

УДК 553.81

## РЕТРОСПЕКТИВНЫЙ МИНЕРАГЕНИЧЕСКИЙ АНАЛИЗ ОТЛОЖЕНИЙ ВИШЕРСКОЙ АЛМАЗОНОСНОЙ ЗОНЫ (ВОСТОЧНАЯ ОКРАИНА РУССКОЙ ПЛАТФОРМЫ)

© 2022 г. И. И. Никулин\*

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,  
Воробьевы горы, Москва, ГСП-1, 119991 Россия

\*e-mail: iinikulin@gmail.com

Поступила в редакцию 25.01.2022 г.

После доработки 20.04.2022 г.

Принята к публикации 30.04.2022 г.

Впервые дана систематизированная информация о формировании всех типов россыпей алмазов Вишерской алмазоносной зоны. Методика ретроспективного восстановления сформированных алмазоносных залежей позволила проследить основные 5 этапов россыпеобразования: современный, неоген-четвертичный, мезозой-донеогеновый, нижнедевонский, нижнесилурийский. Современные и четвертичные россыпи сложены аллювиальными и делювиально-пролювиальными отложениями, состоящими из почти неизменных неоген-четвертичных образований. Кайнозойские (неоген-четвертичные) по своим минерально-геохимическим характеристикам являются унаследованными отложениями от рифей-венда до неогена, многократно переотложенные в различные эпохи денудации. Флювиогляциальные процессы произвели несколько срезов с переносом более ранних алмазоносных отложений на другие участки зоны без значительных их преобразований. Мезозойские гигантские алмазоносные карстовые формы сложены отложениями, сформированными в результате коррозии контактов пород полюдово-колчимской с такатинской, базальной пачки с доломитами внутри колчимской свиты. Песчаные алмазоносные отложения нижнесилурийской базальной пачки и такатинской свиты в большинстве своем не имеют литологической и геохимической связи. У последних преимущественно аллювиальный характер образования. У нижнесилурийских – прибрежно-морской. Прослеживание их геофизическими методами позволит оконтурить литолого-фациальный ареал, указывающий на возможные кимберлитовые поля Русской платформы или на неизвестные промежуточные коллекторы.

*Ключевые слова:* минерагения, алмазы, Вишерская зона, Русская платформа

DOI: 10.31857/S0016777022050094

### ВВЕДЕНИЕ

Алмазоносность известна на всех древних платформах с почти 7000 вскрытых коренных источников, из которых только пять процентов относятся к промышленно значимым. В результате интенсивных геологоразведочных работ на Африканской и Сибирской платформах определены их минерально-сырьевые базы на алмазы как наиболее крупные по запасам, после которых следуют Северо-Американская и Австралийская. Россыпи алмазов известны в отложениях широкого возрастного диапазона от позднеархейских до четвертичных, последние из которых являются наиболее распространенными и широко развиты преимущественно вблизи древней поверхности (Устинов, 2015). Фанерозойские дочетвертичные россыпи алмазов приурочены к древним осадочным бассейнам, локализируются в синеклизах, про-

гибах или залегают на крыльях перекрытых положительных структур.

Вишерская алмазоносная зона (ВАЗ) приурочена к выходящим на дневную поверхность разновозрастным отложениям (от венда до неогена) Русской платформы (фиг. 1). Эти отложения слагают передовые складки Урала (ПСУ), разделяясь в системе надвига в пределах Кожимо-Вишерской структуры и составляющего ее Полюдова кряжа (Полюдовско-Колчимского антиклинория). Антиклинорий разделяет ВАЗ на Западно-Вишерский и Березовский и Восточно-Вишерский алмазоносные районы (Никулин, 2019). Западнее эти породы слагают предуральскую краевую впадину (Предуральский краевой прогиб (ПКП)) с залеганием фундамента на глубинах более 9 км (фиг. 2). ПСУ также сложены осадочным чехлом, сформированным до коллизии Русской платформы с Западно-Сибирской плитой. В око-

лодненную поверхность выведены преимущественно терригенные и карбонатные породы девона, карбона и нижней перми. В ВАЗ наиболее широко распространены вендские, ордовикские, силурийские и девонские отложения, определившие алмазоносность зоны. В прогибе же обнажаются в основном нижнепермские породы, частично перекрытые верхнепермскими отложениями. Сложившаяся на сегодня геологическая обстановка предопределила рамки исследований алмазоносных россыпей. Исследования и, собственно, добыча алмазов ограничены россыпями, локализованными в непосредственной близости от дневной поверхности. Систематического ранжирования типов алмазов из разновозрастных россыпей предшественниками не проведено. Поэтому сведение геологической информации о проявлениях разновозрастных алмазоносных россыпей в единый рудноформационный ряд будет основой для дальнейших систематических пополнений знаний об алмазоносности Русской платформы. Участки и зоны распространения в совокупности с разработанными предшественниками критериями укажут на возможные кимберлитовые поля Русской платформы или на неизвестные промежуточные коллекторы (Бортников, 2009).

Изучение геологического строения алмазоносной зоны восточной части Русской платформы имеет спорадический характер, построенный преимущественно на деятельности неравнодушных к этой теме исследователей. Систематическое изучение закончилось, только начавшись в советский период развития отечественной геологии, что хорошо отражено на представленных картах ВСЕГЕИ (г. Санкт-Петербург). В связи с этим у разных исследователей сложилось разное мнение на формирование алмазоносных россыпей, каждая россыпь трактуется по-разному, а единой схемы образования до сих пор никто не предлагает, где были бы увязаны все факты развития ВАЗа. Наиболее удачная попытка системно увязать алмазную геологию проделана в недавнее время по Койвинскому алмазоносному району (Копылов и др., 2015).

Промышленное значение в пределах ВАЗ до 2014 года имели русловые и террасовые россыпи, а также россыпи из кайнозойских депрессий.

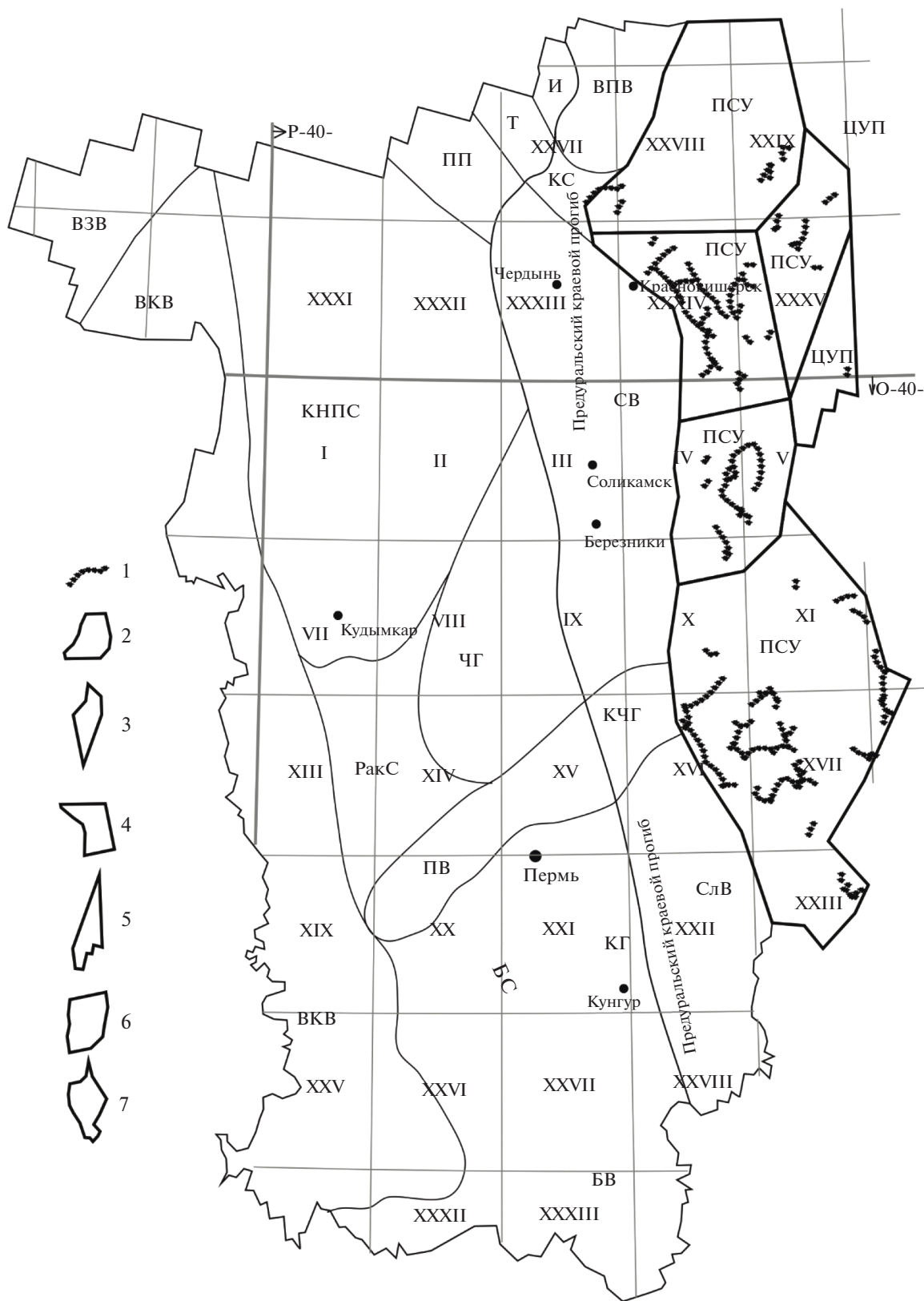
Среднестатистический уральский алмаз по 185 россыпям и проявлениям имеет массу в 60 мг (около 0.3 карата), достигая в промышленных россыпях 210 мг (более 1.0 карат). Зерна хорошо отсортированные, крупные, со средним классом крупности до 8 мм по разным россыпям. Алмазы бесцветные, реже зеленые, дымчатые, желтые, редко розовые и черные, имеющие форму додекаэдров. Количество ювелирных камней достигает 80%. Нередко встречались алмазы массой 10–11 карат. При дражной разработке россыпи реки Большой Колчим обнаружен алмаз в 20 карат, а при разработке нижнедевонского аллювия – 30 каратный алмаз.

