

УДК: 552.5 551.82

## Вендские отложения Колчимского поднятия: состав и палеоклимат

Е.М. Томилина

Пермский государственный национальный исследовательский университет  
614068, Пермь, ул. Букирева, 15. E-mail: tomilinaelena.psu@yandex.ru

(Статья поступила в редакцию 01.10.2025)

Приведены результаты исследования минерального состава, структурно-текстурных особенностей вендских отложений в пределах Колчимского поднятия, а также вещественный состав пелитовой фракции отложений. Для изучения пород применены петрографический, рентгенофазовый и рентгенофлуоресцентный анализы. По результатам исследований образцов горных пород был уточнен и дополнен состав вендских отложений в пределах Колчимского поднятия. Впервые проведена попытка палеоклиматической реконструкции, которая основывается на составе глинистого материала, где главная роль отводится гидрослюде. Это позволяет сделать вывод о климате эпохи как близкого к нивальному типу с преобладанием физического выветривания над химическим. Также исследования пород подтверждают, что отложения венда состоят из продуктов размыва подстилающих отложений свит верхнего рифея, а также из гранитоидов и гнейсов, источником которых являются поднятия Тимана с выходами пород кристаллического фундамента Русской плиты.

Ключевые слова: *Колчимское поднятие, венд, Вишерский алмазоносный район, палеоклимат, пелитовая фракция, гидрослюда, хлорит, петрографический анализ, рентгенофазовый анализ, химический состав.*

DOI: 10.17072/psu.geol. 24.4.308.

### Введение

Основной структурой Вишерского алмазоносного района является Колчимское поднятие, которое входит в состав Полюдово-Колчимского антиклинория (рис. 1), он, в свою очередь, находится на стыке Предуральского краевого прогиба и Западно-Уральской зоны складчатости в месте сопряжения уральских и тиманских структур. Поднятие включает в себя Колчимскую и Тулымпарминскую антиклинали.

Отложения венда подробно были описаны в 1948 г. Н.Г. Чочиа и К.И. Адриановой, которые впервые на исследуемой территории выделили чурочинскую свиту, но отнесли ее к ордовика на основании залегания под фаунистически охарактеризованными лландоверискими отложениями, залегающими на ней, как это было доказано, с размывом и крупным угловым несогласием. Залегает она на доломитах низьвенской свиты, относящихся к низам ордовика. Однако



Рис. 1. Положение Полюдово-Колчимского антиклинория в составе Тимано-Североуральского региона (Пактовский, 2022)

© Томилина Е.М., 2025



Работа лицензирована в соответствии с CC BY 4.0. Чтобы просмотреть копию этой лицензии, посетите <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>

в монографии Н.Г. Чочия 1955 г. чурочинская свита относится к кембрию тоже со знаком вопроса.

Венд как стратиграфическое подразделение на Урале выделен Б.С. Соколовым в разрезах осадочного чехла Русской плиты (Беккер, 1985). Историко-геологический анализ позволил обособить аналоги вендских отложений в древних толщах Уральской складчатой области.

Возраст верхних горизонтов древних толщ Урала – один из наиболее сложных вопросов уральской геологии, который обсуждается на протяжении почти ста лет. Со временем полемика по этому вопросу не только не утихает, но становится все более напряженной. Главным центром всех расхождений по-прежнему остается возраст ашинских, сыльвицких, чурочных отложений западного склона Урала. Обычно проблема возраста вендских отложений на Урале решалась с позиций выяснения их соотношения с более молодыми горизонтами палеозоя. В результате детальных работ установлено, что разновозрастные горизонты девона, силура, ордовика с размывом, а иногда и угловым несогласием, залегают на различных отложениях венда Южного, Среднего и Северного Урала.

Соотношения венда с фаунистически охарактеризованными кембрийскими отложениями остались невыясненными, но перспективы в этом отношении весьма ограничены в связи с разобщенностью рассматриваемых отложений и сложной структурной позицией кембрийских биогермов.

Необходимо отметить, что какие-либо постепенные переходы между палеозойскими и вендскими отложениями на Урале повсеместно отсутствуют. Существенное значение имело выяснение характера сочленения венда с подстилающими карбонатными маркерами с микрофитолитами так называемого IV комплекса (укская свита и ее аналоги). Наконец, новый фактический материал был получен в результате датирования изотопными методами по глаукониту чурочных и ашинских отложений. Но необходимо отметить следующее: несовершенство К-Аг метода, проводившегося в 1980-х гг. по глаукониту, привело к некоторому несовпадению прежних датировок с ныне принятой общей

и международной стратиграфической шкалой. Современные методы установления изотопного возраста пород на территории пока не применялись.

Уральский венд принадлежит к числу широко распространенных и достаточно хорошо обнаженных образований. Вендские отложения облекают выступы докембрийских толщ на западном склоне Урала и протягиваются с небольшими перерывами с юга на север на расстояние около 800 км. Ширина этой зоны местами достигает первых десятков километров. К востоку от основной полосы, в пределах так называемых Центральной и восточной зон Урала, вендские образования выполняют отдельные изолированные грабены, мульды и характеризуются локальным распространением.

