

ГЕОЛОГИЯ, ПОИСКИ И РАЗВЕДКА ТВЕРДЫХ ПОЛЕЗНЫХ ИСКОПАЕМЫХ, МИНЕРАГЕНИЯ

УДК 551.311.231:553.08
DOI 10.25587/SVFU.2023.29.1.009

Н.Н. Зинчук

Западно-Якутский научный центр (ЗЯНЦ) АН РС (Я), г. Мирный, Россия
E-mail: nnzinchuk@rambler.ru

ЛИТОЛОГО-СТРАТИГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИ АЛМАЗОПОИСКОВЫХ РАБОТАХ

Аннотация. За последние более 60-и лет в связи с открытием на Сибирской платформе (СП) коренных месторождений алмазов создана и успешно развивается алмазодобывающая промышленность. Разведанные и утвержденные запасы коренных и россыпных месторождений позволяют осуществлять добычу алмазов во все возрастающих объемах. Для восполнения убывающих запасов алмазов необходимо как открытие новых алмазоносных кимберлитовых диатрем, так и вовлечение в отработку россыпных месторождений (древних и современных россыпей), характеризующихся значительными запасами полезного компонента. Поскольку фонд легко открываемых и выходящих на дневную поверхность коренных месторождений алмазов на территории Якутской алмазоносной провинции (ЯАП) практически исчерпан, то их поиски переместились на закрытые площади, где отмечается широкое развитие разнофациальных континентальных и прибрежно-морских терригенных отложений верхнего палеозоя и мезозоя значительной мощности, перекрывающих кимберлитовые диатремы. Важнейшим этапом стратиграфических исследований в перспективных регионах явилось выделение в Малоботуобинском алмазоносном районе (МБАР) СП континентальных верхнепалеозойских (лапчанская, ботуобинская и боруллойская свиты), терригенных верхнетриасово-нижнеюрских (иреляхская и укугутская свиты) и прибрежно-морских мезозойских (плинсбахский и тоарский ярусы) отложений, в различной степени обогащенных алмазоносным материалом. Литологические особенности этих отложений во многом обусловлены переотложенным материалом широко развитых на этих территориях древних кор выветривания (КВ) на терригенно-карбонатных породах, долеритах, туфогенных образованиях и кимберлитах. Изучение продуктов перемыва этих КВ в мезозойских осадочных толщах основных алмазоносных районов СП позволили восстановить особенности их структурно-формационного формирования. Отмечено, что для мезозойского времени в целом характерны специфические особенности перемыва и переотложения продуктов различных КВ, обусловленные развитием в алмазоносных регионах различных структурно-формационных зон. В МБАР формирование формации продуктов перемыва КВ определялось развитием двух структурно-формационных зон. Проведенными исследованиями подчеркнута важность стратиграфических исследований на всех стадиях проводимых геолого-поисковых работ на алмазы. Очень важно выделять в разрезах осадочных толщ горизонты, обогащенные материалом местных источников сноса, главными среди которых являются коры выветривания различных пород (в том числе кимберлитов).

Ключевые слова: структурно-формационные зоны, коры выветривания, мезозойские отложения, Сибирская платформа, Якутская алмазоносная провинция, фациальная изменчивость, структурно-формационные, генетические особенности.

N.N. Zinchuk

West-Yakutian Scientific Centre of RS (Y) AS, Mirny, Russia

E-mail: nnzinchuk@rambler.ru

ABOUT LITHOLOGIC AND STRATIGRAPHIC FEATURES OF ANCIENT DIAMONDFEROUS THICKNESSES

Abstract. Over the past 60 years, in connection with the discovery of primary diamond deposits on the Siberian platform (JP), the diamond mining industry has been created and is successfully developing. The explored and approved reserves of primary and alluvial deposits make it possible to mine diamonds in ever-increasing volumes. To replenish diminishing reserves of diamonds, it is necessary both to discover new diamondiferous kimberlite diatremes and to involve placers in the development. Since the fund of easily discovered and emerging indigenous diamond deposits on the territory of the Yakut diamond-bearing province (YAP) is practically exhausted, their searches have moved to closed areas, where there is a wide development of various facies continental and coastal-marine terrigenous deposits of the Upper Paleozoic and Mesozoic of significant thickness, overlying kimberlite diatremes. Complex research of ancient crusts of weathering on terrigenous-carbonate rocks, dolerites, tufogene formations and kimberlites, as well as products of their reworking in Mesozoic sedimentary thick layers of main diamondiferous regions of the Siberian platform allowed restoring specific features of their structural-formation generation. It is noted that specific features of reworking and redeposition of various crusts of weathering products are typical of Mesozoic time in whole, conditioned by the development of various structural-formation zones in diamondiferous regions. Thus, generation of products formation of weathering crusts reworking in Malo-Botuobinsky region was determined by the development of two structural-formation zones. Conditions for accumulation of weathering products existed in one of these zones (south-eastern) at Irelyakh time only on slopes of the central part of Angara-Vilyuy superposed sagging. In the second structural-formation zone (north-western), occupying trappean plateau, crust formation with simultaneous washout and redeposition of products of weathering into occurring nearby local depressions and their partial carry-over beyond the said zone took place practically in the course of all Mesozoic time on elevated plateau-like uplifts. Complex research of ancient crusts of weathering on terrigenous-carbonate rocks, dolerites, tufogene formations and kimberlites, as well as products of their reworking in Mesozoic sedimentary thick layers of main diamondiferous regions of the Siberian platform allowed restoring specific features of their structural-formation generation. It is noted that specific features of reworking and redeposition of various crusts of weathering products are typical of Mesozoic time in whole, conditioned by the development of various structural-formation zones in diamondiferous regions. At Malo-Botuobinsky region, the formation of weathering crust reworking products was determined by two developing structural-formation zones. The studies carried out emphasize the importance of stratigraphic studies at all stages of geological prospecting for diamonds. It is very important to distinguish in the sections of sedimentary strata the horizons enriched with material from local run-offs, with dominant crusts of weathering of various rocks, including kimberlites.

Keywords: structural-formation zones, crusts of weathering, Mesozoic deposits, Siberian platform, Yakut diamond-bearing province, facies variability, structural-formational, genetic features translation.

Введение

За последние более 60-и лет в связи с открытием на Сибирской платформе (СП) коренных месторождений алмазов создана и успешно развивается алмазодобывающая промышленность. Разведанные и утвержденные запасы коренных и россыпных месторождений позволяют осуществлять добычу алмазов во все возрастающих объемах. Доминирующая часть алмазов обычно добывалась из коренных месторождений Якутской алмазоносной провинции (ЯАП), отдельные из которых (трубки Мир, Интернациональная, Удачная, Айхал, Юбилейная и др.) с поверхности уже в значительной степени отработаны и постепенно переходят на подземные виды добычи, а на некоторых трубках (имени XXIII съезда КПСС, Дачная и Сытыканская) разработка руды вообще прекращена из-за экономической целесообразности. Для восполнения убывающих запасов алмазов необходимо как открытие новых алмазоносных кимберлитовых диатрем,

так и вовлечение в отработку россыпных месторождений (древних и современных), характеризующихся значительными запасами полезного компонента. Поскольку фонд легко открываемых и выходящих на дневную поверхность коренных месторождений алмазов на территории ЯАП практически исчерпан, то их поиски переместились на закрытые площади, где отмечается широкое развитие разнофациальных континентальных и прибрежно-морских терригенных отложений верхнего палеозоя и мезозоя значительной мощности, перекрывающих кимберлитовые диатремы. Последние нередко [1-23] интродуцированы пластовыми телами долеритов. Кроме того, для Малоботубинского алмазоносного района (МБАР) установлен значительный (до 400 м) эрозионный срез кимберлитовых трубок в допозднепалеозойское время, обусловивший впоследствии неоднократный перемыв и переотложение индикаторных минералов кимберлитов (ИМК), которые попали в базальные продуктивные верхнепалеозойские и мезозойские толщи. В таких сложных условиях существенно усложняется использование шлихо-минералогического метода поисков алмазных месторождений и требуются более тщательные стратиграфические и литолого-минералогические исследования перспективных на алмазы регионов и территорий [24-29].

Объекты, методология исследований и обсуждение полученных результатов

Важнейшее значение при прогнозно-поисковых работах на алмазы принадлежит *стратиграфическим исследованиям* перспективных территорий (рис. 1) с целью выделения потенциально алмазоносных горизонтов и частей разрезов. Для восстановления путей миграции ореолов ИМК и определения предполагаемых областей их сноса необходимо исследование структурно-формационных и генетических особенностей формирования продуктивных на алмазы осадочных отложений [1-4, 12-20]. При этом важным является достоверное расчленение и восстановление условий формирования рассматриваемых осадочных толщ, а также развитие процессов корообразования (рис. 2), предшествовавших накоплению данных отложений, и их сохранность в последующие этапы геологической истории. То есть определяющими в этом отношении являются структурно-тектонические особенности региона до, во время и после формирования рассматриваемых продуктивных толщ верхнего палеозоя. Так, например, верхнепалеозойские осадочные толщи одного из важнейших в плане коренной и россыпной алмазоносности МБАР представлены [24-29] тремя свитами: лапчанской, ботубинской и боруллойской, средне-позднекаменноугольного, ранне- и позднепермского возраста. *Лапчанская свита* ($C_{2-3}l$) представлена темно-серыми глинами и алевролитами с прослоями песков общей мощностью 20-25 м. В нижней части разреза иногда появляются прослои и линзы гравелитов, галечников и брекчий мощностью до 1 м. В составе местного обломочного материала щебень (до 10 см) терригенно-карбонатных пород, галька (до 3 см) кремней и окремнелых известняков, а чуждого – редкая мелкая хорошо окатанная галька кварца и кварцитов. *Ботубинская свита* (P_{bt}) сложена песками (песчаниками) зеленовато-серыми полимиктовыми и углистыми алевролитами с подчиненным развитием галечников и аргиллитов общей мощностью до 70-95 м. Пески и алевролиты образуют два мезоритма, отвечающие двум подсвитам. Залегают свита с размывом на отложениях лапчанской свиты или на эродированной поверхности пород нижнего палеозоя. Нижняя подсвита (50-55 м) сложена зеленовато-серыми мелко- и среднезернистыми (редко крупнозернистыми до гравелитов) песками кварцевого и граувакко-кварцевого состава. Верхняя часть разреза (10-12 м) представлена темно-серыми до черных плотными глинами, алевролитами и прослоями мелкозернистых песков и углисто-глинистых пород. Горизонты (до 1 м) с крупнообломочным материалом тяготеют к низам разреза и обогащены мелкой галькой преимущественно кварц-кремнистого состава (реже кварцитов и эффузивов) и обломками подстилающих терригенно-карбонатных пород нижнего палеозоя. *Боруллойская свита* (P_{br}) представлена песками (песчаниками) зеленовато-серыми и белесыми разномасштабными, кварц-полевошпатовыми, с линзовидными прослоями алевролитов, местами углистыми. В основании отмечаются базальные галечники (конгломераты). В её составе также выделяются две подсвиты общей мощностью в полных разрезах до 100-170 м.

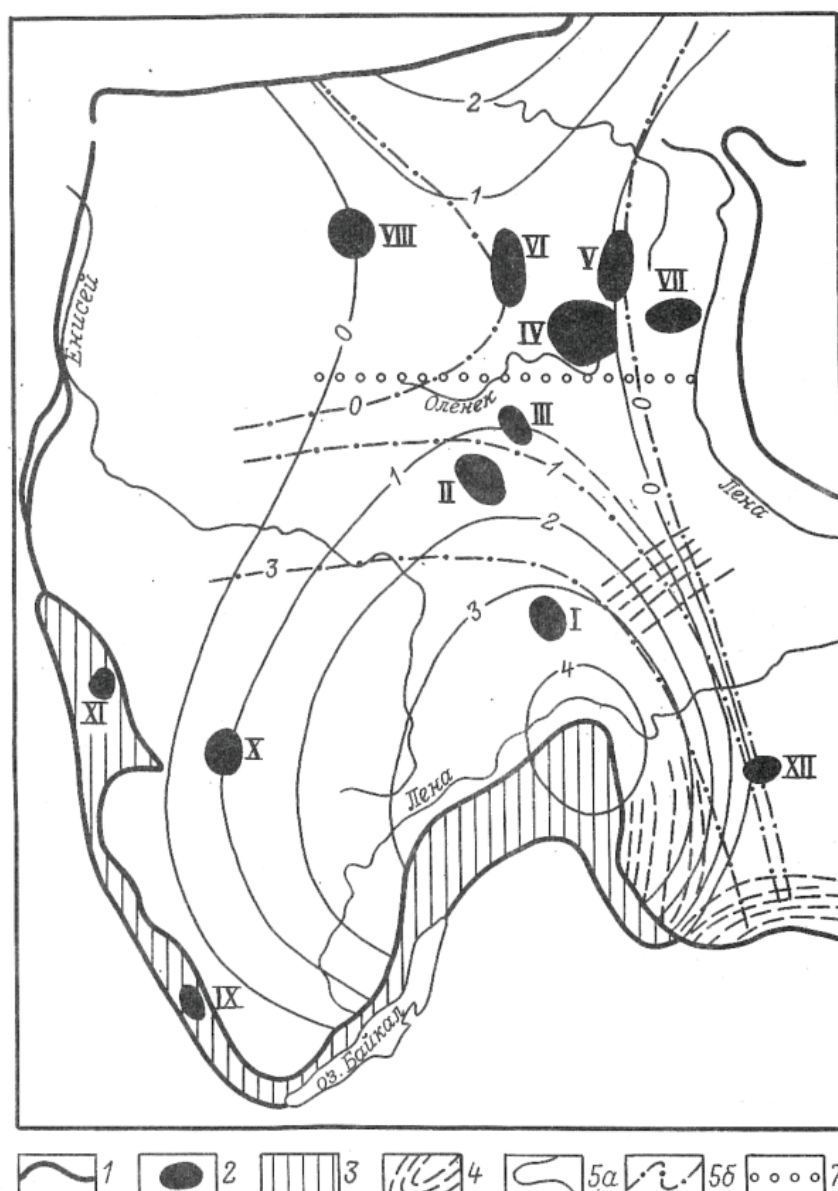


Рис. 1. Схема распространения кимберлитовых и кимберлитоподобных пород на СП:

