

*На правах рукописи*



**Пактовский Юрий Германович**

**РАННИЙ ПАЛЕОЗОЙ  
КАК СТАДИЯ РОССЫПНОЙ АЛМАЗОНОСНОСТИ  
В ЮЖНОМ ПРИТИМАНЬЕ (ПЕРМСКИЙ КРАЙ)**

Специальность 25.00.01. Общая и региональная геология

**Автореферат**  
диссертации на соискание ученой степени кандидата геолого-  
минералогических наук

Пермь – 2022

Работа выполнена в ФГАОУ ВО «Пермский государственный национальный исследовательский университет» на кафедре минералогии и петрографии.

*Научный руководитель:* **Ибламинов Рустем Гильбрахманович** – доктор геолого-минералогических наук (Пермский государственный национальный исследовательский университет, г. Пермь)

*Официальные оппоненты:* **Петров Георг Аскольдович** – доктор геолого-минералогических наук (Уральская геолого-съёмочная экспедиция, г. Екатеринбург)

**Минина Ольга Романовна** – доктор геолого-минералогических наук (ФГБУН Геологический институт им. Н.Л. Добрецова, ГИН СО РАН, г. Улан-Удэ)

*Ведущая организация:* ФГБУ Центральный научно-исследовательский геологоразведочный институт цветных и благородных металлов (ЦНИГРИ, г. Москва)

Защита состоится: «8» июня 2022 года в 14:00 часов на заседании диссертационного совета Д. 003.022.02 при Федеральном государственном бюджетном учреждении науки Институте земной коры Сибирского отделения Российской академии наук (ИЗК СО РАН) по адресу: 664033, г. Иркутск, ул. Лермонтова, 128.

С диссертацией можно ознакомиться в научной библиотеке ИЗК СО РАН и на сайте: <http://www.crust.irk.ru/images/upload/newsfull211/3068.pdf>

Автореферат разослан «    » .....2022 г.

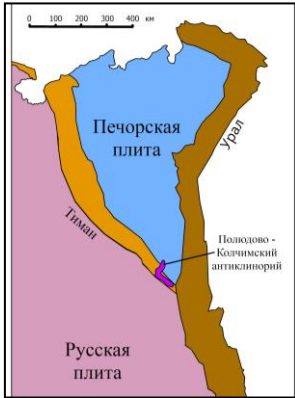
Ученый секретарь  
диссертационного совета:



Б.С. Данилов

## ОБЩАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА РАБОТЫ

**Актуальность темы диссертации.** Необходимость научно-теоретической основы для геологоразведочных работ в регионе при ориентировании их на новые объекты исследования: глубокие горизонты депрессий и промежуточные алмазоносные коллекторы эолового типа.



**Рис. 1.** Полудово-Колчимский антиклинарий в составе Тимано-Североуральского региона

**Объектом исследования** является алмазоносная территория Полудово-Колчимской структуры (рис. 1), расположенной в зоне сочленения Русской эпикарельской и Печорской эпибайкальской плит, Тиманского и Уральского орогенов.

**Цель работы** – раскрыть геологическую историю региона в раннем палеозое как начальную стадию формирования алмазоносных россыпей для решения теоретических и прикладных задач.

### **Основные задачи исследования:**

- 1) проанализировать фондовые, литературные, а также полученные в процессе собственного исследования, материалы по геологии Южного Притиманья;
- 2) выявить эпохи эолового литогенеза, благоприятные для концентрации алмазоносных россыпей эолового типа;
- 3) построить прогнозную модель для проведения поисково-разведочных работ на алмазы в регионе на основе изучения промежуточных коллекторов и алмазоносных россыпей эолового типа.

### **Научная новизна результатов исследования:**

- 1) по своему геологическому положению в основании палеозойского разреза помянённовская свита резко отличается от вышележащих пород ордовика и является самым древним алмазоносным промежуточным коллектором в регионе;
- 2) континентальный режим ордовика характеризовался аэральными условиями на основании находок ветрогранников – индикаторами каменистых пустынь;
- 3) силурийский промежуточный коллектор алмазов, обладающий доказанной промышленной алмазоносностью, сформировался

котловине выдувания – эоловой форме рельефа в докембрийском субстрате;

4) указаны перспективы алмазности в регионе, связанные с россыпями эолового типа;

**Практическая значимость исследования.** Всестороннее научное изучение промежуточных коллекторов позволит повысить эффективность геологоразведочных работ и раскрыть потенциал алмазных россыпей на Урале за счет россыпей эолового типа и глубоких горизонтов депрессий.

**Основные защищаемые положения.**

1. Нижнепалеозойские базальные горизонты Южного Притиманья со стратиграфическим и угловым несогласием залегают на эродированных докембрийских терригенных комплексах и представлены литологически незрелыми субаэральными отложениями помянённовской свиты, которая рассматривается как самый древний на территории промежуточный коллектор алмазов.

2. На рубеже ордовика и силура территория представляла собой каменистую пустыню, индикаторными образованиями которой являются выявленные здесь ветрогранники, которые сопровождают россыпи эолового типа в алмазных районах.

3. В алмазных районах россыпи эолового типа определяются двумя поисковыми условиями: отрицательной формой в древнем рельефе (котловиной выдувания) и находками в ложе котловины ветрогранников, что позволяет уже на поисковой стадии выявить эоловые промежуточные коллекторы.