На Северном Урале в зоне с Тиманом вендским отложениям соответствует чурочная серия. Строение серии в восходящем разрезе (Боровко, 1967; Беккер, 1968): устьчурочинская свита, чурочинская свита, ильвовожская свита, кочешорская свита.

Чурочная серия залегает на карбонатных породах и трансгрессивно перекрывается палеозойскими конгломератами. Корреляция разрезов венда Урала и изотопные данные однозначно указывают на вендский возраст чурочной серии. Однако устьчурочинские отложения залегают ниже верхнего горизонта тиллитов лапландского оледенения. Они достаточно надежно коррелируются с криволукскими образованиями Южного Урала и поэтому могли бы быть отнесены к довендским отложениям. Но подобному решению противоречили бы и имеющиеся изотопные датировки устьчурочинских глауконитов. Устьчурочинские отложения обычно рассматривают в составе венда.

В разрезах позднего докембрия Урала есть три уровня тиллитов и тиллоидов (Младших, Аблизин, 1967; Аблизин и др., 1982). Нижний (танинский) горизонт как наиболее выдержанный и протяженный распространен на Среднем и Северном Урале. Средний (койвинский) горизонт развит локально в нескольких разрезах Среднего Урала. Верхний (чурочный, старопечный, криволукский) горизонт развит на Северном, Южном и Среднем Урале, причем в первых двух районах доказано его

ледниковое происхождение (Чумаков, 1985). Особенностью тиллитов верхнего уровня являются резкие колебания мощностей ледниковых отложений вплоть до полного их выклинивания на сравнительно коротких расстояниях. Тиллиты верхнего уровня залегают с перерывом на нижележащих отложениях и разграничивают два существенно различных комплекса. Нижний комплекс образован диким флишем и диамиктитовой формацией, а верхний – типичной альпитотипной моласой (Беккер, 1985).

В венде Урала намечается два этапа осадконакопления: серебрянский преимущественно ледниковый и сылвицкий предгорный. Наиболее надежно вендский возраст обоснован для отложений второго этапа. Здесь выше ледниковых отложений отчетливо выделяются отложения горизонтов с *Tirasiana* и *Arumbergia*.

Отложения горизонта с *Tirasiana* известны в венде запада Русской платформы, что облегчает их параллелизацию с одновозрастными образованиями Урала. Первый (серебрянский) этап осадконакопления прирывается к венду условно и иногда выделяется в самостоятельное крупное стратиграфическое подразделение.

### Методы исследования

Каменный материал был отобран автором и студентами кафедры минералогии и петрографии в июне 2023 г. На правом берегу р. Большой Колчим хорошо проявляются обнажения устьчурочинской свиты, где были отобраны образцы горных пород для исследований (рис. 2А). Чурочинская свита обнажается в долине р. Чурочная (рис. 2Г). Породы ильязожской свиты были отобраны с обнажения на правом берегу р. Рассольная (рис. 2Ж, К). Образцы горных пород кочешорской свиты были отобраны на месторождениях Северная и Южная Рассольная (рис. 2Н, Р).

Лабораторные исследования выполнены автором с использованием аппаратуры Центра коллективного пользования и Сектора наноминералогии ПГНИУ. Петрографическое изучение шлифов проведено на оптическом микроскопе Olympus BX51 (Япония). Рентгенофлуоресцентный анализ был вы-

полнен с применением волнодисперсионного рентгенофлуоресцентного спектрометра последовательного типа действий S8 Tiger (аналитик К.П. Казымов). Рентгенофазовый анализ образцов выполнялся с применением рентгеновского порошкового дифрактометра D2 Phaser (фирма «Bruker», ФРГ).

Характеристики прибора: рентгеновская трубка с медным анодом (излучение –  $\text{CuK}\alpha$ ,  $\lambda=1,54060 \text{ \AA}$ ), генератор с напряжением – 30 кВ, силой тока – 10 мА; детектор линейный – LYNXEYE; фильтр – Ni. Условия съемки для валового анализа: расходящая щель 0,2 мм, щели Соллера – первичная  $2,5^\circ$ , вторичная  $2,5^\circ$ ; угловой диапазон от  $5$  до  $70^\circ 2\theta$ ; скорость набора импульсов в каждой точке 1,0 с; шаг –  $0,02^\circ$ . Количественный анализ валового состава пробы выполнялся с помощью программного обеспечения *Toras 4-2*, которое реализует безэталонный анализ на основе метода Ритвельда – процедуры минимизации отклонения между экспериментальной и теоретически рассчитанной дифрактограммами (Rietveld, 1967, 1969). В качестве рассчитанных моделей кристаллических структур используются файлы базы данных, поступившей с приобретением программного обеспечения. Сумма минеральных фаз рассчитывалась к 100 %.

Глинистые минералы в силу своей морфологии и высокой дисперсности в природе образуют агрегаты, одной из основных особенностей которых является ярко выраженная способность к ориентации частиц. Любой препарат из глинистой фракции, предназначенный для съемки на дифрактометре, будет обладать аксиальной текстурой. Степень текстурированности искусственно усиливается в ориентированных препаратах для большей информативности проводимых экспериментов. Ориентированные препараты позволяют получить базальные отражения глинистых минералов, по которым производится их более точная диагностика.

