9	6,9	4,3	11,2	88,2	0,5	0,0	9,7	0,0	1,6	
Карнийский ярус, триас, Западное Верхоянье	7,1	25,0	8,8	33,8	51,7	2,4	0,0	0,0	45,6	0,0	
р.Эбелях											
Нижний мел	19,1	15,6	12,0	27,6	58,2	2,8	0,7	0,7	35,5	2,1	
Неоген	21,2	10,0	15,7	25,7	55,5	2,2	0,2	0,0	41,6	0,5	
Четвертичные	14,1	16,2	20,3	36,5	62,9	3,6	0,2	0,5	30,9	0,2	

тов в Анабарском, Приленском и Муно-Тюнгском алмазодносных районах. По типоморфным особенностям алмазы из юрских отложений не отличаются от кристаллов из триасовых россыпей.

В грубых разностях континентальных нижнемеловых отложений Анабарской антеклизы и Суханской впадины, выполняющих эрозионно-карстовые депрессии глубиной до 200 м, фиксируются минералы-индикаторы кимберлитов и практически везде найдены алмазы, по кристалломорфологическим особенностям приближающиеся к кристаллам из триасовых и юрских россыпей.

Отложения неогена, сохранившиеся в эрозионно-карстовых депрессиях в долинах рек и на плоских водораздельных поверхностях, включают высокие концентрации алмазов и минералов-индикаторов кимберлитов. Образование, аналогичные по возрасту и продуктивности, установлены на западном склоне Северного и Среднего Урала, где они выполняют крупные эрозионно-карстовые депрессии, размыв которых обусловил промышленную алмазодносность четвертичных россыпей [7]. В пределах Лено-Анабарской алмазодносной субпровинции все промышленные четвертичные россыпи тяготеют к площадям развития продуктивных неогеновых отложений, уровень алмазодносности которых различен. Наиболее высокие промышленные концентрации алмазов наблюдаются в Анабарском алмазодносном районе [12]. По типоморфным особенностям кристаллы из неогеновых россыпей анало-

гичны алмазам из мезозойских коллекторов. Здесь же впервые появляются алмазы импактного генезиса, связанные с палеогеновой Попигайской астроблемой [16].

**Характеристика современной россыпной алмазодносности.** Четвертичные и мезозойские россыпи алмазов оторваны друг от друга на сотни километров. Однако типоморфные особенности кристаллов из них довольно близки, что указывает на общность коренных источников (табл. 2.). Приведенные данные подчеркивают общность россыпей из противоположных частей Лено-Анабарской субпровинции. Россыпь р.Бол.Куонапка расположена на западе субпровинции, р.Келимер — на крайнем северо-востоке, а р.Сопка — на юге. Несмотря на явную удаленность россыпей друг от друга (400—500 км между реками Эбелях, Келимер, Таас-Эйэкиит, Сопка), процентное соотношение алмазов I, V и VII разновидностей в них практически одинаково, но при этом общее содержание алмазов отличается на несколько порядков. Максимальное количество кристаллов V—VII разновидностей фиксируется в россыпях левых притоков р.Эбелях: ручьи Ыраас-Юрях, Гусиный, Холомолоох, на левобережье р.Анабар, в бассейне р.Хара-Мас и противоположной части субпровинции на реках Таас-Эйэкиит, Никабыт, Элиэтибийэ, Сопка, а также на крайнем севере — в реках кряжа Прончищева. Максимальная средняя масса алмазов, обусловленная их сортировкой, отмечается в россыпи р.Бол.Куонапка и на притоке р.Эбелях руч.Ыраас-Юрях [12].

## 2. Типоморфные особенности алмазов четвертичных россыпей северо-востока Сибирской платформы

Россыпь, алмазоносный район	Содержание алмазов, условные единицы [12]	Содержание алмазов разных типов [12, 22], %						
		Ламинарные	Округлые	Разновидности				
				I	II	III	IV	V VII
Большая Куонапка, Куонапский	2	17,0	58,4	88,6	5,7	0,0	1,9	3,8
Эбелях, Анабарский	10	14,1	36,5	62,9	3,6	0,2	0,5	30,9
Ыраас-Юрях, Анабарский	20	10,4	21,6	39,3	2,8	0,0	0,6	57,2
Токур-Уджа, Анабарский	1	20,8	37,7	66,0	5,7	0,0	0,0	27,4
Келимер, Нижнеоленёкский	0,1	26,0	27,0	60,4	7,8	0,0	1,7	22,1
Таас-Эйэжит, Нижнеоленёкский	0,01	18,6	29,7	52,8	5,5	2,2	0,0	37,3
Сопка, Среднеоленёкский	0,01	16,2	36,9	55,7	12,8	0,0	0,7	30,8
Молодо, Приленский	5	30,8	39,3	85,5	2,5	0,3	1,2	10,0