**Личный вклад автора.** В составе разных геологических организаций (ПГГСП «Геокарта», ЗАО «Пермгеологодобыча», ЗАО «Уралалмаз») автор принимал непосредственное участие на всех этапах геолого-разведочных работ в исследуемом районе на протяжении 2000–2013 гг. Вместе с коллегами из геологического отдела ЗАО «Уралалмаз» в должности ведущего геолога автор участвовал в установлении промышленной алмазности силурийского промежуточного коллектора на месторождении Южная Рассольная (2010–2013 гг.); в открытии алмазности Буркочимской (2010) и Западной (2012) депрессий в Красновишерском районе. В 2014–2021 гг. автор организовывал полевые экспедиции кафедры минералогии и петрографии Пермского университета (ПГНИУ) в алмазные районы Пермского края для студентов-геологов.

В процессе выполнения диссертационной работы автором дополнительно изучены разрезы основания силура, проведено их литологическое и малообъемное опробование; сделан количественный минералогический анализ тяжелой фракции шлихов, малообъемных и литологических проб; систематизирована морфология ветрогранников.

**Фактический материал.** В дополнение к материалам предшественников автором лично по горным выработкам и естественным обнажениям изучены геологические разрезы верхнего рифея, венда и нижнего палеозоя, из которых отобраны, обработаны и исследованы гранулометрическим и минералогическим методами пробы: литологические (74), протолочные (18), шлиховые (73), малообъемные (38); образцов на различные виды анализов и пополнение коллекции минералогического музея отобрано более 200. Количественный минералогический анализ тяжелой фракции проб (177) проведен автором. Определение химического состава образцов осуществлено с применением волнодисперсионного рентгенофлуоресцентного спектрометра последовательного типа действия S8 Tiger фирмы Bruker (48 проб, аналитик К.П. Казымов) в Центре коллективного пользования Пермского университета (ЦКП ПГНИУ). Минералогический и петрографический состав отложений уточнялся микроскопическим методом (петрографы М.Н. Уткина, ПермНИПИнефть; Е.М. Томилина, ЦКП ПГНИУ). Пелитовая фракция проб изучена на порошковом рентгеновском дифрактометре D2 Phaser фирмы Bruker (аналитик Г.А. Исаева). Для диагностики минералов привлекались данные микронзондового анализа (автоэмиссионный сканирующий электронный микроскоп ультравысокого разрешения JSM-7500F фирмы Jeol, аналитик Б.М. Осовецкий, ЦКП ПГНИУ; сканирующий электронный микроскоп VEGA 3 LMN (Tescan) с системой рентгеновского энергодисперсионного микроанализа Oxford-Instruments INCAEnergy 250/X-max 20, аналитик О.В. Коротченкова, Горный институт УрО РАН). Выводы по результатам прецизионных исследований делались автором.

Автором лично составлена, описана и изучена коллекция ветрогранников, впервые обнаруженных в основании силура на исследуемой территории; коллекция передана в минералогический музей кафедры минералогии и петрографии ПГНИУ.

**Публикации и апробация работы.** По теме диссертации опубликовано 19 печатных работ, из них 4 статьи в журналах, входящих в перечень ВАК РФ.

Материалы диссертационной работы докладывались и обсуждались на конференциях: «Геология и полезные ископаемые Западного Урала» (Пермь, 2014–2021); «Научные чтения памяти П.Н. Чирвинского» (Пермь, 2015–2021); на IX Всероссийском литологическом совещании (с международным участием) «Литология осадочных комплексов Евразии и шельфовых областей» (Казань, 2019); на V Всероссийской научно-практической конференции с международным участием, посвященной 50-летию Алмазной лаборатории ЦНИГРИ – НИГП АО «АЛРОСА» (Мирный, 2018).

**Структура и объем работы.** Диссертация состоит из введения, четырех глав, заключения и списка использованной литературы. Объем текста 187 страниц, 31 иллюстрация, 34 таблицы, литературных источников 289 наименований, включая опубликованные, отечественные и зарубежные, производственные и тематические работы, хранящиеся в государственных фондах, а также интернет-ресурсы.

**Благодарности.** Автор выражает благодарность научному руководителю доктору геол.-мин. наук, зав. кафедрой минералогии и петрографии ПГНИУ Р.Г. Ибламинову; доктору геол.-мин. наук П.А. Красильникову; всем сотрудникам кафедры минералогии и петрографии Пермского университета, способствовавшим в реализации задуманной работы. Автор благодарен за многолетнее и плодотворное обсуждение алмазной тематики на Урале профессору Б.М. Осовецкому; профессору, академику Академии естествознания РФ Ф.А. Курбацкой; кандидату геол.-мин. наук А.Г. Попову, а также геологам И.П. Тетерину, Н.Г. Калашникову, В.А. Чуйко.

## СОДЕРЖАНИЕ РАБОТЫ

Первая глава является обзорной. В ней кратко изложены история геологического изучения и геологическое строение территории по известным литературным источникам. В изучении Южного Притиманья автор выделяет три этапа, смена которых связана с изменением геологических парадигм, и отмечает некоторое запаздывание этого процесса. Позднепротерозойский этап – как непосредственно предшествующий раннепалеозойскому – рассмотрен наиболее подробно. Раннепалеозойская стадия континентального развития разделена на три эпизода, в соответствии с фаціальными особенностями отложений.