1-граница СП; 2-районы развития кимберлитов и кимберлитоподобных пород (1-Малоботуобинский; П-Далдыно-Алакитский; Ш-Верхнемунский; 1У-Среднеоленинский; У-Нижнеоленинский; У1-Куонамский; УП-Приленский; УШ-Маймеч-Котуйский; 1Х-Белозиминский; Х-Чадобецкий; Х1-Северо-Енисейский; ХП-Алданский); 3-структурные комплексы нижнего протерозоя; 4-миогесинклинальные зоны байкалид; 5-линии тренда алмазности, в условных единицах (а-для всей провинции; б-для северной части провинции без районов УШ-Х1); 6-граница между Вилуйской и Анабаро-Оленекской алмазными областями

Fig. 1. Scheme of distribution of kimberlites and kimberlite-like rocks on the SP

1-the border of the SP; 2-areas of development of kimberlites and kimberlite-like rocks (1-Malobotuobinsky; P-Daldino-Alakitsky; Sh-Verkhnemunsky; 1U-Sredneolenensky; U-Nizhneolenensky; U1-Kuonamsky; UP-Prilensky; USH-Maymecha-Kotuysky; 1X-Beloziminsky; X-Chadobetsky; X1-North Yenisei; CP-Aldansky); 3-structural complexes of the lower Proterozoic; 4-myogeosynclinal zones of the Baikal; 5-trend lines of diamond content, in conventional units (a-for the entire province; b-for the northern part of the province without USH-X1 districts); 6-the border between Vilyuiskaya and Anabaro-Olenekskaya diamond-bearing areas

Группа	Система	Отдел	Обобщенная литологическая колонка и преобладающие типы осадочных пород	Эпохи корообразования	Корреляционные осадки	Примечание
Кайнозойская КЗ	Четвертичная	Q		?		На Сибирской платформе устанавливается развитие указанных эпох корообразования. Однако в рассматриваемом регионе соответствующие им коры выветривания и коррелятивные осадки отсутствуют
	Неогеновая N	Плиоцен N ₂				
		Миоцен N ₁				
	Палеогеновая P	Олигоцен P ₃		?		
		Эоцен P ₂				
		Палеоцен P ₁		?		
Мезозойская МЗ	Меловая K	K ₂				В депрессиях траппового плато формировались обогащенные продуктами кор выветривания преимущественно глинистые образования, а на остальной территории - чуждые региону песчано-галечные отложения полимиктового состава
		K ₁		?		
	Юрская J	J ₃				
		J ₂				
		J ₁				
	Триасовая T	T ₃				
		T ₂				
		T ₁				
Палеозойская РЗ	Пермская P	P ₂				На отдельных площадях региона фрагментарно накапливались маломощные терригенные отложения D ₂ -C ₁ , которые впоследствии были размыты
		P ₁				
	Каменноугольная C	C ₃				
		C ₂				
		C ₁	?			
	Девонская D	D ₃				
		D ₂				
		D ₁				
	Силурийская S	S ₂				
		S ₁				
	Ордовикская O	O ₃				В южной части региона денудационному срезу подвергались терригенно-карбонатные породы S ₁ , O и E ₃
		O ₂	?			
		O ₁				
Протерозойская PR	Кембрийская E	E ₃				Отсутствуют данные об эпохах корообразования PR в регионе
		E ₂				
		E ₁				
	Вендская V	V				
Архейская AR			+++ +++			

Рис. 2. Эпохи корообразования в фанерозое Якутской алмазоносной провинции СП

Fig. 2. Epochs of crust formation in the Phanerozoic of the Yakut diamond-bearing province of the SP

Залегают свита с размывом на различных горизонтах ботубинской свиты и пород нижнего палеозоя. Нижняя часть нижней подсвиты (8-14 м) сложена зеленовато-желтовато-серыми средне- и крупнозернистыми песками с базальными гравелитами и галечниками мощностью до 2 м. Грубообломочный материал представлен галькой кварцитов, кварца, кремней, эффузивов (часто выветрелых) и слабо окатанными обломками терригенно-карбонатных пород. Выше залегают глины и алевролиты с маломощными прослоями углей, с размывом перекрытые пачкой (30-40 м) желтовато-серых средне- и мелкозернистых песков. Верхняя часть нижней подсвиты сложена темно-серыми алевролитами, плотными глинами и углистыми образованиями. Верхняя подсвита борулойской свиты (до 25 м) представлена светлыми мелко- и среднезернистыми песками. Несколько отличающийся от описанного выше разрез вулканогенно-терригенных отложений среднего карбона – нижнего триаса отмечен в *Далдыно-Алаки́тском алмазоносном районе* (ДААР), где они с размывом, угловым и резким стратиграфическим несогласием залегают на различных горизонтах нижнего палеозоя, коре выветривания (КВ) терригенно-карбонатных пород и перекрывают многие кимберлитовые трубки этой территории. При относительно небольшой мощности (за исключением отдельных участков) эта толща характеризуется сложным строением, фациальной невыдержанностью и изменчивостью по площади. Большинство исследователей делят этот комплекс пород на три толщи: нижнюю среднекаменноугольно-нижнепермского возраста, среднюю, относящуюся к верхней перми, и верхнюю (туфогенную), включающую породы верхней перми и нижнего триаса. Расчленение отложений верхнего палеозоя рассматриваемого региона очень важная задача и тесно связано с многолетними геологическими исследованиями, направленными на поиски месторождений алмазов, а поэтому заслуживает эта задача более детального внимания. Эти отложения в структурном отношении развиты в области юго-восточного замыкания Тунгусской верхнепалеозойской синеклизы (ТВС), что определило особенности их строения: сокращенные мощности стратиграфических подразделений, насыщенность внутриформационными размывами, часто скрытыми, существенной долей континентальных фаций осадков и невыдержанностью литологических тел по площади, при довольно однообразном наборе пород. Преобладание субконтинентальных условий верхнепалеозойского осадконакопления сказалось на общей обедненности пород морской фауной, находки которой довольно редки, в связи с чем основное биостратиграфическое значение приобрели флористические и палинологические комплексы. Поэтому применяющиеся до сих пор биостратиграфические схемы верхнепалеозойских отложений региона являются крайне противоречивыми и во многом ошибочными. Исходной позицией развернувшихся стратиграфических работ следует считать постановление Межведомственного стратиграфического комитета от 1960 года, утвердившее расчленение верхнепалеозойских отложений на катскую (C_{2-3}), пелятинскую (P_2) и дегалинскую (P_2) свиты. Независимо от возраста свит данная схема отражала объективный факт существования трех литостратонов, то есть трех субпараллельных, пластообразных геологических тел, обладающих индивидуальными литолого-фациальными признаками, позволяющими их идентифицировать и картировать в ранге местных стратиграфических подразделений. Незыблемость этой реальности неоднократно подтверждалась практикой геологосъемочных и алмазопоисковых работ, поскольку проведение границ между указанными литостратонами никогда не вызывало принципиальных споров. Однако при проведении детальных поисковых работ возникало естественное стремление к более дробному расчленению верхнепалеозойской толщи. Так, с 1964 г. уже выделялась катская (C_{2-3}), клинтайгинская (P_1), бургу克林ская (P_1^2), пелятинская (P_2) и дегалинская (P_2) свиты. Впоследствии с 1979 г. вместо катской свиты в её объеме стали выделять лапчанскую (C_{2+3}) и ботубинскую (P_1) свиты. С 1989 г. по настоящее время применяется стратиграфическая схема, в которой введена новая ахтарандинская (P) свита. Кроме того, в схеме оставлены лапчанская (C_1^1), и ботубинская (C_{2-3}) свиты, возраст которых был понижен в соответствии с биостратиграфическими представлениями. По существу, все эти три свиты вместе взятые соответствуют прежней катской свите как естествен-

ному геологическому телу. В то же время на практике местами ахтарандинская свита выделяется частично или полностью из состава боруллойской (пеляткинской) или ботуобинской свит. В этой схеме изменен и стратиграфический объем лапчанской свиты, так как её часть вошла в состав новой ботуобинской свиты, а возрастной и литологический диапазон новообразованной лапчанской свиты был значительно сужен, и она приобрела свой первоначальный статус пачки (черная пачка или сылагинские слои). Данные преобразования привели к «перекраиванию» границ свит, что в совокупности с расплывчивостью биостратиграфических признаков породило определенную путаницу в корреляции. Поэтому практическое применение указанной стратиграфической схемы сопряжено с большими трудностями. Нами [8-12], на основании анализа внутреннего строения и вещественного состава верхнепалеозойской толщи, проведена оценка правомерности выделения таких дробных литостратиграфических подразделений (свит) и возможности корреляции их в региональном плане, для чего комплексно изучены как поверхности позднедевонского-раннекаменноугольного выравнивая, развитые в регионе доверхнепалеозойских КВ, пофракционное комплексное изучение вещественной составляющей различных типов пород, что позволило провести литолого-палеографические реконструкции перспективных территорий. Комплексный биостратиграфический анализ позволил при этом выявить ряд противоречий в принятой датировке стратонев и внести предложения по её корректировке. Проведенные исследования свидетельствуют, что в верхнепалеозойской толще рассматриваемого региона достоверно выделяются и прослеживаются два крупных геологических тела, формирование которых связано с двумя тектоно-седиментационными макроциклитами. Нижнее тело (нижний макроциклит) объединяет лапчанскую, ботуобинскую и синхронную им ахтарандинскую свиту в единую ботуобинскую свиту. Верхнее тело (верхний макроциклит) соответствует боруллойской свите; в полных (сохранившихся) разрезах в его состав входит дегалинская свита верхней перми. Выделенные геологические тела обладают выраженными идентификационными свойствами в литологическом составе и строении слоевых ассоциаций, а также различаются по комплексам палеонтологических остатков (фаунистических, флористических и палинологических).

Выделяемые в настоящее время рядом исследователей лапчанская, ботуобинская и ахтарандинская свиты не имеют литологических и палеонтологических идентификационных характеристик и, соответствуя мезоциклитам (циклитам II порядка), рассматриваются нередко как подсвиты единой ботуобинской свиты. Количество подсвит (мезоциклитов) непостоянно и изменяется в региональном масштабе в зависимости от фациальных особенностей и мощности накопленных осадков в каждой рассматриваемой структурно-седиментационной зоне. В то же время на локальных участках местное дробное расчленение разреза в соответствии с циклической структурой оправдано и применимо в практической деятельности при анализе погребенных шлиховых ореолов. Отсюда следует, что на основании периодичности и этапности развития палинофлоры и выделения неповторимых во времени развитых ассоциаций миоспор (мегакомплексов), являющихся индикаторами возраста, а также с привлечением комплекса флоры и фауны, разработана новая стратиграфическая схема расчленения отложений верхнего палеозоя. В ней обосновано отсутствие в регионе каменноугольных отложений и наличие двух основных геологических тел (свит) – ботуобинского и боруллойского, соответственно, ранне- и позднепермского возраста, что должно устранить существующее несоответствие в расчленении здесь отложений верхнего палеозоя. Нам представляется целесообразным также выделение в низах верхнепалеозойского разреза и лапчанской свиты (средне-верхнекарбонического возраста), являющейся по сути формацией перемыка и переотложения древних КВ, что очень важно для совершенствования методики прогнозирования и поисков алмазных месторождений. Аналогичная история стратиграфических исследований описана [4-8, 17-21] во многих опубликованных работах по мезозойским осадочным толщам МБАР, в разрезе которых выделены (рис. 3) и детально изучены континентальные отложения иреляхской (T_3-J_{1ir}) и укугутской (J_{1uk}) свит, а также прибрежно-морские толщи плинсбахского (J_{1p}) и тоарского (J_{1t}) ярусов.

Несколько менее изученными в стратиграфическом плане, судя по опубликованным работам, описаны стратиграфические исследования в других алмазоносных районах СП и Восточно-Европейской платформ (ВЕП).