Наиболее интересные результаты получены при анализе степени механического износа алмазов из различных типов первоисточников, где отмечается четкая закономерность — уменьшение степени износа всех типов алмазов с юго-запада на северо-восток (рис. 2). На фоне этой общей для субпровинции закономерности установлено, что по отдельным водотокам (реки Юлегир, Куойка и др.) алмазы типично кимберлитового генезиса (I разновидность) неизношены, что свидетельствует о возможной подпитке регионального ореола «свежими» камнями из неоткрытых коренных источников. Практически отсутствует износ алмазов V и VII разновидностей в россыпи р.Келимер [12]. Максимальный износ алмазов всех типов установлен на левых притоках р.Эбелях — ручьи Холомолоох, Ыраас-Юрях и в бассейне р.Большая Куонапка.

**Прогноз коренной алмазоносности северных россыпей.** Анализ алмазов из древних и современных россыпей показал, что на территории Лено-Анабарской субпровинции, возможно, существуют три типа их коренных источников. К первому следует отнести кимберлитовый, алмазы которого фиксируются в турнейских отложениях Кютюндинского грабена и каменноугольно-пермских образованиях Молодо-Толуопского междуречья. Этот же тип, но мезозойского возраста, обусловил подпитку ряда современных россыпей Прианабарья, сформированных в основном за счет второго, нетрадиционного типа, давшего обширный ореол алмазов в мезозойских и кайнозойских россыпях северо-востока Сибирской платформы. Из данного спектра алмазов кристаллы V—VII разновидностей не зафиксированы в известных коренных месторождениях мира. Третий (импактный) тип связан с Попигайской астроблемой. Эти алмазы с примесью лондсейлита при низких содержаниях встречены по всему северо-востоку Сибирской платформы и их можно использовать в качестве минералов-индикаторов при палеогеографических реконструкциях неоген-четвертичного времени [16].

По представлению автора, коренные источники основной доли алмазов в северных россыпях были сформированы в среднем—позднем триасе в зоне сочленения Сибирской платформы с Приверхоанским прогибом, так как первичные ореолы алмазов и минералов-индикаторов (искомого коренного источника) установлены в базальных горизонтах карнийского яруса верхнего триаса Западного Верхоянья. Учитывая отсутствие алмазов II, V и VII разновидностей в палеозойских коллекторах, возраст коренного источника, скорее всего, триасовый. Такой же возраст имеет большая часть кимберлитов Лено-Анабарской субпровинции [5]. По данным В.В.Селивановой [26], возраст трубчатых (кимберлитовых) цирконов из карнийского яруса — триасовый. Для проанализированных U-Pb методом в ИГГД РАН (А.Н.Комаров) 19 зерен цирконов с участка Таас-Ары получен возраст 239 ± 17 млн.лет, Булкур — 228 ± 6 млн.лет. Возраст трубчатого циркона, ассоциирующего с алмазами «эбеляхского» типа в современных россыпях (разобщенных на сотни километров), также свидетельствует о средне-, верхнетриасовом возрасте (216—233 млн.лет) их источника [17]. В ладинское время, благоприятное для корообразовательных процессов, происходило интенсивное разрушение коренных источников и развитие мощных кор выветривания. В карнийское время огромная масса продуктивного материала с поднятия, расположенного в низовьях р.Лена, была перемещена в прибрежную зону, где сформировала протяженный коллектор. По представлению исследователей, алмазоносные триасовые отложения прибрежно-морского и континентального генезиса были широко развиты по всему северо-востоку Сибирской платформы и уничтожены последующей юрской трансгрессией. Алмазы от коренного источника были перенесены на сотни километров. Нельзя согласиться с В.В.Бескровановым и Э.А.Шамшиной [3], утверждающими, что алмаз обладает слабой миграционной способностью и расстояние между коренными источниками и