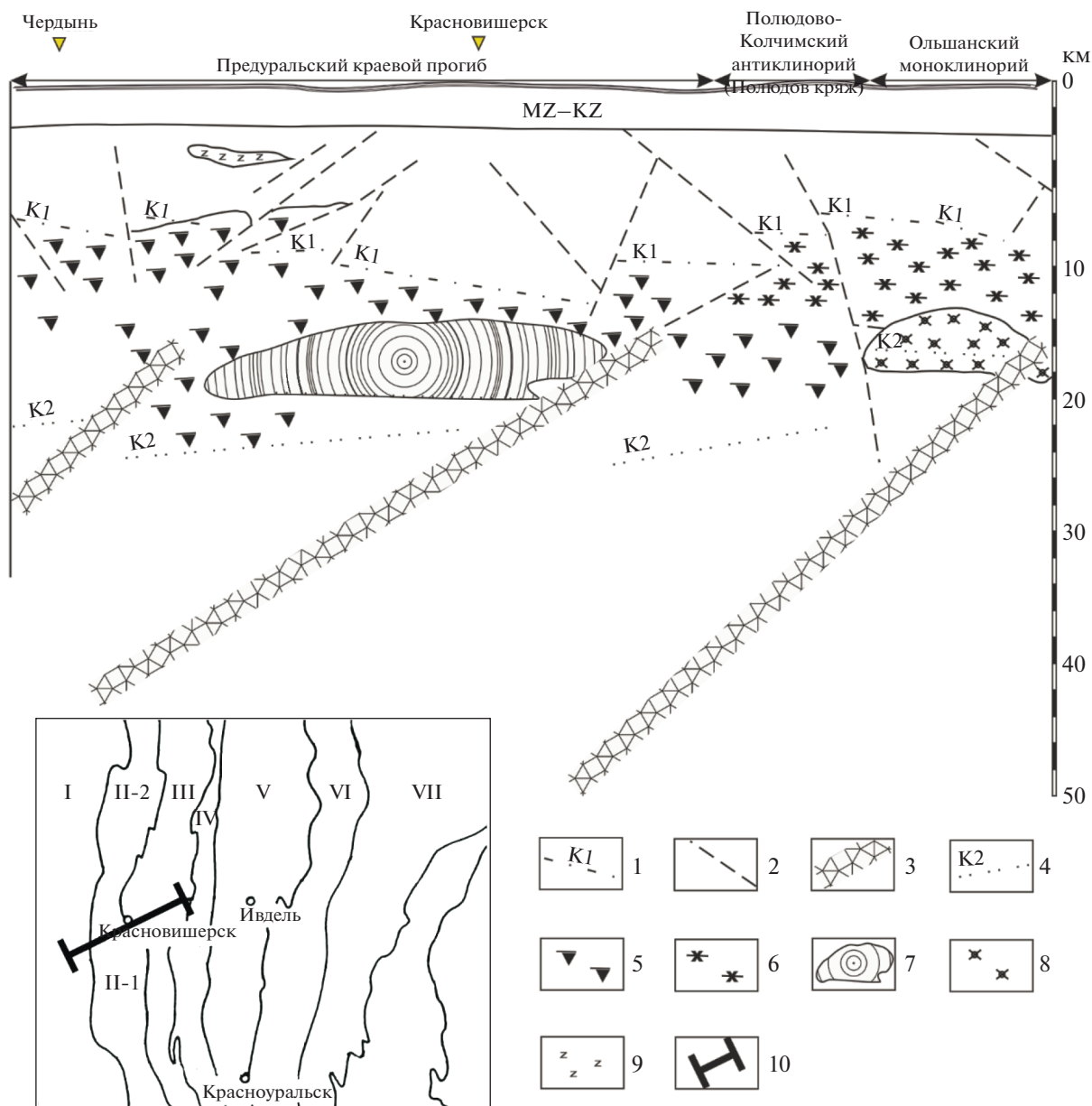
## МЕТОДИКА ИССЛЕДОВАНИЯ

На сегодня актуальной задачей научно-методического обеспечения геолого-поисковых работ на алмазы является совершенствование локальных (крупномасштабных) методов прогноза в районах действующих алмазодобывающих предприятий в связи с необходимостью наращивания минерально-сырьевой базы. Поскольку поиски алмазных месторождений в таких районах проводятся преимущественно на территориях, где они перекрыты толщами разновозрастных отложений, то ВАЗ в этом плане представляет собой модельный объект для решения комплексной задачи.

В представленной работе применен ретроспективный анализ алмазоносности отложений ВАЗ, то есть прослежена генетическая связь между современным россыпеобразованием, промежуточными коллекторами и питающими источниками в каждом отдельном случае. Ретроспективный анализ алмазной минерагении нами относится прежде всего к генетическим методам, которые занимают самым предметом изучения – отдельными признаками, характеризующими свойства и особенности, по которым алмазоносные формации могут отличаться друг от друга. По этим признакам выделены алмазоносная формация пассивной континентальной окраины, речных стоков, пенепленная и плутоногенная, а также их развитие, в отличие от исторической минерагении, которая традиционно аккуратно регистрирует сведения о месторождениях, событиях и идеях взаимосвязи, сыгравших роль в эво-

**Фиг. 1.** Геологическая карта россыпей алмазов в пределах Пермского края (на тектонической основе В.М. Проворова (Минерально-..., 2006)). 1 – россыпи алмазов, районы: 2 – Березовский, 3 – Восточно-Вишерский, 4 – Западно-Вишерский, 5 – Восточно-Яйвинский, 6 – Западно-Яйвинский, 7 – Койвинский. Римские цифры – международная номенклатура трапеций топопланшетов масштаба 1 : 200000, жирные линии – границы зон (ограничены широтами). ПБС – Пермско-Башкирский свод, БВ – Башкирская вершина, БС – Бабкинская седловина, ПВ – Пермская вершина, ВКВ – Верхнекамская впадина, КГ – Кунгурская гомоклиналь, ЧГ – Чермозская гомоклиналь, РакС – Ракшинская седловина, КНПС – Камский наложенно-погребенный свод, ВЗВ – Вятская зона валов, КППС – Коми-Пермяцкий погребенный свод, ПП – Предтиманский прогиб, Т – Тиманский кряж, И – Ижма-Печорская впадина, ВПВ – Верхнепечорская впадина, КС – Колвинская седловина, СВ – Соликамская впадина, КЧС – Косьюинско-Чусовская седловина, СЛВ – Сылвенская впадина, ПСУ – Передовые складки Урала, ЦУП – Центрально-Уральское поднятие.

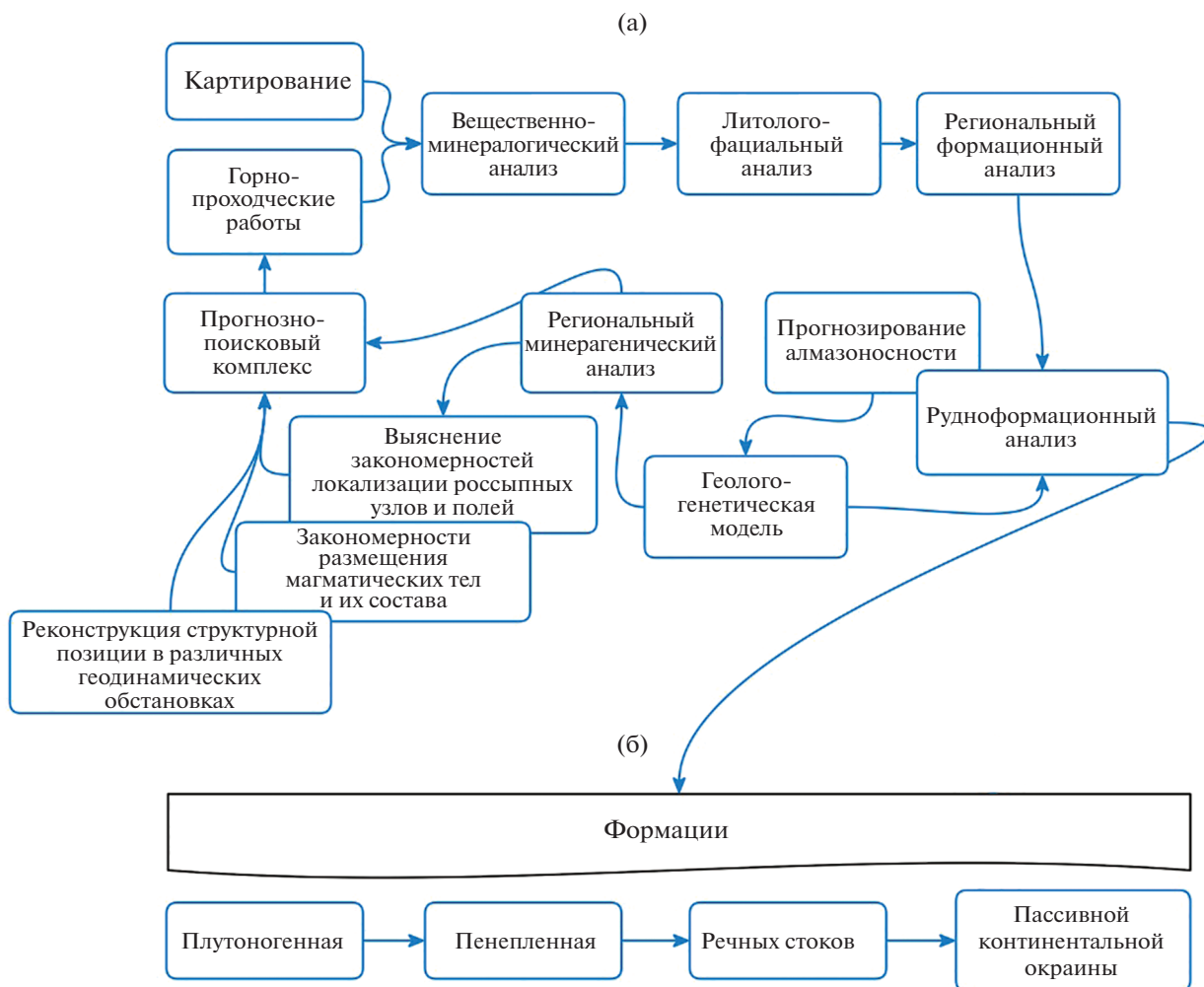




**Фиг. 2.** Геолого-геофизический разрез (по профилю ГСЗ) с предполагаемыми границами по данным сейсморазведки (по В.С. Дружинину и др., 1998, с упрощениями): 1 – поверхность фундамента; 2 – тектонические нарушения в осадочном чехле Русской платформы; 3 – глубинные зоны разломов; 4 – положение гранулитово-базальтового слоя; 5 – комплекс гранатовых амфиболитов; 6 – гранито-гнейсовый, сланцевый комплекс; 7 – ультрамафитовый комплекс; 8 – гранит-гранодиоритовый комплекс; 9 – щелочной комплекс, нерасчлененный; 10 – профиль ГСЗ. На врезке схема расположения (по И.Д. Соболеву, С.В. Антонееву): I – Камский свод Русской платформы, II-1 – Соликамская впадина Предуралья, II-2 – Верхнепечорская впадина Предуралья, III – Передовые складки Урала (Западно-Уральская зона линейной складчатости), IV – Центральноуральское поднятие, V – Тагильско-Магнитогорский прогиб, VI – Восточно-Уральское поднятие, VII – Восточно-Уральский прогиб.