Пелитовая фракция выделялась седиментационным способом. Диагностика присутствующих в образце слоистых алюмосиликатов происходила при совместной интерпретации дифрактограмм воздушно-сухого, насыщенного этиленгликолем и прокаленного препаратов при температурах  $350$  и  $550^\circ \text{C}$  (Рентгенография..., 1983). Вычисление соот-

ношения глинистых минералов производилось по дифрактограмме воздушно-сухого ориентированного препарата и пересчитыва-

лось на содержание каждого минерала с помощью уравнений, полученных Петером и Кальманом (Франк-Каменецкий и др., 1983).



**Рис. 2.** А – выход горных пород устьчурочинской свиты, Г – выход горных пород чурочинской свиты, Ж, К – выход горных пород ильявожской свиты, Н, Р – выход горных пород кочешорской свиты; Б, В, Д, Е, З, И, Л, М, О, П, С, Т – микрофотографии илифов горных пород с анализатором

### Результаты петрографического исследования

На Северном Урале Ю.Р. Беккер (1968) объединяет вендские отложения в чурочную серию. Строение серии в восходящем разрезе: устьчурочинская свита, чурочинская свита, ильявожская свита и кочешорская свита.

Породы *устьчурочинской свиты* представлены полевошпат-кварцевыми песчани-

ками (рис. 1Б), песчаниками гравелистыми и глинистыми алевролитами (рис. 2В). Для полевошпат-кварцевых песчаников характерна псаммитовая структура с размерами зерен 0,1–0,35 мм, для гравелистых песчаников – псефитпсаммитовая структура с размерами зерен 0,15–2,0 мм. Степень сортировки хорошая, для гравелистых песчаников средняя. Зерна неправильной, субизометричной, слабоудлиненной формы. Среди обломков различаются полуокатанные (70–80 %), окатан-

ные обломки (15–20 %), отмечаются неокатанные (5 %). Обломочный материал представлен зернами кварца (75 %), зернами полевых шпатов (15 %), обломками пород различного генезиса (10 %): глинистыми породами, кварцитами, микросланцами, единичными обломками кремневых пород. В породах диагностированы минералы, характерные для магматических пород кислого и среднего состава: циркон, сфен, лейкоксен, амфиболы. Породам присущ глинистый порово-пленочный цемент гидрослюдистого состава. Для алевролитов характерна алевритовая структура с размерами зерен 0,02–0,08 мм. Зерна неправильной, субизометричной формы. В обломочной части алевролитов преобладают зерна кварца (55 %) и полевого шпата (45 %). Цемент базально-поровый глинистый, преимущественно гидрослюдистого состава. Для пород характерна сланцеватость.

Породы *чурочинской свиты* представлены тиллитовидными конгломератами и песчаниками (рис. 2Д). В среднем обломочный материал представлен обломками кварца (55 %), полевых шпатов (20 %), слюдой (7 %), обломками пород различного генезиса (18 %), из которых преобладают обломки алевролитов, песчаников, глинистых пород, обломки кварцитов, гранитоидов (рис. 2Е), реже встречаются обломки кремневых, карбонатных пород, эффузивов. Цементирующая часть представлена преимущественно гидрослюдой с примесью хлорита. В прослоях между тиллитовидными конгломератами чаще всего присутствуют глинистые алевролиты и алевролиты песчаные. Для алевролитов характерна алевритовая или псаммиталевоитовая структура с размерами зерен 0,02–0,2 мм. Зерна неправильной, субизометричной формы. В обломочной части алевролитов преобладают зерна кварца (55–60 %) и полевого шпата (40–45 %). Цемент базально-поровый глинистый гидрослюдистого состава. Для пород характерна сланцеватость. В кровле *чурочинской свиты* залегают карбонатные породы, которые представлены микрозернистыми плотными доломитами.

*Ильвожская свита* представлена полевошпат-кварцевыми песчаниками (рис. 2З) с переслаиванием глинистых алевролитов

(рис. 2И). Для полевошпат-кварцевых песчаников характерна псаммитовая структура с размерами зерен 0,1–0,35 мм. Степень сортировки хорошая. Зерна неправильной, субизометричной, слабоудлиненной формы. Среди обломков различаются полуокатанные (70–80 %), окатанные обломки (15–20 %) отмечаются неокатанные (5 %). Обломочный материал представлен зернами кварца (75–80 %), зернами полевых шпатов (20–25 %), обломками пород различного генезиса (5 %): глинистые породы, кремневые породы, кварциты, реже встречаются обломки гранитоидов. В породах диагностированы минералы, характерные для магматических пород кислого и среднего состава: циркон и сфен. В обломочной части алевролитов (рис. 2Л, М) преобладают зерна кварца, полевого шпата, цемент порово-пленочный глинистый гидрослюдистого состава. Для пород характерна сланцеватость, по которой порода хорошо раскалывается.

Породы *кочешорской свиты* представлены песчаниками с переслаиванием глинистых алевролитов и аргиллитов. Песчаники отличаются друг от друга по текстурно-структурным особенностям, по составу обломочной части и по цементу. Одни образцы представлены разнотельными песчаниками (рис. 2С), в составе которых присутствуют обломки зерен кварца, обломки кварцитов и единичные обломки гранитоидов с поровым глинистым цементом.