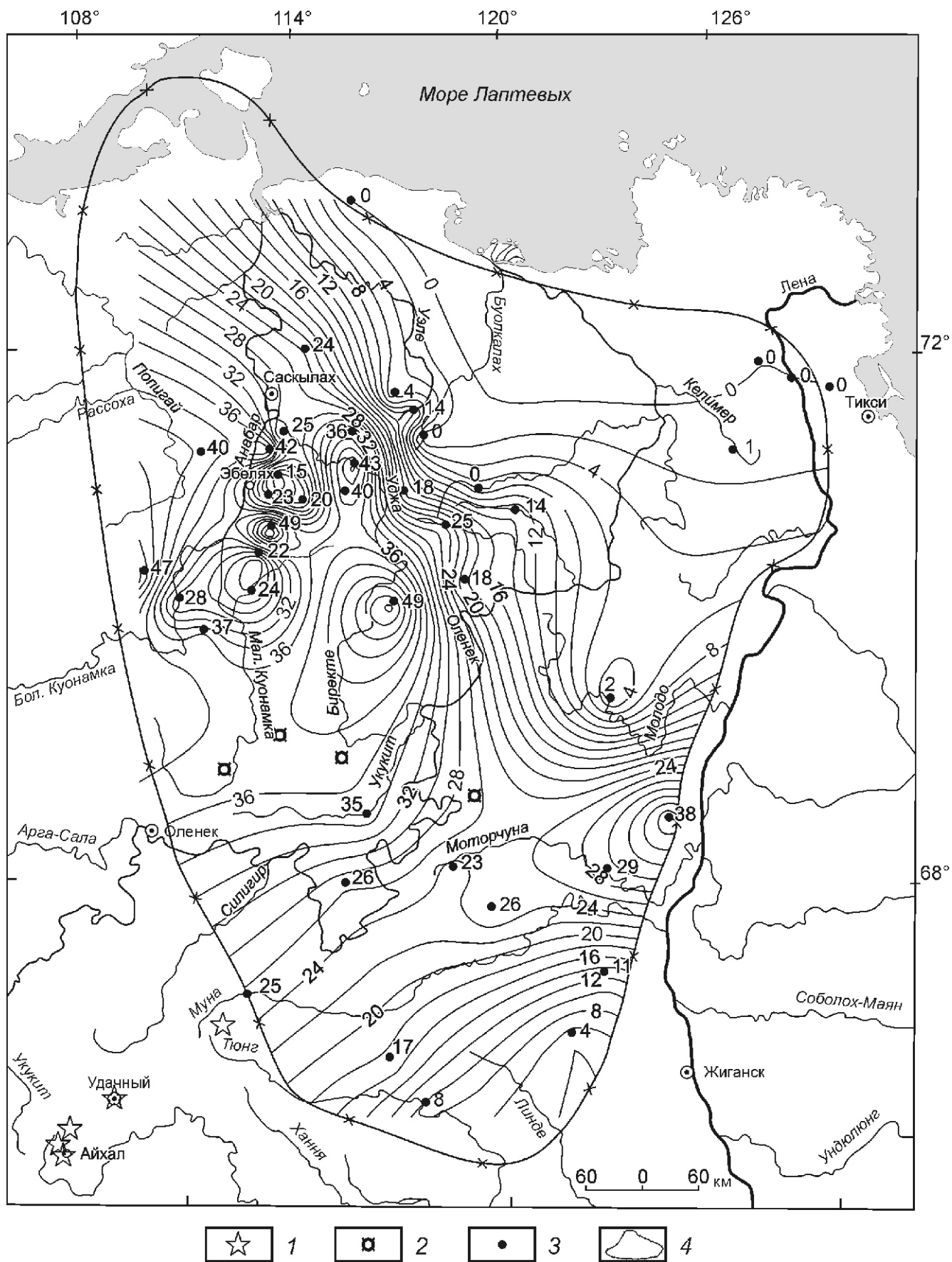


Рис. 2. Содержание изношенных алмазов «эбеляхского» типа в пределах Лено-Анабарской алмазоносной субпровинции (в %):

1 — промышленные месторождения алмазов; 2 — слабоалмазоносные кимберлитовые тела; 3 — точки отбора проб (цифры — содержания); 4 — граница Лено-Анабарской алмазоносной субпровинции