люции предмета изучения. Представляется, что в геологической истории нет места для детального описания теории, если только это не является существенным для понимания событий. В генетических методах нет места для внимательного изучения событий – если только это не способствует более глубокому проникновению в предмет. Так,

ретроспективный анализ будет иметь тенденцию представлять историческую последовательность в искаженной перспективе. В нашей работе игнорируются вопросы, которые так и не были успешно разрешены и, тем более, не рассматриваются идеи, приведшие исследования в тупик. Представленный здесь ретроспективный анализ мине-



**Фиг. 3.** Принципиальная схема минерагенического анализа (а) на основе рудноформационного анализа (б) по (Старостин, Никулин, 2021).

рагении россыпей алмазов восточной окраины Русской платформы обходит молчаливым годами бесплодных усилий различных исследователей и огромные массивы вспомогательных вычислений. Анализ построен на фактических материалах от современного положения россыпей к плодотворной идее их самого древнего заложения.

Накопление информации для генетической модели контролируется рудноформационным анализом, который, в свою очередь, при изучении осадочных пород осуществляется главными инструментами – минералогическим, палеонтологическим, литолого-фациальным анализами, а также геохимическими и геофизическими и другими методами (фиг. 3а). По завершении первого цикла исследований определяется первый образ возможных формаций. Далее при каждой итерации выявляются новые формации и, возможно, сдвигаются положения уже выявленных. В итоге в рамках общего цикла генетических сопоставле-

ний выстраивается последовательный ряд алмазоносных формаций (фиг. 3б). В нашей работе на каждом цикле определения алмазоносной формации выстраивался рудноформационный ряд от более молодых коллекторов алмазов к более древним. Тем самым ретроспективный минерагенический анализ от молодых отложений к древним позволил наметить новые потенциальные на алмазоносность геологические объекты.

Современное россыпеобразование происходит по выведенным на дневную поверхность породам, отложение которых происходило в пассивной окраине Русской платформы. В свою очередь, доставка терригенного материала к окраине происходила за счет водостока, который разветвлялся древние коры выветривания. Эти коры выветривания формировались по коренным источникам алмазов в известные эпохи пенеппенизации Русской платформы. По набору данных в результате этих исследований каждая ячейка в форма-

ционном ряду несет часть генетической информации от соседних. Цикличность преобразования алмазоносных осадочных формаций будет обновляться в последующих исследованиях только информацией о вновь выявленных этапах магматизма и экзогенных процессов, в том числе флювиогляциальных (Конюхов, 1987), а количественный и качественный состав полезного ископаемого — динамическими режимами.

Формы залегания осадочного чехла ВАЗ, слагающего восточную окраину Русской платформы, изучены по большому количеству обнажений, а также целенаправленному бурению в разные годы на выявление кимберлитовых диатрем. Их соотношение во времени и геодинамические условия восстановлены литолого-фациальным анализом. Характер распространенности отложений в пространстве подкреплен геофизическими (грави- и магниторазведка в аэровариантах масштабов 1 : 5000—100 000, электроразведка масштаба 1 : 1000) и геохимическими исследованиями. На основе стратиграфических и палеоструктурных исследований определялось качественное распределение алмазов в той или иной осадочной формации (Синицын, 1966). Тектонические условия образования выделенных формаций определялись при изучении конседиментационной структуры региона (Маслов, Алексеев, 2003). Это позволило выявить генетические ассоциации формаций и наметить их типовые сочетания в виде последовательного ряда от молодых к более древним россыпям (Конюхов, 1987). В представленной работе рассматриваются только алмазоносные отложения без акцентирования на преобладающий минеральный состав.

### ГЕОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ АЛМАЗОНОСНОЙ ЗОНЫ

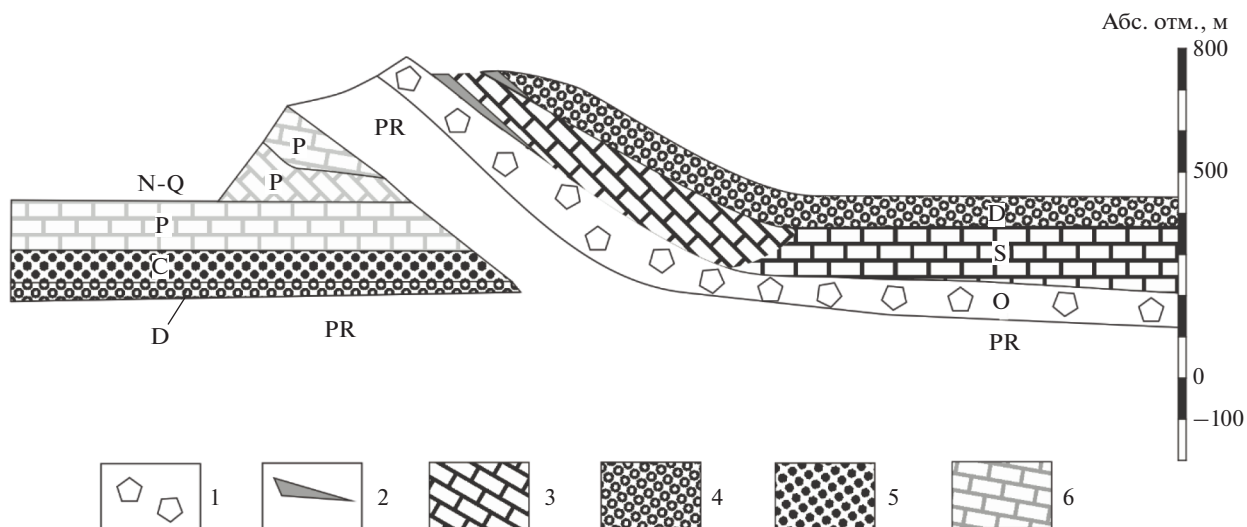
Формирование осадочных формаций, связанных с алмазоносностью района, произошло в несколько этапов. В беломорско-карельские циклы сформировалась Русская платформа с гнейсами и гранито-гнейсами. В байкальский цикл на Русскую платформу наложилась Печорская плита с кристаллическими сланцами. Зона их столкновения фиксируется региональными разломами Тиманского направления, отраженными в современном рельефе. В докембрийские тектонические циклы до каледонского тектогенеза в терригенно-прибрежной обстановке на архейском основании формировались терригенно-вулканогенно-морские протерозойские отложения, подвергшиеся в дальнейшем региональному метаморфизму. В деминское ( $R_3dm$ ) и низьвенское ( $R_3pz$ ) времена осадконакопление отвечает условиям, переходным от шельфа к континентальному склону в режиме относительной тектонической стабилизации, где накапливается толща су-

щественно карбонатных пород с относительно маломощными прослоями терригенных образований. В венде (неопротерозое) образовалась спарагмитовая формация в условиях устойчивого перикратонного прогибания Русской платформы с тиллитовидными конгломератами, отвечающими глобальному похолоданию — криогению. В устьчурочинское время ( $V_1uc$ ) осадконакопление происходило в шельфовой зоне с накоплением преимущественно алевропесчаного полевошпатово-кварцевого материала за счет размыва платформенного комплекса пород. Тектонические процессы в чурочинское время ( $V_1cr$ ) способствовали размыву не только удаленных платформенных образований, но и аркозовых песчаников и конгломератов рассольнинской свиты ( $R_3rs$ ), на что указывает состав обломочного материала тиллитовидных конгломератов и песчаников. Кроме того, отмечается привнос экзотического обломочного материала дрейфующими льдами. В кочешорское время ( $V_2kc$ ) усиливается привнос обломочного материала из области активно развивающейся уральской рифтовой системы. Формируется молласоидная толща терригенных пород, в основании которой залегает мощный комплекс песчаных осадков, накопившихся в условиях относительного мелководья и медленного прогибания. На рубеже венды и кембрия происходит поднятие региона и осадконакопление прекращается. В начале каледонского тектогенеза (кембрий) окончательно спаиваются Русская платформа и Печорская плита. В этом эпизоде происходит внедрение даек эссексит-диабазов, возраст которых прослеживается от 567 до 480 млн лет. Конгломераты полюдовской свиты ( $O_3pl$ ) накапливаются после длительного перерыва в достаточно узких активно прогибающихся участках жесткого рифейско-вендского основания. Их образование связано с правосторонними деформациями блока фундамента и образованием в его пределах чередующихся участков сжатия и растяжения, в которых и накапливались кластические толщи полюдовской свиты. Осадконакопление происходило в дельтовых условиях и в непосредственной близости береговой линии моря. Кратковременный подъем территории и связанное с ним прекращение осадконакопления продолжается до раннего силура. Начавшееся опускание обусловило трансгрессию моря с накоплением маломощного комплекса терригенных и терригенно-карбонатных пород. Наличие в карбонатных породах песчаной существенно кварцевой составляющей указывает на близость береговой линии, которая в начале лудловского века (язьвинская свита ( $S_2js$ )) смещается. С началом герцинской фазы регион опустился, что дало начало накоплению прибрежно-морских и дельтовых отложений тактинской свиты ( $D_1tk$ ) (Щербаков и др., 1994).

Трансгрессия моря распространена на весь район. Поверхность предтакатинского размыва сложена комплексом смятых в пологие складки отложений рифея и венда, а также залегающими практически горизонтально отложениями полудовской, колчимской и язьвинской свит, разделенными поверхностями стратиграфических несогласий. Предтакатинская поверхность слабо наклонена к востоку и расчленена русловыми врезами такатинской палеодельты. С начала такатинского и в ваяншинское время ( $D_{1vn}$ ) на всей территории устанавливается морской режим осадконакопления. Волынское время характеризуется морским осадконакоплением в условиях мелководья и в режиме пассивной континентальной окраины. Поверхность предпашийского размыва слагали породы рифея и венда, а также осадки палеозоя (в составе такатинской, ваяншинской свит и волынской толщи). Предполагается, что ордовикские и силурийские отложения не выходили на поверхность. Такатинская свита слагала значительную часть поверхности размыва вокруг Полудовского поднятия. После кратковременного поднятия территории в пашийское время ( $D_{2ps}$ ) накапливаются существенно карбонатные отложения с небольшим прослоем терригенного материала франского века и далее почти до времени образования турнейской терригенной толщи ( $C_{1t}$ ). В ядрах палеоподнятий образуются рифогенные преимущественно водорослевые постройки. При дальнейшем погружении морского дна во впадинах возникают глубоководные условия. Отлагаются карбонатно-глинистые и глинисто-кремнистые осадки. В пределах Колчимского поднятия сводовый и бортовой тип разреза фиксируется только до уровня кремнистой толщи, хотя более уверенно это можно сказать только для фаменского яруса. Поверхность предвизейского размыва представляла собой низкую прибрежную равнину с очень слабым наклоном к востоку. Палеодолины были слабо морфологически выражены и имели веерный характер (Щербакова, Щербаков, 2002). После кратковременного перерыва в осадконакоплении, начинается визейская трансгрессия с отложением терригенных, глинистых и карбонатных отложений в угленосной толще. Поверхность предбашкирского размыва сложена однообразными отложениями — известняками и доломитами позднего визе. До артинского времени осадконакопление происходит в условиях относительной стабильности в море, а на границе с сакмарским веком произошла резкая смена условий осадконакопления. В артинское время образуются терригенные флишеидные толщи талицкой и сыпучинской свит ( $P_{1tl+sp}$ ), а позднее — образование красноцветных отложений. В связи с активным поднятием региона в результате коллизионного сжатия в конце герцинской эпохи на всей территории устанавливается континенталь-