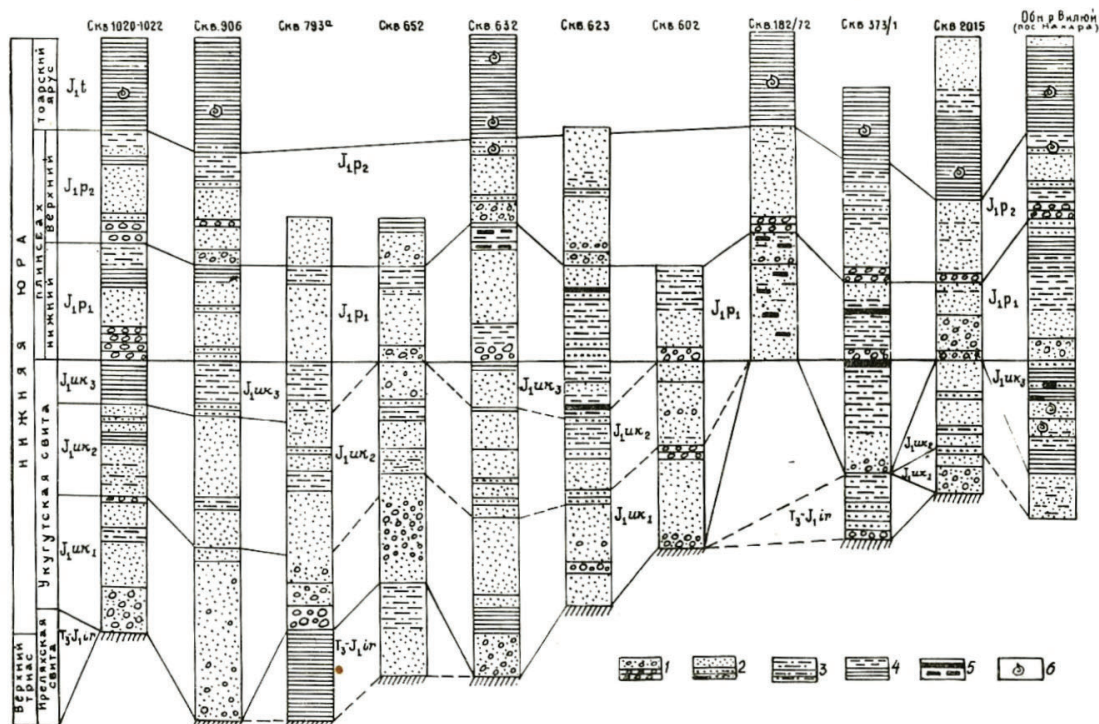


Рис. 3. Сопоставление разрезов мезозойских отложений МБАР СП:

1 – галечники, конгломераты; 2 – пески, песчаники; 3 – алевриты, алевриты; 4 – глины, аргиллиты; 5 – прослой и линзы углей; 6 – фауна и микрофауна. Масштаб 1:1000.

Fig. 3. Comparison of sections of Mesozoic deposits of MBDBA SP:

1 – pebbles, conglomerates; 2 – sands, sandstones; 3 – siltstones, siltstones; 4 – clays, mudstones; 5 – interlayers and lenses of coals; 6 – fauna and microfauna. Scale 1:1000.

Важное значения при прогнозно-поисковых работах на алмазы уделяется **литологическим исследованиям** как вмещающих, так и перекрывающим кимберлитовые диатремы осадочным толщам. Так, в продуктивных осадочных толщах, которые являются потенциально алмазоносными и через которые проводят поиски коренных источников алмазов, часто содержатся глинистые образования. Как показали наши исследования таких верхнепалеозойских и мезозойских осадочных толщ основных алмазоносных районов СП [14- 25], источниками таких глинистых образований служили древние КВ на различных породах (рис.4). В последние годы прогнозно-поисковые работы на алмазы развиваются на новых площадях распространения верхнепалеозойских и мезозойских отложений и в первую очередь – в МБАР, ДААР, Среднемархинского (СМАР) и Маркокинском (МАР) алмазоносных районах, расположенных, соответственно в юго-восточной, центральной и северо-восточной частях восточного борта ТС и на северо-востоке Ангаро-Вилуевского наложенного мезозойского прогиба (АВНМП). С целью выяснения условий размыва и переотложения материала древних КВ в продуктивных толщах в последние годы проведено комплексное изучение вещественного состава элювия на различных породах, а также верхнепалеозойских и мезозойских осадочных комплексов одного из важнейших алмазоносных районов – МБАР, расположенного в центре ЯАП. В *разрезе верхнепалеозойских отложений* МБАР выделяются континентальные верхнекарбонovo-нижнепермские образования лапчанской, ботубинской и борулойской свит, кратко охарактеризованными выше.

Мезозойские отложения в МБАР представлены континентальными отложениями иреляхской и укугутской свит, а также прибрежно-морскими и морскими образованиями плинсбахского и тоарского ярусов. Иреляхские отложения сформированы в начале мощного мезозойского этапа осадконакопления в западной части Вилуйской синеклизы и по ним обычно восстанавливают историю заложения и развития этих структур. Эти образования сохранились от размыва в виде останцов в центральной части АВНМП и на его бортах (рис. 5). Они обнажаются вдоль р. Малой Ботуобии и вскрыты в её верхнем течении. Наиболее полные разрезы свиты изучены во впадинах доиреляхского рельефа. Сложены они глинистыми алевролитами, песчано-алевритистыми глинами с прослоями песков и линзами гравелитов, галечников, углистых глин и бурого угля. Зачастую это типичные озёрные и озёрно-болотные осадки с обилием аутигенного пирита и сидерита.

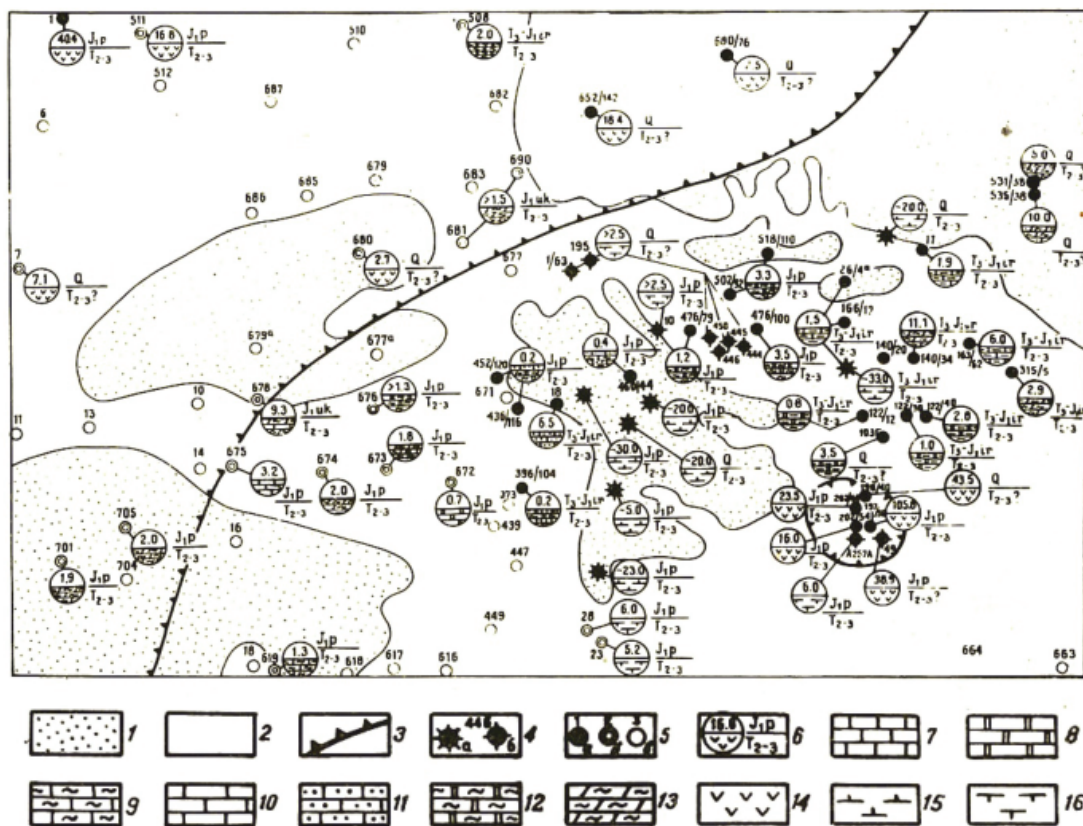


Рис. 4. Карта изученности (фрагмент) КВ среднего-верхнего триаса МБАР СП:

Условные обозначения: Терригенно-карбонатные породы: 1 – укугутской свиты нижнего ордовика, 2 – илгинской свиты верхнего кембрия, 3 – область максимального распространения пород трапповой формации нижнего триаса; 4 – трубки взрыва: а – кимберлитов, б – пород трапповой формации; 5 – скважины (цифры сверху – их номера), по которым кора выветривания: а – изучена, б – не изучена, в – не установлена; 6 – обозначения: у круга в числителе – индекс возраста перекрывающих кору выветривания отложений, в знаменателе – индекс возраста коры выветривания; в верхнем секторе круга – мощность коры выветривания в метрах, в нижнем – породы субстрата; 7 – известняки; 8 – доломиты; 9 – известняки глинистые и глины известковистые; 10 – известняки алевролитистые, алевролиты известковистые; 11 – известняки песчанистые; 12 – доломиты глинистые; 13 – мергели; 14 – долериты; 15 – агломератовые туфы и туфобрекчии основного состава.

Fig. 4. The study map (fragment) of WC of the Middle-Upper Triassic MBDBA of the SP:

Symbols: Terrigenous-carbonate rocks: 1 – the Ust'kutka formation of the Lower Ordovician, 2 – the Ilga formation of the Upper Cambrian, 3 – the area of maximum distribution of rocks of the trap formation of the

Lower Triassic; 4 – explosion tubes: a – kimberlites, b – rocks of the trap formation; 5 – wells (the numbers above are their numbers), according to by which the weathering crust is: a – studied, b – not studied, c – not established; 6 – designations: the circle in the numerator has the age index of the sediments overlapping the weathering crust, in the denominator – the age index of the weathering crust; in the upper sector of the circle – the thickness of the weathering crust in meters, in the lower – substrate rocks; 7 – limestones; 8 – dolomites; 9 – clay limestones and calcareous clays; 10 – silty limestones, calcareous siltstones; 11 – sandy limestones; 12 – clay dolomites; 13 – marls; 14 – dolerites; 16 – agglomerate tuffs and tuff breccias of the main composition.

Иногда наблюдаются аллювиальные отложения – пески, реже галечники. Цвет их в основном серый, зеленовато-бурый, реже бурый. На севере района, в пределах траппового плато (рис. 6), в иреляхском разрезе доминируют слабо отсортированные породы (преимущественно пролювиально-делювиальные фации), состоящие из сильно выветрелых обломков долеритов, гравия и гальки кварц-кремнистых пород, сцементированных глинистым материалом. Залегает иреляхская свита на эродированной поверхности терригенно-карбонатных пород нижнего палеозоя, образований трапповой формации пермо-триаса и с размывом перекрывается отложениями укугутской свиты. Позднетриасовый-раннеюрский возраст свиты устанавливается по определениям флоры, споро-пыльцевых комплексов и положению в разрезе.

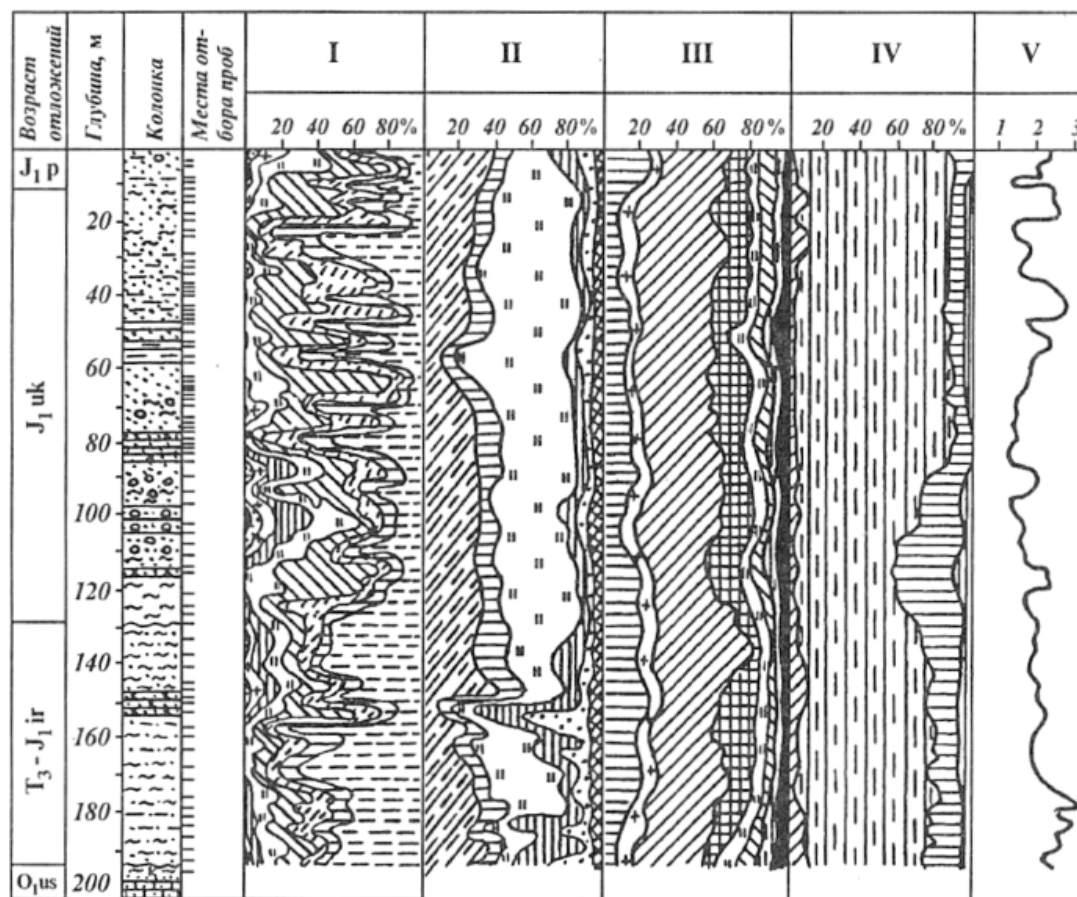


Рис. 5. Литолого-стратиграфический разрез мезозойских отложений, вскрытых скважиной 814 (южная часть МБАР). Условные обозначения смотреть к рис.6.

