

УДК 551.735. 551.736

НОВЫЕ ДАННЫЕ О ПОЗДНЕПАЛЕОЗОЙСКИХ КОНГЛОМЕРАТАХ ОСТРОВА ВРАНГЕЛЯ И ИХ ГЕОЛОГИЧЕСКАЯ ИНТЕРПРЕТАЦИЯ

© 2025 г. М. И. Тучкова^{1, *}, Т. В. Филимонова¹, Т. Н. Исакова¹,
В. Э. Загоскина-Белошей¹, С. Д. Соколов¹, А. С. Дубенский¹

¹Геологический институт, Российская академия наук, Москва, Россия
*e-mail: tuchkova@ginras.ru

Поступила в редакцию 15.04.2024 г.

После доработки 13.07.2024 г.

Принята к публикации 02.08.2024 г.

В палеозойских отложениях острова Врангеля широко распространены конгломераты, которые встречаются на разных стратиграфических уровнях. Конгломераты Центральной тектонической зоны, относимые предшественниками к каменноугольным, представлены двумя типами, различающимися составом слагающих их компонентов. Конгломераты первого типа сложно построены, в их составе доминируют обломки метаморфических сланцев и вулканитов основного состава. В конгломератах второго типа преобладают окатанные обломки кварца, известняков и фаунистические остатки. Состав конгломератов второго типа аналогичен внутриформационным конгломератам из разрезов Северной тектонической зоны, возраст которых по фаунистическим остаткам достоверно установлен как гваделупско-лопинский (средне-позднепермский). Таким образом, конгломераты Центральной зоны острова, скорее всего, разновозрастные, при этом более поздние (конгломераты второго типа) можно отнести к средне-верхнепермским. Два горизонта разновозрастных конгломератов в центральной зоне острова Врангеля указывают на локальные перестройки в начале башкирского века и в гваделупско-лопинское (средне-позднепермское) время. Подобные перестройки, сопровождающиеся несогласиями, прослеживаются в пермских отложениях Свездрупского бассейна Арктической Канады.

Ключевые слова: палеозой, конгломераты, палеогеография, остров Врангеля

DOI: 10.31857/S0869592X25020042, EDN: UHWGRE

ВВЕДЕНИЕ

Конгломераты острова Врангеля, установленные на различных стратиграфических уровнях палеозоя, располагаются в основании девонских, каменноугольных и пермских разрезов. Наличие каменноугольных и пермских отложений на о. Врангеля подтверждено многочисленными находками фауны, что позволило показать геологические границы этих отложений на карте острова (Косько и др., 2003). В то же время эти отложения находятся в сложных взаимоотношениях, не всегда четко различимы между собой, но тем не менее на карте разделены на несколько стратифицированных комплексов (Косько и др., 2003): верхнесилурийско-нижнедевонский, верхнедевонско-нижнекаменноугольный, девонский, нижнекаменноугольный, ниже-верхнекаменноугольный и пермский (рис. 1). В.Г. Ганелин предлагает несколько иное деление палеозойских отложений (Ганелин и др., 1989; Ганелин, 2022). Однако в настоящей статье оно не используется, так как в этих публикациях не учитываются складчатое-надвиговое строение острова (Соколов и др.,

2017; Моисеев и др., 2019) и новые геохронологические данные о возрасте фундамента (Лучицкая и др., 2016; Моисеев и др., 2018), особенно в центральной части острова.

Для ниже-верхнекаменноугольных образований предшественниками отмечена фациальная зональность: от мелководных обстановок на севере, в верхнем течении р. Неизвестная, к более глубоководным на юге острова, в верховьях р. Хищников (Косько и др., 2003). Для пермских отложений прослеживается такая же фациальная зональность, где наиболее глубоководные пермские отложения представлены сланцами, а более мелководные — известняками и сланцами, при этом количество сланцев возрастает вверх по разрезу. М.К. Косько с соавторами (2003) отмечают, что контакты между пермскими и каменноугольными образованиями стратиграфические, но если в одних случаях граница между ниже-верхнекаменноугольными и пермскими отложениями постепенная, как, например, в верховьях р. Хищников, то в других она литологически резкая (мыс Птичий Базар).

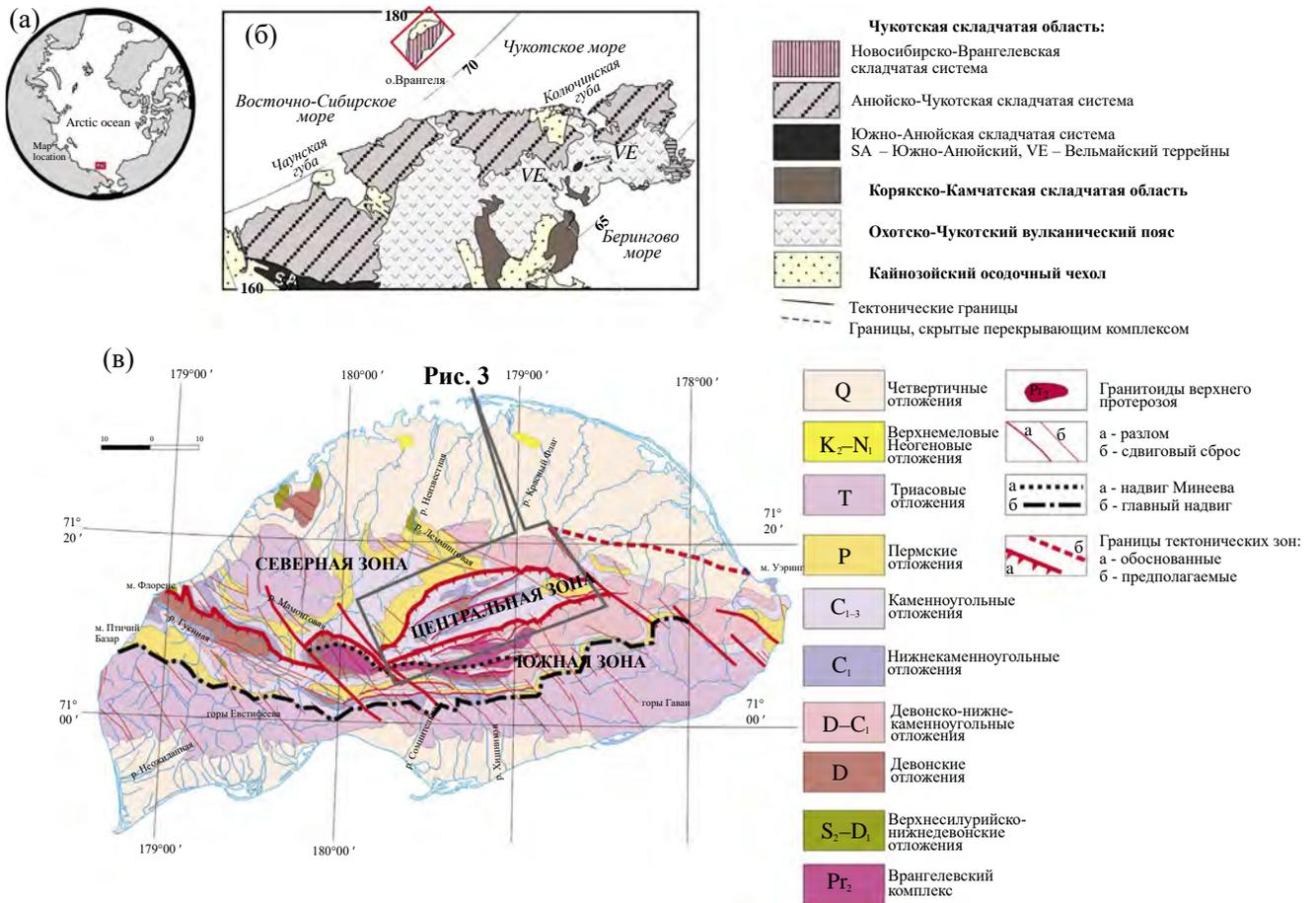


Рис. 1. (а) Положение района исследований на карте России (выделено красным прямоугольником); (б) тектоническая схема Чукотки, составлена по данным (Парфенов и др., 1993; Соколов и др., 2010; Ватрушкина, 2021), с изменениями; район исследований выделен красным прямоугольником; (в) геологическая карта острова Врангеля с выделенными тектоническими зонами, границы зон по (Соколов и др., 2017); геологическая основа по (Косько и др., 2003); многоугольник на геологической карте показывает положение рис. 3.

Возраст осадочных пород установлен на основании фаунистических данных (Косько и др., 2003). Фаунистические сборы, перечисленные в работах (Ганелин и др., 1989; Косько и др., 2003), датируют палеозойские отложения до яруса, но некоторые участки острова остаются плохо изученными, поэтому на геологической карте они имеют общий индекс, например C_{1-3} или $D-C_1$.