россыпными месторождениями, питавшимися из этих источников, не может быть большим и не превышает 3 км. Согласно отечественным и зарубежным исследованиям [15, 33, 34], алмазы источников, ограниченных по площади, могут быть распространены на многие десятки тысяч квадратных километров. Перенос вниз по течению или вдоль берега можно проследить на многие сотни километров. Так, от трубки Мир ореол алмазов по водной системе Ирелях—Малая Ботуобия—Виллой наблюдался более чем на 500 км [15]. Во многом ситуация в пределах Лено-Анабарской субпровинции напоминает алмазоносные поля на границе Заира и Анголы (более 60 000 км<sup>2</sup>): первичный разнос алмазов из кимберлитов северной Анголы зафиксирован на обширной территории в меловые аллювиально-дельтовые отложения Заирского бассейна. Позже в результате перемива промежуточных коллекторов была образована промышленная алмазоносность современной гидросети как Заира, так и Анголы на удалении до 600 км от коренных источников [33]. Основное количество алмазов, найденных в прибрежно-морских отложениях вблизи устья р.Оранжевая, вынесено из района Кимберли на расстояние порядка 1600 км [34].

В дальнейшем юрские отложения формировались за счет размыва триасовых, но уже в этих коллекторах ни алмазы, ни сопутствующие им минералы не характеризуют первичный ореол. Находки алмазов в юрских коллекторах фиксируются по всему северо-востоку Сибирской платформы и совпадают с площадью распространения нетрадиционных алмазов в четвертичных россыпях.

Характер алмазов в первичном триасовом коллекторе показывает, что нетрадиционный для Сибирской платформы коренной источник, кроме алмазов V и VII разновидностей, отсутствующих в якутских кимберлитах, содержал типично кимберлитовые алмазы (ламинарные камни ряда октаэдр—додекаэдр, алмазы уральского и жильного типов), среди которых доля ламинарных невелика. С алмазами V и VII разновидностей в коренном источнике ассоциируют и желтые кубы II разновидности. Коренными источниками этой ассоциации алмазов, вероятно, являются породы, родственные кимберлитам, или кимберлиты, аналогичные архангельским, где установлены алмазы с облепченными изотопным составом углерода и преобладают округлые алмазы в крупных классах [20]. Исходя из распространения триасовой алмазоносности, минерального и петрографического составов продуктивных отложений, типоморфизма минералов-спутников алмазов в коллекторе, прогнозируется, что в триасовое море продуктивный материал мог поступать с восточного склона Оленёкского поднятия или шельфовой части акватории моря Лаптевых. На этом участке алмазы в триасовом коллекторе неизношены, многие имеют протоматические сколы, их средняя масса и гранулометрический состав характерны для коренных источников или россыпей ближнего переноса, содержится комплекс глубинных минералов с низкой физико-химической устойчивостью [26], обычно не характерных для древних ореолов с длинной экзогенной историей (хромдиопсид, оливин, слюда, гранаты с келифитовыми каймами). В.В.Селиванова по типоморфным особенностям минералов-индикаторов кимберлитов установила, что левобережные (Туорасиская антиклиналь) и правобережные (Хараулахской антиклинорий) группы триасовых россыпей были сформированы за счет собственных коренных источников [26].

Изучение петрографического состава обломочного материала карнийских конгломератов в низовьях р.Лена показало, что они состоят из пород трех основных групп: траппов, для которых областью питания являлась Сибирская платформа, андезитов и липарит-дацитов из неустойчивой области размыва [18]. Учитывая отсутствие таких пород на северо-востоке Сибирской платформы, можно предположить, что область их сноса в послекарнийское время была перекрыта более молодыми осадками. Поэтому очень привлекательно выглядит восточный склон Оленёкского поднятия, где развиты кислые интрузии, а в разрезе экиктской свиты наблюдаются прослои риодацитов и их туфов.

А.А.Константиновский выделил в низовьях р.Лена Нижнеленский погребенный массив как область развития кимберлитов на северо-востоке Сибирской платформы [21]. Эту идею поддерживает и А.Ю.Егоров, выделяя конседиментационное поднятие на левобережье р.Лена [18]. По их мнению, данная территория в позднем палеозое и раннем мезозое была приподнята и являлась областью сноса. До начала мезозоя, когда был сформирован современный структурный план Сибирской платформы, ее граница пролегла восточнее, а в низовьях р.Лена располагался крупный массив, длительное время служивший областью сноса терригенного материала для северо-восточной части платформы и Верхоянского моря (рис. 3). В современном рельефе погребенная сводовая часть массива выделяется по долине р.Лена (от поселка Жиганск до Кюсюр) сокращением мощностей рифейских, вендских и кембрийских отложений, что подтверждается данными структурного бурения, согласно которым на породах фундамента залегают верхнепермские или мезозойские толщи [10].