Другие горные породы представлены тиллитовидными гравелистыми песчаниками, в обломочной части которых содержатся обломки зерен кварца, обломки кварцитов, алевролитов, доломитов, глинистых пород. Цементирующая часть представлена гидрослюдой. Кроме того, встречаются кварцевые песчаники, которые сложены зернами кварца, а также кварцевый регенерационный цемент, где зерна каемки регенерации кварца толщиной 0,01–0,08 мм заполняют межзерновое пространство. Иногда зерна по периферии растворены, но чаще всего границы зерен кварца имеют относительно мозаичное строение, что свидетельствует о начале метаморфизма. Алевролиты глинистые, иногда встречаются песчаные, со слоистой текстурой. В минеральном составе преобладают зерна кварца, полевого шпата. Цемент пле-

ночно-поровый глинистый, представлен гидрослюдой. Аргиллиты алевролитовые, песчанистые (рис. 20, Т) с алевритопелитовой или псаммиталевропелитовой структурой, тонкослоистой текстурой. В минеральном составе тонкодисперсный глинистый материал преимущественно гидрослюдистого состава, зерна кварца и полевого шпата.

### Результаты аналитических исследований

Рентгенофазовый анализ проводился для пелиталевролитовых пород с целью уточнения названия. На территории Колчимского поднятия в работах в работах Ю.Р. Беккера, Ю.Д. Смирнова, О.А. Кондияйна и других

исследователей приводится макроскопическое описание аргиллитов, которые чередуются между слоями песчаников, имеют пелитовую структуру и сланцеватую текстура, данные породы хрупкие и хорошо раскалываются по сланцеватости. Но, по данным рентгенофазового анализа (табл. 1), который был проведен впервые для пород этих свит, только в кочешорской свите встречаются аргиллиты. Для других свит в валовом минеральном составе образцов преобладают кварц и полевые шпаты, что характеризует данные породы как алевролиты глинистые, так как, по определению (Фролов, 1993), в них недостаточно содержания глинистых минералов, чтоб они были аргиллитами.

Таблица 1. Валовый минеральный состав пелиталевролитовых пород (%)

Минералы	Содержание, %											
	Устьчурочинская свита			Чурочинская свита			Ильвовожская свита			Кочешорская свита		
Кварц	40,6	36,3	41,6	44,6	48,2	50,3	39,8	54,3	51	34,8	31,8	32,5
Полевые шпаты	28,1	28,1	27,9	25,1	23,2	20,5	18,1	24,3	28,2	10,6	13	9,8
Глинистые минералы	31,3	36,6	30,5	30,3	28,5	29,2	40,9	20,8	20,4	50,9	51	53,1
Кальцит	-	-	-	-	-	-	1,2	0,6	0,4	2,1	1,8	2,8
Анаказ	-	-	-	-	-	-	-	-	-	1,7	2,5	1,8

Минеральный состав пелитовой фракции венда изучался с целью определения условий осадконакопления, поскольку он напрямую зависит от глубины палеобассейна, а также от существовавших в нем палеобстановок.

Глинистая составляющая в алевролитах *устьчурочинской свиты* преимущественно гидрослюдистого состава, реже хлорит-гидрослюдистого. В *чурочинской свите* глинистая составляющая в тиллитовидных конгломератах представлена гидрослюдистым составом, реже гидрослюдой с подчиненным содержанием хлорита. Соотношение гидрослюды и хлорита составляет в среднем 95 и 5 % соответственно. В глинистых алевролитах из четвертой пачки *чурочинской свиты* содержание хлорита по отношению к гидрослюде вырастает до 8–10 %. Также глинистая часть интенсивно пигментирована гид-

роксидами и оксидами железа. Глинистая составляющая алевролитов *ильвовожской свиты* имеет гидрослюдистый и хлорит-гидрослюдистый состав, где гидрослюда также преобладает. Аргиллиты *кочешорской свиты* имеют гидрослюдистый и хлорит-гидрослюдистый состав.

Образование гидрослюды не имеет жесткой климатической детерминированности. Но ассоциация гидрослюды и хлорита характерна для высокоширотных зон. Наличие данной ассоциации указывает на относительно холодный и сухой климат в областях сноса и преобладание процессов физического выветривания (Маслов и др., 1999). Однако наложенные постседиментационные процессы в значительной мере стирают первичные индикаторы климата, и только в ряде случаев использование главным образом не-

которых петрографических критериев позволяет реконструировать исходные обстановки накопления осадков. Например, в *чурочинской свите* главная роль отводится гидрослюде. Преобладание гидрослюды среди глинистых минералов в пелитовой фракции отложений данной свиты позволяет сделать вывод о климате эпохи в качестве близкого к нивальному типу с преобладанием физического выветривания над химическим. Главным геологическим агентом экзогенного выветривания, в отсутствие высоких гор и растительности, скорее всего, являлся ветер. В четвертой пачке той же чурочинской свиты и затем в *ильявожской свите* повышается содержание хлорита, что, возможно, интерпретируется как смена с течением времени нивальных климатических обстановок. Отсутствие смешанослойных образований во всех свитах венда, вероятно, указывает на обломочное происхождение глинистых минералов, так как основным источником вещества для формирования глинистых толщ выступают силикатные породы, подвергающиеся выветриванию на континенте, а также ранее накопленные глинистые образования. Преобладают механногенные, в понимании В.Т. Фролова (1993), глины, накапливающиеся преимущественно в прибрежно-морских и мелководно-морских обстановках интеркратонных и перикратонных водоемов.