В основании каменноугольного и пермского разреза центральной части острова, в бассейне рек Неизвестная и Красный Флаг, установлены конгломераты разного состава, залегающие на более древних породах – эффузивах основного и кислого состава (Косько и др., 2003). Эффузивы считались протерозойскими и нижнекембрийскими (Каменева, 1975) или нижнекаменноугольными (Ганелин и др., 1989; Косько и др., 2003), так как они с несогласием перекрываются верхнекаменноугольными известняками. Более поздние исследования показали, что метабазалты и метариолиты

пространственно сближены, и их возраст соответствует неопротерозойскому и среднекембрийскому (Соколов и др., 2017; Моисеев и др., 2019).

В работе (Косько и др., 2003) отмечено, что в бассейнах рек Неизвестная и Красный Флаг разрез составлен приблизительно, но при этом многочисленны фаунистические остатки свидетельствуют о ранне-позднекаменноугольном возрасте карбонатных пород и конгломератов, перекрывающих метабазалты или метариолиты (Косько и др., 2003). Там же отмечено, что пермские отложения, встречающиеся севернее, в районе устья р. Лемминговая, сложены известняками и сланцами, содержащими прослойки внутриформационных конглобрекций и пермскую фауну.

В 2006 и 2014 гг. авторами настоящей статьи на о. Врангеля были проведены полевые работы, результатом которых были новые фаунистические определения возраста известняков центральной

части острова. Работы сопровождались детальными литологическими исследованиями, включающими описание и анализ минерального и геохимического состава терригенных и карбонатных пород разреза.

В настоящей статье представлены результаты изучения и комплексного анализа терригенно-карбонатных отложений Центральной тектонической зоны о. Врангеля, частью которых являются конгломераты, относимые ранее к нижнему карбону.

МЕТОДИКА

Для корректного сопоставления полученных результатов все данные анализировались по одинаковой методике – описание шлифов и подсчет их компонентов, анализ геохимических и изотопных данных, анализ глинистой составляющей тонкозернистых пород (аргиллитов). Описание шлифов проводилось по группам, включающим терригенные (конгломераты и гравелиты, песчаники и аргиллиты) и карбонатные (известняки и доломиты) породы. Подсчет компонентов песчаников осуществлялся по методике В.Д. Шутова (1972). Аналогично проводился подсчет грубозернистых пород (конгломератов и гравелитов), но для сопоставимости результатов подсчета в обеих разностях были подсчитаны обломки только гравийной разности. Для анализа состава гравелитов и песчаников использовалась классификационная диаграмма Дотта (Dott, 1964), дополнительно были построены гистограмма состава обломков пород и дочерняя треугольная диаграмма. При описании шлифов карбонатных пород использовалась классификация Р. Данхема (Dunham, 1962).

Состав глин определен с помощью рентгеновской дифракции (XRD), анализы выполнены на дифрактометре ДРОН-3М, замеры и интерпретация произведены В.Л. Косоруковым (Геологический факультет МГУ им. М.В. Ломоносова, г. Москва).

Химические анализы ИСР проводились в аналитическом сертификационном испытательном центре Института проблем технологии микроэлектроники и особо чистых материалов РАН (АСИЦ ИПТМ РАН) в Лаборатории ядерно-физических и масс-спектральных методов анализа под руководством В.К. Карандашева. Для автоклавного растворения образцов использовали систему МКП-05 НПВФ производства АНКОН-АТ-2 (Россия) и ее модернизированный в ИПТМ РАН аналог, полная методика описана в работе (Карандашев и др., 2016).

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ

Остров Врангеля относится к Новосибирско-Врангелевской складчатой системе Чукотской складчатой области (рис. 1б), в составе которой

выделяются террейны Котельный, Беннета и Врангелевский (Соколов и др., 2010). Остров Врангеля имеет складчато-надвиговую структуру северной вергентности, которая была сформирована в условиях субмеридионального сжатия в конце неокома в результате деформаций, вызванных коллизией Чукотского микроконтинента с активной окраиной Сибири (Соколов и др., 2010; Вержбицкий и др., 2015; Моисеев и др., 2018).

Территория острова Врангеля разделена на три тектонические зоны (Соколов и др., 2017), различающихся по строению их разрезов (рис. 1в). В Южной тектонической зоне каменноугольные и пермские отложения содержат многочисленные и разнообразие фаунистические остатки. В Северной тектонической зоне каменноугольный интервал разреза отсутствует, но пермский возраст отложений имеет надежное фаунистическое обоснование. В Центральной тектонической зоне интервал накопления конгломератов и перекрывающих их известняков предшественники относили к ранне-среднекаменноугольному этапу и считали его непрерывным (Косько и др., 2003, с. 37). Более поздние наблюдения позволили расчленить каменноугольные образования Центральной зоны на несколько толщ, различающихся по литологическим характеристикам (Соколов и др., 2017; Tuchkova et al., 2018).

Отметим, что в настоящей статье используется трехчленное деление каменноугольного периода, как принято в Общей стратиграфической шкале (Стратиграфический..., 2019). Необходимо также указать, что здесь не используется термин “свита”, широко применяемый предыдущими исследователями. Это объясняется тем, что породы о. Врангеля смяты в сложные складки и часто имеют тектонические контакты внутри так называемой “свиты”, связанные с его многоактной деформационной историей (Вержбицкий и др., 2015; Моисеев и др., 2018). В связи с этим в статье используются термины “тектоностратиграфическая единица” или “тектоностратиграфический комплекс”, объединяющие породы стратиграфических интервалов, обозначенных на карте предшественников и называемых ими “стратифицированные комплексы” (Косько и др., 2003, рис. 3.2).

СТРОЕНИЕ РАЗРЕЗОВ

На острове Врангеля породы фундамента и осадочного чехла имеют субширотное простирание компрессионных структур, связанных с поздне-киммерийской орогенцией. В разрезе осадочного чехла установлены отложения широкого стратиграфического интервала от верхнего силура до верхнего триаса (Тильман и др., 1970; Бялбжеский, Иванов, 1971; Ганелин и др., 1989; Косько и др., 2003) (рис. 2а–2ж).

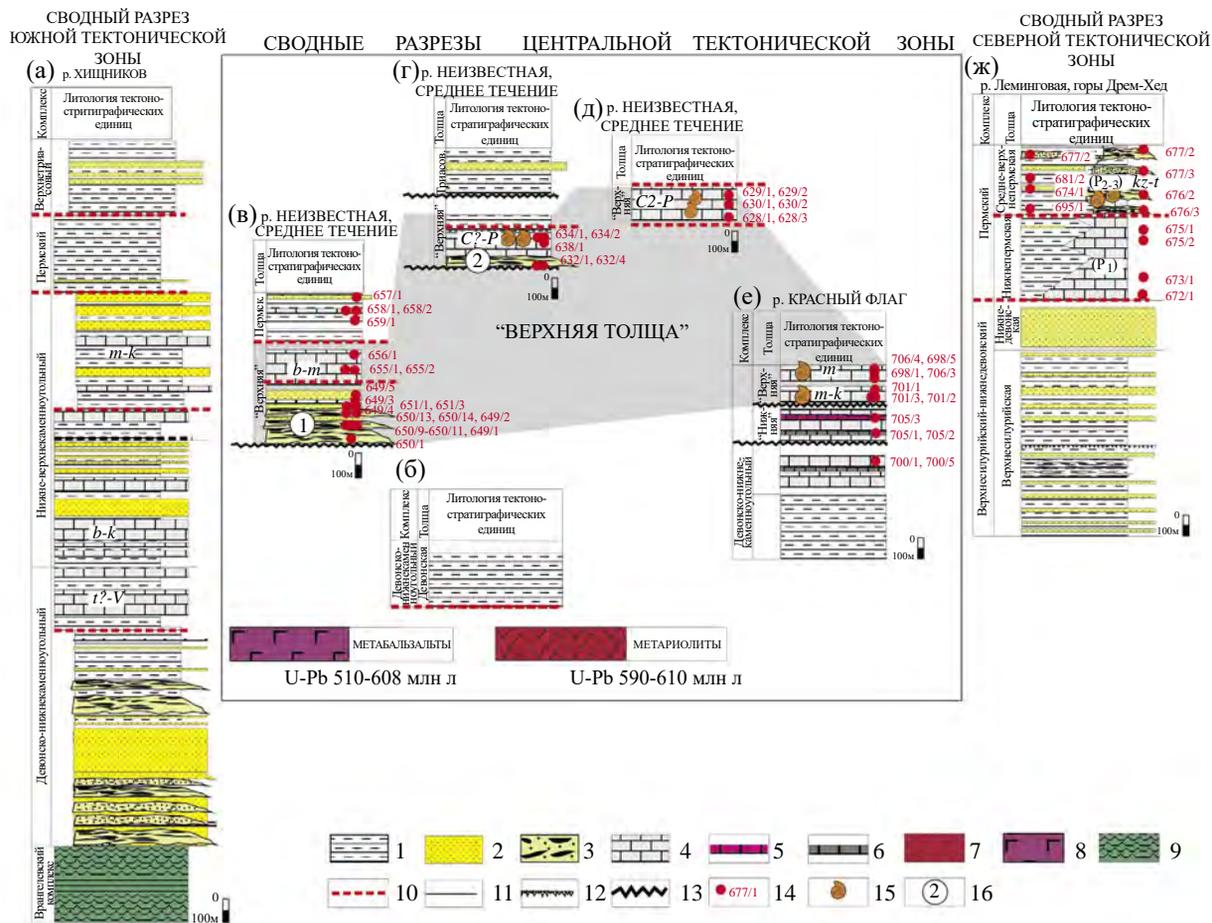


Рис. 2. Схематическое строение разрезов Северной, Центральной и Южной тектонических зон острова Врангеля, по материалам (Соколов и др., 2017), с изменениями, “верхняя” толща выделена серым фоном. 1 – аргиллиты, алевролиты; 2 – песчаники; 3 – конгломераты, гравелиты; 4 – известняки, доломиты; 5 – эвапориты; 6 – кремни; 7 – метаграниты; 8 – метабазальты; 9 – врангелевский комплекс; 10–13 – контакты между толщами: 10 – тектонические; 11 – стратиграфические; 12 – стратиграфические с размывом; 13 – несогласие; 14 – место отбора образцов и их номер; 15 – находки фауны 2014 г.; 16 – типы конгломератов.