В 80-е годы прошлого столетия в северной части прогнозируемого Нижнеленского массива Амакинской экспедицией была выполнена аэромагнитная съемка масштаба 1:25 000 (Н.А.Сорокина и др., 1983). В бассейнах рек Атыркан и Келимер выделены ориентированные в северо-западном направлении крупные региональные высокоинтенсивные аномалии, интерпретированные как Атырканский блок (выступ) фундамента. Этот выступ совпадает с Атырканским порогом, разделяющим Приверхоянский и Лено-Анабарский прогибы.

По геофизическим материалам [8]; (А.В.Манаков и др., 2001) севернее Лено-Анабарского прогиба в дельтовой части р.Лена выделено поднятие, в пределах которого мощность осадочного чехла существенно сокращена, а в центре практически на современную поверхность выведены породы кристаллического фундамента. Известны находки глыб гранитогнейсов среди четвертичных отложений о.Сардах, которые послужили основанием для картирования на мелкомасштабных геологических и тектонических картах древних отложений и выделения Усть-Ленского выступа Сибирского кратона с архейским (3,2 млрд лет) метабазит-плагиогнейсовым комплексом [6, 29].

Таким образом, можно предположить, что в карнийское море алмазоносный материал прогнозируемых коренных источников северных россыпей мог поступать с двух участков (см. рис. 3): 1) Усть-Ленское поднятие, на которое трассируется Далдыно-Оленёкская кимберлитоконтролирующая зона, где расположены основные кимберлитовые поля центральной и северной частей Якутии с общей тенденцией «омолаживания» вулканизма на северо-восток; 2) Нижнеленский массив, где практический интерес вызы-

вает его северная часть в пределах Атырканского выступа. Обе площади перспективны на обнаружение коренных источников триасовых россыпей алмазов.

Кроме коренных источников (возможно нетрадиционных), за счет которых были сформированы основные мезозойские и кайнозойские россыпи северо-востока Сибирской платформы, здесь выделяется ряд площадей, где типичные кимберлиты подпитывали алмазами промежуточные коллекторы и через них современные россыпи. Автор статьи разделяет мнение Н.В.Соболева с коллегами [27] о наличии среднепалеозойских продуктивных кимберлитов в междуречье рек Лена, Молодо, Оленька и Кютюнгде. В результате размыва среднепалеозойских кимберлитов