Анализ химического состава горных пород и на его основе построенные петрохимические модули позволили выделить хемотипы осадочных пород. Алевритовые породы всех свит относятся к типу сиаллитам со значением гидролизатного модуля (ГМ) 0,31–0,55, а песчаные породы – к силитам со значением гидролизатного модуля (ГМ) < 0,30 (Юдович и др., 2011).

Гидролизатный модуль (ГМ) – это основной классификационный параметр для алюмосиликатных и оксидных осадочных пород, хемотипы. Тип силиты, в понимании Я.Э. Юдовича (2000), включает кремневые и существенно кварцевые породы, но сюда же могут попасть и породы вовсе бескварцевые, но зато бедные глиноземом и железом. Тип

сиаллиты включает большинство алевроглинистых пород, значительная часть граувакк и даже некоторые аркозы относятся собственно к сиаллитам. Как и в типе силитов, здесь тоже могут оказаться вулканогенно-осадочные и даже вулканогенные породы.

Использование химической классификации в ряде случаев приводит к «столкновению» с традицией – границы хемотипов могут не совпасть с границами традиционных литотипов (Юдович и др., 2011).

В устьчурочинской, ильявожской и кочешорской свитах прослеживается корреляция хемотипов и литотипов. Так, породы этих трех свит, которые представлены аркозовыми алевролитами, алевритовыми аргиллитами, вполне корректно соответствуют хемотипу сиаллитов, включающему существенно алевроглинистые и аркозовые породы.

Совсем незначительная часть пород венда отвечает «сиаллитовому стандарту», то есть всем модульным параметрам – гидролизатности (ГМ = 0,34–0,48) титанистости (ТМ = 0,030–0,070), щелочности (НКМ = 0,20–0,40), железистости (ЖМ = 0,30–0,55), фемичности (ФМ = 0,10–0,20) (рис. 3). Это не что иное, как состав, соответствующий гранитно-метаморфической оболочке Земли (Юдович и др., 2000). Породы чурочинской свиты характеризуются наибольшими значениями щелочности (НКМ больше 0,40), что указывает на то, что, вероятно, образование данных пород происходило за счет продуктов разрушения сиалитических блоков континентальной коры Русской плиты. Также это подтверждается петрографическим изучением обломочной части пород (Томила, 2023).

Уточнение состава пород с помощью классификационной диаграммы М. Хиррона (1988) больше совпадает с литотипами (рис. 4). Фигуративные точки рассматриваемых пород всех четырех свит приурочены к полям аркозов, вакков и литаренитов. Полевошпат-кварцевые песчаники, алевролиты глинистые и аргиллиты соответствуют аркозам и ваккам, а тиллитовидные конгломераты и песчаники соответствуют литаренитам.

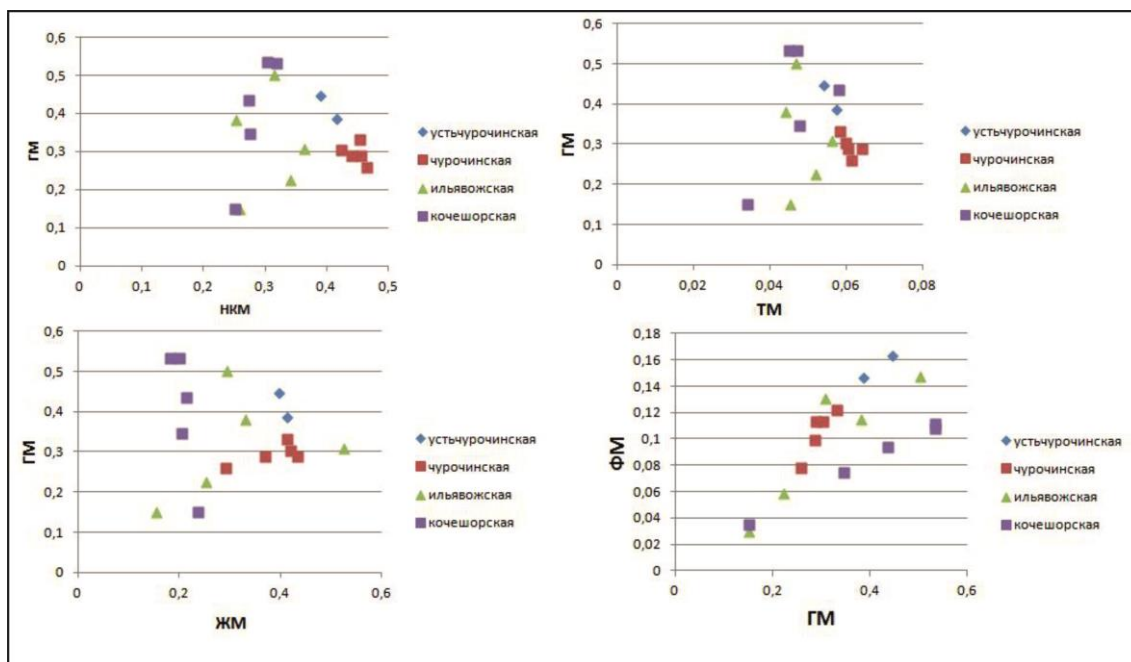


Рис. 3. Модульные диаграммы для осадочных пород венда в пределах Колчимского поднятия

**Заклучение**

По результатам исследований образцов горных пород был уточнен и дополнен состав вендских отложений в пределах Колчимского поднятия. Аргиллиты чурочинской, устьчурочинской и ильявожской свит на основании литологических изучений оказались глинистыми алевролитами, преимущественно аркозовыми.