В Южной тектонической зоне описан наиболее полный разрез, включающий метаморфический фундамент, представленный породами врангелевского комплекса неопротерозойского возраста, и осадочный чехол (Лучицкая и др., 2016; Соколов и др., 2017).

Каменноугольные отложения слагают часть девонско-нижнекаменноугольного комплекса и весь ниже-верхнекаменноугольный комплекс (рис. 2а). В девонско-нижнекаменноугольном комплексе девонская часть разреза представлена терригенными, а нижнекаменноугольная – карбонатными породами. Граница между ними весьма условна, основанием нижнекаменноугольного разреза считается пачка конгломератов и грубозернистых песчаников (Косько и др., 2003). В разрезе, надстраивающемся конгломератам, отмечены тонкоплитчатые известняки, доломиты, мергели, карбонатные песчаники и алевролиты, присутствуют гипсы и прослои

или линзы черных и серых кремней. Карбонатные породы охарактеризованы комплексами органических остатков турнейского?–визейского возраста (Косько и др., 2003).

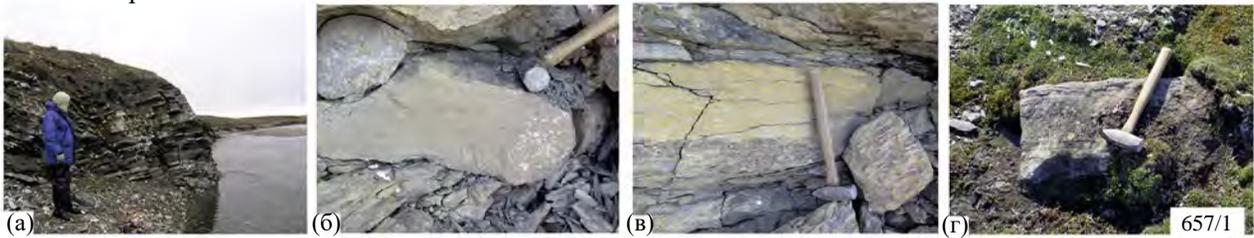
Отложения ниже-верхнекаменноугольного комплекса представлены зернистыми и пелитоморфными известняками, глинисто-карбонатными породами с подчиненным количеством алевролитов и аргиллитов (Косько и др., 2003). Эта часть разреза характеризуется присутствием большого количества макро- и микрофауны, датирующей отложения средне-позднебашкирским–раннемосковским и касимовским веками (Косько и др., 2003; Tuchkova et al., 2018). На востоке острова отложения этого стратиграфического интервала представлены известковистыми сланцами с линзовидными прослоями песчаников, в верхней части разреза – известняками и известковистыми песчаниками.

Пермские отложения без видимого несогласия перекрывают известняки с каменноугольной фауной. Граница между отложениями проводится на основании смены каменноугольной карбонатной части разреза пермской терригенной (Косько и др., 2003). Разрез пермских отложений сложен преимущественно сланцами, в восточной части острова, на мысе Уэринг, известковыми, пермский возраст установлен на основании находок фораминифер (Ганелин и др., 1989; Косько и др., 2003).

В разрезе **Северной тектонической зоны** (рис. 2ж) выделены отложения верхнесилурийско-нижнедевонского и пермского комплексов (Косько и др., 2003; Ганелин, 2022). Пермский комплекс прослеживается в береговых обрывах рек Тундровая и Лемминговая, в окрестностях г. Тундровая и гор Дрем-Хед. Он образован двумя толщами – нижней карбонатной и верхней терригенной, переход

между которыми постепенный. Карбонатная толща сложена плитчатыми известняками с запахом сероводорода, известковистыми песчаниками и аргиллитами. В терригенной толще отмечены прослои и пачки аргиллитов, переслаивающиеся с известняками и внутриформационными известняковыми брекчиями и конглобрекчиями. Мощнослоев прослоев аргиллитов обычно 10–50 см, но иногда, в верхней части разреза, может составлять 5–6 м (рис. 3а). Помимо этого, в толще обнаружена небольшая (мощностью не более 10 см) нептуническая дайка, сложенная кварцитовидным песчаником (рис. 3б). Прослои брекчий имеют мощность 50–70 см, при этом синседиментационные обломки в них имеют размер от 0.5–1 до 10–12 см. Также встречаются редкие прослои грубозернистых песчаников, иногда градационных или содержащих крупные обломки гравийной размерности и крупнее (рис. 3в, 3г).

Северная тектоническая зона



Центральная тектоническая зона

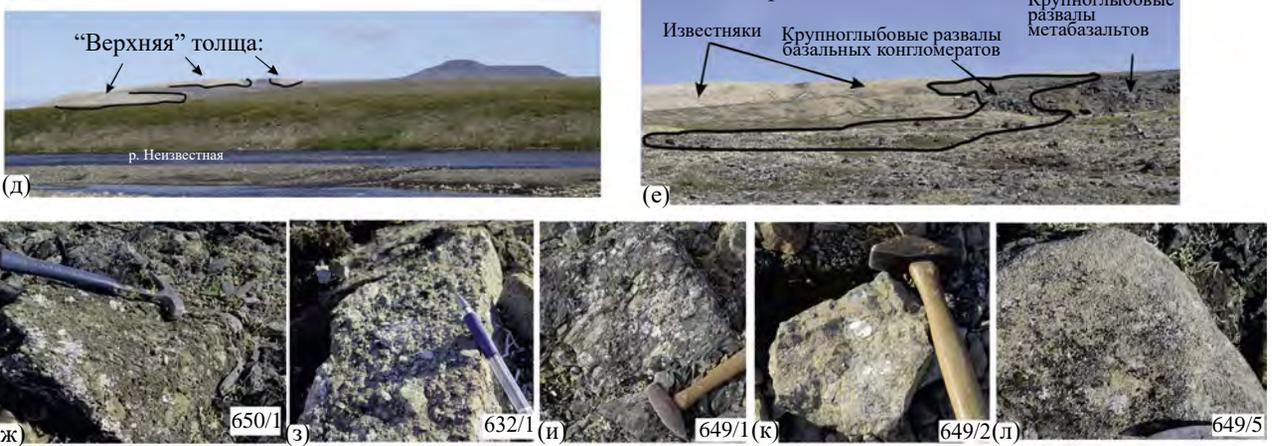


Рис. 3. Фотографии обнажений и типов пород Северной (а–г) и Центральной (д–л) тектонических зон о. Врангеля. (а) – общий вид обнажения пермских пород в береговых обрывах р. Лемминговая, вид с севера на юг; (б) – прослой известкового песчаника с горизонтальной слоистостью в верхней части прослоя и округлое тело кварцитовидной песчаной дайки в том же обнажении; (в) – прослой внутриформационного конгломерата с уплощенными обломками, правый борт р. Лемминговая; (г) – обломок песчаника с градационной слоистостью, верховье р. Неизвестная; (д) – панорама выходов среднекаменноугольных известняков в левом борту среднего течения р. Неизвестная, линии контакта подчеркнуты черной линией; (е) – выходы базальных конгломератов в бассейне р. Неизвестная, перекрываемых карбонатами “верхней” толщи; (ж–к) – первый тип базальных конгломератов: (ж) – с обломками базальтов разного размера, обилие вулканогенного материала придает породе зеленый цвет; (з) – с обломками игнимбритов, сланцев и известняков; (и) – базальный конгломерат полимиктовый; (к) – базальный конгломерат олигомиктовый, хорошо виден окатанный обломок жильного кварца; (л) – кварцевый гравелит – “кварцит”, практически лишенный цемента и содержащий окатанные зерна кварца.