ный режим осадконакопления (Пучков, 2010). Произошла активная денудация палеозойского чехла, сопровождаемая тектоническими деформациями, особенно вдоль глубинных разломов северо-западного простирания, ограничивающих Колчимское поднятие. Интенсивное корообразование и пенепленизация территории в мезозое привели к формированию крупных эрозионно-структурных депрессий. Но в плиоцен-четвертичное время купольные поднятия региона полностью изменили рельеф территории. Фрагменты мезозойских кор выветривания с их эрозионно-структурными ловушками (депрессиями) сохранились и за пределами активно поднимающейся плиоцен-четвертичной зоны (например, Песчанская депрессия). Начавшееся сжатие в плиоцен-четвертичный этап развития привело к деформации блока фундамента, ограниченного глубинными разломами. В рельефе сформировались линейные водоразделы северо-западного простирания с заложением крупных речных систем вдоль границ воздымающегося блока (реки Большой Шугор, Большая Песчанка и другие). Усиливающееся тангенциальное сжатие привело к образованию попеременно чередующихся областей сжатия и растяжения, соответственно — поднятий и понижений, осложняющих ранее сформированные формы. По зонам трещиноватости северо-восточного и реже северо-западного и меридионального простирания скапливались глины кор выветривания предыдущих эпох с терригенным и алмазонасным материалом. Сложившиеся в это время нагорные террасы, цирки и морены отражают приход оледенений. В конце плейстоцена произошла перестройка речной сети, а в четвертичное время с усилением эрозионного вреза большинства долин определился пойменный террасовый комплекс.

Таким образом, из отложений Русской платформы вследствие коллизии сформировались основные элементы ВАЗ: Полудов кряж как южная часть Кожимско-Вишерской структуры второго порядка ПСУ. В свою очередь, он оказался разделен Колчимской седловиной на Колчимскую и Тулым-Парминскую антиклинали с восточным падением последних. Кряж состоит из докембрийского автохтона и палеозойского аллохтона осадочного чехла Русской платформы со сместителем по Колчимскому надвику (фиг. 4). Под его дислоцированными докембрийскими породами на глубинах 1.0–1.2 км горизонтально залегают палеозойские породы платформы, начиная с артинского яруса перми. На глубинах 2.8–3.0 км — вновь породы докембрия. По геофизическим данным, на глубине 450 м определен основной сместитель с амплитудой 2.5–3.0 км смещения по вертикали, по горизонтали — 15–40 км. Кожимско-Вишерская структура выделяется на рифей-вендском фундаменте Печорской плиты, сменя-



**Фиг. 4.** Схематический геологический разрез деформированного восточного сегмента Русской платформы: 1 – ордовикские грубообломочные отложения, 2 – шельфовые алмазоносные отложения, 3 – силурийские мелководные карбонатные отложения, 4 – девонские прибрежно-морские песчаные отложения, 5 – каменноугольные глубоководные песчано-глинистые отложения, 6 – пермские хемогенные отложения.

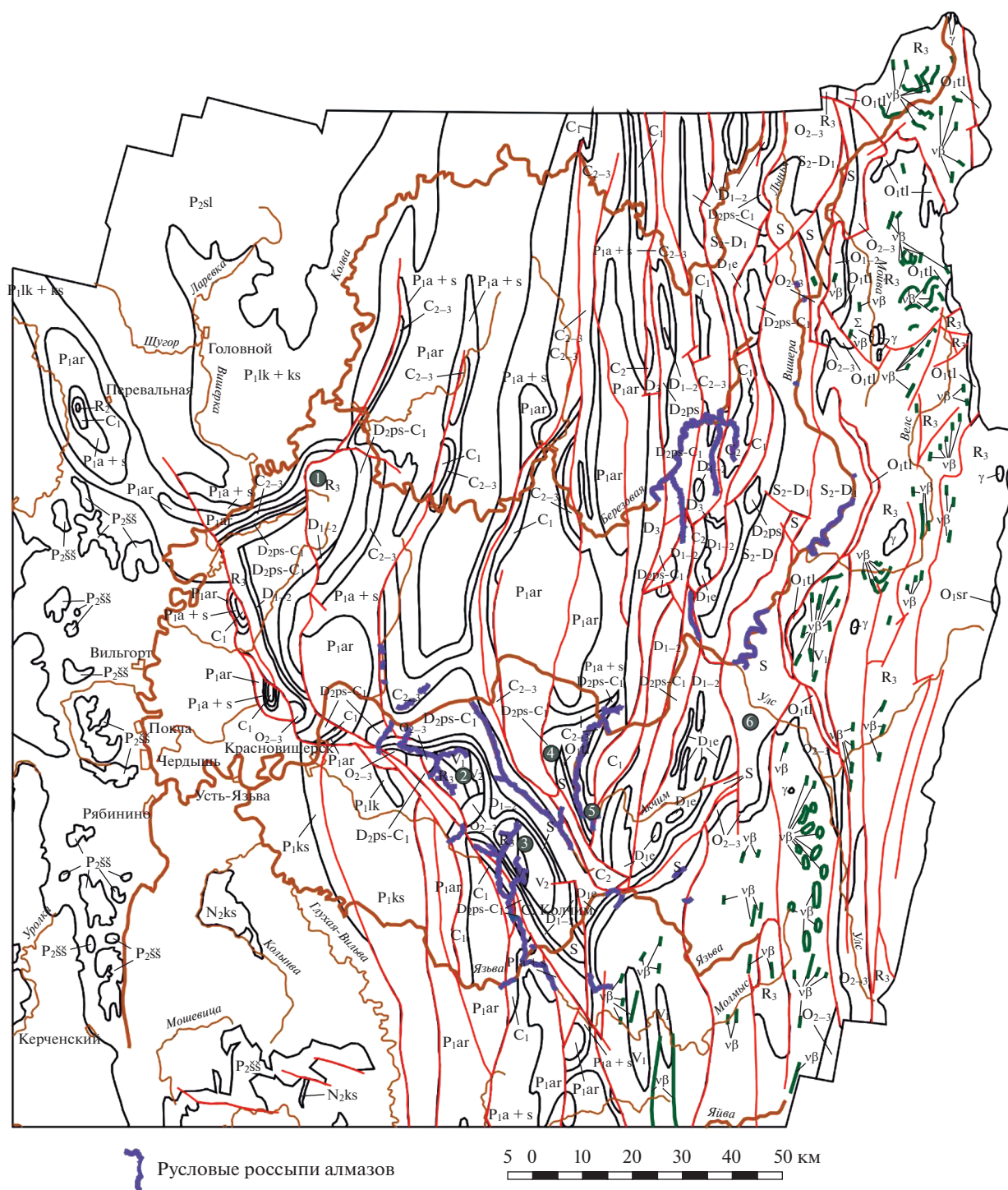
ясь южнее Кизеловско-Дружининской зоной, которая сформирована на архейско-нижнепротерозойском фундаменте Русской платформы. В своей северной части структура осложнена пологими надвигами с перемещением толщ в западном направлении по пологим сместителям на расстояние до 25 км. Допалеозойские отложения занимают резко подчиненное положение, выступая в ядрах антиклинальных структур и во фронтальных частях крупных надвиговых пластин. На севере Полюдов кряж граничит с Ошвинской структурой, представленной в пределах площади южными окончаниями Талицко-Говорливской и Бужуйской синклиналей, а также Сторожевской антиклиналью, образовавшейся в результате деформации автохтона Сторожевского надвига. На востоке к антиклинорию примыкает структура Дийского моноклинория в составе Шалюгинско-Рутшерской синклинали, Акчимской антиклинали и Мутихинской синклинали. К Кожимско-Вишерской структуре также относятся Ошвинская структура и Дийский моноклинорий. Граница между Кожимско-Вишерской и Язьвинско-Чусовской (Кизеловско-Дружининская зона) структурами ранее проводилась по Полуденно-Колчимскому нарушению. Во время формирования Язьвинско-Косьюинского моноклинория на юге района произошло разделение единой россыпеп-образующей системы. Полюдовско-Вишерский надвиг со стратиграфической амплитудой около 8 км, и углом падения сместителя по нему  $30^{\circ}$ – $40^{\circ}$  (пересечение сместителя скважин 44 и 4184-А на глубине 450 м) является границей двух крупных складчатых структур первого порядка – ПКП и ПСУ.

Породы рифейско-вендского комплекса дислоцированы и нарушены, а ордовикского залегают с угловым несогласием и полого падают на северо-восток. В результате перемещения аллохтона Колчимского надвига на юго-запад вдоль его сместителя образовались синклинальные и антиклинальные складки с более крутым восточным крылом и шарниром, субпараллельным сместителю. Угол падения сместителя определен на основании его пересечения скважиной 301 на глубине 212.6 м. Полюдов кряж тектонически ограничен с запада и востока главными надвигами: на западе – это региональный Полюдовско-Вишерский надвиг, на востоке – Большешугорский надвиг. В западной окраине Полюдов кряж выделяется в гравитационном поле серией положительных аномалий силы тяжести Пултовско-Сторожевская зоны (Проворов, 2006).

Не учитывая техногенные россыпи, наиболее молодыми образованиями считаются четвертичные – аллювиального, пролювиального и флювиогляциального генезисов (Никулин, 2018). Алмазоносные четвертичные аллювиальные отложения сложены щебнем и галькой в серовато-коричневой песчаной глине. Часто в аллювии встречаются обломки (до глыб) такатинских светло-серо-желтых кварцито-песчаников, а также, но гораздо реже, присутствуют сохранившиеся в виде обломков агрегаты базального горизонта колчимских отложений.

Докайнозойские комплексы ВАЗ сформированы нижним докембрийско-нижнепалеозойским структурно-тектоническим и верхним палеозойским этажами, которые перекрываются





**Фиг. 5.** Геологическая схема русловых россыпей алмазов в пределах Вишерской алмазоносной зоны (по Б.К. Ушкову, 2000, с дополнениями). В кружках: 1 – Полюдовская антиклиналь; 2 – Колчимская антиклиналь; 3 – Тулым-Парминская антиклиналь; 4 – Акчимская антиклиналь; 5 – Акчимская синклиальная зона; 6 – моноκлиналь р. Пели.