Более подробное изучение обломков и пелитовой фракции пород дало представление о холодных климатических обстановках и источниках питания. Впервые сделана попытка палеоклиматической реконструкции, которая, по данным о составе глинистых минералов, основывается на том, что образования имеют обломочную природу. Кроме того, отложения венда имели общий источник сноса и поступали в бассейн из континентальных зон, а также представляют собой результат физического выветривания.

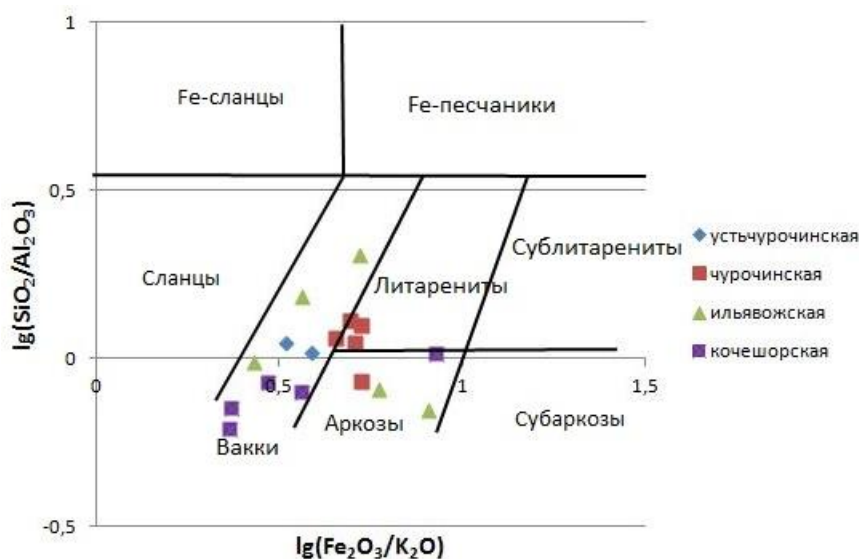


Рис. 4. Положение фигуративных точек осадочных пород венда на геохимической диаграмме Herron (1988),  $lg(SiO_2/Al_2O_3) - lg(Fe_2O_3/K_2O)$

Преобладание гидрослюды среди глинистых минералов в пелитовой фракции отложений данной свиты позволяет сделать вывод о климате эпохи в качестве близкого к нивальному, также это подтверждается переслаиванием ледниковых отложений псефитовой и псаммитовой фракций.

В результате выполненного комплекса исследований можно утверждать, что отложения венда состоят из продуктов размыва подстилающих отложений свит верхнего рифея, а также выходов кристаллических пород в результате коллизии Русской и Печорской плит.