В карбонатных отложениях пермского комплекса разреза р. Лемминговая предшествующими были обнаружены фораминиферы, которые позволяют отнести эти отложения к приуральскому (Косьюко и др., 2003) или приуральско-биармийскому отделам пермской системы (Ганелин, 2022). Вышележащая толща содержит фрагменты бактериальных корок призматического кальцита, фораминиферы и брахиоподы казанского яруса-татарского отдела пермской системы Общей стратиграфической шкалы для Восточно-Европейской платформы, омолонского и колымского отделов пермской системы Региональной стратиграфической шкалы для Колымо-Омолоно-Чукотского региона (Решения..., 2009) или гваделупского и лопинского отделов Международной стратиграфической шкалы (Cohen et al., 2013). Брахиоподы представлены видами *Waagenoconcha rayeri* (Toula), *Kuwelousia cf. weiprechtii* (Toula) (Ганелин и др., 1989; Косьюко и др., 2003), определены фораминиферы *Nodosaria cf. gigantea* Sossipatrova, *N. mucronata* Karavaeva, *?Pseudotrictix* sp. (Tuchkova et al., 2018, обр. 676/2). В обломочных известняках, наравне со средне-позднепермской фауной, обнаружены обломки кораллов силурийского возраста (лудловский отдел, обр. 676/2) (определение О.Л. Коссовой, Институт Карпинского (ВСЕГЕИ)).

В **Центральной тектонической зоне**, в бассейне среднего течения р. Неизвестная (рис. 2б–2д) и р. Красный Флаг (рис. 2е), выделяются несколько тектоно-стратиграфических комплексов, имеющих разный возраст. В основании разреза залегают метабазалты и метариолиты. На основе U–Pb датирования зерен циркона из метариолитов и метабазалтов их возраст оценивается в ~590–610 и ~510–608 млн лет соответственно (Моисеев и др., 2019), что указывает на неопротерозойский и среднекембрийский возраст их формирования. Девонско-нижнекаменноугольный комплекс сложен терригенно-карбонатными породами (рр. Неизвестная, Красный Флаг, рис. 2б, 2е), а нижнекаменноугольные отложения представлены переслаиванием известковистых аргиллитов и песчаных известняков, иногда окремненных, в разрезе р. Красный Флаг (рис. 2е).

Помимо отложений девонско-нижнекаменноугольного комплекса, на неопротерозойских метабазалтах и метариолитах залегают конгломераты (рис. 2в, 2д, 2е). Выше по разрезу конгломераты и гравелиты надстраиваются органогенными и органогенно-обломочными известняками, а также известковыми песчаниками с башкирско-московской фауной (Богословская, 1995; Косьюко и др., 2003; Tuchkova et al., 2018).

В бассейне р. Красный Флаг (рис. 2е) непосредственно на породах девонско-нижнекаменноугольного комплекса залегают известняки и известковистые песчаники с прослоями эвапоритов,

а вот базальные конгломераты отсутствуют. Микрофауна из карбонатных отложений позволяет датировать возраст вмещающих пород московско-касимовским интервалом (Tuchkova et al., 2018). Вместе с микрофауной обнаружены остатки макрофауны – кораллов *Siphonodendron inopinatum* (Gorsky) (обр. 706/7), указывающих на их поздне-визейско-раннесерпуховский возраст (определение О.Л. Коссовой, Институт Карпинского (ВСЕГЕИ)).

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Положение конгломератов в разрезах Центральной и Северной тектонических зон

В составе каменноугольно-пермских отложений Центральной тектонической зоны выделяются две толщи, различающиеся по структурному положению и литологическому строению (Соколов и др., 2017; Tuchkova et al., 2018).

“**Нижняя**” толща залегает на породах девонско-нижнекаменноугольного комплекса, метариолитах и метабазалтах неопротерозоя–среднего кембрия. Она сложена известняками с редкими прослоями терригенных пород и эвапоритов, наблюдающихся в верхней ее части (р. Красный Флаг) (рис. 2е). Известняки чередуются с линзами или прослоями кремней. Мощность прослоев кремней составляет 5–6, редко 10 см. Известняки и известковые песчаники серые и темно-серые, с градиционной слоистостью.

Эвапориты “нижней” толщи (рис. 2е) представлены чередованием гипсоносных пород с известковистыми аргиллитами и алевролитами. Прослой эвапоритов имеют мощность не более 10–12 см и выделяются в разрезе яркими белыми цветами. Вверх по разрезу мощности эвапоритовых прослоев увеличиваются, количество терригенного материала уменьшается и в некоторых случаях практически исчезает.

Отложения “**верхней**” толщи полого залегают на вершинах сопок, с угловым несогласием перекрывая породы неопротерозоя–среднего кембрия, девонско-нижнекаменноугольные и породы “нижней” толщи (рис. 2д, 2е). В основании толща сложена конгломератами, которые согласно перекрываются серыми и темно-серыми органогенно-обломочными известняками с многочисленной фауной (рис. 2в–2е).

Базальные конгломераты “верхней” толщи по строению и составу обломков разделены на два типа. **Конгломераты первого типа** имеют сложное трехчленное строение. Залегающие в основании толщи конгломераты сложены обломками базальтов разной степени окатанности, размером 5–10 см (рис. 2ж). Конгломераты, залегающие выше, полимиктовые, они состоят из обломков размером 5–15 см, среди которых преобладают базальты

и сланцы, значительно меньше кварца и известняков (рис. 3и). Цементом в конгломератах служит карбонатное вещество (кальцит и доломит) с гравийным матриксом. Обломки известняков представлены пелитоморфными или тонкополосчатыми, реже с кремнистыми прослойками, а также сильно перекристаллизованными водорослевыми известняками. Конгломераты верхней части толщи олигомиктовые, сложены в основном окатанными обломками кварца размером 1.5–4 см (рис. 3к). Завершают разрез крупнозернистые гравийные песчаники с редкими окатанными обломками кварца размером от 0.3 до 1.5 см. Породы практически лишены цемента, или, если он присутствует, цементирующее вещество представлено рассыпающейся оранжевой лимонитизированной массой (рис. 3л).

В целом конгломераты первого типа надстраиваются известняками, содержащими среднекаменноугольную фауну: остатки кораллов, мшанок, брахиопод, криноидей, водорослей и т.д. (Ганелин

и др., 1989; Косьюко и др., 2003). Находки фораминифер 2014 г. из известняков бассейна р. Красный Флаг представлены видами *Neostaffella* aff. *porrecta* Rumjanzeva (обр. 706/1); *Eowaeringella* ex gr. *lata* (Thompson), *Eowaeringella* aff. *castigata* Solovieva, *Eowaeringella* aff. *pseudomatura* (Ross et Tyrrell), *Eowaeringella* sp., *Kanmeraia* aff. *pseudozelleri* Solovieva, *Kanmeraia* sp., *Pseudoendothyra* sp. (обр. 701/1) московско-касимовского возраста (Tuchkova et al., 2018) (рис. 4).

Конгломераты второго типа, залегающие на метариолитах, сложены обломками карбонатных пород, сланцев, кремней и небольшим количеством обломков вулканитов (рис. 3з, 4). Эти конгломераты перекрываются органогенно-обломочными известняками с предположительно пермской микрофауной – ?*Nodosinelloides* sp. (обр. 632/4) и ?*Hemigordius* sp. (обр. 638/1) (определения Т.Н. Исаковой и Т.В. Филимоновой, из находок 2014 г.; Tuchkova et al., 2018).