слаболитифицированными кайнозойскими отложениями (фиг. 5). Нижний сложен рифей-вендскими кварцито-песчаниками, алевро-аргиллитами, мраморизированными известняками, доломитами с тиллитовидными конгломератами

(рассольнинская ( $R_{3rs}$ ), деминская ( $R_{3dm}$ ) и низьвенская ( $R_{3nz}$ ) свиты) и конгломератами полюдовской свиты верхнего ордовика ( $O_{3pl}$ ). Восточное крыло Колчимской антиκлинали и ядро

Тулым-Парминской антиклинали сложены вендскими отложениями (устьчурочинская (Vuch), чурочинская (Vchr), ильвовожская (Viv) и кочешорская (Vkch)), образуя естественные выходы по рекам Чурочная, Рассольная, Илья-Вож и другим. Верхний – терригенно-карбонатными отложениями, наиболее терригенные части разреза которых приурочены к основаниям седиментационных циклов и занимают в разрезе нижнее положение стратиграфических подразделений: терригенно-базальная пачка колчимской свиты ((S<sub>1</sub>kl) нижнего силура (S<sub>1</sub>ln), гравелито-конгломераты тактинской свиты ((D<sub>1</sub>tk) нижнего девона (D<sub>1</sub>em)), терригенная толща турне нижнего карбона (C<sub>1</sub>tn). По контактам терригенных толщ с массивными и плотными карбонатами образованы субмиллониты в виде слоев дезинтегрированных глин, гравелитов и конгломератов.

Ядро Колчимской антиклинали слагают терригенно-карбонатные породы рифея, венда и кембрия (рассольнинская, деминская и низьвенская свиты), континентальные отложения слагают полюдовскую свиту, а ее крылья – палеозойские породы. Тулым-Парминская антиклиналь представлена отложениями усть-чурочинской, чурочинской, ильвовожской и кочешорской свит. В центре Полюдова крыжа обнажаются верхнерифей-вендские породы, с угловым несогласием на них – полюдовская свита верхнего ордовика, колчимская свита нижнего силура и такатинская свита нижнего девона. На восточной части падение пород восточное, на северной – северо-восточное и северное. Рифей-вендский комплекс, выходящий на дневную поверхность, опускается на глубину более 3 км на долготе речной системы Золотанок в сторону восточной части Русской плиты до своего основания (45–50 км от выхода на поверхность). Горизонтальная амплитуда надвига может составлять смещение 12–20 км от широты водораздела рек Большой Шугор–Акчим (Щербакова, Щербаков, 2002).

## РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ И ИХ ОБСУЖДЕНИЕ

Русла алмазоносных рек Большой Колчим, Северный Колчим, Большой Шугор, Илья-Вож, Чурочной, Большая Вая, Волим, Говоруха, Ухтым, Вильва и многих других развиты по неоген-четвертичным ложкам, палеоген-неогеновым террасам и мезозой-кайнозойским структурным депрессиям. Четвертичные русловые россыпи алмазов преимущественно сформированы обломочным материалом россыпей палеоген-неогеновых депрессий и в меньшей степени материалом докайнозойских промежуточных коллекторов. Субмеридиональные реки, вложенные в депрессии, алмазоносны на всем своем протяжении (по Илья-Вожской, Пайшийско-Кусьинской и другим)

(Степанов, 1985). Реки субширотного направления, пересекающие депрессии, алмазоносны только в их пределах (Никулин, 2019).

### *Современный этап россыпеобразования*

Месторождения современных рек представляют из себя комплекс россыпей самого русла, поймы (обычно I, II, IV и V террас), а также включают делювиальные россыпи, в отложения последних алмазы поступали из аллювиальной россыпи мезозойского возраста, которая, например, вскрыта в Буркочимской депрессии. Террасовые россыпи представлены отложениями прежних циклов развития речных долин. Они залегают на горизонтальных или слабонаклонных площадках, ограниченных уступами, склонами речных долин, сохранившихся от разрушения после врезания рек. Алмазоносны отложения русла р. Большой Колчим, поймы и I надпойменной террасы, русла и поймы ее притоков р. Чурочной и Рассольной. Неоген-четвертичные рыхлые отложения с выделением долинных участков русла и поймы, I–III надпойменных террас долины среднего течения р. Большой Колчим, залегающие на плотике, представленном песчаниками, глинистыми сланцами, известняками, доломитами и конгломератами протерозойского и нижнепалеозойского возрастов.

### *Неоген-четвертичный этап в водотоках*

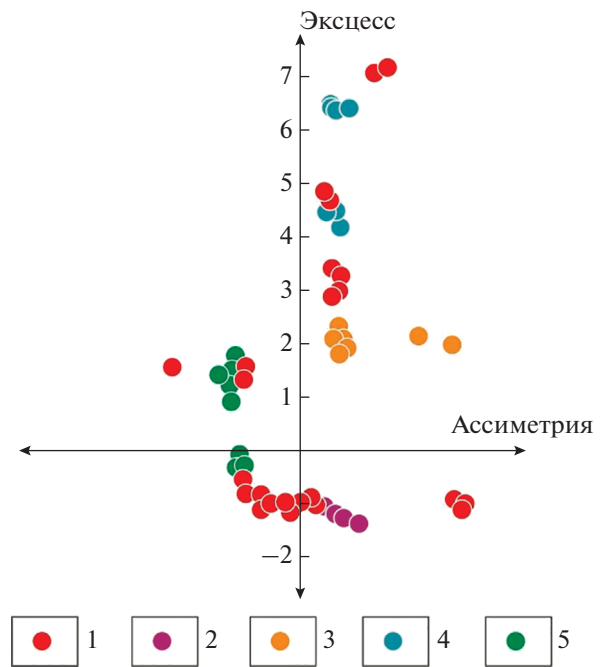
На терригенно-метаморфических породах рифея и венда (плотик русла, поймы и террас верховья р. Большой Колчим) развиты плейстоценовые аллювиальные валунно-гравийно-галечные террасовые отложения. На левобережных террасах р. Большого Шугора залегают плейстоценовые аллювиальные валунно-гравийно-галечные глины на терригенно-карбонатно кембрийском плотике. Плейстоценовые аллювиальные отложения долины р. Северный Колчим, сложенные песчанистыми глинами с сортированным галечником с нередкими валунами, залегают на терригенно-карбонатных породах палеозоя, а в верховьях – метаморфических породах докембрия. Помимо этих, известны неоген-среднеплейстоценовые аллювиальные отложения рек Вишера (левобережье ниже устья р. Б. Шугор, а также I, II и V террасы правобережья напротив устья р. Б. Колчим на ниже-среднекарбонатовом плотике), Акчим, Березовая и ее верхних притоков (Полуденная Рассоха, Восточная Рассоха), Ухтым и другие. У мезозойского аллювия вблизи Буркочимской депрессии также присутствуют окатанные гальки кварцито-песчаников, песчаников и гравелитов, отличающиеся по степени окатанности и вещественному составу от галек, препарированных из конгломератов полюдовской и рассольнинской

свит в делювиальных и пролювиально-делювиальных отложениях. В IV и V террасы поступали осадки из эрозионно-структурно-карстовых депрессий мезозой-кайнозойского возраста. В результате интерпретации нескольких тысяч данных литологического анализа выяснено, что в четвертичное время произошел размыв россыпей высоких террас (и склоновых россыпей) за счет чего образовались россыпи низких террас и пойменно-русовая россыпь голоценового возраста (фиг. 6).

Установлено, что русло и пойма р. Волынка образовались позже образования крупнейшего Вишерского россыпного месторождения алмазов (в четвертичное время), вследствие деятельности локального ледника, центр которого находился на Помяненном Камне (Никулин, 2018), приуроченного к западному борту Фадинской депрессии. Продуктивные породы этой россыпи относятся к подножным склоновым отложениям, слагающим борта депрессий. В результате периода действия ледников образовались флювиогляциальные отложения, заполнившие четвертичные депрессии, развитые повсеместно и обрамляющие положительные формы рельефа. Положительные формы рельефа образованы устойчивыми к процессам выветривания кварцевыми песчаниками такатинской свиты девона и кварцевыми песчано-конгломератовыми породами полюдовской свиты ордовика.

#### Неоген-четвертичный этап в эрозионно-карстовых депрессиях

Кайнозойские эрозионно-карстовые депрессии (Волынско-Колчимская (Буркочимская), Вогульская, Фадинская, Илья-Вожская, Западная и Новоколчимская и другие), по которым сформировались русловые месторождения алмазов, являются крупными отрицательными формами в дочетвертичном рельефе. Они приурочены к Колчимской седловинной синклинали, которая формировалась при киммерийском тектогенезе как провальная деформация Полюдова кряжа по глубинному разлому фундамента. В результате горизонтальных смещений, затухших в альпийском тектогенезе, возникли структурно-тектонические депрессии, в том числе Волынско-Колчимская (Буркочимская) и Западная. Происходят процессы континентального корообразования и карста. В пределах антиклинория кайнозойские эрозионно-карстовые депрессии выделяются во впадинах карбонатных пород между увалами кварцевых песчано-конгломератовых пород такатинской и полюдовской свит с шагом заложения от 10 до 14 километров (Никулин, 2019). Эта закономерность контролируется правосторонними тектоническими растяжениями северо-восточного простирания по тектони-



Фиг. 6. Генетическая диаграмма механической дифференциации обломочных частиц отложений, слагающих россыпи алмазов (по Методические ..., 1989): 1 – русловые обрабатываемые россыпи, 2 – мезозой-кайнозойские выветрелые, 3 – такатинские, 4 – колчимские, 5 – полюдовские и рассольнинские.

ческим швам древнего заложения. Тектонические швы, в свою очередь, связаны с усиливающимся давлением на перикратонное окончание Русской платформы в неоген-четвертичный этап развития со стороны уральских структур. Кайнозойские эрозионно-карстовые депрессии заполнены алмазоносными мезозойскими ( $eMZ-P$ ) и кайнозойскими ( $aQ_{III}$ ,  $ldQ_{II}$ ,  $d-pQ_{II}$ ,  $d-pN$ ) отложениями, которые перекрыты неалмазоносным слоем ( $dQ_{IV}$ ) (фиг. 7в). Образования, близкие к ним по литологии и геолого-геоморфологической позиции, выявлены в бассейнах Колвы и Яйвы (Чикман-Нярская депрессия) (Степанов, Сычкин, 1975). Так как горизонтальные смещения, относящиеся к альпийскому тектогенезу, не известны, то предполагается, что их образование связано с началом неотектонической эпохи, вследствие общего понижения базиса эрозии и физического выветривания. На междуречье р. Рассольной и р. Шугора карстово-эрозионная Рассольнинская депрессия развита на контакте терригенных пород чурочной свиты ( $PR_3-e_{cr}$ ) и карбонатных пород колчимской свиты силура. Полное развитие депрессий захватывает контакты нижнесилурийских карбонатных пород и терригенных пород венд-кембрия, сформировав в итоге в плане вытянутые отрицательные формы длиной до 7.6 км, а в поперечном сечении коры-

тообразный профиль размером до 1.1 км с элементами V-образных врезов, которые в поперечнике достигают 0.13 км (Волынско-Колчимская, Илья-Вожская, Западная и Буркочимская). Затем на закарстованном палеорельефе сформировались аллювиально-склоновые, пролювиальные и аллювиальные отложения палеоген-неогена, в том числе алмазоносные за счет промежуточных коллекторов алмазов (прибрежно-морских и дельтовых отложений ордовика, нижнего силура и нижнего девона) (фиг. 7г). Состав тяжелой фракции неогеновых слоев аналогичен таковому такатинских и колчимских песчаников, с преобладанием в нем циркона (до 90%), в меньшей степени встречаются турмалин (до 20%), лейкоксен (до 20%) и рутил (до 9%). В четвертичную эпоху, при глобальном похолодании, депрессии закрываются ледниковыми, водно-ледниковыми, делювиально-солифлюкционными, флювиогляциальными, озерно-ледниковыми, озерными и деллювиальными отложениями. Модель, показанная на фиг. 7, неоднократно использовалась автором как эксплуатационная на действующих до 2014 года горно-добычных объектах (карьерах и дражных полигонах).