Во второй главе рассмотрены отложения помянённой свиты ( $O_3pl_1$ ), которые залегают в основании палеозойского разреза и в которых предшественниками впервые на территории отмечена алмазная минерализация; рассмотрена их потенциальная продуктивность. По материалам второй главы сформулировано 1-е защищаемое положение.

В третьей главе исследуются породы полудовской свиты ордовика ( $O_3pl_3$ ), показан их аллювиальный генезис и рассматривается вопрос о промышленной алмазности ордовикского промежуточного коллектора.

В четвертой главе показана палеогеографическая обстановка в регионе на силурийском эмерсивном рубеже ( $S_1kl_1$ ), исследована роль эолового фактора в литогенезе на основании находки ветрогранников в основании силура; дано геологическое описание силурийского промежуточного коллектора и предложен эоловый тип силурийской россыпи, ранее не известный на Урале. По материалам третьей и четвертой глав сформулированы 2-е и 3-е защищаемые положения.

Дальнейшее изложение материала диссертационной работы приводится согласно защищаемым положениям.

## ПЕРВОЕ ЗАЩИЩАЕМОЕ ПОЛОЖЕНИЕ

**Нижнепалеозойские базальные горизонты Южного Притиманья со стратиграфическим и угловым несогласием залегают на эродированных докембрийских терригенных комплексах и представлены литологически незрелыми субаэральными отложениями помянённой свиты, которая рассматривается как самый древний на территории промежуточный коллектор алмазов.**

Наиболее полный разрез ордовикских отложений представлен в разрезе горы Помянённый Камень (рис. 2). Ордовикские отложения полудовской свиты разделяются на три подсвиты: нижнюю, среднюю и верхнюю. Нижняя подсвита полудовской свиты после работ В.А. Бурневской (1967) получила название помянённой свиты. Она представлена сгруженными малиново-красными валунно-галечными конгломератами. Характерной их особенностью является отсутствие кварцевой гальки в каркасе пород, обилие белого выветрелого полевого шпата и серицита в их матриксе.

Помянённая свита закартирована в единственном пересечении линией разведочных шурфов исключительно на западном склоне горы Помянённый Камень. В основании свиты крупнообъемным опробованием получен единичный кристалл алмаза – 7,1 мг (рис. 3).

Система	Отдел	Индекс	Колонка	Мощность, м	Характеристика подразделений
Силурийская	Ландверийский	$S_1 kl_2$		280	<i>Верхнекоэлчизмская подсвета. Доломиты серые, светло-серые, средне-мелко-тонко-скрытокристаллические, массивные. Брахиоподы Pentamerus cf. oblongus Sow., Virgiana barrandei (Bill.); кораллы Favosites hisingeri M. Edw. et Heime</i>
		$S_1 kl_1$		0-33	<i>Нижнекоэлчизмская подсвета. Песчаники серые с зеленоватым оттенком, кварцевые, мелко- и среднетернистые. В подошве пачки – гравийно-галечные песчаники и конгломераты</i>
	Верхний	$O_3 pl_3$		60	<i>Верхнеподюдовская подсвета. Кварцевые конгломераты крупногалечные</i>
				280	<i>Переслаивание кварцевых конгломератов мелко- и среднегалечных и кварцевых преимущественно беловато-розовых песчаников</i>
		$O_3 pl_2$		60	<i>Переслаивание белых и розовых кварцевых песчаников</i>
				160	<i>Среднеподюдовская подсвета. Песчаники вишнево-красные кварцевые средне-крупнозернистые плохо сортированные, плитчатые и толстослоистые</i>
$O_3 pl_1$		100	<i>Нижнеподюдовская (помяненновская) подсвета. Валуново-галечные конгломераты малиново-красные "бескварцевые", сгуженные</i>		

**Рис. 2.** Стратиграфическая колонка раннепалеозойских отложений Южного Прикамья (по В.А. Бурневской, 1967, с дополнениями автора)

Литологически отложения помяненновской свиты до сих пор слабо изучены. Наши исследования показали, что матрикс конгломератов представлен полимиктовым песчаником (кварц 45%; мусковит до 1%; обломками пород различного генезиса до 55%: кварциты, кремневые породы и породы кремнисто-сланцевого состава).

В породе преобладает цементация вдавливания с конформной структурой. Галечный материал представлен кварцевым мелкозернистым песчаником: кварц 94%; обломки пород различного генезиса 3%: кварциты (2%), глинистые породы (1%); обломки пород кремнисто-сланцевого состава единичны. На классификационной диаграмме В.Н. Шванова галечный материал конгломератов относится к кварцевым породам, в то время как матрикс – к полимикто-



вым, что определенно указывает на разный генезис компонентов конгломератов помяненновской свиты.

Рентгеноструктурный анализ материала матрикса конгломератов помяненновской свиты показал сходные результаты с оптическими исследованиями, мас. %: кварц 89,76; калиевые полевые шпаты 3,50; плагиоклазы 1,75; слюда 1,55; хлорит 2,13; гематит 1,31 (сумма 100). По этим данным матрикс пород можно отнести к полимиктовым полевошпат-кварцевым песчаникам.

Литохимическая характеристика пород помяненновской свиты показывает их отличие от пород полудовской свиты, прежде всего, по величине гидролизатного модуля: 0,0778 (класс суперсилитов).