Fig. 5. Lithological and stratigraphic section of Mesozoic sediments uncovered by well 814 (southern part of MBDBA). See the symbols in Fig.6.

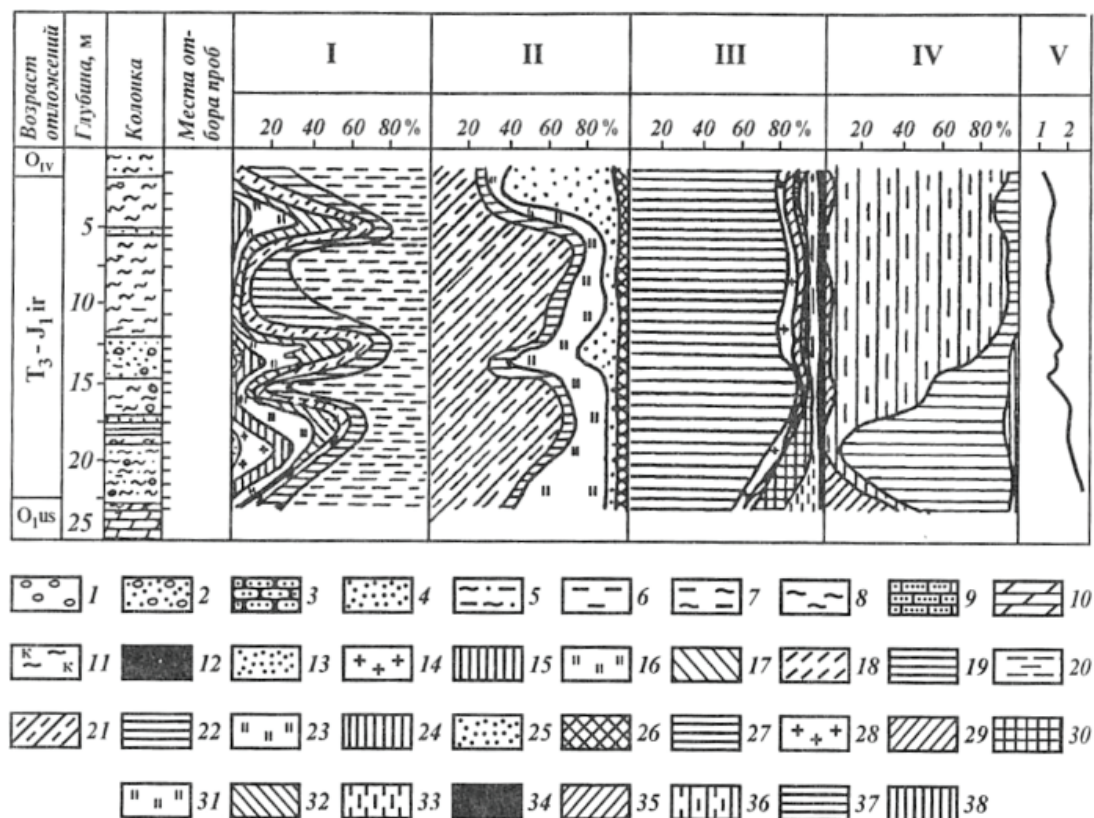


Рис. 6. Литолого-стратиграфический разрез отложений иреляхской свиты, вскрытых скважиной 31,5/5 (центральная часть МБАР). Условные обозначения к рисункам 5 и 6.

Литологическая колонка: 1 – галечники с гравием; 2 – галечники с песком; 3 – песчаники; 4 – пески; 5 – песчано-алеврито-глинистые породы; 6 – алевриты; 7 – алевритистые глины; 8 – глины; 9 – известковистые песчаники; 10 – доломиты; 11 – коры выветривания; 1 – Гранулометрический состав пород (в мм): 12 – крупнее 2,5; 13 – 2,5-1,0; 14 – 1,0-0,75; 15 – 0,75-0,5; 16 – 0,5-0,25; 17 – 0,25-0,1; 18 – 0,1-0,05; 19 – 0,05-0,01; 20 – мельче 0,01; П – Минеральный состав легкой фракции (0,1-0,05 мм): 21 – кварц; 22 – калиевые полевые шпаты; 23 – плагиоклазы; 24 – кремнисто-глинистые агрегаты; 25 – глинисто-железистые агрегаты; 26 – мусковит, биотит, хлорит и др.; Ш – Минеральный состав терригенной части тяжелой фракции (0,1-0,05 мм): 27 – ильменит и магнетит; 28 – лейкоксенизированный ильменит; 29 – минералы группы эпидота (эпидот, цоизит, клиноцоизит и др.); 30 – амфиболы; 31 – турмалин и апатит; 32 – гранаты; 33 – циркон; 34 – сфен, пироксены, дистен и др.; 1У – Минеральный состав легкой фракции (0,1-0,05 мм): 35 – гидрослюда; 36 – монтмориллонит и неупорядоченные монтмориллонит-гидрослюдистые смешанослойные образования; 37 – каолинит; 38 – хлорит и вермикулит; Y – соотношение $J(10 \text{ \AA}) : J(5 \text{ \AA})$.

Fig. 6. Lithological and stratigraphic section of the deposits of the Irelyakh formation, opened by a well 31.5/5 (central part of the MBDBA). Symbols for Figures 5 and 6.

Lithological column: 1 – pebbles with gravel; 2 – pebbles with sand; 3 – sandstones; 4 – sands; 5 – sandy-siltstone-clay rocks; 6 – siltstones; 7 – siltstone clays; 8 – clays; 9 – calcareous sandstones; 10 – dolomites; 11 – weathering crusts; 1 – Granulometric composition of rocks (in mm): 12 – larger 2,5; 13 – 2,5-1,0; 14 – 1,0-0,75; 15 – 0,75-0,5; 16 – 0,5-0,25; 17 – 0,25-0,1; 18 – 0,1-0,05; 19 – 0,05-0,01; 20 – smaller than 0,01; P – Mineral composition of the light fraction (0,1-0,05 mm): 21 – quartz; 22 – potassium feldspar; 23 – plagioclase; 24 – siliceous-clay aggregates; 25 – clay-ferruginous aggregates; 26 – muscovite, biotite, chlorite, etc.; W – Mineral composition of the terrigenous part of the heavy fraction (0,1-0,05 mm): 27 – ilmenite and magnetite; 28 – leucoxenized ilmenite; 29 – minerals of the epidote group (epidote, zoisite, clinocoisite, etc.); 30 – amphiboles; 31 – tourmaline and apatite; 32 – garnets; 33 – zircon; 34 – sphene, pyroxenes, distene, etc.; 1U – Mineral composition of the light fraction (0,1-0,05 mm): 35 – hydroslude; 36 – montmorillonite and disordered montmorillonite-hydroslude mixed-layer formations; 37 – kaolinite; 38 – chlorite and vermiculite; Y is the ratio of $J(10 \text{ \AA}) : J(5 \text{ \AA})$.

Отложения *укугутской свиты* широко развиты в МБАР. Их полные разрезы установлены в верхнем течении р. М. Ботуобии и тяготеют к приосевой, наиболее опущенной части АВНМП (рис. 7), где они залегают с размывом на терригенно-карбонатных породах нижнего палеозоя или кластических отложениях иреляхской свиты, иногда на породах трапповой формации, и представляют собой толщу аллювиальных осадков, разделяющуюся на три пачки. Нижняя (30-35 м, иногда до 50-70 м) сложена галечниками и разнозернистыми (чаще крупно- и среднезернистыми) песками серой, тёмно-серой и желтовато-серой окраски с редкими и маломощными (до 1 м) прослоями алевритов и песчаных глин. Средняя пачка (25-35 м, участками до 55 м) представлена разнозернистыми, преимущественно среднезернистыми косослоистыми сероцветными песками с примесью гравийно-галечного материала и маломощными линзами галечников, тяготеющих к низам разреза. Встречаются прослои буровато-серых алевритов, глин и линзочек угля (2-4 см).

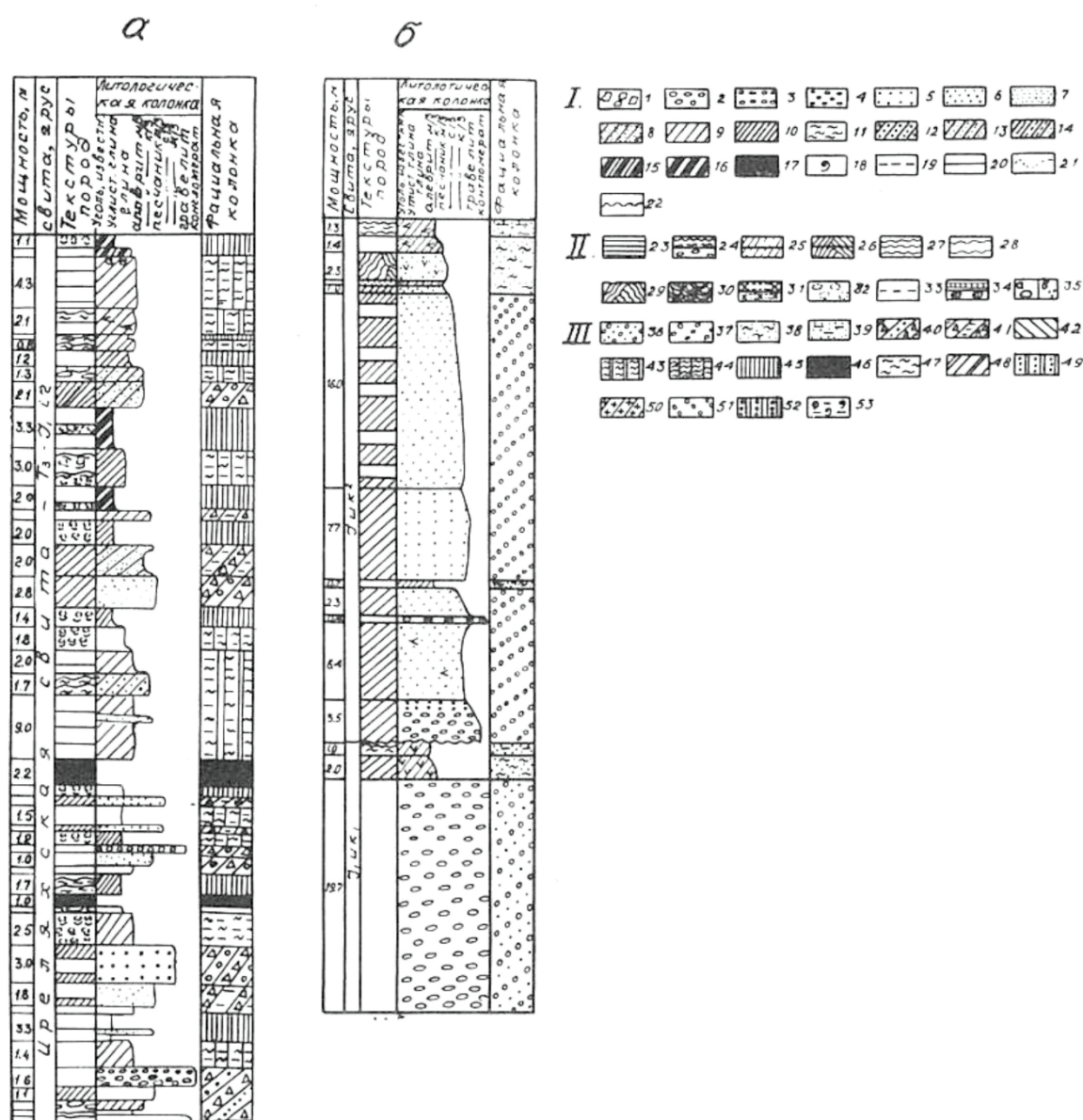


Рис. 7. Литолого-фациальные характеристики отложений иреляхской (а) и нижней-средней пачек укугутской (б) свит МБАР