#### *Мезозой-донеогеновый этап в карстовых формах*

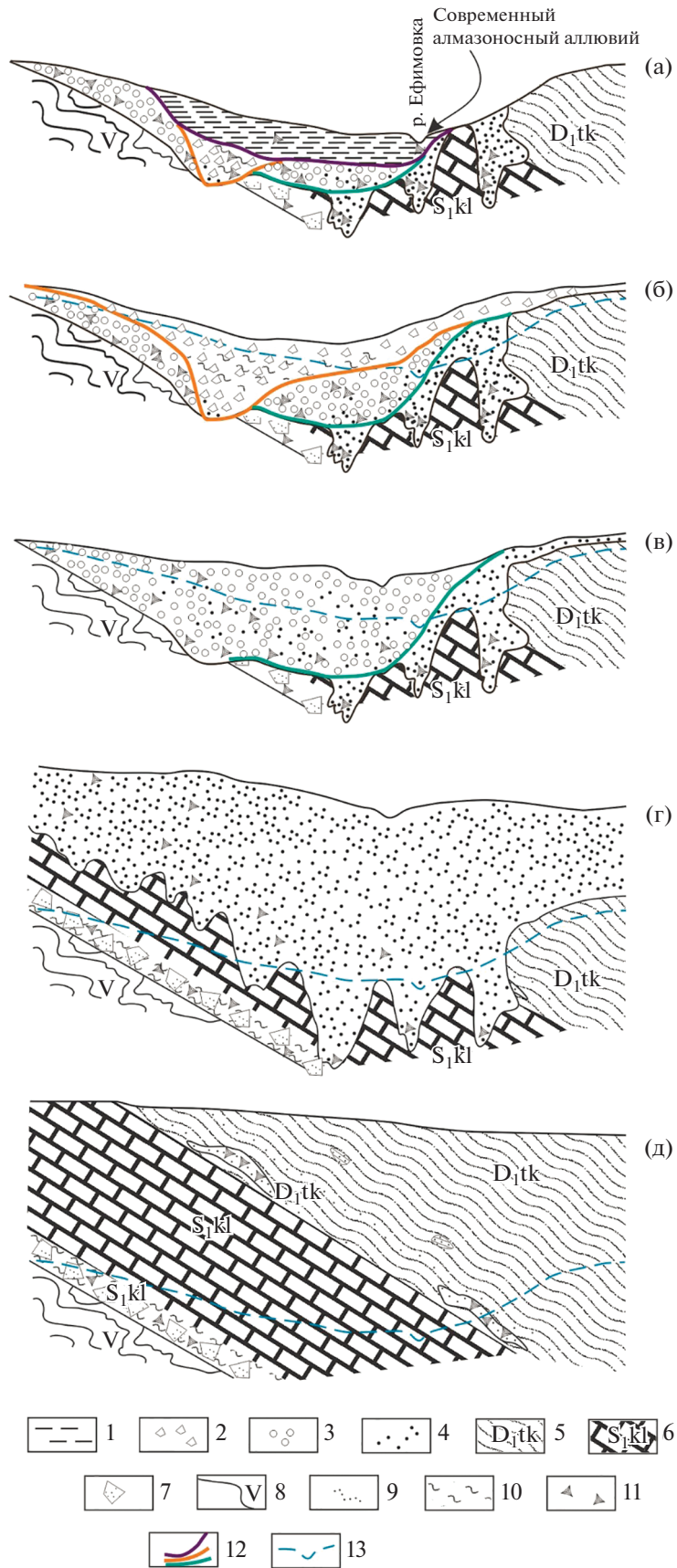
При заложении Пармино-Колчимской антиклинальной структуры образовались гигантские домиоценовые (по палинологическим данным) карстовые переходные формы (Никулин, Коробков, 2018), которые были предшественниками поставлены на госбаланс как туффизитовые трубки взрыва. Карстовые переходные формы представляют собой поверхностные и подземные зоны в местах повышенной трещиноватости карбонатных пород (Максимович, Горбунова, 1958). Наиболее значимые из них карстовые колодцы: участок Волынка-1 с эрозионно-карстовой покрытой структурой размером 70 × 60 м и глубиной 39 м; на участке Волынка-2 – размером 120 × 100 м и глубиной 42 м; на участке Волынка-4 – размером 25 × 90 м и глубиной 29 м; на Дресвянско-Рассольнинском участке – размером 30 × 100 м и глубиной 38 м. В зонах разуплотнения на стыке и смыкании сдвига-надвиговых блоков, где они выклиниваются и сужаются, сформированы ромбовидные и линзовидные пластины, обусловившие локальные ловушки выветрелого материала

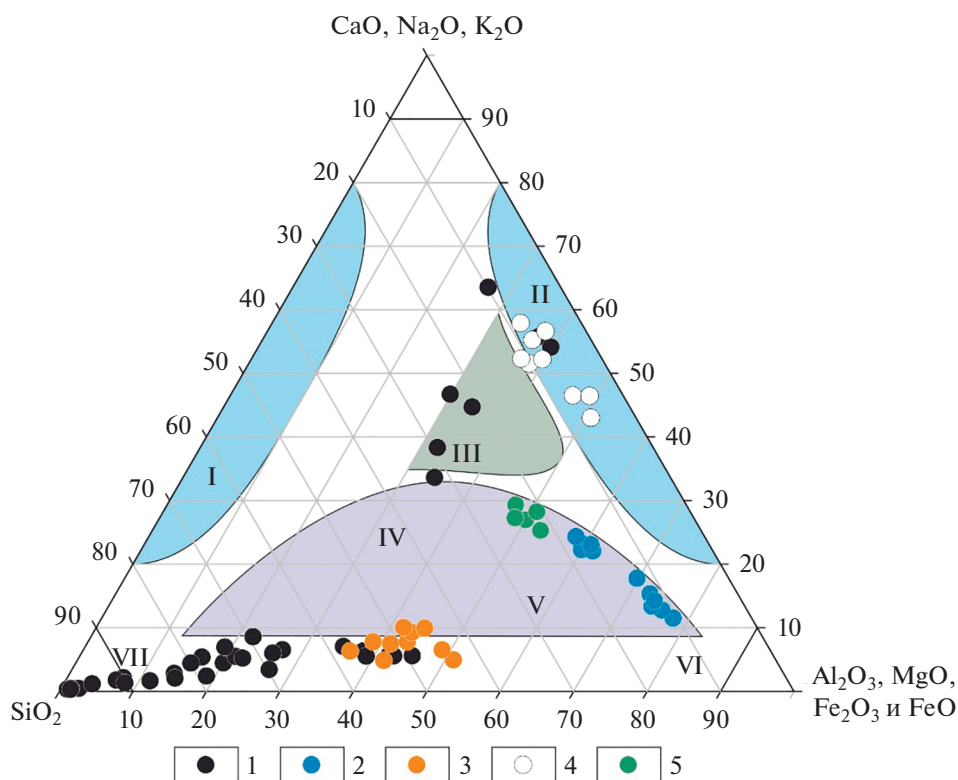
на контактах карбонатных и терригенных горных пород (Чайковский, Коротченков, 2012). Наиболее крупные крутопадающие разломы северо-восточной части Колчимской антиклинали представлены Ишковским сбросом и Рассольнинским сдвигом, первый из которых является северным продолжением Вогульского разлома, выделенного на контакте колчимской и такатинской свит от месторождения Ишковский карьер до северной границы Рассольнинской депрессии. Падение сместителя крутое (75°–80°) восточное, установленная вертикальная амплитуда перемещения 40–60 метров. В трещинах этих структур, залеченных преимущественно глинистым материалом, обнаружены алмазы размерами до 3 каратов (в истоках р. Дресвянки). Эти и меньшие по размерам ослабленные зоны представляют собой ловушки – палеокарсты, сложенные переотложенными породами такатинской свиты и в меньшей степени колчимской (фиг. 8). Южнее конгломераты и брекчии участков Волынка-1 и Волынка-2 сложены (Никулин, 2014): 1) преимущественно доломитами и известняками колчимской свиты (S<sub>1</sub>kl); 2) девонскими известняками (D<sub>1-2</sub>); 3) песчаными породами такатинской свиты (D<sub>1</sub>tk), которые переслаиваются и цементируются силурийским и девонским глинистым материалом. На участке Дресвянка палеокарст сложен слабogliнистыми песчанистыми породами с многочисленными (до 20%) обломками средне/мелкозернистых песчаников полевошпат-кварцевого состава, со значительной каолинитизацией. В приконтактных зонах (3–4 м) с доломитами колчимской свиты (S<sub>1</sub>kl) породы представлены аргиллитами, глинами и сильно-глинистыми алевролитами, состоящими из кварца (62–92% легкой фракции), измененного биотита (6.5–56% легкой фракции) и агрегатами смешанного минерального состава. Здесь также широко распространены геит и гематит (32–99% тяжелой фракции). В приконтактных зонах этого же палеокарста с песчаниками такатинской свиты (D<sub>1</sub>kl) породы представлены линзовидными и округлыми блоками глинистых, существенно кварцевых слабоцементированных песчаников, частично дезинтегрированных до песков, с примесями кварцевого гравия (со следами слабой окатанности). Размеры блоков от 20–60 см. По контактам отмечается оторочка мощностью 1–10 см светло-голубой глины. Минералы легкой фракции представ-

**Фиг. 7.** Ретроспекция образования алмазоносных коллекторов Вишерской зоны.

Принципиальные разрезы этапов образования россыпей алмазов по более древним коллекторам: а) современный, б) неоген-четвертичный, в) мезозой-донеогеновый, г) нижнедевонский, д) нижнесилурийский.

1 – четвертичные отложения, 2 – неогеновые сероцветы и красноцветы, 3 – неогеновые желтоцветы, 4 – мезозойские элювиально-карстовые отложения, 5 – такатинские отложения, преимущественно аргиллиты, 6 – колчимские доломиты, 7 – колчимские прибрежно-морские, шельфовые отложения, 8 – полуденно-колчимские песчаники и аргиллиты (ильявожская (Viv) и кочешорская (Vkch) свиты), 9 – песчаные отложения, 10 – глины, 11 – установленная алмазоносность, 12 – уровни переотложения россыпей, 13 – линия современный поверхности.