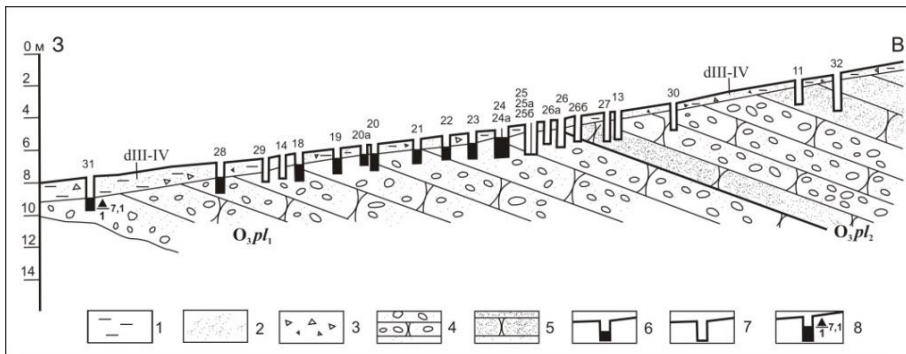
Количественный минералогический анализ показал, что среди аллотигенных минералов встречаются исключительно устойчивые: циркон, рутил, турмалин; отмечается также лейкоксен как продукт изменения титанистых минералов. Однако представительное количество минералов в тяжелой фракции протолочных проб отсутствует, что характерно для докембрийских пород региона и не свойственно фанерозойским. Среди аутигенных минералов превалирует гематит (97%), а не гидрогётит, что подчеркивает генетическую связь отложений помяненновской свиты с докембрийским субстратом.

Таким образом, в то время как количественный минералогический анализ тяжелой фракции матрикса конгломератов помяненновской свиты показал их близость к нижележащим породам докембрия, – петрографический, рентгеноструктурный и литохимический методы – их отличие от вышележащих пород полудовской свиты ордовика. Следовательно:

1) осадки помяненновской свиты формировались в промежутке геологического времени между поздним вендом и поздним ордовиком, при этом они унаследовали минеральную ассоциацию докембрийского субстрата;

2) в литологическом и литохимическом отношении – они представлены «незрелым» полимиктовым материалом, что свидетельствует о достаточно слабой эрозии докембрийского субстрата и о малой возможности «высвобождения» из него полезного компонента (убогая алмазность, рис. 3). В то же время первое проявление алмазности на территории в основании ордовика свидетельствует о том, что отложения помяненновской свиты являются

самым древним промежуточным коллектором в Южном Притиманье.



**Рис. 3.** Схема крупнообъемного опробования основания полюдовской свиты  $O_1pl_1$  (помянновской свиты), линия 351 на рис. 6, по А.Д. Ишкову и др., 1967ф, с уточнениями автора. Условные обозначения: 1. Делювиальные глины; 2. Песок в делювиальных отложениях; 3. Щебень в делювиальных отложениях; 4. Валунные «бескварцевые» конгломераты; 5. Песчаники кварцевые красноцветные; 6. Шурфы с обогащенными пробами; 7. Шурфы с пробами, оставленными на бортах выработок; 8. Алмазоносная проба: в знаменателе – количество, шт., цифра справа – масса, мг

## ВТОРОЕ ЗАЩИЩАЕМОЕ ПОЛОЖЕНИЕ

**На рубеже ордовика и силура территория представляла собой каменистую пустыню, индикаторными образованиями которой являются впервые выявленные здесь ветрогранники, которые сопровождают россыпи эолового типа в алмазоносных районах.**

Отложения континентальных фаций локальны в пространстве и дискретны во времени. Стратиграфия и генезис отложений раннего палеозоя Южного Притиманья до сих пор остаются поводом для научных дискуссий. Также противоречивы представления, связанные с палеогеографией региона

В последние годы в основании силурийских отложений впервые установлены ветрогранники, индикаторные образования каменистых пустынь (рис. 4). Извлеченная из породы без повреждения

часть ветрогранников изучена нами по морфологической классификации Н.Н. Карлова (1951). Исследование показало (табл. 1) преобладание пирамидальных ветрогранников (57,5%), среди которых преобладают пирамидальные трехгранники (52%).



**Рис. 4.** Ветрогранники из основания силура, месторождение Южная Рассольная. 4 а – отпрепарированные в подошве силурийских песчаников ветрогранники, самый крупный из них – пирамидальный трехгранник клиновидный; 4 б – пирамидальный трехгранник изометрический (драйкантер); 4 в – ветрогранник округленный цилиндрический с бороздками выдувания на наветренной грани

Таблица 1

Морфологическая классификация ветрогранников в основании  
силура (по Н.Н. Карлову, 1951)

Группа	Уплотненные одногранники	Призматические двугранники	Пирамидальные			Округленные	Итого
			Трехгранники	Четырехгранники	Многогранники		
Под-группа							
Кол-во, %	17,5	15,0	30,0	5,0	22,5	10,0	100
Сумма, %	17,5	15,0	57,5			10,0	100

Известно, что пирамидальные трехгранники (драйкантеры) образуются при одном преобладающем направлении ветра, четырехгранники – двух (Мушкетов, 1926); физическая модель их образования создана американскими учеными (Laity, Bridges, 2009). Важен палеогеографический вывод: образование ветрогранников происхо-

дит в условиях каменистых пустынь при отсутствии растительности и с одним-двумя преобладающими направлениями ветра, возможно, сезонными, каковые условия в раннем палеозое на исследуемой территории полностью соблюдаются.