Условные обозначения: 1 – Литологические типы пород и другие признаки: 1 – брекчия разнощебенчатая; 2 – конгломерат крупногалечный крупногалечный; 3 – конгломерат средне- и мелкогалечный; 4 – гравелит; 5 – песчаник крупнозернистый; 6 – песчаник среднезернистый; 7 – песчаник мелкозернистый; 8 – алевролит крупнозернистый; 9 – алевролит мелкозернистый; 10 – плотная глина; 11 – глина; 12 – чередование песчаников средне- и мелкозернистых с алевролитами; 13 – чередование мелкозернистых песчаников с алевролитами; 14 – чередование мелкозернистых песчаников с алевролитами и глинами; 15 – углистый алевролит; 16 – углистая глина; 17 – уголь; 18 – места находок фауны; 19 – постепенная смена контактов; 20 – отчетливый контакт; 21 – резкий контакт; 22 – резкий контакт с размывом; П – Типы слоистости: 23 – горизонтальная; 24 – неровно (волнисто)-горизонтальная или линзовидно-горизонтальная; 25 – косая однонаправленная или криволинейная; 26 – косая перекрестная: прямолинейная или криволинейная; 27 – правильно-волнистая; 28 – линзовидно-волнистая; 29 – линзовидно-волнисто-перекрестная; 30 – мульдообразно-перекрестная; 31 – конкреционная или конкреционное сложение; 32 – комковатость породы; 33 – породы неслоистые или слоистость их неясная; 34 – прослои или линзы сидерита; 35 – включения: гальки или гравия; Ш – Фации осадков: 36 – русла горноравнинных рек; 37 – русла крупных равнинных рек; 38 – прирусловой части поймы; 39 – зарастающих стариц и вторичных водоемов поймы; 40 – делювиально-пролювиальные отложения; 41 – периферической части конусов выноса; 42 – заболоченной прибрежно-морской равнины; 43 – проточных участков зарастающих озёрных водоёмов; 44 – зарастающих озерных водоёмов; 45 – заболоченных озер и заиляющихся участков торфяных болот; 46 – отложения болот; 47 – прибрежной части заливов и лагун морского бассейна; 48 – центральных частей заливов и лагун морского бассейна; 49 – малоподвижного мелководья морского бассейна; 50 – подвижного мелководья морского бассейна; 51 – сильно подвижного мелководья морского бассейна (отложения центральной части подводной дельты); 52 – сильно подвижного мелководья морского бассейна (отложения аккумулятивных форм – баров, подводных валов, кос и пересыпей); 53 – удаленных от побережья частей морского бассейна.

Fig. 7. Lithological and facies characteristics of the deposits of the Irelyakh (a) and lower-middle packs of the Ukugut (b) MBDBA formation

Symbols: 1 – Lithological types of rocks and other signs: 1 – mixed-stone breccia; 2 – coarse-grained conglomerate; 3 – medium- and small-grained conglomerate; 4 – gravelite; 5 – coarse-grained sandstone; 6 – medium-grained sandstone; 7 – fine-grained sandstone; 8 – coarse-grained siltstone; 9 – fine-grained siltstone; 10 – dense clay; 11 – clay; 12 – alternation of medium- and fine-grained sandstones with siltstones; 13 – alternation of fine-grained sandstones with siltstones; 14 – alternation of fine-grained sandstones with siltstones and clays; 15 – carbonaceous siltstone; 16 – carbonaceous clay; 17 – coal; 18 – places of fauna finds; 19 – gradual change of contacts; 20 – distinct contact; 21 – sharp contact; 22 – sharp contact with erosion; N – Types of layering: 23 – horizontal; 24 – uneven (wavy)-horizontal or lenticular-horizontal; 25 – oblique unidirectional or curved; 26 – oblique cross: rectilinear or curved; 27 – correctly wavy; 28 – lenticular-wavy; 29 – lenticular-wavy-cross; 30 – muldoobrazno-cross; 31 – concretion or concretion addition; 32 – lumpiness of the rock; 33 – non-layered rocks or their layering is unclear; 34 – interlayers or lenses of siderite; 35 – inclusions: pebbles or gravel; Sh – Facies of sediments: 36 – beds of mountain-level rivers; 37 – beds of large plain rivers; 38 – the riverbed part of the floodplain; 39 – overgrown old trees and secondary reservoirs floodplains; 40 – deluvial-proluvial deposits; 41 – peripheral part of the removal cones; 42 – swampy coastal-marine plain; 43 – flowing areas of overgrown lake reservoirs; 44 – overgrown lake reservoirs; 45 – swampy lakes and silted areas of peat bogs; 46 – deposits of swamps; 47 – coastal part of bays and lagoons of the marine basin; 48 – central parts of bays and lagoons of the marine basin; 49 – sedentary shallow water of the marine basin; 50 – mobile shallow water of the marine basin; 51 – highly mobile shallow water of the marine basin (deposits of the central part of the underwater delta); 52 – highly mobile shallow water of the marine basin of the basin (deposits of accumulative form bars, underwater shafts, scythes and embankments); 53 – parts of the marine basin remote from the coast.

Верхняя пачка (20-30 м) сохранилась от размыва в центральных частях конседиментационных депрессий и сложена сероцветными тонкослоистыми алевролитами, глинами, мелко- и тонкозернистыми песками. Возраст укугутской свиты определяется по результатам многочисленных палинологических анализов, а также на основании того, что залегает она на флористически охарактеризованных отложениях иреляхской свиты рэт-геттанга и перекрывается прибрежно-морскими образованиями, содержащими фауну и микрофауну плинсбаха, как ранний лейас-

начало среднего лейаса. *Плинсбахские отложения* в МБАР представлены карикскими и домерскими подъярусами и сложены преимущественно континентальными отложениями. В основании отложений карикского подъяруса (30-50 м) наблюдается базальный слой, сложенный галечниками, конгломератами и грубозернистыми песками. Выше залегают серые и зеленовато-серые пески с прослоями глин и алевролитов, а также линзами плотных известковистых песчаников. Верхняя часть разреза сложена алевролитами и глинами с прослоями углей. Состав отложений этого подъяруса относительно выдержан по площади. В мезозойских депрессиях преобладают алевролиты и глины. В юго-восточной половине района карикские образования с размывом залегают на отложениях верхней пачки укугутской свиты, а в северо-западной – на туфогенной толще нижнего триаса, породах палеозоя и траппах. В основании домерского подъяруса (до 50 м) также повсеместно наблюдается базальный слой галечников, конгломератов и грубозернистых песков, достигающих иногда значительной мощности (до 5 м), хотя в депрессиях он выражен слабо. Выше залегает пачка хорошо отсортированных песчаников, часто с галькой и растительным детритом. Верхняя часть разреза обычно сложена тонкозернистыми песками, алевролитами и глинами. В депрессиях отложения становятся заметно более зернистыми и сменяются глинистыми алевролитами. У возвышенных останцов долеритов с обрывистыми склонами характерно наличие мощной (до 13 м) толщи валунов и гальки, состоящих из тех же долеритов. Вдоль древней береговой линии отмечается толща хорошо отсортированных пляжевых песков. С удалением от этой линии в составе псефитовых обломков базального горизонта домерского подъяруса резко уменьшается содержание местных пород и преобладает экзотическая галька. *Тоарские отложения* представлены тёмно-серыми или тёмно-бурыми глинистыми алевролитами и глинами, часто известковистыми, иногда алевролитистыми с линзами и прослоями глинистых известняков, содержащими обильную фауну (пелециподы, белемниты и др.) и микрофауну (различные виды фораминифер и остракод). По литологическим особенностям эти отложения разделяются на две пачки: нижнюю (до 45 м) – алевролитисто-глинистую (участками с маломощными прослоями тонкозернистых алевролитистых песков в низах разреза) и верхнюю (до 20 м) – песчано-алевролитовую, выделяемую по появлению в разрезе крупнозернистых алевролитов, местами слабо песчанистых. В кровле верхней пачки иногда отмечаются прослой сероцветных известковистых песков и песчаников. Между породами и пачками наблюдаются постепенные переходы. Верхняя пачка представлена осадками регрессирующего моря.

В МБАР и ДААР СП благоприятные условия для формирования мощных КВ существовали в позднедевонское-раннекаменноугольное и средне-позднетриасовое время. В пределах ЯАП *древние коры выветривания* развиты на различных породах: терригенно-карбонатных нижнего палеозоя, долеритах, туфах и туфобрекчиях трубчатых тел, туфогенных образованиях корвунчанской свиты и кимберлитах. В структурном плане древние КВ приурочены преимущественно к конседиментационным палеоподнятиям, в пределах которых в период формирования перекрывающих их отложений развивались обстановки денудационных и денудационно- аккумулятивных равнин. В конседиментационных палеовпадинах, служивших местами аккумуляции переотложенного материала КВ, наоборот, были неблагоприятные условия для интенсивного корообразования. Возможно, здесь протекали только начальные стадии дезинтеграции пород субстрата. Так, в позднедевонское- раннекаменноугольное время в МБАР относительно наиболее полные и мощные (до 15 м) площадные остаточные КВ на терригенно-карбонатных породах нижнего палеозоя развивались на Улу-Тогинском, Мирнинском, Джункунском и Чернышевском палеоподнятиях, обрамлявших Кюеляхскую, Улахан-Ботубинскую и Ахтарандинскую впадины. При этом в отдельных разрезах устанавливаются верхние горизонты КВ, свидетельствующие о формировании в них полных профилей. Подобные палеогеоморфологические особенности развития и распределения характерны и для средне- позднетриасовых КВ (рис. 3). Судя по построенным картам, в пределах МБАР в мезозойское время структуры формировались в двух различных структурно-формационных зонах, резко отличающихся условиями развития

и сохранения доюрских КВ. Одна из них охватывает всю северо-западную половину территории района и в структурном отношении совпадает с северо-западным бортом АВНМП, являвшегося на протяжении длительного времени (норий-ранний лейас) денудационной, и только в плинсбахе – денудационно- аккумулятивной поверхностью. Здесь ко времени корообразования были развиты верхнепалеозойские вулканогенно-терригенные отложения, а также породы трапповой формации (долериты и туфы) нижнего триаса. Только в полосе шириной примерно 25-30 км вдоль бровки северо-западного борта того же прогиба в то время обнажались терригенно- карбонатные породы нижнего палеозоя. Здесь в средне-позднетриасовое время, судя по сохранившимся разрезам полного профиля латеритоподобной КВ, существовали благоприятные условия для интенсивного корообразования. Такие профили изучены нами на терригенно-карбонатных породах нижнего палеозоя мощностью до 15 м (правобережье нижнего течения р. Малая Ботуобия), на траппах нижнего триаса мощностью до 43,5 м (Хатат-Улегирское междуречье), на кимберлитах мощностью до 15 м (трубка имени XXIII съезда КПСС). Вторая – юго-восточная зона района, совпадающая с центральной частью АВМП, была неблагоприятной для интенсивного корообразования. Здесь в среднем и позднем триасе обнажались терригенно-карбонатные породы нижнего палеозоя. В процессе корообразования разрушенный материал пород субстрата сносился в пониженные участки центральной части прогиба. Синхронность этих процессов подчёркивается отсутствием КВ под глинистыми осадками иреляхской свиты мощностью до 60 м, сохранившимися от размыва в мелких депрессиях. Возможно, на небольших поднятиях в прогибе КВ могла достигать значительной мощности.

Проведёнными нашими более ранними исследованиями показано, что существуют существенные различия в составе продуктов выветривания на различных типах пород в анализируемом регионе. Установлена их различная концентрация в перекрывающие КВ верхнепалеозойских и мезозойских отложениях. Так, в базальных горизонтах *лапчанской свиты* отмечено самое высокое (по сравнению с другими толщами верхнего палеозоя) содержание галек кислых эффузивов, известняков, известковистых песчаников, доломитов, мергелей, что указывает на преобладающую роль при их формировании местного материала. Лапчанская свита отличается несколько обеднённым комплексом терригенных минералов и самыми большими концентрациями аутигенных образований. В глинистых фракциях обычно доминирует обломочный каолинит и диоктаэдрическая гидрослюда $2M_1$. Количество и состав грубообломочного материала, минеральные парагенезисы лёгкой, тяжёлой и глинистой фракций позволяют утверждать о преобладающем влиянии в период формирования лапчанской свиты продуктов перераспределения КВ терригенно-карбонатных пород нижнего палеозоя и о значительно меньшем влиянии выветрелых пород основного и ультраосновного состава. В отличие от этого, в грубообломочном комплексе *ботуобинской свиты* отмечено повышенное (до 60 % и больше) количество галек кварцитов. Как и для лапчанской свиты, в базальных горизонтах ботуобинской свиты не обнаружено чётких закономерностей в распределении основных групп минералов легкой, тяжёлой и глинистой фракций, что указывает на неравномерное перераспределения материала из древних КВ. В низах разрезов ботуобинской свиты увеличивается концентрация обломочного монтмориллонита, неупорядоченных монтмориллонит-гидрослюдистых (МГСО) и вермикулит-монтмориллонитовых (ВМСО) смешанослойных образований, что свидетельствует об увеличении здесь доли продуктов выветривания основных и ультраосновных пород и о резком уменьшении таковой терригенно-карбонатных пород. В грубообломочных породах *боруллойской свиты* несколько возрастает количество обломков кварца. Основное отличие этой свиты от нижележащих пермо- каменноугольных толщ сводится к широкому присутствию в лёгкой и тяжёлой фракциях биотита, мусковита и лепидомелана. В пелитовой части преобладают монтмориллонит и неупорядоченные МГСО, а в проницаемых породах (песчаниках и алевролитах) пойменных и озёрно-болотных фаций – и каолинит. Анализ минерального состава боруллойской свиты позволяет говорить о большом влиянии в период её формирования продуктов выветривания

основных пород среднепалеозойского возраста и о подчинённой роли терригенно-карбонатных пород нижнего палеозоя, которые к тому времени в значительной степени были перекрыты отложениями лапчанской и ботубинской свит.