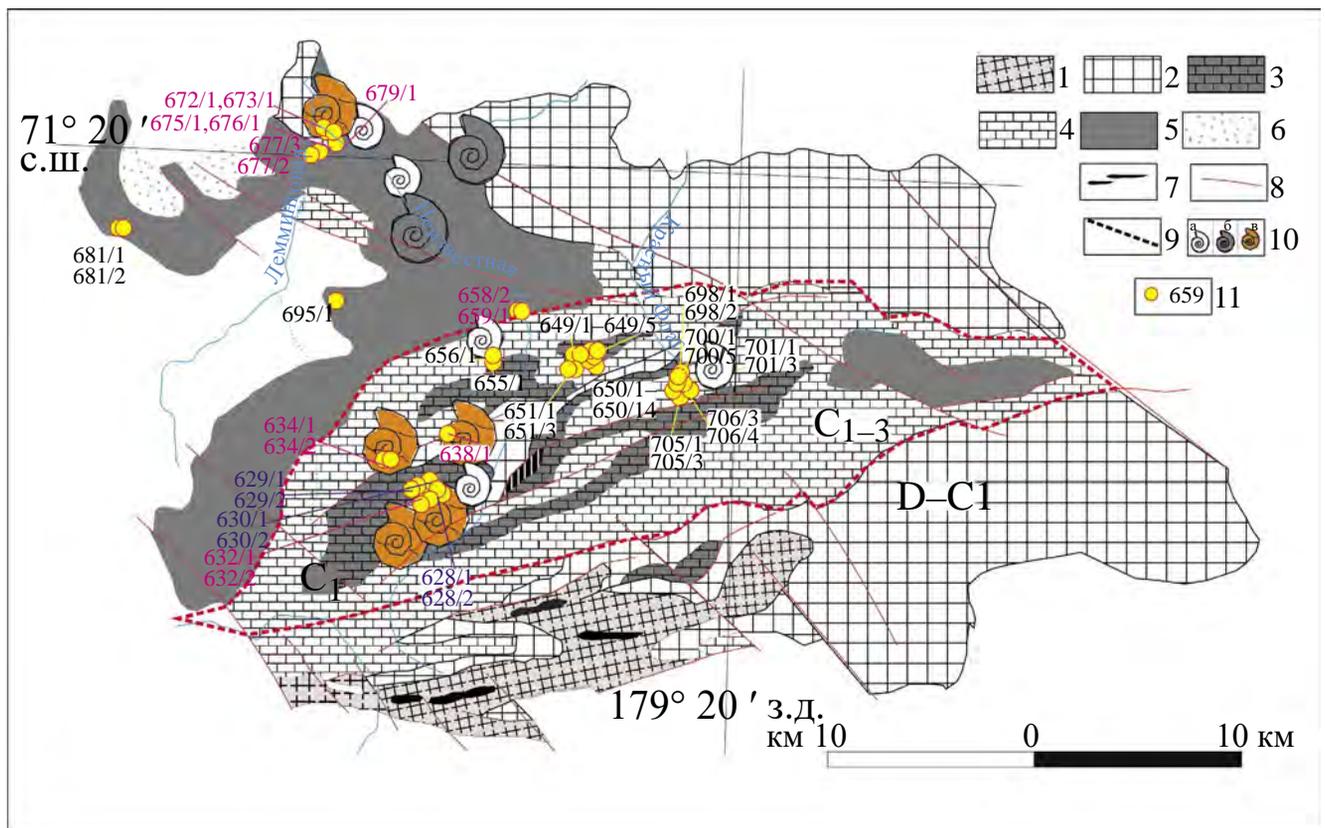


Рис. 4. Детализированная карта Центральной тектонической зоны с положением отбора образцов, составлена по материалам (Косьюко и др., 2003), с упрощением, положение фрагмента карты показано на рис. 1.

1 – докембрийские образования; 2 – палеозойские отложения, включающие силурийско-девонские, девонские и девонско-нижнекаменноугольные; 3 – нижнекаменноугольные отложения; 4 – ниже-верхнекаменноугольные отложения; 5 – пермские отложения; 6 – триасовые отложения; 7 – гранитоиды верхнего протерозоя и кембрия; 8 – разломы; 9 – границы тектонических зон; 10 – положение точек находок фауны в пермских отложениях: а – по (Ганелин и др., 1989; Косьюко и др., 2003), б – по (Черняк, Каменева, 1976), в – сборки авторов настоящей работы; 11 – номера образцов и их положение на геологической карте: черным шрифтом показаны образцы из каменноугольных пород, красным – из средне-верхнепермских, синим – из среднекаменноугольно-пермских.

В “верхней” толще также встречаются фрагменты разреза известняков, залегающих на метабазальтах и в основании которых конгломераты отсутствуют (рис. 2д). В этих органогенно-обломочных известняках содержатся фораминиферы *Glomospira* sp.?, *Palaeotextularia* sp. (Tuchkova et al., 2018) (обр. 628/1) широкого стратиграфического интервала от среднекаменноугольного до пермского. Поэтому данная толща известняков рассматривается нами как имеющая объединенный среднекаменноугольно-пермский возраст (обр. точек наблюдения 628, 629, 630; рис. 4).

Таким образом, в известняках “верхней” толщи, перекрывающих сложнопостроенные конгломераты первого типа, содержатся фаунистические остатки среднекаменноугольного возраста. Известняки, надстраивающие конгломераты второго типа более простого строения, предположительно пермские. Среднекаменноугольно-пермский возраст имеют известняки, в основании разреза которых конгломераты не содержатся.

Вещественный состав пород

Для определения состава размывавшихся пород при формировании конгломератов в них были подсчитаны обломки пород и зерна гравийной и песчаной размерности. По аналогии с классификацией песчаников состав гравелитов вынесен на треугольную диаграмму Q–F–L (рис. 5а), на которой все образцы располагаются в поле лититовых аренитов.

По составу гравелиты разделяются на два типа, которые соответствуют двум типам конгломератов. В первом типе доминируют обломки основных вулканитов и метаморфических сланцев, присутствуют кварц и полевые шпаты (табл. 1; рис. 5а, 5в). В некоторых образцах (обр. 649/1, 650/9, 650/10) отмечены обломки карбонатных пород. Устанавливается определенная закономерность: в основании конгломератов, где гравийный материал представлен преимущественно обломками базальтов (рис. 6а), на классификационной диаграмме (рис. 5) подсчитанные точки состава пород очень компактно группируются возле вершины L (обломки пород) в поле i. Гравелиты лежащих выше полимиктовых конгломератов на диаграмме расположены ближе к вершине Q (кварц), формируя поле ii с содержанием кварца от 20 до 40% и полевых шпатов от первых процентов до почти 20% (рис. 5а, 5б, 6б). Гравелиты из олигомиктовых конгломератов (поле iii) обладают самым высоким содержанием кварца (около 50%) и расположены в верхней части диаграммы (рис. 5а, 6в).

В гравелитах второго типа, точки которых также располагаются у вершины L (обломки пород) диаграммы, содержатся окатанные обломки кварца (0.3–1.5 см), неокатанные остатки фауны (11–29%) и обломки пород размером 0.5–1.2 см. Среди

обломков пород доминируют известняки (31–51%), метаморфические сланцы (4–14%), а также граниты и кремни. Кроме того, могут присутствовать фрагменты терригенных пород (1–3%), а вот полевые шпаты практически отсутствуют (рис. 5а–5в, 6г, 6д).

На дочерней диаграмме состава обломков пород (рис. 5б) гравелиты первого типа, залегающие на метабазальтах, сгруппированы у вершин обломков вулканитов (обр. 650/1, 650/10), а также обломков гранитов и сланцев (обр. 649/2, 649/5, 650/13). Гравелиты второго типа концентрируются у вершины обломков известняков и фауны, характеризуюсь минимальным содержанием вулканитов (обр. 632/1 632/2, 632/2а) (рис. 5б).

Состав тонкозернистых осадков – аргиллитов – позволяет оценить характер фонового осадконакопления в бассейне. К сожалению, количество аргиллитов в карбонатном разрезе исчисляется единичными образцами. Тем не менее в составе ассоциирующихся с конгломератами аргиллитов также выделяются две группы пород. В первой, связанной с конгломератами первого типа, количество глинистого компонента очень мало, почти на пределе определения (обр. 650/5). Глинистые минералы представлены хлоритом, смешанослойными и слюдистыми минералами (рис. 7). Примерно такой же состав имеет аргиллит “нижней” толщи (обр. 700/4, рис. 7).

В другой группе с высоким содержанием глинистого компонента объединены аргиллиты, сопровождающие конгломераты второго типа (обр. 634/1), и аргиллиты из фрагментов пермских отложений Центральной тектонической зоны (обр. 658/2, 659/1; рис. 4). Эти аргиллиты имеют состав слюда–хлорит (рис. 7). Также высокие содержания глинистого компонента имеют аргиллиты Северной тектонической зоны (обр. 695/1, 681/2), но в них больше хлорита (обр. 681/2) и смектита (обр. 695/1).

Известняки, перекрывающие конгломераты, определены как вакстоуны и пакстоуны, иногда грейнстоуны; они могут содержать, помимо фаунистических остатков, обломки пород псаммитового размера, в некоторых образцах отмечается окремнение пятнами или по поровому пространству (рис. 8). Почти во всех образцах отмечается присутствие пелитовой и алевроитовой терригенной примеси. Изучение геохимических особенностей известняков позволяет выявить существовавшие при их формировании обстановки осадконакопления, определить состав источника терригенной примеси.

Геохимическая характеристика известняков опирается на ряд важных показателей. Одним из таких параметров является индикатор палеосолёности, который определяется как соотношение Sr/Ba. Известно, что в прибрежных водах Ba