Исследование показало, что ветрогранники представлены кварцевым песчаником с цементацией вдавливания. Такие породы описаны в верхней толще ( $O_3pl_3$ ) полюдовской свиты (рис. 2). Количественным минералогическим анализом в тяжелой фракции прото-лочных проб ветрогранников установлен комплекс исключительно устойчивых минералов, характерный для раннепалеозойских толщ региона: циркон, турмалин, рутил, анатаз, а также лейкоксен.

По данным рентгенофлюоресцентного анализа вещества ветрогранников среди макрокомпонентов преобладающими являются кремнезем (95%) и глинозем (3,75%). По величине гидролизатного модуля (0,044) кварцевые песчаники ветрогранников принадлежат к классу гиперсилитов (по классификации: Юдович, Кетрис, 2000).

Известно, что ветрогранники образуются как при аридном, так и при нивальном климате. Из проведенных литологических исследований интересные данные показал рентгеноструктурный анализ: преобладание гидрослюды среди глинистых минералов в пелитовой фракции отложений. Это позволяет сделать вывод о климате эпохи как близкого к нивальному типу с преобладанием физического выветривания над химическим.

Ветрогранники являются также индикатором стратиграфического перерыва в геологическом разрезе. Перерыв связан с ордовикской обломочной корой выветривания. Эрозионный срез ордовикских отложений (при перепаде мощностей в разных точках от 0,2 до 440 м) мог составлять сотни метров, что является мощным фактором природного обогащения пород, при условии их алмазоносности. Алмазоносность ордовикских пород подтверждается их прямым опробованием: 2 мелких кристалла алмаза на  $1500 \text{ м}^3$  (Ишков, 1966). Этот факт свидетельствует не только о существовании ордовикского промежуточного коллектора, но и о продолжении процесса формирования в Южном Притиманье россыпного алмазоносного района, начавшегося еще в помянённовское время.

Таким образом, ветрогранники являются индикаторными литологическими образованиями, сопровождающими россыпи эолового типа в алмазоносных районах.

## ТРЕТЬЕ ЗАЩИЩАЕМОЕ ПОЛОЖЕНИЕ

**3. В алмазонасных районах россыпи эолового типа определяются двумя поисковыми условиями: отрицательной формой в древнем рельефе (котловиной выдувания) и находками в ложе котловины ветрогранников, что позволяет уже на поисковой стадии выявить эоловые промежуточные коллекторы.**

На континентальной суше ветры, постоянно дующие в одном направлении, создают в субстрате пород характерные формы эолового рельефа – котловины выдувания. Они заполняются обломочным материалом. За счет дефляции происходит природное обогащение этого материала, при условии его продуктивности (пусть даже первоначально не очень высокой). Котловины выдувания вытягиваются в направлении господствующих ветров (в нашем случае, предположительно, северо-западных румбов (рис. 6), в современных координатах).

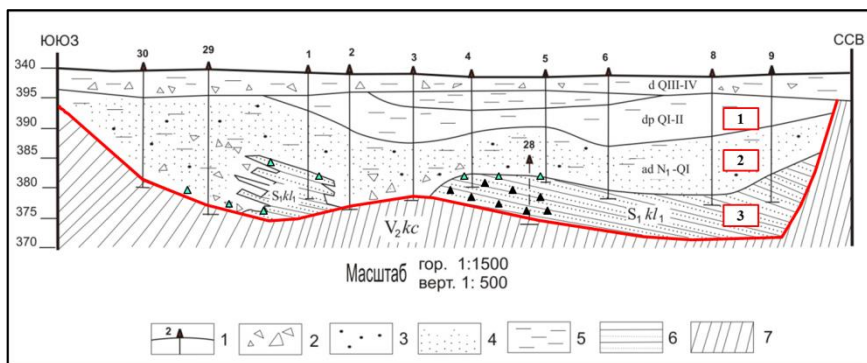
По простиранию «маркирующего слоя» силура (с описанными выше ветрогранниками в его основании) автор проследил распространение нижней подбиты колчимской свиты ( $S_1kl_1$ ) от средней части месторождения Южная Рассольная (где впервые были описаны ветрогранники) до его северо-западного фланга, где в 2010 году геологической службой ЗАО «Уралалмаз» была установлена промышленная алмазонасность силурийского промежуточного коллектора алмазов. После построения геологического разреза автор пришел к выводу, что в строении силурийского коллектора присутствуют геоморфологические признаки котловины выдувания: силурийская россыпь как бы «вложена» в отрицательную форму древнего рельефа (рис.5). Эоловая форма данного образования подтверждается также находками ветрогранников в основании россыпи силурийского промежуточного коллектора (в керне разведочных скважин 4 и 28, рис. 5).

Автором выделено три толщи (рис. 5) в строении силурийского коллектора (снизу – вверх).

Толща 3 ( $S_1kl_1$ ) представлена литифицированным светло-серым с желтовато-зеленоватым оттенком мелкозернистым песчаником с гидрослюдистым цементом. Мощность до 5,0 м.

Толща 2 (ad N<sub>1</sub>–QI) представлена частично дезинтегрированными желто-серыми разномерными, до гравийными, песчаниками с линзовидными прослоями крепких светло-серых песчаников. Характерной особенностью литологического состава терригенной толщи является рассеянный по поверхности напластования и в тонких слоях галечный материал аллювиального генезиса. Вдавленные в песчаные слои гальки свидетельствуют об одновременности образования осадка. Мощность до 12 м.