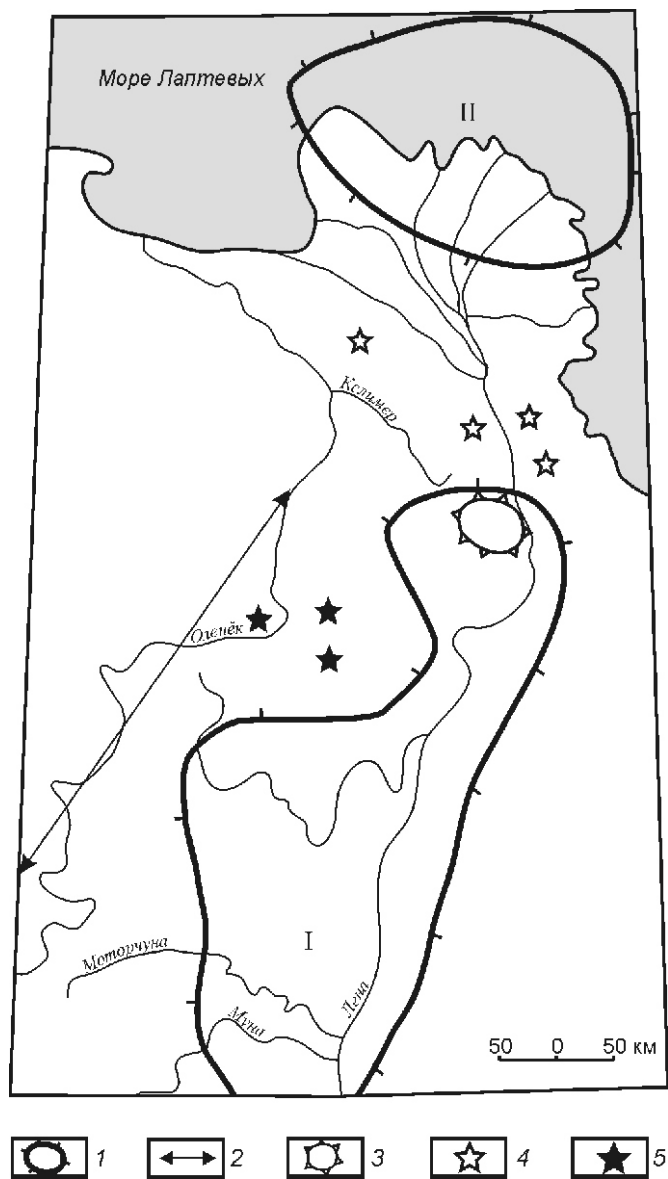
были сформированы алмазоносные карбоновые и пермские отложения Куойско-Далдынского поднятия и Кютюндинского грабена. Предполагается, что за счет размыва этих коллекторов качественные алмазы поступают в современные россыпи рек Молодо и Далдын. Однако, несмотря на достаточно плотную поисковую сеть, на Молодо-Далдын-Толуопском междуречье коренных источников не установлено. Вероятно, причина кроется в том, что с первого этапа работ, без детального палеотектонического анализа всей северной части Приленского алмазоносного района, достаточно узко была локализована перспективная площадь, которая расположена в зоне средне-, верхнепалеозойской аккумуляции. Учитывая блоковое строение Нижнеленского массива, можно предположить приподнятые участки (типа Салабынского выступа) на флангах района, с которых и происходил снос в период от позднего девона до перми. В последующие эпохи эти коренные источники были перекрыты верхнепалеозойскими и мезозойскими породами и на россыпную алмазоносность практически не влияли.

Перспективна на выявление алмазоносных кимберлитов площадь в междуречье рек Анабар и Оленёк. Исходя из распределения алмазов в современных россыпях рек и структурно-тектонического положения района, продуктивные кимберлиты предполагаются в пределах Молодо-Попигайской зоны глубинных разломов. По ряду признаков Молодо-Попигайская зона глубинных разломов подобна Вилуйско-Мархинской зоне, с которой пространственно связаны все промышленные месторождения алмазов Мало-Ботуобинского и Среднемархинского алмазоносных районов. Расположена зона на границе положительных и отрицательных структур (Анабарская антеклизы и Лено-Анабарский прогиб) и подчеркивается серией протяженных даек основного состава. В ее пределах расположены Мерчимденское, Куойско-Молодинское, Толуопское, Хорбусуонское и Эбеляхское кимберлитовые поля. О наличии продуктивных кимберлитов свидетельствует то, что в россыпи р.Юлегир-Уджинский на всех алмазах кимберлитового генезиса механический износ отсутствует. В россыпном проявлении рек Куойка и Сектелях для алмазов уральского и жильного типов механический износ также не характерен. В междуречье рек Юлегир-Уджинский, Майат и Чичах-Чимара, в базальных горизонтах юрских отложений, на фоне сильно изношенных минералов-индикаторов кимберлитов, что характерно для Эбеляхской площади, фиксируются зерна пирропа и пикроильменита хорошей сохранности. Учитывая низкую долю ламинарных алмазов в россыпях, предполагается невысокая продуктивность коренных источников, которые не создали древних россыпей, но за счет их размыва происходило поступление качественных камней в неогеновые, а затем четвертичные россыпи рек Юлегир-Уджинский, Кюрюктюр, Майат и Биллях, в основном сформированных за счет перемыва региональных промежуточных коллекторов с алмазами эбеляхского типа.

В заключение можно сделать следующие выводы:

1. Основная часть алмазов в россыпях Лено-Анабарской алмазоносной субпровинции сформировалась за счет размыва нетрадиционных коренных источников средне-, верхнетриасового возраста, прогнозируемых на восточном склоне Оленёкского поднятия и в устьевой части р.Лена.