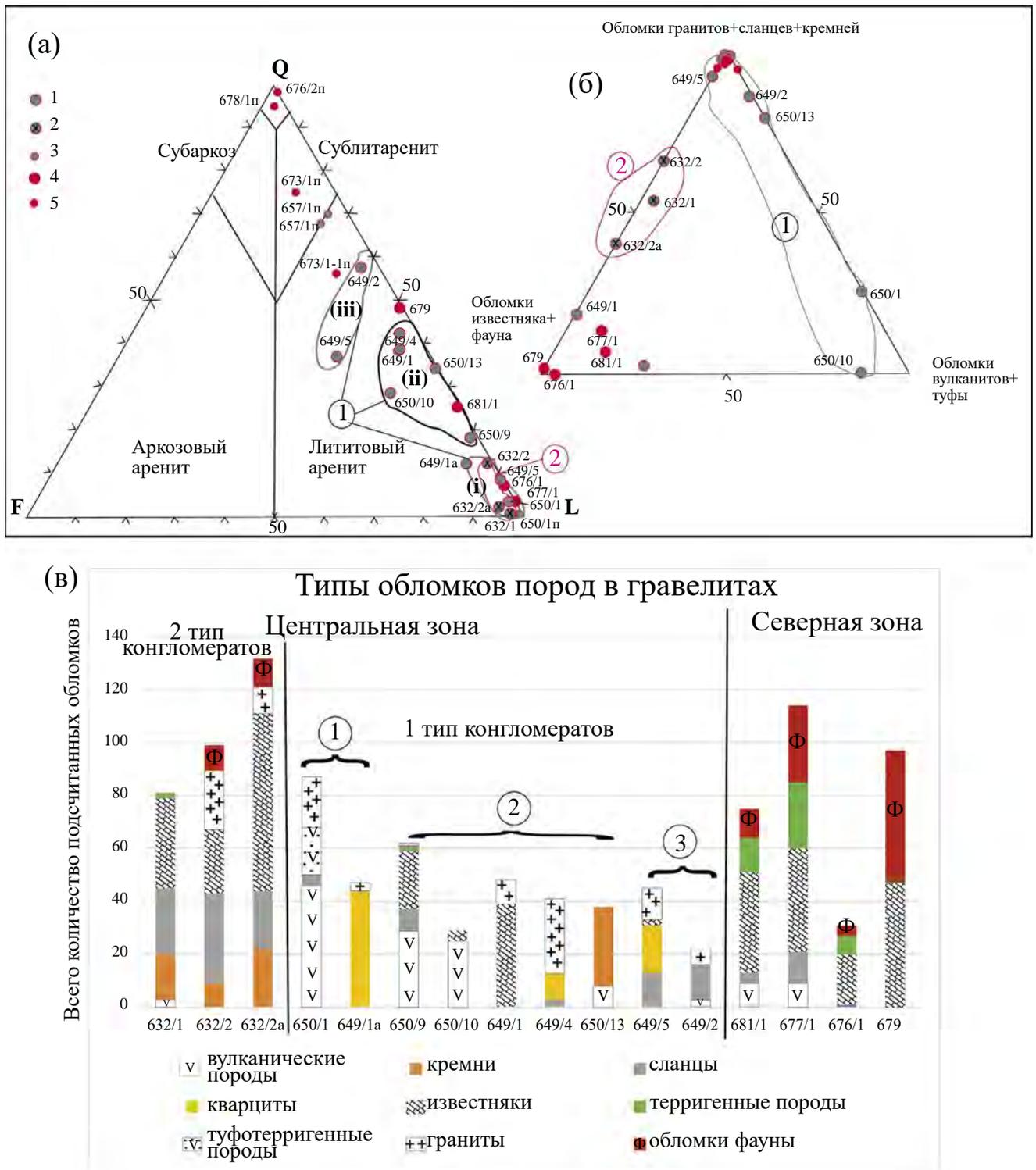


Рис. 5. Состав гравелитов и песчаников “верхней” толщи Центральной тектонической зоны о. Врангеля. (а) – классификационная диаграмма QFL (Q – кварц, F – полевые шпаты, L – обломки пород), поля составов приведены по (Dott, 1964), цифрами в кружках обозначены гравелиты из конгломератов: 1 – гравелиты первого типа: (i) – с базальтовыми обломками, (ii) – полимиктовые, (iii) – олигомиктовые; 2 – гравелиты из конгломератов второго типа; (б) – дочерняя диаграмма состава гравелитов и песчаников из каменноугольных и пермских разрезов Центральной и Северной тектонических зон о. Врангеля; условные обозначения: 1–3 – Центральная зона: 1 – гравелиты каменноугольные; 2 – гравелиты предположительно пермские; 3 – песчаники; 4, 5 – Северная зона: 4 – гравелиты; 5 – песчаники; (в) – типы обломков пород в гравелитах Центральной и Северной тектонических зон, в колонках приведены количественные данные подсчитанных обломков.

Таблица 1. Минеральный состав гравелитов и песчаников

Тектоническая зона	Тип конгломератов	Размерность	№ обр.	Возраст	Всего кварца	Всего полевых шпатов	Вулканические породы	Метаморфические породы	Осадочные породы	Плутонические породы	Обломки фауны	Всего обломков пород и фауны
Центральная	2 тип	Гравийная	632/1	P _{2-3?}	0	2 (2.4%)	3 (3.6%)	42 (50.6)	36 (43.4%)	0	0	81
Центральная	2 тип	Гравийная	632/2	P ₂₋₃	14 (11.3)	1 (0.8)	0	43 (34.7)	34 (27.1)	22 (17.7)	10 (8.1)	109
Центральная	2 тип	Гравийная	632/2а	P _{2-3?}	4 (3.1)	2 (1.6)	0	44 (34.6)	67 (52.8)	10 (7.9)	11 (8.7)	121
Центральная	1 тип (1)	Гравийная	650/9	C ₂	14 (18.2)	1 (1.3)	29 (37.7)	8 (10.4)	22 (28.6)	1 (1.3)	0	62
Центральная	1 тип (1)	Гравийная	650/1	C ₂	4 (3.8)	4 (3.8)	46 (43.8)	4 (3.8)	18 (17.1)	19 (18.1)	0	87
Центральная	1 тип (1)	Гравийная	649/1а	C ₂	7 (12.3)	3 (5.3)	0	44 (77.2)	0	3 (5.3)	0	47
Центральная	1 тип (2)	Гравийная	650/10	C ₂	14 (28.6)	6 (12.2)	25 (51.0)	0	4 (8.2)	0	0	29
Центральная	1 тип (2)	Гравийная	649/1	C ₂	33 (38.4)	5 (5.8)	0	0	39 (45.3)	9 (10.5)	0	48
Центральная	1 тип (2)	Гравийная	649/4	C ₂	32 (42.1)	3 (3.9)	0	13 (17.1)	0	28 (36.8)	0	41
Центральная	1 тип (2)	Гравийная	650/13	C ₂	20 (34.5)	0	8 (13.8)	30 (51.7)	0	0	0	38
Центральная	1 тип (3)	Гравийная	649/5	C ₂	37 (37)	19 (19)	0	30 (30)	2 (2)	12 (12)	0	44
Центральная	1 тип (3)	Гравийная	649/2	C ₂	31 (56.4)	2 (3.6)	3 (5.5)	13 (23.6)	0	6 (10.9)	0	22
Центральная	1 тип (1)	Гравийная	650/9	C ₂	14 (18.2)	1 (1.3)	29 (37.7)	8 (10.4)	22 (28.5)	1 (1.3)	0	62
Северная		Гравийная	681/1	P	22 (22.7)	0	9 (9.3)	4 (4.1)	51 (52.6)	0	11 (11.3)	75
Северная		Гравийная	677/1	P	3 (2.5)	0	9 (7.6)	12 (10.1)	66 (55.4)	0	29 (24.4)	116
Северная		Гравийная	676/1	P	2 (6.3)	0	1 (3.1)	0	25 (78.1)	0	4 (12.5)	30
Северная		Гравийная	679	P	37 (27.6)	0	0	0	47 (35.1)	2 (1.5)	48 (35.8)	97
Центральная		Песчаная	657/1 п	C ₂	90 (68.7)	8 (6.1)	0	23 (17.6)	0	10 (7.6)	0	33
Центральная		Песчаная	657/1 п	C ₂	90 (70.3)	4 (3.1)	0	25 (19.5)	2 (1.6)	7 (5.5)	0	34
Центральная		Песчаная	650/1п	C ₂	1 (0.9)	0	101 (90.2)	10 (8.9)	0	0	0	111
Северная		Песчаная	673/1п	P ₂₋₃	54 (56.3)	9 (9.4)	2 (2.1)	0	0	31 (32.3)	0	33
Северная		Песчаная	673/1* п	P ₂₋₃	110 (71)	12 (7.7)	0	25 (16.1)	0	8 (5.2)	0	33
Северная		Песчаная	676/2 п	P ₂₋₃	100 (98)	1 (0.98)	0	2 (1.96)	0	0	0	2
Северная		Песчаная	678/1 п	P ₂₋₃	36 (92.3)	1 (2.6)	0	2 (5.12)	0	0	0	2

Примечание. В таблице показано количество подсчитанных зерен и в скобках их процентное содержание в пересчете на 100%.