Толща 1 (dp QI–II) представлена выветрелыми голубовато-серыми алевролитами с щебнем и глыбами мелкозернистых светло-серых с голубоватым оттенком кварцевых песчаников. Мощность до 8,0 м.



**Рис. 5.** Геологический разрез северо-западной части месторождения Южная Рассольная. Линия 1С на рис. 6. Условные обозначения: 1. Скважины; 2. Щебень и брекчи; 3. Гравий и гравелиты; 4. Дезинтегрированные песчаники; 5. Глина; 6. Литифицированные песчаники ( $S_1 k l_1$ ); 7. Терригенные породы кочешорской свиты венда ( $V_2 k c$ ). Цифрами в прямоугольниках обозначены номера толщ; красной линией – ложе котловины выдувания; черными треугольниками – ветрогранники, встреченные в керне скважин 4 и 28; зелеными треугольниками – ветрогранники, найденные после отработки карьера.

Если литологический состав толщ 2 и 3 свидетельствует об их аллювиальном генезисе, то нахождение ветрогранников в нижней толще говорит об аэральных условиях образования осадка. Следовательно, климат на границе ордовика и силура постепенно менялся. Снос обломочного материала осуществлялся с запада на восток, в сторону раскрывающегося Уральского палеоокеана. Неравномер-

ное распределение грубообломочного материала силурийского промежуточного коллектора позволяет предположить струйчатый характер распределения алмазов в толще на разных горизонтах.

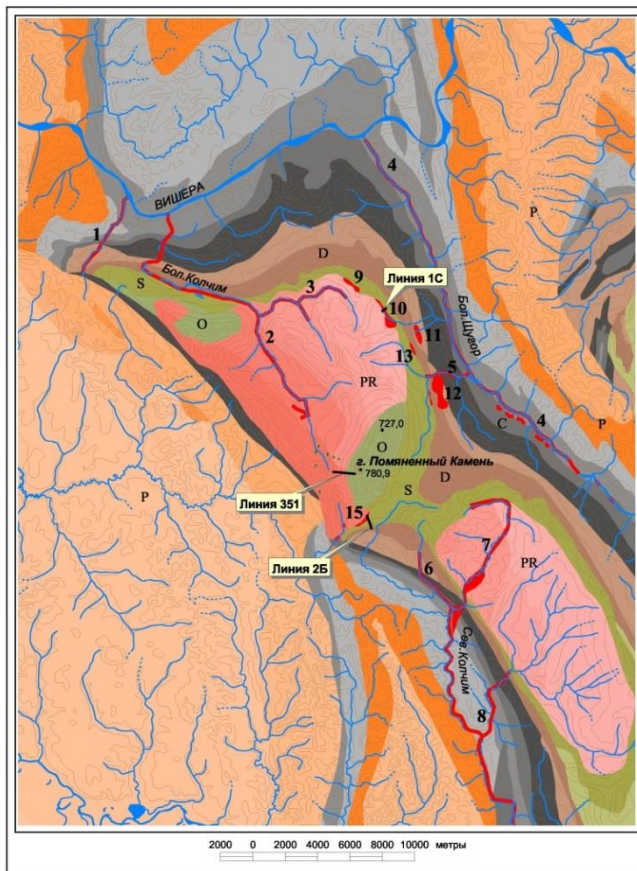
При геологическом эксплуатационном опробовании толща 3 осталась неопробованной, поскольку дробление литифицированных пород не входило в технологическую схему опробования. Две вышележащие толщи, частично дезинтегрированные, были опробованы, а затем отработаны ЗАО «Уралалмаз». Объем геологического эксплуатационного опробования составил 390 м<sup>3</sup>. Содержание по рядовым пробам от 0 до 161,7 мг/м<sup>3</sup>. Среднее содержание алмазов по толще 1 (dp QI–II) – 28,4 мг/м<sup>3</sup>; по толще 2 (ad N<sub>1</sub>–QI) – 77,07 мг/м<sup>3</sup> (табл. 2). Алмазы хорошо сортированы и морфологически не отличаются от популяции алмазов «уральского типа». Ведущим классом крупности является класс -4+2 мм (49%). Доля алмазов массой более 1 карата составила 37,8%.

Таблица 2

Результаты эксплуатационного геологического опробования силурийского коллектора на месторождении Южная Рассольная

№ п/п	Объем пробы, м <sup>3</sup>	Всего		В том числе по классам крупности, мм			Содержание, мг/м <sup>3</sup>	Толща
		штук	мг	-8+4	-4+2	-2+1		
1	50						0	1
2	50	3	628	1	2		12,56	
3	25	8	778	1	5	2	31,12	
5	50	22	4974	9	10	3	99,48	
6	50						0	
Итого по толще 1	225	33	6380	11	17	5	28,4	
4	50	22	4616	10	8	4	92,32	2
8	45	7	1280	2	5		28,44	
9	35	5	1160	2	3		33,14	
10	35	28	5660	11	10	7	161,71	
Итого по толще 2	165	62	12716	25	26	11	77,07	
Всего	390	95	19096	36	43	16	48,96	

Полученные данные позволили сформулировать поисковые условия и признаки для разведки новых россыпей эолового типа, на которые раньше в регионе не обращали достаточного внимания.