**Фиг. 8.** Химический состав домиоценовых карстов Вишерской алмазоносной зоны на генетической диаграмме: 1 – отложения из скважин в карстовых формах; 2 – их глинистый цемент; 3 – усредненный состав пород такатинской свиты ( $D_1tk$ ); 4 – усредненный состав девонских пород ( $D_{2-3}$ ); 5 – состав пород глинистой фракции колчимской свиты ( $S_1kl$ ); цветные дискриминационные поля: I – кремнистые известняки, II – известняки и доломиты III – мергели, IV – граувакки, V – глины и глинистые сланцы, VI – бокситы, VII – кварциты.

лены кварцем (92–100%), а на долю слюдистых и глинисто-слюдистых агрегатов приходится не более 6%. Глинистые минералы представлены гидрослюдой и каолинитом. Минералы тяжелой фракции представлены гетитом и гематитом (23–85%), цирконом (6.4–32.0%), лейкоксенном (1.0–22.6%), турмалином (2.8–3.6%), рутилом (0.8–2.6%). Помимо этого, зафиксировано 13 зерен флоренсита.

Из выше приведенного следует, что литологическая унаследованность россыпей тесно связана с дезинтегрированными алмазоносными породами терригенно-базальной пачки колчимской свиты ( $S_1kl$ ) (нижний силур ( $S_1ln$ )), гравелитоконгломератами такатинской свиты ( $D_1tk$ ) (нижний девон ( $D_1em$ )). Тем самым реконструкция бассейнов седиментации этих отложений позволяет приблизиться к оконтуриванию полей кимберлитового магматизма. Эти прибрежно-морские, дельтовые и морские отложения ордовика, силура и раннего девона (Уловско-Висимский синклиорий и ордовико-силурийское обрамление ЦУП) накапливались в каледонский тектогенез (ордовик–ранний девон) по окраине платформы – море с заливами. Карстовые процессы,

широко развитые в карбонатных породах колчимской свиты, особенно в приконтактных зонах на границе, как с подстилающими ордовикскими отложениями, так и перекрывающими их такатинскими песчаниками, являются результатом второстепенных надвигов (в частности, Колчимского надвига) юго-западной экспозиции в конце герцинской эпохи, когда заложился ПКП. Территория испытала поднятие и коллизионное сжатие. Образовались шарьяжные структуры. В этих условиях породы верхнего структурного этажа вдоль пластичного терригенного основания колчимской свиты надвинулись на жесткую ядерную часть Полудова кряжа. Начиная с эмского времени (до начала герцинского тектогенеза), осадки накапливались в условиях слабых эпейрогенических колебаний с тенденцией к погружению. Осадконакопление такатинской свиты происходило только в период медленного опускания территории. В пределах Колчимского надвига закартированы четыре крупных шириной 4–5 км (Сторожевская, Рассольнинско-Буркочимская, Илья-Вожская и Полуденно-Колчимская) и пять малых около 1.5 км (Ключевская и Чурочинская и другие) зон растяжения. Для южной части шаг заложения этих зон составляет около 10 км, для се-

верной – 14 км. Карстовые формы в зонах растяжения залечены дезинтегрированными породами, преимущественно глинистыми.

#### *Нижнедевонский палеодельтовый этап*

Комплекс пород от подошвы такатинской свиты ( $D_{1em}$ ) до подошвы пашийского горизонта среднего девона ( $D_{2ef}$ ) залегает с небольшим угловым и стратиграфическим несогласием на разных стратиграфических уровнях силура. Однообразие строения такатинской свиты вдоль всего восточного обрамления Русской платформы дает основания полагать, что область питания для нее вдоль всей полосы развития была одной и той же (Кузнецов и др., 2014). На палеогеографических реконструкциях в раннем девоне Волго-Уральская часть Русской платформы интерпретирована как высоко стоящая суша, а сносимый на ее окраину обломочный материал накапливался здесь в виде такатинских песчаников (там же). В такатинское время на северной окраине палеоконтинента денудационная равнина слагалась пологозалегающими породами бородулинской и кудымкарской серий, прорванных мафитовыми комплексами пород. В ВАЗ аналогами являются вендские илья-вожская и кочешорская, керноская и старопечнинская свиты. Высокий коэффициент гипергенности (по Я.Э. Юдовичу (Юдович, Кетрис, 2000)) отложений свиты однообразно отражает субширотное приэкваториальное развитие.

Подавляющее большинство линз терригенных фаций такатинской свиты алмазоносны, особенно, делювиально-элювиальных образований на ее контакте с породами силура в бортах притоков рек Колва (в частности, р. Ухтым) и Большой Колчим. А в южных районах – на правом берегу р. Вильвы ниже устья рч. Малой Порожней, в районе Байдарачинской террасы левобережья р. Койвы, и других (Введенская, 1954). На участках, где такатинская свита залегает на породах язьвинской свиты, перекрывающей колчимскую, алмазы в рыхлом чехле отсутствуют. Наиболее крупная из известных залежей, именуемая как Ишковский карьер (по А.Д. Ишкову, 1964), локализована в междуречье Большого Колчима и Большого Щугора. Она представляет собой фрагмент аллювиальных нижнедевонских отложений, в которых обнаружен алмаз в 30 карат, размывших в неоген-четвертичное время. В базальной части такатинской свиты правобережья среднего течения р. Ухтым определен комплекс миоспор удвоветворительной сохранности (*Retusotriletes cf. sterlibaschevensis Tschibr.*, *R. stylifer Tschibr.*, *Azonomoletes tuberculatus Tschibr.*), характерный для отложений такатинской свиты нижнеэмского подъяруса нижнего девона ПКП (Харитонов, 2021). На участках Ишковский карьер и Сухая Во-

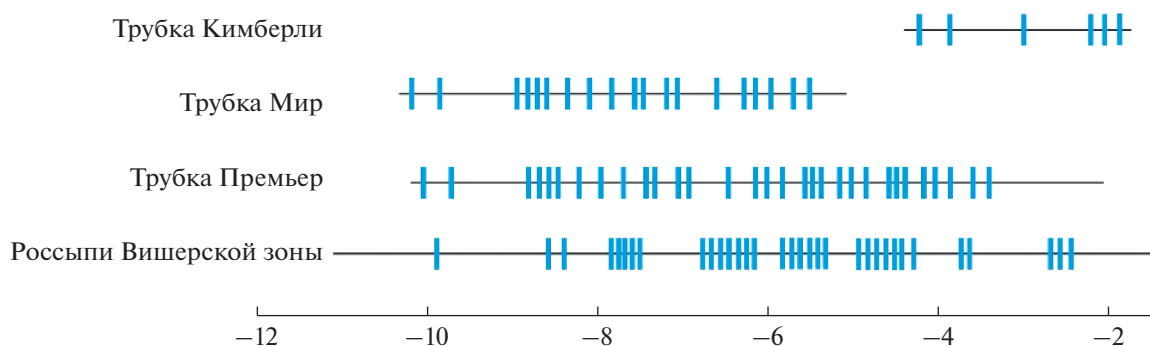
лынка в составе алмазоносных такатинских отложений установлены признаки ультраосновного магматизма в виде обломков ультрабазитов, реликтов гидрофлогопита и сростков минералов перцолитового парагенезиса.

Нижнедевонские россыпи сложены кварцевыми песчаниками с прослоями алевритовых аргиллитов, мелкогалечным конгломератом и гравелитом. В подошве такатинской свиты часто выделяется прослой дезинтегрированной глины мощностью 1.5–7.0 м. Залегание отложений такатинской свиты часто нарушено в связи с контакто-карстовыми процессами в колчимских доломитах. В свите установлена литолого-фациальная цикличность. Все терригенные породы такатинской свиты имеют кварцевый состав. Кварцевые песчаники составляют основной объем с содержанием кварца до 85–95%. Как акцессорные минералы и в редких знаках встречаются: полевые шпаты, слюды, хлорит, обломки кремнистых пород, турмалин, циркон, рутил, лейкоксен, гематит. В песчаниках, гравелитах и конгломератах условно отмечаются минералы-спутники алмаза: пироп, оливин, хромшпинелид, хромдиопсид, а иногда обломки щелочных эффузивов. Алевролиты и аргиллиты занимают подчиненное положение. В такатинское время алмазы и его минералы-спутники перенесены палеоречкой и ее притоками и захоронены в русловых, дельтовых и морских отложениях на закарстованной поверхности силурийских доломитов.

Олигомиктовый кварцевый состав обломочных пород такатинской свиты указывает на размыв кор химического выветривания (Конев, 1970). Базальные части разреза представляют собой реликтовые аллювиальные отложения ортошельфа с аккумуляцией, главным образом, средне- и тонкозернистых песков (Харитонов, 2007). Более крутые берега отмечаются в районе современного Колво-Вишерского края (Конев, 1970). Это хорошо согласуется с убыванием алмазов средних весов с севера на юг.

#### *Нижнесилурийский палеошельфовый этап*

Известно, что популяция алмазов для центральных районов побережья Намибии из морских россыпей характеризуется хорошей сортировкой, относительно высоким средним весом камней (более 0.4 карат на камень) и их ювелирным качеством (Шмаков, Божко, 2008). На поверхности алмазов Намибии и ВАЗ наблюдаются трещины выкрашивания, отбитые вершины и ребра, а также абразивная матировка на ребрах и гранях. Такие признаки свидетельствуют об агрессивных гидродинамических условиях прибрежно-морской транспортировки вишерских алмазов, выбираемых на лицензионных участках. Из всех алмазоносных отложений по литолого-



Фиг. 9. Схема сравнения изотопии углерода ( $\delta^{13}\text{C}$ ) алмазов из россыпей Вишерской зоны с алмазами известных кимберлитовых трубок.

фациальным признакам им отвечают неравномерно алмазоносные породы нижнего силура, представленные колчимской свитой мощностью до 33 м. Эта свита несет фауну лландовери, который несогласно залегает на породах рифея, венда и кембрия. Колчимская свита сложена желтовато-серыми известняками, доломитами. В основании свиты выделяется дресвянская пачка (так называемое терригенное основание колчимской свиты). Она представлена кварцевыми, известковистыми разнородными и гравийными песчаниками, реже полимиктовыми конгломератами, кварцевыми гравелитами и конгломератами континентальных фаций временных и небольших водотоков, сменяющихся по латерали дельтовыми и мелководно-морскими. Верхние горизонты сложены пестроцветными алевролитами с прослоями аргиллитов, мергелей, песчаных известняков. При неравномерной распространенности алмазов в породах силура его отложения имеют очень схожую алмазоносность  $\sim 5$  мг/куб. м. Силурийские отложения являются наиболее древними породами в пределах ВАЗ с достоверно установленной алмазоносностью. На западном крыле Тулым-Парминской антиклинали изучено основание колчимской свиты, представленное базальной пачкой мощностью 10–15 м и сложенной переслаиванием песчаных доломитов, известняков, кварцевых песчаников и седиментационных брекчий.