Особенности концентрации продуктов переотложения различных типов КВ в мезозойских отложениях во многом определяются тектонической позицией изучаемых разрезов в пределах, отмеченных выше двух структурно-формационных зон (рис.3). В условиях юго-восточной зоны в условиях низменной аллювиальной равнины (для иреляхской и укугутской свит) накапливались отложения, обогащённые преимущественно чуждым для района полиминеральным материалом. Во второй (северо-западной) зоне, совпадающей с северо-западным бортом АВНМП и расположенной в пределах траппового плато, существовали условия денудационной и денудационно-аккумулятивной равнины, благоприятные для накопления осадков, в которых доминирует местный материал. В это время вдоль бровки северо-западного борта прогиба в пределах МБАР на поверхность выходили источники кимберлитового материала. Анализ минерального состава лёгкой и тяжёлой фракций и их распределение по площади показывает, что в *иреляхской свите* в целом развит сходный с верхнепалеозойскими породами комплекс породообразующих и акцессорных минералов. Сходство морфологического облика минералов и результаты литолого-палеогеографических реконструкций позволяют сделать вывод, что основными источниками поступления этих минералов в бассейны седиментации иреляхского времени являлись широко развитые в районе и на смежных площадях породы нижнего и верхнего палеозоя. Чётко фиксируются здесь продукты переотложения КВ терригенно-карбонатных пород, трапповой формации и кимберлитов, максимальная концентрация которых отмечена в базальных горизонтах и нижних частях иреляхской свиты северо-западного борта АВНМП. Продукты выветривания терригенно-карбонатных пород в образованиях иреляхской свиты этой территории уверенно идентифицируются по постоянному присутствию каолинита и диоктаэдрической гидрослюда $2M_1$. Максимальная их концентрация (до 95 % пелитовой составляющей) отмечена в отложениях свиты в поле развития этой КВ. Иреляхские отложения вдоль бровки северо-западного борта АВНМП характеризуются неравномерной концентрацией материала, поступающего из КВ кимберлитовых пород. При этом отмечается и различная дальность его переноса. Это, кроме различного морфологического облика ИМК, подтверждается и установленным нами присутствием некоторых вторичных минералов, характерных для кимберлитов: Fe-Mg-хлорита, вермикулита и серпентина политипной модификации А. О незначительном переносе этих минералов свидетельствуют их структурно-морфологические особенности и приуроченность к иреляхским алмазоносным россыпям МБАР, сформированным вблизи от коренных месторождений. В отличие от этого, отложения *укугутской свиты* характеризуются незначительной концентрацией продуктов переотложения древних КВ. Нижние горизонты укугутской свиты сложены довольно мощной толщей конгломератов. Галечный материал в них представлен весьма разнообразными изверженными, метаморфическими и осадочными породами. Подавляющее большинство (до 80-90 %) этих образований являются чуждыми для района. В депрессиях траппового плато (северо-западный борт прогиба) отложения укугутской свиты более обогащены продуктами переотложения древних КВ, чем в центральной части прогиба, но значительно меньше, чем иреляхские породы. Данные комплексного изучения вещественного состава укугутских отложений показывают, что в целом они слабо обогащены продуктами КВ. Только в локальных депрессиях северо-западного борта прогиба, в случае непосредственного залегания их на КВ терригенно-карбонатных пород или траппов, в нижних горизонтах увеличивается концентрация аллотигенных глинистых минералов, связанных с выветриванием указанных пород. Для отложений *плинсбахского и тоарского ярусов* в целом не свойственна высокая концентрация продуктов выветривания других пород, что подтверждается особенностями вещественного состава этих толщ. В частности, это подчёркивается незначительной примесью в них аллотигенных глинистых минералов. В период формирования этих

отложений небольшую роль играли только древние коры выветривания основных пород. На это указывает присутствие в пелитовой составляющей аллотигенного монтмориллонита и неупорядоченных смешанослойных образований, характерных для этих КВ.

Проведёнными исследованиями показано, что формирование отдельных зон в разрезах КВ *безслюдистых изверженных пород* как кислого, так и основного состава имеет в целом общие черты [11, 18-22]. В профиле выветривания обоих типов пород средняя зона характеризуется в основном развитием в виде промежуточной фазы монтмориллонита, а верхняя – весьма устойчивого в зоне гипергенеза каолинита. Отличия заключаются главным образом в кристаллохимической природе монтмориллонита, возникающего в рассматриваемых породах не только по плагиоклазам различной основности, но и по роговой обманке. Это определяет меньшую скорость преобразования, синтезирующегося в элювии основных пород близкого к триоктаэдрической разновидности разбухающего минерала в каолинит. В отличие от рассмотренных выше безслюдистых пород кислого состава, слюдистые образования, как, например, терригенно-карбонатные отложения Якутской алмазоносной провинции (ЯАП), содержат в нижней зоне профиля выветривания диоктаэдрическую гидрослюду ($b = 0,900$ нм) в виде смеси политипных модификаций $1M$ и $2M_1$ ($1M > 2M_1$), триоктаэдрический хлорит ($b = 0,922$ нм) и серпентин ($b = 0,935$ нм). Эти отложения характеризуются развитием на них доверхнепалеозойской и донижнеюрской КВ. Наибольшее преобразования исходные породы претерпели в КВ средне-позднетриасового возраста. В средней зоне КВ рассматриваемых пород хлорит и серпентин полностью исчезают. Подвергается существенной деградации также гидрослюда $1M$ (как менее устойчивая по сравнению с $2M_1$), причём трансформационные процессы в структуре гидрослюды $1M$ обуславливают значительное увеличение количества разбухающих слоёв, в то время как гидрослюда $2M_1$ остаётся относительно стабильной. В результате этого возникает МГСО в начале с содержанием менее 40 % разбухающих пакетов, но в верхней зоне количество последних увеличивается и становится больше 40 %. Вследствие весьма низкого совершенства структуры этой фазы она в кислой среде, свойственной верхней зоне КВ, быстро подвергается деструкции, и из образующихся продуктов возникает полубеспорядочный в структурном отношении каолинит. В результате указанных трансформаций содержание гидрослюды $1M$ к верхам профиля выветривания резко снижается, поэтому здесь наблюдается преобладание политипа $2M_1$ ($2M_1 > 1M$).

Слюдистые породы основного типа, в частности, амфибол-флогопит-плагиоклазовые гнейсы СП [13, 23-29], содержат около 50 % основного плагиоклаза, 30 % флогопита, 20 % амфибола. В нижней зоне коры выветривания они характеризуются наличием, кроме того, примеси триоктаэдрического хлорита ($b = 0,920$ нм), а также три- (или $Mg-Fe^{2+}$ -) и диоктаэдрической (или $Al-Fe^{3+}$ -) разновидностей монтмориллонита (b соответственно 0,920 и 0,891 нм), связанных в последнем случае с начальной стадией трансформации флогопита в свойственной этой зоне восстановительной обстановке и в небольшом объёме с деструкцией плагиоклаза. В слабо выветрелых частях общей верхней зоны в связи с развитием вверх по профилю выветривания всё более окислительной обстановки флогопит трансформируется в вермикулит ($b = 0,916$ нм). Плагиоклаз и амфибол в этих условиях подвергаются интенсивному растворению, причём из продуктов разложения первого, как и в нижней зоне, возникает ди- ($b = 0,996$ нм), а второго – ди-триоктаэдрический, или $Mg-Fe^{3+}$ -монтмориллонит ($b = 0,906$ нм). Одновременно в результате деструкции диоктаэдрического монтмориллонита и полностью диоктаэдризированной части триоктаэдрической разновидности этого минерала возникает каолинит, характеризующийся относительно упорядоченной структурой и весьма высокой дисперсностью частиц. Кроме того, благодаря частичной деградации вермикулита образуется ассоциирующий с ним ди-триоктаэдрический монтмориллонит.

Изученные нами [9-13] разности *ультраосновных пород* (такowymi являются кимберлиты) представлены агрегатами серпентина из слоёв типа *A* и *B* ($b = 0,929$ нм) и кальцита с рассеян-

ными выделениями магнетита, а также разнообразными псевдоморфозами по оливину и переменным количеством вкрапленников флогопита. В нижней зоне КВ таких пород содержится, кроме того, примесь хлорита ($b=0,920$ нм), сепиолита, ди-триоктаэдрического $Mg-Fe^{3+}$ -монтмориллонита ($b=0,905$ нм) и гидрослюды ($b=0,900$ нм) $1M$, ассоциирующей с монтмориллонит-гидрослюдистыми смешанослойными образованиями, относящимися в последних двух случаях к продуктам частичной диоктаэдризации флогопита. В средней зоне отмечается последовательное увеличение количества гидрослюды, а серпентин представлен только слоями A . Одновременно с этим резко увеличивается содержание как $Mg-Fe$ -хлорита, так и близкого к собственно Mg -разновидности, а также $Mg-Fe^{3+}$ -монтмориллонита, причём разбухающий минерал, судя по свойственным ему сравнительно узким рефлексам на рентгенограммах, характеризуется относительным совершенством структуры. Смешанослойная фаза в этих двух частях разреза характеризуется тенденцией к упорядоченному чередованию преобладающих – неразбухающих пакетов с подчинёнными – разбухающими. В самых верхних частях профилей выветривания кимберлитов в связи с развитием в них окислительной обстановки хлорит не всегда генерируется, а может чаще всего образовываться вермикулит и рассмотренные выше продукты его дальнейшей трансформации. Одновременно с этим в результате продолжающегося процесса диоктаэдризации монтмориллонита происходит некоторое ухудшение степени совершенства его структуры. Сопровождающая эти преобразования в низах верхней зоны частичная деструкция монтмориллонита обуславливает относительное увеличение содержания в ней гидрослюды. В свою очередь, в структуре смешанослойной фазы содержание неразбухающих пакетов уменьшается, в результате чего последние в этом случае неупорядоченно чередуются с преобладающими – разбухающими. В самих верхах разрезов из продуктов деструкции наиболее разупорядоченной части диоктаэдрического монтмориллонита и смешанослойной фазы синтезируется небольшая примесь каолинита.

Изученные профили КВ слюдяных пород от кислого до ультраосновного состава также характеризуются сходным строением. Особенностью изменения пород уже в нижней зоне является возникновение за счёт первичных – гипогенных минералов (главным образом, триоктаэдрических слюд) гипергенного хлорита. В средней зоне наибольшее развитие имеют разбухающие минералы. Однако, по сравнению с бесслюдястыми породами, они представлены наряду с монтмориллонитом смешанослойной фазой. При этом оба указанных минерала в основных и ультраосновных породах относятся не только к собственно диоктаэдрическому типу, но и близкому к триоктаэдрическому с прогрессирующей диоктаэдризацией вверх по разрезам профилей выветривания. Это является необходимым условием для возникновения в дальнейшем из продуктов деструкции разбухающих минералов наиболее устойчивого в гипергенных условиях слоистого минерала – каолинита. Для продуктов выветривания слюдяных разностей основных пород, как и их бесслюдястых аналогов, характерно к тому же, в отличие от кислых пород, более высокое содержание разбухающих минералов. Благодаря этому и вследствие существенной триоктаэдричности значительной части этих минералов в профилях КВ основных пород, они сохраняются более длительное время, включая верхнюю зону. В этих частях профилей выветривания кислых пород (к таковым можно отнести и терригенно-карбонатные образования) в результате более быстрого разложения наименее совершенной в структурном отношении слюдяной фазы политипной модификации $1M$ и соответственно производной от неё $MGCO$ элювий обогащается устойчивым политипом $2M_1$.