### Библиографический список

- Аблизин Б.Д., Ключина М.Л., Курбацкая Ф.А., Курбацкий А.М.* Верхний рифей и венд западного склона Среднего Урала. М.: Наука, 1982. 140 с.
- Беккер Ю.Р.* Венд Урала // Вендская система. Историко-геологическое и палеонтологическое обоснование. Стратиграфия и геологические процессы / Б.С. Соколов, М.А. Федонкин. М.: Наука, 1985. Т. 2. С. 76–83.
- Беккер Ю.Р.* Позднедокембрийская моласса Южного Урала. Л.: Недра, 1968. 158 с.
- Боровко Н.Г.* Венд и нижний палеозой Полюдова Кряжа Северного Урала. Л.: ВСЕГЕИ, 1967. 30 с.
- Маслов А.В., Гареев Э.З., Крупенин М.Т., Демчук И.Г.* Тонкая алломосиликокластика в верхнедокембрийском разрезе Башкирского мегантиклинория (к реконструкции условий формирования). Екатеринбург: ИГТ УрО РАН, 1999. 324 с.
- Младших С.В., Аблизин Б.Д.* Стратиграфия верхнего докембрия западного склона Среднего Урала. Изв. АН СССР. Сер. геол. 1967. № 2. С. 67–80.
- Пактовский Ю.Г.* Стадийность геологического развития территории Южного Притиманья в позднем протерозое // Вестник Пермского университета. Геология. 2019а. Т. 18, № 2. С. 108–124. DOI: 10.17072/psu.geol.18.2.108 EDN: JHPIVR
- Пактовский Ю.Г.* Ранний палеозой как стадия россыпной алмазаносности в южном Притиманье (Пермский край): дисс. ... канд. геол.-мин. наук. Пермь, 2022. 187 с.
- Петрографический кодекс* России. Магматические, метаморфические, метасоматические, импактные образования. Изд. третье, испр. и доп. СПб: Изд-во ВСЕГЕИ, 2009. 200 с.
- Рентгенография* основных типов породообразующих минералов (слоистые и каркасные силикаты) / под ред. В.А. Франк-Каменецкого. Л.: Недра, 1983. 359 с.
- Смирнов Ю.Д., Боровко Н.Г., Вербицкая Н.П., Румянцева Н.А., Бекасова Н.Б., Горский В.П., Евдокимов Ю.Б., Лукьянова Л.И.* Геология и палеогеография западного склона Урала. Л.: Недра, 1977. 199 с.
- Томилина Е.М.* Вещественный состав горных пород чурочинской свиты в Вишерском алмазном районе Пермского края // Вестник Пермского университета. Геология. 2023. Т. 22, № 4. С. 297–310. DOI: 10.17072/psu.geol.22.4.297 EDN: PDFRVX
- Томилина Е.М.* Новые данные о вендских отложениях Колчимского поднятия // Геология, геоэкология и ресурсный потенциал Урала и сопредельных территорий. 2024. № 12. С. 64–66. EDN: CWSAPN
- Томилина Е.М., Пактовский Ю.Г., Исаева Г.А.* Сравнительная характеристика пелитовой фракции проб базальных пород девонского алмазного коллектора (Пермский край) // Геология и полезные ископаемые Западного Урала. 2023. № 6 (43). С. 75–81. EDN: JIQZUX
- Чочиа Н.Г.* Геологическое строение Колво-Вишерского края. Л.: Гостоптехиздат, 1955. 406 с.
- Чумаков Н.М.* Лапландский ледниковый горизонт и его аналоги // Вендская система. Историко-геологическое и палеонтологическое обоснование. Стратиграфия и геологические процессы. М.: Наука, 1985. Т. 2. С. 166–198.
- Франк-Каменецкий В.А., Котов Н.В., Гойло Э.А.* Трансформационные преобразования слоистых силикатов при повышенных р-Т-параметрах. Л.: Недра, 1983. 360 с.
- Фролов В.Т.* Литология: учебное пособие. М.: изд-во МГУ, 1993. Кн. 2. 432 с.
- Юдович Я.Э., Кетрис М.П.* Геохимические индикаторы литогенеза (литологическая геохимия). Сыктывкар: Геопринт, 2011. 742 с.
- Юдович Я.Э., Кетрис М.П.* Основы литохимии. СПб: Наука, 2000. 479 с.
- Herron M.M.* Geochemical Classification of Terrigenous Sands and Shales from Core or Log Data // Journal of Sedimentary Petrology. 1988. No. 58. P. 820–829.
- Rietveld H.M.* Line profiles of neut Herron M.M. (1988) Geochemical Classification of Terrigenous Sands and Shales from Core or Log Data // Journal of Sedimentary Petrology. 1967. No. 58. P. 820–829.
- Rietveld H.M.* Line profiles of neutron powder-diffraction peaks for structure refinement // Acta Crystallographica. 1967. No. 22 (1). P. 151–152.
- Rietveld H.M.* A profile refinement method for nuclear and magnetic structures // Journal of Applied Crystallography. 1969. No. 2 (2). P. 65–71.

# Vendian Deposits of the Kolchim Uplift: Composition and Paleoclimate

**E.M. Tomilina**

Perm State University, 15 Bukireva Str., Perm 614990, Russia.

E-mail: tomilinaelena.psu@yandex.ru

The article presents the results of study of the mineral composition, structural, and textural features of the Vendian deposits from the Kolchim uplift, as well as the material composition of their pelitic fraction. Petrographic and X-ray phase and X-ray fluorescence analyses were used to study the rock samples. Based on the results of studies, the composition of the Vendian deposits from the Kolchim uplift was clarified and supplemented. For the first time, an attempt has been made at paleoclimatic reconstruction, which is based on the composition of clay material with the main role assigned to illite. This allows concluding that the climate of the epoch is close to the nival type with a predominance of physical weathering over chemical. Rock studies also confirm that the Vendian deposits consist of the erosion products from the underlying sediments of the Upper Riphean formations, as well as granitoids, and gneisses, the source of which are uplifts of the Timan with outcrops of the crystalline basement of the Russian Plate. **Keywords:** *Kolchim uplift; Vendian; Visherski; diamond-bearing region; paleoclimate; pelitic fraction; illite; chlorite; petrographic analysis; X-ray phase analysis; chemical composition*