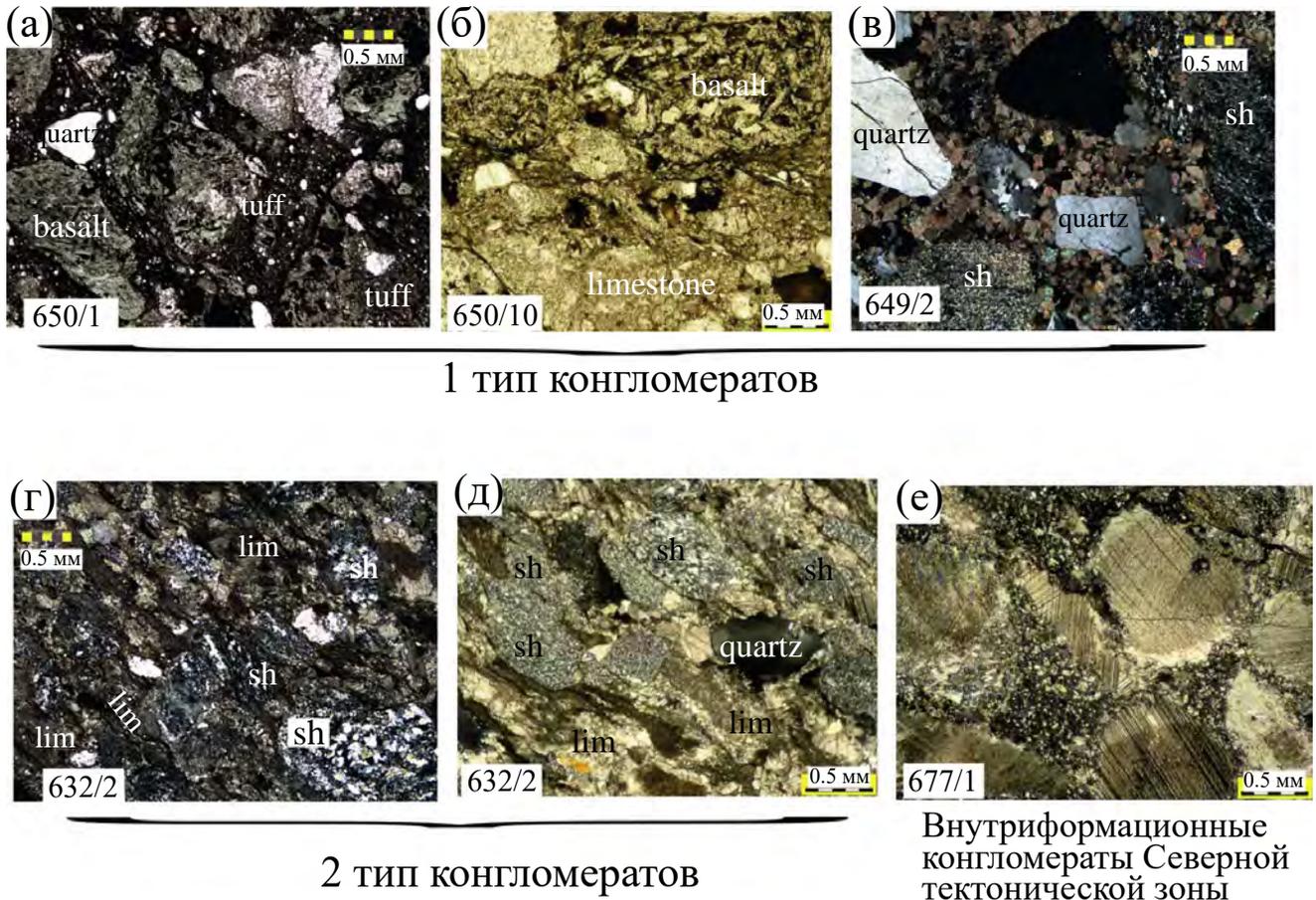


Рис. 6. Фотографии шлифов первого и второго типов конгломератов Центральной и Северной тектонических зон.

(а–д) – гравелиты из Центральной тектонической зона: (а–в) – гравелит из конгломерата первого типа: (а) – гравелит из конгломератов, с обломками базальтов и редкими зернами неокатанного кварца, с анализатором; (б) – гравелит из полимиктовых конгломератов, с обломками базальтов, туфов и известняков, без анализатора; (в) – конгломераты олигомиктовые, с крупными неокатанными обломками кварца, сцементированными доломитом, с анализатором; (г, д) – гравелит из конгломератов второго типа, с обломками сланцев, известняков и остатков фауны, с редкими зернами кварца: (г) – с анализатором, (д) – без анализатора; (е) – гравелит внутриформационный из Северной тектонической зоны, с обломками фауны, известняков и сланцев, верхняя пермь, устье р. Лемминговая, с анализатором. Обозначения на фото: lim – известняк, basalt – базальт, sh – сланцы, tuff – туф, quartz – кварц.

быстро связывается с SO_4^2 и выпадает в осадок. Стронций (Sr) не осаждается в прибрежной части бассейна и мигрирует в более удаленные зоны. Поэтому в опресненных бассейнах величина отношения Sr/Ba составляет менее 1, а в морских – более 1. Из проанализированных известняков шесть образцов имеют отношение Sr/Ba менее единицы (табл. 2), свидетельствующее об опреснении водоема при их накоплении. Это образцы из Центральной зоны (обр. 649/2, 634/1, 06/49, р. Неизвестная; обр. 705/1, 705/3, р. Красный Флаг), а также обр. 674/1 из Северной зоны (р. Лемминговая). В остальных образцах высокие значения Sr/Ba свидетельствуют об обстановках морского бассейна.

Другим элементом-индикатором обстановок морского осадконакопления является европий (Eu) и значение величины Eu-аномалии. Для всех

проанализированных образцов Eu-аномалия практически одинаковая и составляет 0.6–0.7 (табл. 2). Лишь в нескольких образцах верхнекаменноугольных известняков она более глубокая (до 0.5). Подобный Eu-минимум характерен для нормальноморских карбонатных осадков.

На диаграмме спектров распределения редкоземельных элементов (РЗЭ), нормированных на хондрит C_1ch (Anders, Grevesse, 1989), в перекрывающих конгломератах известняках выделяется три группы (рис. 9а). Первая, с максимальным суммарным содержанием РЗЭ, представлена средне-верхнепермскими отложениями Северной тектонической зоны (разрезы в устье р. Лемминговая, обр. 279/1, 278/1, 673/1, 678/1). К этой же группе относятся известняки “верхней” толщи Центральной зоны (обр. 06/49 и 634/1). Вторая группа,

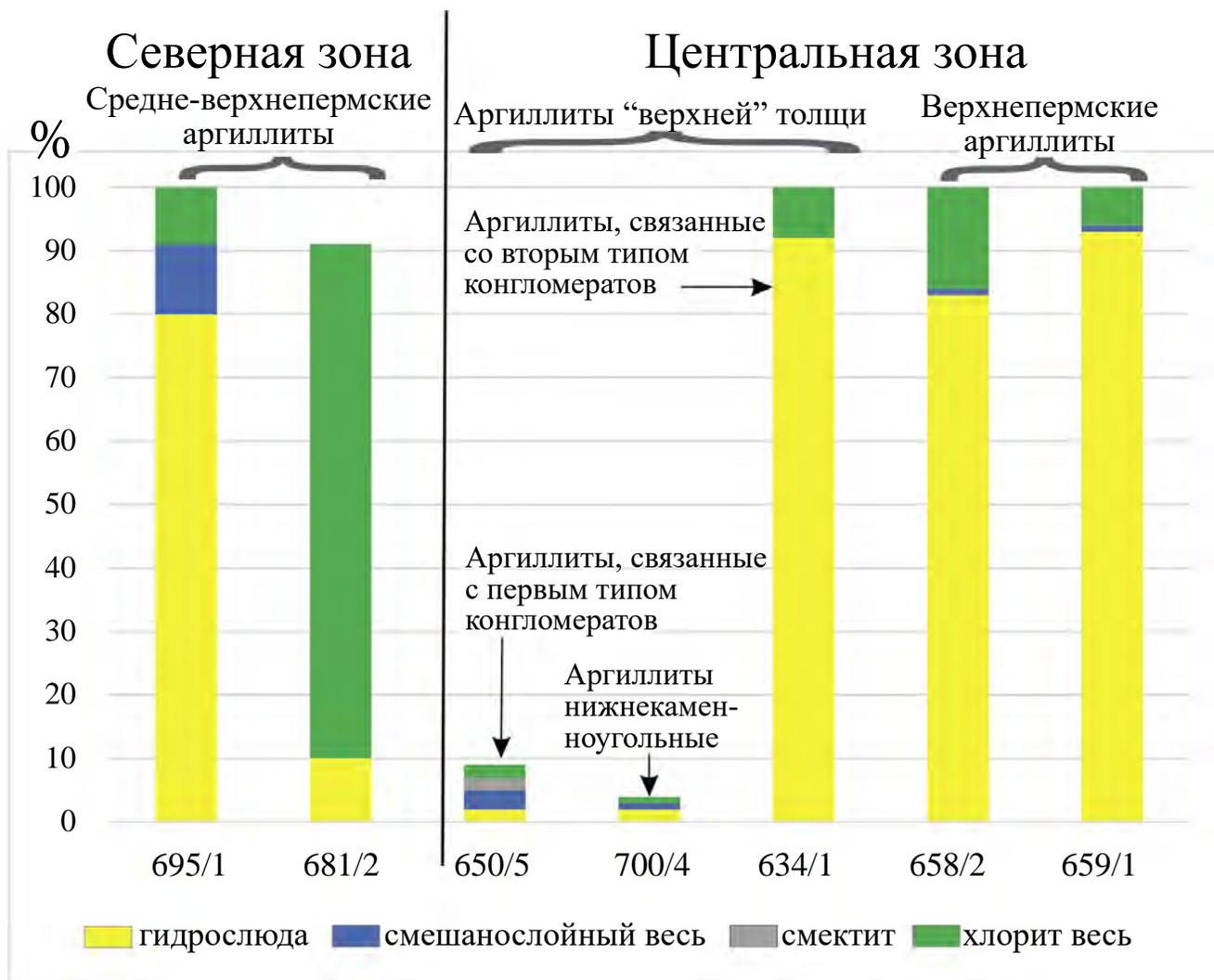


Рис. 7. Состав аргиллитов по результатам рентгеновской дифрактометрии.