Заключение

Подводя итоги проведенным исследованиям, следует еще раз подчеркнуть важность стратиграфических исследований на всех стадиях проводимых геолого-поисковых работ на алмазы. Очень важно выделять в разрезах осадочных толщ горизонты, обогащенные материалом местных источников сноса, главными среди которых являются коры выветривания различных пород (в том числе кимберлитов). Стратиграфические и литолого-палеогеографические исследе-

дования в алмазоносных регионах также предопределяют задачу определения концентрации в различных типах пород материала древних КВ. При этом следует учитывать, что формирование отдельных зон в профилях выветривания различных типов бесслюдистых и слюдистых пород (от кислых до ультраосновных включительно) определяется не только их минералогией и гидрогеохимией среды на разных уровнях выветривания, но и структурными особенностями породообразующих минералов и механизмом их преобразования в зоне гипергенеза. Главнейшим процессом изменения бесслюдистых пород является растворение исходных минералов и, в зависимости от скорости выноса подвижных элементов из системы минералообразования и соответствующих изменений кислотно-щелочных и окислительно-восстановительных параметров, последовательно развивающийся синтез определённых новообразований или их ассоциаций. В КВ бесслюдистых основных пород, которые содержат, главным образом, основные плагиоклазы, пироксены и амфиболы, на ранних этапах гипергенного процесса вследствие растворения вначале наименее устойчивых из указанных минералов – основных плагиоклазов образуется ассоциация из относительно более упорядоченного, чем в кислых породах, диоктаэдрического монтмориллонита и CaCO_3 . Универсальный характер развития этой ассоциации подчёркивается присутствием её в нижних зонах элювия, сформировавшегося также на долеритах ЯАП. Одновременно с этим за счёт продуктов разложения несколько устойчивых в процессе гипергенного преобразования пород пироксенов и амфиболов возникает близкий к триоктаэдрической разновидности монтмориллонит. В отличие от диоктаэдрического, эта разновидность монтмориллонита, как и большинство слоистых силикатов триоктаэдрического типа (особенно гипогенных) характеризуется изначально более совершенной структурой. В результате прогрессирующего выноса в процессе выветривания из структуры этого монтмориллонита Mg и полного окисления Fe^{2+} происходит последовательная диоктаэдризация его структуры и гомогенизация с диоктаэдрическим аналогом рассматриваемого минерала, связанная с деструкцией основного плагиоклаза. Учитывая общую направленность кристаллохимических преобразований минералов в зоне гипергенеза, указанный процесс имеет в этом случае необратимый процесс. Следует при этом отметить, что каолинит к верхам разреза характеризуется повышением степени совершенства структуры. В отличие от этого, в слюдистых разностях пород как кислого, так и основного состава, наряду с растворением рассмотренных выше минералов, важное значение приобретают процессы преобразования различных разновидностей слюд. Благодаря слоистой структуре минералы слюдистого типа в процессе выветривания подвергаются деградиционной трансформации, причём в зависимости от ди- или триоктаэдричности этих минералов и свойственных им политипных модификаций указанные изменения обладают определёнными особенностями. Одной из них является присутствие преимущественно в нижних и средних частях профилей выветривания, кроме возникающего в ряде случаев (при соответствующем типе исходных пород) собственно монтмориллонита, гаммы различных смешанослойных образований. Так, в профилях выветривания кислых пород (в том числе и терригенно-карбонатных пород, развитых на СП), содержащих смесь диоктаэдрических слюдистых минералов политипных модификаций $1M$ и $2M_1$, особенно в случаях преобладания в исходных породах слабо устойчивого политипа $1M$, наиболее важное значение для образования элювиальных продуктов приобретает различная стабильность отдельных модификаций этих минералов. Уже на ранних этапах выветривания вследствие неоднородного замещения Si на Al в тетраэдрах кристаллической решётки слюды, из части наименее заряжённых межслоевых промежутков структуры $1M$ происходит интенсивный вынос K , что обуславливает развитие смешанослойной фазы. В верхних частях профилей выветривания этого типа за счёт уменьшения смешанослойной фазы $1M$ (в связи с превращением её в каолинит), увеличивается роль более устойчивого политипа $2M_1$. В КВ слюдистых пород основного типа, которые содержат наряду с основными плагиоклазами, пироксенами и амфиболами также тетраэдрические слюды (в основном биотита и флогопита, т.е. минералов, характеризующихся преимущественно политипной модифи-

кации 1М), на ранних этапах элювиального процесса происходит развитие не только различных смешанослойных фаз, но и ряда промежуточных индивидуальных минералов триоктаэдрического типа. При этом, на наиболее ранних стадиях преобразования исходных пород в щёлочной среде и резко восстановительной обстановке флогопит частично трансформируется в хлорит, а на более поздних этапах в близкой к указанной выше среде, но в окислительной обстановке – в вермикулит. Хлорит к верхам разрезов быстро разлагается. За счёт изменения хлорита сначала образуется вермикулит, а за счёт последнего и каолинит. В профилях выветривания ультраосновных пород (в частности кимберлитов) однотипные минералы, встречающиеся как в основных, так и ультраосновных разностях пород характеризуются близким механизмом преобразования. Особенностью гипергенного процесса в этих породах на раннем его этапе благодаря длительному сохранению высокощёлочной среды являются в основном лишь перекристаллизация относительно высокотемпературной политипной модификации серпентина типа В в наиболее низкотемпературную – А. За счёт изменения флогопита образуется гидрослюда, наследующая свойственный первому политип 1М, которая более устойчивая, чем однотипное монтмориллонит-гидрослюдистое смешанослойное образование. Сравнительный анализ рассмотренных выше КВ показывает, что наряду с минералогическими особенностями исходных пород и гидродинамическими условиями среды важное значение в формировании элювиальных продуктов имеют три следующих фактора. Первый – это степень структурной упорядоченности первичных минералов. Второй связан с унаследованностью этих свойств вновь возникающими фазами. И третий включает универсальность процесса преобразования гипогенных и образования гипергенных минералов в профилях выветривания, развитых на различных типах пород. При этом успешное использование этих положений для объективного выявления закономерностей зонального строения КВ может основываться только на комплексном оптико-электронно-микроскопическом и структурно-кристаллохимическом их изучении. Указанная методология позволяет дифференцировать на структурном уровне одни и те же видовые разновидности первичных минералов, а также дифференцировать вторичные слоистые силикаты, различающиеся в последнем случае либо характерном заселении октаэдрических позиций в их структуре, т.е. ди- или триоктаэдрическим мотивом кристаллической решётки, либо способом взаимного наложения отдельных силикатных слоёв в структуре этих минералов или их полиптипий. В свою очередь, установленные типоморфные особенности слюдистых образований в КВ кимберлитов и широко развитом на СП элювие терригенно-карбонатных пород можно успешно использовать при прогнозно-поисковых работах на алмазы, в частности при палеогеографических реконструкциях верхнепалеозойских и мезозойских толщ и определении в них источников сноса в бассейны седиментации материала местных пород. Особенности литологии осадочных толщ и КВ МБАР можно перенести и на другие алмазоносные районы СП и ВЕП, где они изучены с меньшей детальностью.

Литература

1. Зинчук, Н.Н. Состав и генезис глинистых минералов в верхнепалеозойских осадочных толщах восточного борта Тунгусской синеклизы / Н.Н. Зинчук. – Текст: непосредственный // Геология и геофизика : научный журнал / Российская академия наук Сибирское отделение. – Новосибирск : СО РАН, 1981. – № 8. – С. 22-29.
2. Зинчук, Н.Н., Стратегия ведения и результаты алмазопроисловых работ / В.М. Зуев, В.И. Коптиль, С.Д. Чёрный. – Текст: непосредственный // Горный вестник. 1997. – № 3. – С. 53-57.
3. Зинчук, Н.Н. Апокимберлитовые породы / Н.Н. Зинчук, Ю.М. Мельник, В.П. Серенко. – Текст: непосредственный // Геология и геофизика : научный журнал / Российская академия наук Сибирское отделение. – Новосибирск : СО РАН, 1987. – № 10. С. 66-72.
4. Котельников, Д.Д. Типоморфные особенности и палеогеографическое значение слюдистых минералов

лов / Д.Д. Котельников, Н.Н. Зинчук. – Текст: непосредственный // Известия ВУЗов. Геология и разведка, 1996. – № 1. – С. 53-61.

5. Котельников, Д.Д. Особенности глинистых минералов в отложениях различных осадочных формаций / Д.Д. Котельников, Н.Н. Зинчук. – Текст: непосредственный // Известия ВУЗов. Геология и разведка, 1997. – № 2. – С. 53-63.

6. Тектонофизические исследования при алмазопроизводственных работах : методическое пособие / А.С. Гладков, С.А. Борняков, А.В. Манаков, В.А. Матросов. – Москва: Научный мир, 2008. – 175 с. – Текст: непосредственный.

7. Дукардт, Ю.А. Авлакогенез и кимберлитовый магматизм : монография / Ю.А. Дукардт, Е.И. Борис. – Воронеж: ВГУ, 2000. – 161 с. – Текст: непосредственный.

8. Афанасьев, В.П. Минерогения древних россыпей алмазов восточного борта Тунгусской синеклизы / В.П. Афанасьев, Н.Н. Зинчук. – Текст: непосредственный // Геология и геофизика : научный журнал / Российская академия наук Сибирское отделение. – Новосибирск : СО РАН, 1987. № 1. С. 90-96.

9. Афанасьев, В.П. Полигенез алмазов в связи с проблемой коренных россыпей северо-востока Сибирской платформы / В.П. Афанасьев, Н.Н. Зинчук, В.И. Коптиль. – Текст: непосредственный // Доклады Академии наук. 1998. Т. 361. № 3. С. 366-369.

10. Афанасьев, В.П. Особенности распределения россыпных алмазов, связанных с докембрийскими источниками / В.П. Афанасьев, Н.Н. Зинчук, А.Н. Логвинова. – Текст: непосредственный // Записки Российского минералогического общества, 2009. – Т. 138, № 2. – С. 1-13.

11. Петрохимия кимберлитов: монография / А.Д. Харьков, В.В. Зуенко, Н.Н. Зинчук [и др.]. – Москва: Недра, 1991. – 304 с. – Текст: непосредственный.

12. Хитров, В.Г. Применение кластер-анализа для выяснения закономерностей выветривания пород различного состава / В.Г. Хитров, Н.Н. Зинчук, Д.Д. Котельников. – Текст: непосредственный // Доклады АН СССР, 1987. – Т. 296, № 5. – С. 1228-1233.

13. Егоров, К.Н. Перспективы коренной и россыпной алмазности Юго-Западной части Сибирской платформы / К.Н. Егоров, Н.Н. Зинчук, С.Г. Мишенин, В.П. Серов, А.П. Секерин, В.П. Галенко, Е.П. Денисенко, А.С. Барышев, Ю.В. Меньшагин, Д.А. Кошкарёв. – Текст: непосредственный // Геологические аспекты минерально-сырьевой базы Акционерной компании «АЛРОСА»: современное состояние, перспективы, решения. Дополнительные материалы по итогам региональной научно-практической конференции «Актуальные проблемы геологической отрасли АК «АЛРОСА» и научно-методическое обеспечение их решений», посвященной 35-летию ЯНИГП ЦНИГРИ АК «АЛРОСА». – Мирный: МГТ, 2003. – С. 50-84.

14. Зольников, Г.В. Гидротермальная стадия серпентинизации кимберлитов трубки Мир / Г.В. Зольников, В.К. Маршинцев. – Текст: непосредственный // Геология и геофизика : научный журнал / Российская академия наук Сибирское отделение. – Новосибирск : СО РАН, 1965. – № 5. – С. 149-153.

15. Илупин, И.П. Геохимия кимберлитов : монография / И.П. Илупин, Ф.В. Каминский, Е.В. Францесон. – Москва: Недра, 1978. – 352 с. – Текст: непосредственный.

16. Казанский, Ю.П. Выветривание и его роль в осадконакоплении / Ю.П. Казанский. – Москва: Наука, 1969. – 126 с. – Текст: непосредственный.

17. Каминский, Ф.В. Закономерности размещения кимберлитовых (разнофациальных) и родственных им пород на Сибирской платформе / Ф.В. Каминский. – Текст: непосредственный // Доклады АН СССР. 1972. – Т. 204, № 5. – С. 1187-1190.

18. Крючков, А.И. Идентификация кимберлитовых тел, подвергнутых динамическому воздействию траппов (на примере системы тел в районе трубки Юбилейная, Якутия) / А.И. Крючков, А.Д. Харьков, Н.П. Похиленко. – Текст: непосредственный // Геология и геофизика : научный журнал / Российская академия наук Сибирское отделение. – Новосибирск : СО РАН, 1994. № 3. С. 12-15.

19. Милашев, В.А. Кимберлиты и глубинная геология : монография / В.А. Милашев. – Ленинград: Недра, 1990. – 167 с. – Текст: непосредственный.

20. Никишов, К.Н. Петролого-минералогическая модель кимберлитового процесса : монография / К.Н. Никишов. – Москва: Наука, 1984. – 212 с. – Текст: непосредственный.