**Рис. 6.** Промышленные россыпи Красновишерского района (по А.Г. Попову, 2021, с дополнениями автора). Современные: 1. Сторожевая; 2. Большешколчимская; 3. Чурочная; 4. Большешугорская; 5. Вольнская; 6. Светлый; 7. Илья-Вожская; 8. Полуденноколчимская. Ископаемые и остаточные россыпи промежуточных коллекторов: 9. Северная Рассольная; 10. Южная Рассольная; 11. Вогулка; 12. Вольнка; 13. Ишковский карьер; 14. Сухая Вольнка; 15. Буркочим. На выносах обозначены разрезы нижнего палеозоя, описанные автором в главах 2, 3 и 4.

1) наличие отрицательных форм в древнем рельефе (котловины выдувания), заполненные терригенными отложениями более молодого возраста; 2) находки в этих отложениях ветрогранников; 3) хорошая сортировка алмазов. Причем, поисковые условия в алмазоносном районе являются необходимыми для осуществления главного поискового признака – находки алмазов. И эти условия могут быть выяснены уже на стадии поисков с помощью колонко-



вого бурения. При этом индикаторными отложениями для поиска эоловых россыпей будут являться брекчии с ветрогранниками.

Таким образом, эоловый тип россыпей может составить важный промышленный потенциал Красновишерского алмазоносного района (рис. 6), учитывая тот факт, что силурийский промежуточный коллектор в геологическом времени является первым промышленным алмазоносным коллектором на территории Южного Притиманья.

## ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Основные выводы диссертационной работы состоят в следующем. Терригенные комплексы раннего палеозоя залегают на докембрийском субстрате местных пород, сформировавшихся за счет эрозии фундамента Русской плиты.

Помянёвская свита, залегающая в основании палеозойского разреза, является самым древним промежуточным алмазоносным коллектором в Южном Притиманье.

Континентальный режим ордовика характеризовался фацией каменистых пустынь на основании находок ветрогранников.

Силурийский промежуточный коллектор алмазов сформировался в котловине выдувания – эоловой форме рельефа, образованной в докембрийском субстрате.

Поисковыми условиями россыпей эолового типа являются: наличие котловин выдувания в древнем рельефе; находки в них ветрогранников, при этом индикаторными отложениями для их нахождения будут являться брекчии с ветрогранниками.

Перспективы уральской алмазоносности связываются автором с новыми алмазоносными объектами, в частности, с россыпями эолового типа и глубокими горизонтами депрессий, сопряженными с промежуточными коллекторами.

### **Работы, опубликованные автором в рецензируемых научных журналах и изданиях, рекомендованных ВАК**

1. Пактовский Ю.Г. Стадийность геологического развития территории Южного Притиманья в позднем протерозое // Вестник Пермского университета. Геология. 2019. Том 18, № 2. С. 108–124.

2. Пактовский Ю.Г. О ветрогранниках в основании силура в Южном Притиманье (Пермский край) // Учёные записки Крымского федерального университета им. В.И. Вернадского. География. Геология. Том 6 (72). № 2. 2020 г. С. 243–261.

3. Пактовский Ю.Г. Силурийский эмерсивный рубеж на территории Южного Притиманья (Пермский край) // Вестник Пермского университета. Геология. 2020. Том 19, № 3. С. 210–224.

4. Пактовский Ю.Г. Силурийский промежуточный коллектор алмазов (Южное Притиманье, Пермский край) // Вестник Пермского университета. Геология. 2021. Том 20, № 4. С. 301–319.

### **Работы, опубликованные в других изданиях**

5. Пактовский Ю.Г. О новых алмазоносных объектах в Красновишерском районе Пермского края // Геология и полезные ископаемые Западного Урала: ст. по материалам регион. науч.-практ. конф. / гл. ред. Р.Г. Ибламинов. Перм. гос. нац. исслед. ун-т. Пермь, 2014. С. 48–49.

6. Пактовский Ю.Г. Новый алмазоносный объект в основании колчимской свиты на Северном Урале // Проблемы минералогии, петрографии и металлогении. Науч. чтения памяти П.Н. Чирвинского: сб. науч. ст. / отв. ред. И.И. Чайковский. Перм. гос. нац. исслед. ун-т. Пермь, 2016. Вып. 19. С. 260–261.

7. Пактовский Ю.Г. Новые данные по опробованию терригенных отложений колчимской свиты на Северном Урале // Геология и полезные ископаемые Западного Урала: сб. ст. юбилейной конф., посвящ. 100-летию Перм. ун-та и 85-летию геол. ф-та / под общ. ред. Р.Г. Ибламинова. Перм. гос. нац. исслед. ун-т. Пермь, 2016. С. 76–81.

8. Пактовский Ю.Г. Новые данные о малообъемном опробовании терригенного колчима на Северном Урале // Проблемы минералогии, петрографии и металлогении. Науч. чтения памяти П.Н. Чирвинского: сб. науч. ст. / отв. ред. И.И. Чайковский. Перм. гос. нац. исслед. ун-т. Пермь, 2017. Вып. 20. С. 227–233.