2. Формирование всех четвертичных россыпей северо-востока Сибирской платформы происходило не за счет



**Рис. 3.** Схема расположения палеоподнятий в низовьях р.Лена:

I — поднятия: I — Нижнеленское [21], II — Усть-Ленское [8]; (А.В.Манаков и др., 2001); 2 — центральная часть Далдыно-Оленёкской кимберлитоконтролирующей зоны; 3 — Атырканский выступ; 4 — высокоалмазоносные триасовые россыпи; 5 — находки алмазов, характерных для промышленных коренных месторождений Якутии, в каменноугольных отложениях



прямого размыва коренных источников, а за счет переми- ва мезозойских и неогеновых промежуточных коллекто- ров, поэтому россыпные месторождения алмазов с близки- ми типоморфными особенностями были сформированы на площади свыше 400 тыс. км<sup>2</sup>.

3. Россыпи в бассейнах рек Молодо, Далдын, Куойка, Юлегир-Уджинский, Кюрюктюр, Майат и Биллях, сфор- мированные главным образом за счет перемива мезозой- ских промежуточных коллекторов с алмазами эбеляхского типа, частично подпитывались прогнозируемыми там про- дуктивными кимберлитами.

4. В бассейнах рек Бол.Куонапка и Анабар на регио- нальную россыпную алмазоносность накладываются древние алмазы уральского типа из протерозойских про- межуточных коллекторов.

5. Необходима комплексная оценка всей территории Лено-Анабарской субпровинции: анализ алмазоносности, вещественного состава, типоморфных особенностей мине- ралов-индикаторов кимберлитов из промежуточных кол- лекторов протерозойского, палеозойского, мезозойского, неогенового возрастов и современных россыпей с привле- чением палеогеографических и структурно-тектонических построений, базирующихся на современном фактическом материале.

#### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Афанасьев В.П.* О механическом износе кимберлитовых минералов в шлихах // Советская геология. 1986. № 10. С. 81—87.
2. *Афанасьев В.П., Зинчук Н.Н., Тычков С.А.* Проблема докем- брийской алмазоносности Сибирской платформы // Вестник Воронежского университета. Геология. Вып. 1. 2002. С. 19—36.
3. *Бескрованов В.В., Шамшина Э.А.* О происхождении россып- ных месторождений алмазов с неустановленными коренными источниками // Отечественная геология. 2000. № 5. С. 3—6.
4. *Брахфогель Ф.Ф., Ковальский В.В.* О денудационном срезе на территории Анабарской антеклизы и сопредельных структур // Геология и полезные ископаемые Якутии. —Якутск, 1970. С. 65—66.
5. *Брахфогель Ф.Ф.* Геологические аспекты кимберлитового магматизма северо-востока Сибирской платформы. —Якутск, 1984.
6. *Ванин А.Л., Галабала Р.О., Крутий Г.В.* Государственная геологическая карта. Масштаб 1:1 000 000 (новая серия). Лист S-50-52 — Быковский. Объяснительная записка. —С-Пб., 2001.
7. *Ветчианов В.А.* Промышленные типы россыпей алмазов Ви- шерского района Урала, условия их формирования и перспек- тивная оценка // Автореф. дисс. ... канд. геол.-мин. наук. —Пермь, 1974.
8. *Виноградов В.А.* Тектоника Верхоянского мегаантиклинория и Ленского прогиба // Учен. зап. НИИГА. Вып. 5. —Л., 1965. С. 87—123.
9. *Владыкин Н.В., Торбеева Т.С.* Лампроиты Томторского мас- сива (Восточное Прианабарье) // Геология и геофизика. 2005. Т. 46. № 10. С. 1038—1050.
10. *Геологическая карта Якутии. Западно-Верхоянский блок.* Масштаб 1:500 000 / Прокопьев В.С., Урзов А.С. —С-Пб., 1999.
11. *Гогина Н.И.* Находка алмаза в низовьях р.Лены // Докл. АН СССР. Т. 239. № 5. 1979. С. 1168—1169.
12. *Граханов С.А.* Геологическое строение и алмазоносность рос- сыпей севера Якутской алмазоносной провинции. —Воро- неж: Изд-во Воронежского гос. ун-та, 2000.
13. *Граханов С.А., Митюхин С.И.* Гранулометрический состав алмазов в россыпях как поисковый признак коренных источ- ников // Известия вузов. Геология и разведка. 2003. № 1. С. 48—51.
14. *Граханов С.А., Коптиль В.И.* Триасовые палеороссыпи алма- зов северо-востока Сибирской платформы // Геология и гео- физика. 2003. Т. 44. № 11. С. 1191—1201.
15. *Граханов С.А., Митюхин С.И., Коптиль В.И.* и др. Новые под- ходы при поисках месторождений алмазов // Геологические аспекты минерально-сырьевой базы акционерной компании «АЛРОСА»: современное состояние, перспективы, решения. —Мирный, 2003. С. 250—261.
16. *Граханов С.А.* Новые данные о распространении алмазов с примесью лондейлита на северо-востоке Сибирской плат- формы // Докл. РАН. 2005. Т. 405. № 6. С. 779—782.
17. *Дэвис Г.Л., Соболев Н.В., Харьков А.Д.* Новые данные о воз- расте кимберлитов Якутии, полученные уран-свинцовым методом по цирконам // Докл. АН СССР. 1980. Т. 254. № 1. С. 175—179.
18. *Егоров А.Ю.* Палеогеография междуречья Оленёк—Лена— Омолой // Автореф. дисс. ... канд. геол.-минерал. наук. —М., 1988.
19. *Епифанов В.А., Родин Р.С.* Геологические предпосылки аль- тернативного механизма алмазообразования на Сибирской платформе // Рудоносность магматических формаций Сиби- ри. —Новосибирск, 1991. С. 119—128.
20. *Зинчук Н.Н., Коптиль В.И., Махин А.И.* Об основных типомор- фных особенностях алмазов в краевых частях Восточно-Евро- пейской и Сибирской платформ // Известия высших учебных заведений. Геология и разведка. 2001. № 4. С. 22—35.
21. *Константиновский А.А.* Нижнеленский погребенный массив и некоторые вопросы размещения кимберлитов на северо- востоке Сибирской платформы // Геотектоника. 1979. № 1. С. 48—57.
22. *Коптиль В.И.* Типоморфизм алмазов из россыпей северо-вос- тока Сибирской платформы в связи с проблемой прогнози- рования и поисков алмазных месторождений // Автореф. дис. ... канд. геол.-минер. наук. —Новосибирск, 1994.
23. *Метелкина М.П., Прокопчук Б.И., Суходольская О.В.* Докем- брийские алмазоносные провинции мира. —М.: Недра, 1976.
24. *Милашев В.А., Томановская Ю.И.* Проявление щелоч- но-ультраосновного магматизма в прибрежной части Моря Лаптевых // Кимберлитовый вулканизм и перспективы корен- ной алмазоносности северо-восточной части Сибирской плат- формы. —Л., 1971.
25. *Орлов Ю.Л.* Минералогия алмаза. —М.: Наука, 1984.
26. *Селиванова В.В.* Типоморфизм алмаза и его минералов-спут- ников из прибрежно-морских триасовых россыпей северного Верхоянья // Автореф. дис. ... канд. геол.-минер. наук. —М., 1991.
27. *Соболев Н.В., Белик Ю.П., Похиленко Н.П.* Хромсодержащие пиропы в нижнекаменноугольных отложениях Кютюн- гдинского прогиба // Геология и геофизика. 1981. № 2. С. 14—23.
28. *Сочнева Э.Г., Метелкина М.П.* Типоморфные минералы тер- ритенных алмазоносных формаций докембрия // Геология и методы прогнозирования алмазных месторождений. —М., 1981. С. 15—21.
29. *Тектоническая карта масштаба 1:2 500 000 морей Карского и Лаптевых и севера Сибири / Под ред. Г.В.Поздняк.* —М., 1998.
30. *Фролов А.А., Толстов А.В., Белов С.В.* Карбонатитовые место- рождения России. —М.: НИИ-ПРИРОДА, 2003.
31. *Харьков А.Д., Зинчук Н.Н., Крючков А.И.* Коренные месторож- дения алмазов. —М.: Недра, 1998.
32. *Шамшина Э.А.* Минералы кимберлитовых пород в разновоз- растных отложениях севера Сибирской платформы. —Якутск, 1986.
33. *Sutherland Donald G.* The transport and sorting of diamonds by fluvial and marine processes // Economic geology and the bulletin of the society of economic geologists. November, 1982, № 7. P. 1613—1620.
34. *Williams A.F.* The genesis of the diamond. —London: Ernest Benn. 1932.