Средний размер алмазов колчимской свиты равен 50.0 мг, что соответствует диаметру зерна 3.0 мм. По методике В.Н. Устинова (Устинов, 2015) алмазоносные песчаники колчимской свиты по своей гранулометрии не коррелируются с алмазами такой размерности. Это указывает на снос алмазов без участия более древних промежуточных коллекторов. Фрагментарность алмазоносности нижнего силура и наличие седиментационных брекчий указывает на схожесть с древней речной системой, выводящей алмазы на морской шельф. Из приведенного следует, что су-

ществовали аллювиальные условия такатинского и предколчимского времен, когда происходил интенсивный размыв коренных источников алмазов. Такие древние речные системы выделены на границе среднего и внешнего шельфа прибрежно-морских россыпей Намибии (Шмаков, Божко, 2008).

Изотопия углерода исследованных алмазов из россыпей ВАЗ укладывается в диапазон известных месторождений (фиг. 9). Данные по ней указывают на их кимберлитовую природу. Наиболее древним считается алмаз массой 7.1 мг (шурф ш-31), предположительно из коры выветривания по рифейским терригенным отложениям ( $R_3rs$ ) (Ишков, 1966). Имеются и другие единичные упоминания о древних коллекторах алмазов, которые в последующих исследованиях опровергались. В совокупности своей можно предположить, что кимберлитовый магматизм был не моложе ордовика, а при условии неоднократного его проявления, то не моложе девона.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, с помощью ретроспективного анализа выделены основные этапы минерагении Вишерской алмазоносной зоны. Эти этапы связаны с экзогенными процессами, которые в пики своего интенсивного воздействия позволяли перекладываться алмазоносным отложениям, меняя характер залегания и среднестатистический облик алмазов.

Современные россыпи алмазов Вишерской зоны распространены исключительно в пределах выходов древних промежуточных коллекторов алмазов. Эти выходы на околонебную поверхность представляют собой пенепленизированные складки преимущественно силурийских и девонских отложений Русской платформы, которые на структурных картах относятся к Западно-Уральской зоне складчатости — передовым складкам Урала (ПСУ). Ураганная алмазонос-



ность современных коллекторов обусловлены кайнозойскими палеодепрессиями. В россыпеобразовании кайнозойских палеодепрессий большая роль отводится предтакатинским и мезокайнозойским химическим корам выветривания. По существу, они являются промежуточными образованиями между корами выветривания и продуктами их переотложения в русловой аллювий, который разрабатывался драгами до недавнего времени.

Предполагается нами, что каждая современная река с руслом, проложенным поперечно мезозой-кайнозойским депрессиям (субширотного простирания), будет алмазоносной, потому что по шельфовым слоям силура и девона образованы мезозой-кайнозойские депрессии преимущественно северо-западного и субмеридианального простирания.

Морфология и вещественный состав палеокарстов, которые были поставлены на ресурс как туффизитовые трубки взрыва, указывают на гипергенный генезис пород, их слагающих. Они являются формами тектонического развития при заложении Пармино-Колчимской антиклинальной структуры. Большая часть пород являются переотложенными породами такатинской свиты и в меньшей степени колчимской. Эти формы оказались благоприятными ловушками для сохранения алмазоносных пород, слагающих древние промежуточные коллекторы. О чем, в свою очередь, свидетельствует гнездовой характер распределения наиболее высоких концентраций алмазов в пределах Вишерской алмазоносной зоны.

Безусловными древними коллекторами приняты нижние пачки колчимской и такатинской свит, относимые к шельфовым фациям. А также русловые фации такатинской свиты. Поэтому при последующих поисковых работах целесообразно выявить геофизическими и геохимическими методами (ионно-сорбционным и т.п.) погребенные устья палеорек такатинской свиты западнее крыла воздымающихся базальников колчимской свиты.

Следует пропустить зону ПКП и сосредоточить поисковые работы западнее него, начиная с Камского наложенно-погребенного свода, с построением литолого-фациальных карт палеоречных долин, генетически связанных с нижнесилурийскими и среднедевонскими отложениями. Затем, сосредоточившись на Вятской зоне валов, можно определить следующее направление сноса алмазоносного материала. Затем переходить на более молодые комплексы отложений, среди которых особенно выделяя алмазоносные, но не унаследованные от более древних промежуточных коллекторов.

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Бортников Н.С.* Разработка новой нетрадиционной технологии прогнозирования алмазоносности кимберлитов Восточно-Европейской платформы / Отчет о НИР № 02.515.12.0009 от 05.08.2008 (Министерство образования и науки РФ), 2009.
- Введенская Н.В.* Геолого-геоморфологическое строение и алмазоносность бассейна р. Вижай: автореф. дисс. ... канд. геол.-мин. наук. М.: Пашия, 1954. 16 с.
- Дружинин В.С., Каретин Ю.С., Автонеев С.В., Гаврилова Н.Г., Тиунова А.М.* Главные структуры коры и верхней мантии Уральского региона // Доклады Академии наук. 1998. Т. 360. № 3. С. 397.
- Ишков А.Д.* Источники алмазов Уральских россыпей на примере Красновишерского района // Материалы Совещания по геологии алмазных месторождений. Пермь: Звезда, 1966. С. 32–35.
- Конев П.Н.* Литология, условия образования и алмазоносность такатинской свиты Колво-Вишерского края: дисс. ... канд. геол.-мин. н. Свердловск; Красновишерск, 1970. 302 с.
- Конюхов А.И.* Осадочные формации в зонах перехода от континента к океану. М: Недра, 1987. 222 с.
- Копылов И.С., Наумов В.А., Наумова О.Б., Харитонов Т.В.* Золото-алмазная колыбель России. Перм. гос. нац. иссл. ун-т. Пермь, 2015. 131 с.
- Кузнецов Н.Б., Романюк Т.В., Шацлло А.В., Орлов С.Ю., Горожанин В.М., Горожанина Е.Н., Серегина Е.С., Иванова Н.С., Меерт Дж.* Первые U/Pb-данные о возрастах детритных цирконов из песчаников верхнеэмской такатинской свиты Западного Урала (в связи с проблемой коренных источников уральских алмазоносных россыпей) // ДАН. 2014. Т. 455. № 4. С. 427.
- Максимович Г.А., Горбунова К.А.* Карст Пермской области. Пермь: Пермское книжное изд-во, 1958. 184 с.
- Маслов А.В., Алексеев В.П.* Осадочные формации и осадочные бассейны. Екатеринбург: Изд-во УГГГА, 2003. 203 с.
- Минерально-сырьевые ресурсы Пермского края (энциклопедия) / Гл. ред. *А.И. Кудряшов* / Администрация Пермского края, Департамент промышленности и природопользования. Пермь: Издательство “Книжная площадь”, 2006. 463 с.
- Методические указания подробному гранулометрическому анализу седиментационным способом (с применением гидравлического седиментатора ГС-1), Л.: ВНИГРИ, 1989. 181 с.
- Никулин И.И.* Геохимические особенности карстовых полостей Вишерского алмазоносного района (Западный Урал) // Сб. тр. Всероссийского совещания с международным участием “Геохимия литогенеза: Сыктывкарский форум – 2014”, Сыктывкар, 2014. С. 273–275.
- Никулин И.И.* Кайнозойские алмазоносные депрессии южной части Полюдова Кряжа (Вишерский алмазоносный район) // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Геология. 2019. Т. 2. С. 15–25.
- Никулин И.И., Коробков И.Г.* Некоторые особенности вещественного состава гигантских алмазоносных палеокарстов западного склона Урала / В сборнике: Эффективность геологоразведочных работ на алмазы:

- прогнозно-ресурсные, методические, инновационно-технологические пути ее повышения. Материалы V Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 50-летию Алмазной лаборатории ЦНИГРИ – НИГП АК “АЛРОСА” (ПАО). 2018. С. 133–136.
- Никулин И.И.* О флювиогляциальной природе алмазных отложений россыпи Волынка (Вишерский алмазоносный район, Пермский край) / В сборнике: Эффективность геологоразведочных работ на алмазы: прогнозно-ресурсные, методические, инновационно-технологические пути ее повышения. Материалы V Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 50-летию Алмазной лаборатории ЦНИГРИ – НИГП АК “АЛРОСА” (ПАО). 2018. С. 386–388.
- Проворов В.М.* Тектоника / В книге: Минерально-сырьевые ресурсы Пермского края (энциклопедия). Пермь: Издательство “Книжная площадь”, 2006. С. 63–74.
- Пучков В.Н.* Геология Урала и Приуралья (актуальные вопросы стратиграфии, тектоники, геодинамики и металлогении). Уфа: ДизайнПолиграфСервис, 2010. 280 с.
- Синицын В.М.* Древние климаты Евразии. Часть 2. Мезозой. Ленинград: Из-во Ленинград. ун-та, 1966. 166 с.
- Старостин В.И., Никулин И.И.* Рудноформационный анализ. МАКС Пресс, Москва, 2021. 348 с.
- Степанов И.С.* Карстовые промежуточные коллекторы алмазов на Урале // Известия ВУЗов. Геология и разведка. 1985. № 3. С. 32–38.
- Степанов И.С., Сычкин Г.Н.* Некоторые типы россыпей алмазов карстовых депрессий западного склона Урала // В сб. Гидрогеология и карстование. Вып. 7. Пермь, 1975. С. 27–32.
- Устинов В.Н.* Терригенные коллекторы алмазов Сибирской, Восточно-Европейской и Африканской платформ. Акционерная компания “Алроса”. Санкт-Петербург: Наука, 2015. 529 с.
- Харитонов Т.В.* О такатинской свите Пермского края / В сб.: Проблемы минералогии, петрографии и металлогении. Научные чтения памяти П.Н. Чирвинского: сборник научных статей. ПГНИУ. Пермь, 2021. Вып. 24. С. 266–273.
- Харитонов Т.В.* Палеогипсометрия такатинского рельефа Западного Урала и следствия из этого / Проблемы минералогии, петрографии и металлогении. Научные чтения памяти П.Н. Чирвинского. 2007. № 10. С. 213–222.
- Чайковский И.И., Коротченкова О.В.* Региональный и локальный контроль алмазоносности Урало-Тиманской минерагенической зоны // Региональная геология и металлогения. 2012. № 52. С. 73–82.
- Шмаков И.И., Божко Е.Н.* Происхождение морских россыпей алмазов Намибии // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: Геология. 2008. № 1. С. 116–126.
- Щербаков О.А., Дурникин В.И., Соколов О.В.* Такатинская свита Вишерско-Чусовского Урала и ее алмазоносность. Пермь: Изд-во ПГТУ, 1994. 105 с.
- Щербакова М.В., Щербаков О.А.* Опорные разрезы палеозоя Вишерского Урала. Пермь: Изд-во ПГТУ, 2002. Ч.1: Скважины. 161 с.
- Юдович Я.Э., Кетрис М.П.* Основы литохимии. СПб.: Наука, 2000. 479 с.