21. Котельников, Д.Д. Геологическая интерпретация результатов изучения глинистых минералов в осадочном чехле земной коры / Д.Д. Котельников, Н.Н. Зинчук – Текст: непосредственный // Вестник Воронежского государственного университета. Серия : Геология, 2001. – № 12. – С. 45-51.
22. Зинчук, Н.Н. О специфике изучения алмаза при прогнозно-поисковых работах (на примере Сибирской платформы) / Н.Н. Зинчук, Л.Д. Бардухинов – Текст: непосредственный // Руды и металлы, 2021. – № 3. – С. 59-75.
23. Савко, А.Д. Алмазоносность Воронежской антеклизы / А.Д. Савко, Н.Н. Зинчук, Л.Т. Шевырёв [и др.] // Труды НИИГ Воронежского ун-та, 2003. – Т. 17. – 121 с – Текст: непосредственный
24. Зинчук, Н.Н. Сравнительная характеристика типоморфных особенностей алмазов из терригенных отложений Воронежской антеклизы (Липецкая область) и Украинского щита (Среднее Приднестровье) в связи с проблемой прогнозирования и поисков их коренных источников / Н.Н. Зинчук, А.Д. Савко, В.И. Коптиль, А.И. Чашка, Ю.А. Полканов, Е.Ю. Палкина, А.Я. Хренов, Л.Т. Шевырев. – Текст: непосредственный // Вестник ВГУ. Серия : Геология. – Воронеж: ВГУ, 2004. – № 2. – С. 99-110.
25. Afanas'ev, V.P. Diamond prospects in the Southwestern flank of the Tungusk Syncline / V.P. Afanas'ev, N.N. Zinchuk, V.L. Griffin, L.M. Natapov, G.A. Matuchyan. – Text : unmediated // Geology of ore Deposits, 2005. – Т. 47, № 1. – P. 45-62.
26. Vasilenko, V.B. Diamond potential estimation based on Kimberlite major element chemistry / V.B. Vasilenko, L.G. Kuznetsova, N.I. Volkova, N.N. Zinchuk, V.O. Krasavchikov. – Text : unmediated // Journal of Geochemical Exploration, 2002. – Т. 76, № 2. – P. 93-112.
27. Vasilenko, V.B. On the Correlation between the Compositions of mantle Inclusions and Petrochemical Varieties of kimberlites in Yakutian Diatremes / V.B. Vasilenko, L.G. Kuznetsova, N.N. Zinchuk. – Text : unmediated // Petrology, 2001. – Т. 9, № 6. – P. 576-588.
28. Grachanov, S.A. The age of Predictable primary diamond sources in the Northeastern Siberian Platform / S.A. Grachanov, N.N. Zinchuk, N.V. Sobolev. – Text : unmediated // Doklady Earth Sciences, 2015. – N. 465, № 2. – P. 1297-1301.
29. Serov, I.V. Mantle Sources of the kimberlite Volcanism of the Siberian Platform / I.V. Serov, V.K. Garanin, N.N. Zinchuk, A.Ya. Rotman. – Text : unmediated // Petrology, 2001. – Т. 9, № 6. – P. 576-588.

References

1. Zinchuk, N.N. Sostav i genezis glinistyykh mineralov v verhnepaleozojskikh osadochnyykh tolshchah vostochnogo borta Tungusskoy sineklizy / N.N. Zinchuk. – Текст: непосредственный // Геология и геофизика : научный журнал / Российская академия наук Сибирское отделение. – Новосибирск : СО РАН, 1981. – № 8. – С. 22-29.
2. Zinchuk, N.N., Strategiya vedeniya i rezul'tatyalmazoposkovykh rabot / V.M. Zuev, V.I. Koptil', S.D. Chjornyj. – Текст: непосредственный // Горный вестник. 1997. – № 3. – С. 53-57.
3. Zinchuk, N.N. Apokimberlitovye porody / N.N. Zinchuk, Ju.M. Mel'nik, V.P. Serenko. – Текст: непосредственный // Геология и геофизика : научный журнал / Российская академия наук Сибирское отделение. – Новосибирск : СО РАН, 1987. – № 10. С. 66-72.
4. Kotel'nikov, D.D. Tipomorfnye osobennosti i paleogeograficheskoe znachenie sljudistyykh mineralov / D.D. Kotel'nikov, N.N. Zinchuk. – Текст: непосредственный // Известия ВУЗов. Геология и разведка, 1996. – № 1. – С. 53-61.
5. Kotel'nikov, D.D. Osobennosti glinistyykh mineralov v otlozheniyah razlichnykh osadochnyykh formacij / D.D. Kotel'nikov, N.N. Zinchuk. – Текст: непосредственный // Известия ВУЗов. Геология и разведка, 1997. – № 2. – С. 53-63.
6. Tektonofizicheskie issledovaniya prialmazoposkovykh rabotah : metodicheskoe posobie / A.S. Gladkov, S.A. Bornjakov, A.V. Manakov, V.A. Matrosov. – Moskva: Nauchnyj mir, 2008. – 175 s. – Текст: непосредственный.
7. Dukardt, Ju.A. Avlakogenez i kimberlitovyy magmatizm : monografiya / Ju.A. Dukardt, E.I. Boris. – Voronezh: VGU, 2000. – 161 s. – Текст: непосредственный.
8. Afanas'ev, V.P. Minerageniya drevnih rossypejalmazov vostochnogo borta Tungusskoy sineklizy /

V.P. Afanas'ev, N.N. Zinchuk. – Tekst: neposredstvennyj // Geologija i geofizika : nauchnyj zhurnal / Rossijskaja akademija nauk Sibirskoe otdelenie. – Novosibirsk : SO RAN, 1987. № 1. S. 90-96.

9. Afanas'ev, V.P. Poligenez almazov v svjazi s problemoj korennyh rossypej severo-vostoka Sibirskoj platformy / V.P. Afanas'ev, N.N. Zinchuk, V.I. Koptil'. – Tekst: neposredstvennyj // Doklady Akademii nauk. 1998. T. 361. № 3. S. 366-369.

10. Afanas'ev, V.P. Osobennosti raspredelenija rossypnyh almazov, svjazannyh s dokembrijskimi istochnikami / V.P. Afanas'ev, N.N. Zinchuk, A.N. Logvinova. – Tekst: neposredstvennyj // Zapiski Rossijskogo mineralogicheskogo obshhestva, 2009. – T. 138, № 2. – S. 1-13.

11. Petrohimija kimberlitov: monografija / A.D. Har'kiv, V.V. Zuenko, N.N. Zinchuk [i dr.]. – Moskva: Nedra, 1991. – 304 s. – Tekst: neposredstvennyj.

12. Hitrov, V.G. Primenenie klaster-analiza dlja vyjasnenija zakonomernostej vyvetrivanija porod razlichnogo sostava / V.G. Hitrov, N.N. Zinchuk, D.D. Kotel'nikov. – Tekst: neposredstvennyj // Doklady AN SSSR, 1987. – T. 296, № 5. – S. 1228-1233.

13. Egorov, K.N. Perspektivy korennoj i rossypnoj almazonosnosti Jugo-Zapadnoj chasti Sibirskoj platformy / K.N. Egorov, N.N. Zinchuk, S.G. Mishenin, V.P. Serov, A.P. Sekerin, V.P. Galenko, E.P. Denisenko, A.S. Baryshev, Ju.V. Men'shagin, D.A. Koshkarev. – Tekst: neposredstvennyj // Geologicheskie aspekty mineral'no-syr'evoj bazy Akcionernoj kompanii «ALROSA»: sovremennoe sostojanie, perspektivy, reshenija. Dopolnitel'nye materialy po itogam regional'noj nauchno-prakticheskoy konferencii «Aktual'nye problemy geologicheskoy otrasli AK «ALROSA» i nauchno-metodicheskoe obespechenie ih reshenij», posvjashhennoj 35-letiju JaNIGP CNIGRI AK «ALROSA». – Mirnyj: MGT, 2003. – S. 50-84.

14. Zol'nikov, G.V. Hidrotermal'naja stadija serpentinizacii kimberlitov trubki Mir / G.V. Zol'nikov, V.K. Marshincev. – Tekst: neposredstvennyj // Geologija i geofizika : nauchnyj zhurnal / Rossijskaja akademija nauk Sibirskoe otdelenie. – Novosibirsk : SO RAN, 1965. – № 5. – S. 149-153.

15. Ilupin, I.P. Geohimija kimberlitov : monografija / I.P. Ilupin, F.V. Kaminskij, E.V. Francesson. – Moskva: Nedra, 1978. – 352 s. – Tekst: neposredstvennyj.

16. Kazanskij, Ju.P. Vyvetrivanie i ego rol' v osadkonakoplenii / Ju.P. Kazanskij. – Moskva: Nauka, 1969. – 126 s. – Tekst: neposredstvennyj.

17. Kaminskij, F.V. Zakonomernosti razmeshhenija kimberlitovyh (raznofacial'nyh) i rodstvennyh im porod na Sibirskoj platforme / F.V. Kaminskij. – Tekst: neposredstvennyj // Doklady AN SSSR. 1972. – T. 204, № 5. – S. 1187-1190.

18. Krjuchkov, A.I. Identifikacija kimberlitovyh tel, podvergnutyh dinamicheskomu vozdejstvu trappov (na primere sistemy tel v rajone trubki Jubilejnaja, Jakutija) / A.I. Krjuchkov, A.D. Har'kiv, N.P. Pohilenko. – Tekst: neposredstvennyj // Geologija i geofizika : nauchnyj zhurnal / Rossijskaja akademija nauk Sibirskoe otdelenie. – Novosibirsk : SO RAN, 1994. № 3. S. 12-15.

19. Milashev, V.A. Kimberlity i glubinnaja geologija : monografija / V.A. Milashev. – Leningrad: Nedra, 1990. – 167 s. – Tekst: neposredstvennyj.

20. Nikishov, K.N. Petrologo-mineralogicheskaja model' kimberlitovogo processa : monografija / K.N. Nikishov. – Moskva: Nauka, 1984. – 212 s. – Tekst: neposredstvennyj.

21. Kotel'nikov, D.D. Geologicheskaja interpretacija rezul'tatov izuchenija glinistykh mineralov v osadochnom chehle zemnoj kory / D.D. Kotel'nikov, N.N. Zinchuk. – Tekst: neposredstvennyj // Vestnik Voronezhskogo gosuniversiteta. Serija : Geologija, 2001. – № 12. – S. 45-51.

22. Zinchuk, N.N. O specifikke izuchenija almaza pri prognozno-poiskovyh rabotah (na primere Sibirskoj platformy) / N.N. Zinchuk, L.D. Barduhinov. – Tekst: neposredstvennyj // Rudy i metally, 2021. – № 3. – S. 59-75.

23. Savko, A.D. Almazonosnost' Voronezhskoj anteklizy / A.D. Savko, N.N. Zinchuk, L.T. Shevyryov [i dr.] // Trudy NIIG Voronezhskogo un-ta, 2003. – T. 17. – 121 s. – Tekst: neposredstvennyj

24. Zinchuk, N.N. Sravnitel'naja harakteristika tipomorfnyh osobennostej almazov iz terrigenykh otlozhenij Voronezhskoj anteklizy (Lipeckaja oblast') i Ukrainskogo shhita (Srednee Pridnestrov'e) v svjazi s problemoj prognozirovaniya i poiskov ih korennyh istochnikov / N.N. Zinchuk, A.D. Savko, V.I. Koptil', A.I. Chashka, Ju.A. Polkanov, E.Ju. Palkina, A.Ja. Hrenov, L.T. Shevyrev. – Tekst: neposredstvennyj // Vestnik VGU. Serija : Geologija. – Voronezh: VGU, 2004. – № 2. – S. 99-110.

25. Afanas'ev, V.P. Diamond prospects in the Southwestern plinkt of the Tungusk Sineklise / V.P. Afanas'ev, N.N. Zinchuk, V.L. Griffin, L.M. Natapov, G.A. Matuchyan. – Text : unmediated // *Geology of ore Deposits*, 2005. – Т. 47, № 1. – P. 45-62.
26. Vasilenko, V.B. Diamond potential estimation based on Kimberlite major element chemistry / V.B. Vasilenko, L.G. Kuznetsova, N.I. Volkova, N.N. Zinchuk, V.O. Krasavchikov. – Text : unmediated // *Jornal of Geochechal Exploration*, 2002. – Т. 76, № 2. – R. 93-112.
27. Vasilenko, V.B. On the Correlation between the Compositions of mantle Inclusions and Petrochemical Warieties of kimberlites in Yakutian Diatremes / V.B. Vasilenko, L.G. Kuznetsova, N.N. Zinchuk. – Text : unmediated // *Petrology*, 2001. – Т. 9, № 6. – P. 576-588.
28. Grachanov, S.A. The age of Predictable primary diamond sources in the Northeastern Sibirian Platform / S.A. Grachanov, N.N. Zinchuk, N.V. Sobolev. – Text : unmediated // *Doklady Eart Sciences*, 2015. – N. 465, № 2. – P. 1297-1301.
29. Serov, I.V. Mantle Sources of the kimberlite Vorcanism of the Sibirian Platform / I.V. Serov, V.K. Garanin, N.N. Zinchuk, A.Ya. Rotman. – Text : unmediated // *Petrology*, 2001. – Т. 9, № 6. – P. 576-588.

Сведения об авторах

ЗИНЧУК Николай Николаевич – д.г.-м.н., профессор, председатель Западно-Якутского научного центра (ЗЯНЦ) АН РС (Я)

E-mail: nnzinchuk@rambler.ru

ZINCHUK Nikolay Nikolaevich – Doctor of Geological and Mineralogical Sciences, Professor, Chairman, West-Yakutian Scientific Centre of SR (Y) Academy of Sciences