## References

- Bekker Yu.R.* 1985. Vend Urala [Vendian of Urals]. In: *Vendskaya sistema. Istoriko-geologicheskoye i paleontologicheskoye obosnovaniye*. T.2. Stratigrafiya i geologicheskiye protsessy. Eds. Sokolov B.S., Fedonkin M.A. Nauka, Moskva, pp. 76–83 (in Russian).
- Bekker Yu.R.* 1968. Pozdnedokembriyskaya molassa Yuzhnogo Urala [Late Precambrian molasse of the Southern Urals]. Leningrad, Nedra, p. 158 (in Russian).
- Borovko N.G.* 1967. Vend i nizhniy paleozoy Polyudova Kryazha Severnogo Urala [Vendian and Lower Paleozoic of the Polyudov Ridge of the Northern Urals]. Leningrad, VSEGEI, p. 30 (in Russian).
- Chumakov N.M.* 1985. Laplandskiy lednikovyy gorizont i yego analogi [Lapland glacial horizon and its analogues]. In: *Vendskaya sistema. Istoriko-geologicheskoye i paleontologicheskoye obosnovaniye*. T. 2. Stratigrafiya i geologicheskiye protsessy. Eds. Sokolov B.S., Fedonkin M.A., Moskva, Nauka, pp. 166–198. (in Russian)
- Chochia N.G.* 1955. Geologicheskoye stroyeniye Kolvo-Visherskogo kraya [Geological structure of the Kolvo-Vishera region]. Leningrad, Gostoptekhizdat, p. 406 (in Russian).
- Frolov V.T.* 1993. Litologiya [Lithology]. Book 2. Moskva, Izd. MGU, p. 432 (in Russian).
- Frank-Kamenetskii V.A., Kotov N.V., Goylo E.A.* 1983. Transformatsionnye preobrazovaniya sloistyx silikatov pri povyshennykh r-T-parametrakh [Transformation conversions of layered silicates at increased p-T parameters]. Leningrad, Nedra, p. 360 (in Russian).
- Herron M.M.* 1988. Geochemical Classification of Terrigenous Sands and Shales from Core or Log Data. *Journal of Sedimentary Petrology*. 58:820–829.
- Maslov A.V., Gareev E.Z., Krupenin M.T., Demchuk I.G.* 1999. Tonkaya alyumosilikoklastika v verhnedokembriyskom razreze Bashkirskogo megantiklinoriya (k rekonstruktsii usloviy formirovaniya). Ekaterinburg, IGG UrO RAN, p. 324 (in Russian)
- Mladshikh S.V., Ablizin B.D.* 1967. Stratigrafiya verkhnego dokembriya zapadnogo sklona Srednego Urala [Stratigraphy of the Upper Precambrian of the western slope of the Middle Urals]. *Izv. AN SSSR. Ser. geol.* 2:67-80. (in Russian)
- Paktovskiy Yu.G.* 2019. Stadiynost geologicheskogo razvitiya territorii Yuzhnogo Pritimanya v pozdnem proterozoye [Stages of geological development of the territory of the Southern Pritiman region in the Late Proterozoic]. *Vestnik Permskogo universiteta. Geologiya*. 18(2): 108–124 (in Russian)
- Paktovskiy Yu.G.* 2022. Ranniy paleozoy kak stadiya rossypnoy almanoznosti v yuzhnom Pritiman'ye (Permskiy kray) [Early Paleozoic as a stage of placer diamond deposits in southern Cis-Timan (Perm region)]. *Diss. kand. geol.-min. nauk.* Perm, p. 187 (in Russian)
- Petrograficheskiy kodeks Rossii. Magmaticheskoye, metamorficheskoye, metasomaticheskoye, impaktne obrazovaniya* [Petrographic Code of Russia. Magmatic, metamorphic, metasomatic, impact formations]. SPb. VSEGEI, 2009, p. 200. (in Russian)
- Rentgenografiya osnovnykh tipov porodoobrazuyushchikh mineralov (sloistye i karkasnye silikaty)* [X-ray diffraction of the main types of rock-forming minerals (layered and framework sili-

cates)]. Ed. V.A. Frank-Kamenetskogo. Leningrad, Nedra, 1983, p. 359 (in Russian)

*Rietveld H.M.* 1967. Line profiles of neutron powder-diffraction peaks for structure refinement. *Acta Crystallographica*. 22(1):151–152.

*Rietveld H.M.* 1969. A profile refinement method for nuclear and magnetic structures. *Journal of Applied Crystallography*. 2(2):65–71.

*Tomilina E.M.* 2023. Veshestvennyy sostav gornykh porod churochinskoy svity v Visherskom almazonosnom rayone Permskogo kraya [The material composition of the deposits of the Churochinskaya Suite in the Vishera diamond-bearing region (Perm region)]. *Vestnik Permskogo universiteta. Geologiya*. 22(4):297–310 (in Russian)

*Tomilina E.M.* 2024. Nove dannye o vendskikh otlozheniyakh Kolchimskogo podnyatiya [New data about the Vendian deposits of Kolchimskoye uplift].

*Geologiya, geoekologiya i resursnyy potencial Urala i sopredelnyh territorij*. 12:64–66 (in Russian)

*Tomilina E.M., Paktovskiy Yu.G., Isayeva G.A.* 2023. Sravnitel'naya kharakteristika pelitovoy fraktsii prob bazalnykh porod devonskogo almazonosnogo kollektora (Permskiy kray) [Comparative characteristics of the pelitic fraction of rocks samples from the Devonian diamond deposit (Perm region)]. *Geologiya i poleznyye iskopayemyye Zapadnogo Urala*. 6(43):75–81 (in Russian)

*Yudovich Ya.E., Ketris M.P.* 2011. Geohimicheskie indikatory litogeneza (litologicheskaya geohimiyaya) [Geochemical indicators of lithogenesis (lithological geochemistry)]. Syktyvkar, Geoprint, p. 742 (in Russian)

*Yudovich Ya.E., Ketris M.P.* 2000. Osnovy litohimii [Basics of lithochemistry]. SPb., Nauka, p. 479 (in Russian)