9. Пактовский Ю.Г. Силурийский алмазоносный коллектор и его индикаторные минералы (Северный Урал, Пермский край) // Проблемы минералогии, петрографии и металлогении. Науч. чтения памяти П.Н. Чирвинского: сб. науч. ст. / отв. ред. И.И. Чайковский. Перм. гос. нац. исслед. ун-т. Пермь, 2018. Вып. 21. С. 316–322.

10. Пактовский Ю.Г. Каледонский цикл геологической истории притиманской части Урала // Геология и полезные ископаемые Западного Урала: сб. науч. ст. / под общ.ред. Р.Г. Ибламинова. Перм. гос. нац. исслед. ун-т. Пермь, 2018. Вып. 1(38). С. 79–87.

11. Пактовский Ю.Г. Байкальский цикл геологического развития территории Южного Притиманья // Литология осадочных комплексов Евразии и шельфовых областей: материалы IX Всероссийского литологического совещания (с международным участием). Казань: Изд-во Казанского ун-та, 2019. С. 346–347.

12. Пактовский Ю.Г. История геологического развития Русской плиты в зоне сочленения тиманских и уральских структур в позднем протерозое // Геология и полезные ископаемые Западного Урала: сб. науч. ст. / под общ. ред. П.А. Красильникова. Перм. гос. нац. исслед. ун-т. Пермь, 2019. Вып. 2(39). С. 44–50.

13. Пактовский Ю.Г. Геологическое развитие территории Южного Притиманья в позднем протерозое // Проблемы минералогии, петрографии и металлогении. Науч. чтения памяти П.Н. Чирвинского: сб. науч. ст. / отв. ред. И.И. Чайковский. Перм. гос. нац. исслед. ун-т. Пермь, 2019. Вып. 22. С. 216–223.

14. Пактовский Ю.Г. Игольчатый рутил Помянённого Камня (Пермский Край, Южное Притиманье) // Геология и полезные ископаемые Западного Урала: сб. науч. ст. / под общ. ред. П.А. Красильникова. Перм. гос. нац. исслед. ун-т. Пермь, 2020. Вып. 3(40). С. 81–87.

15. Пактовский Ю.Г. Силурийский эмерсивный рубеж на территории Южного Притиманья // Геология и полезные ископаемые Западного Урала: сб. науч. ст. / под общ. ред. П.А. Красильникова. Перм. гос. нац. исслед. ун-т. Пермь, 2020. Вып. 3(40). С. 12–17.

16. Пактовский Ю.Г. Силурийский эмерсивный рубеж на территории Южного Притиманья, теоретический аспект // Проблемы минералогии, петрографии и металлогении. Науч. чтения памяти П.Н. Чирвинского: сб. науч. ст. / отв. ред. И.И. Чайковский. Перм. гос. нац. исслед. ун-т. Пермь, 2021. Вып. 24. С. 166–171.

17. Пактовский Ю.Г. Условия формирования эоловых россыпей в основании силура (Пермский край) // Россыпи и месторождения кор выветривания XXI века: задачи, проблемы, решения. Материалы XVI Международного совещания по геологии россыпей и ме-

сторождений кор выветривания / гл. ред. А.В. Лаломов. Воронеж. гос. ун-т. Воронеж, 2021. С. 80–81.

18. Пактовский Ю.Г. Геологическое строение силурийского коллектора алмазов в Южном Притиманье (Пермский край) // Сб. науч. тр.: Пермская система Земного Шара – 180 лет. 2021. № 1. С. 113–123.

19. Пактовский Ю.Г. Проблема алмазности помянённой свиты // Проблемы минералогии, петрографии и металлогении. Науч. чтения памяти П.Н. Чирвинского: сб. науч. ст. / отв. ред. И.И. Чайковский. Перм. гос. нац. исслед. ун-т. Пермь, 2022. Вып. 25. С. 199–208.

20. Пактовский Ю.Г., Попов А.Г. Использование скважин большого диаметра для опробования россыпей алмазов на Северном Урале (Пермский край) // Материалы V Всероссийской науч.-практ. конф. с междунар. участием, посвящ. 50-летию Алмазной лаборатории ЦНИГРИ – НИГП АО «АЛРОСА». Мирный, 2018. С. 313–317.

21. Пактовский Ю.Г., Уткина М.Н. Ордовикский эмерсивный рубеж на территории Южного Притиманья // Проблемы минералогии, петрографии и металлогении. Научные чтения памяти П.Н. Чирвинского: сб. науч. статей / отв. ред. И.И. Чайковский. Перм. гос. нац. исслед. ун-т. Пермь, 2020. Вып. 23. С. 140–145.

22. Пактовский Ю.Г., Илалтдинов И.Я. О генезисе конгломератов полюдовской свиты г. Помянённый Камень в Южном Притиманье // Проблемы минералогии, петрографии и металлогении. Научные чтения памяти П.Н. Чирвинского: сб. науч. статей / отв. ред. И.И. Чайковский. Перм. гос. нац. исслед. ун-т. Пермь, 2020. Вып. 23. С. 167–173.

23. Пактовский Ю.Г., Осовецкий Б.М., Попов А.Г., Чуйко В.А. Проблемы россыпной алмазности Урала // Научно-методические основы прогноза, поисков, оценки месторождений алмазов, благородных и цветных металлов. X Международная научно-практическая конференция (13–16 апреля 2021 г., Москва, ФГБУ «ЦНИГРИ»). Сборник тезисов докладов. М.: ФГБУ «ЦНИГРИ», 2021. С. 163–165.