с минимальным содержанием РЗЭ, представлена известняками “верхней” толщи московского и касимовского ярусов разрезов р. Красный Флаг (обр. 701/1, 706/2, 706/4). Третья, промежуточная, группа объединяет известняки “верхней” толщи башкирско-московского возраста и известняки со среднекаменноугольно-пермской фауной р. Неизвестная Центральной зоны.

Спектры РЗЭ в нормально-морских карбонатах характеризуются унаследованным от морской воды дефицитом Се ($Se/Se^* < 1$) (Балашов, 1976; Ling et al., 2013 и др.), поэтому отрицательная Се-аномалия свидетельствует о морских условиях осадконакопления. Для образцов с максимальным содержанием РЗЭ характерно отсутствие Се-аномалии (обр. 650/12, 655/2) или даже ее положительное значение (обр. 649/2, 649/3). Во всех остальных образцах прослеживается четкая отрицательная Се-аномалия, наиболее ярко

выраженная в средне-верхнекаменноугольных известняках Центральной зоны и менее выраженная в пермских породах Северной зоны. Самая глубокая Се-аномалия отмечается в образцах известняков “верхней” толщи среднекаменноугольно-пермского возраста (обр. 628/1, 628/2, 628/4), что указывает на более глубоководные условия их накопления. Разброс значений наблюдается в породах бассейна р. Красный Флаг – от 0.24 до 0.55, что свидетельствует о частой смене обстановок осадконакопления.

В связи с тем, что осадконакопление происходило в достаточно мелководных условиях, отсутствие Се-аномалии или же ее положительное значение предполагает прибрежно-морские обстановки при близко расположенном источнике сноса, с которого вместе с пресноводными речными потоками в бассейн поступали терригенные компоненты. На диаграмме Sr/Ba–Sr/Rb (Zhang et al., 2017) почти

Центральная тектоническая зона



Северная тектоническая зона

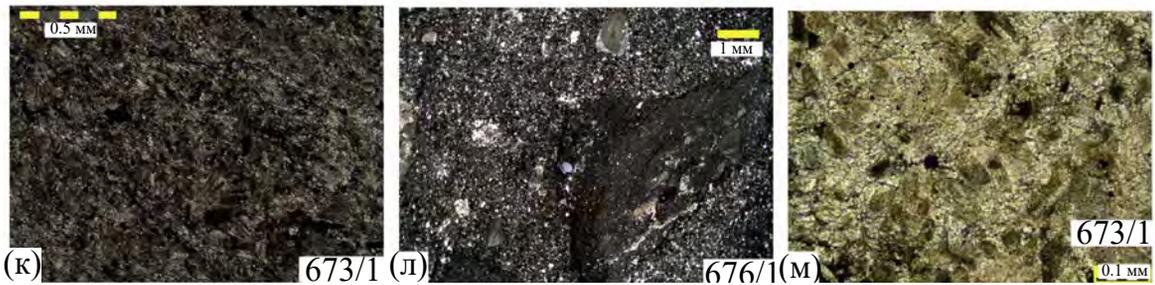


Рис. 8. Фотографии и микрофотографии известняков из Центральной и Северной тектонических зон.

(а, б) – фрагменты известняков “верхней” толщи Центральной тектонической зоны в развалах, известняки содержат многочисленные и разнообразные фаунистические остатки и их фрагменты (р. Неизвестная, среднее течение); (в) – водорослевый известняк с редкими фаунистическими остатками (р. Неизвестная, среднее течение); (г–и) – шлифы известняков из Центральной тектонической зоны: (г, д) – органогенно-обломочный известняк с фрагментами мшанок, криноидей, кораллов и др., сцементированных спаритом, могут присутствовать единичные обломочные зерна кварца и слюды; (е) – доломитовый известняк с кремнистым веществом в порах, отмечаются также единичные фрагменты фауны и терригенные компоненты; (ж) – конгломерат плохо сортированный, со спаритовым матриксом, в составе обломков отмечаются известняк, кремни, кварцит, гранит, кварц и полевые шпаты; (з) – доломитовый известняк с кремнистым веществом в поровом пространстве; (и) – органогенно-обломочный известняк с обломками известняка и фаунистических остатков, встречаются единичные обломочные зерна кварца; (к–м) – шлифы известняков из Северной тектонической зоны, устье р. Лемминговая: (к, л) – органогенно-обломочный известняк с большим количеством разнообразных фаунистических остатков и единичными обломочными зернами кварца и полевого шпата, могут присутствовать микролинзы кремнистого вещества; (м) – органогенный и органогенно-обломочный “колымиевский” известняк.

Таблица 2. Содержание (мкг/г) редкоземельных и других элементов в карбонатах острова Врангеля

Тектонич. зона	Центральная тектоническая зона													
	р. Красный Флаг							р. Неизвестная, среднее течение						
Положение	C ₁	C ₁	C _{2m-k}	C _{2m-k}	C _{2m-k}	C _{2m-k}	C _{2-P}	C _{2-P}	C _{2-P}	C _{2-P}	C _{2b-m}	C _{2b-m}	C _{2b-m}	C _{2b-m}
Возраст	705/1	705/3	706/2	706/4	701/1	698/1	628/1	628/2	628/4	629/2	649/2	649/3	650/12	650/14
№ обр	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14
№ п/п	0.65	2.7	0.17	0.36	0.41	1.2	0.62	0.38	0.93	1.3	32.7	31.6	7.4	1.9
Rb	335	252	116	141	34.6	112	118	114	90.3	148	68.3	152	248	216
Sr	13.5	7.3	1.6	1.9	1.8	4.6	4.6	6.0	8.4	7.3	3.4	12.2	12.3	5.3
Y	2.9	4.5	0.0	1.3	0.51	1.2	1.4	1.0	1.3	2.9	7.3	28.4	28.8	2.2
Zr	2110	318	6.8	3.9	8.4	8.8	10.0	16.4	16.9	64.3	137	86.6	31.0	9.6
Ba	5.4	4.3	0.41	0.75	0.56	1.6	2.2	5.8	4.0	2.6	2.1	9.5	7.5	3.3
La	3.7	3.6	0.46	0.65	0.26	1.5	0.52	0.89	1.3	2.7	6.2	22.2	13.8	5.0
Ce	1.1	0.80	0.10	0.14	0.11	0.28	0.35	0.86	0.66	0.48	0.54	2.4	1.8	0.56
Pr	4.6	3.5	0.16	0.37	0.32	1.3	1.6	3.9	3.2	2.2	2.0	10.1	8.0	2.6
Nd	1.1	0.70	0.07	0.10	0.10	0.28	0.34	0.76	0.61	0.48	0.46	2.2	1.9	0.57
Sm	0.19	0.17	0.016	0.027	0.023	0.074	0.083	0.18	0.14	0.12	0.10	0.35	0.47	0.12
Eu	1.4	0.87	0.10	0.14	0.12	0.47	0.49	0.99	0.94	0.64	0.45	2.0	2.0	0.69
Gd	0.22	0.13	0.014	0.016	0.019	0.048	0.076	0.15	0.14	0.10	0.079	0.30	0.30	0.091
Tb	1.3	0.77	0.090	0.136	0.11	0.36	0.53	0.91	1.02	0.68	0.50	1.8	1.9	0.56
Dy	0.28	0.16	0.024	0.035	0.033	0.075	0.12	0.19	0.23	0.15	0.11	0.37	0.38	0.12
Ho	0.86	0.48	0.088	0.119	0.11	0.25	0.38	0.55	0.72	0.47	0.35	1.0	1.0	0.32
Er	0.11	0.065	0.012	0.018	0.017	0.034	0.049	0.076	0.10	0.065	0.052	0.13	0.14	0.041
Tm	0.70	0.39	0.077	0.11	0.10	0.20	0.32	0.51	0.66	0.39	0.32	0.83	0.82	0.24
Yb	0.11	0.064	0.012	0.02	0.017	0.027	0.048	0.069	0.091	0.060	0.049	0.12	0.11	0.035
Lu	0.11	0.11	0.00	0.00	0.00	< ПО	< ПО	0.065	0.089	0.036	0.28	0.65	0.71	0.054
Hf	0.29	0.49	0.00	0.00	0.035	0.087	0.043	0.048	0.084	0.14	1.5	1.8	1.4	0.26
Th	1.1	1.3	0.080	0.18	0.79	0.054	0.15	0.23	0.26	3.3	0.14	1.3	0.71	4.5
Ce/Ce*Cl ch	0.35	0.44	0.55	0.46	0.24	0.5	0.13	0.09	0.18	0.55	1.37	1.10	0.88	0.82
Eu/Eu*Cl ch	0.47	0.64	0.59	0.70	0.61	0.60	0.61	0.63	0.55	0.65	0.67	0.49	0.73	0.56
Th/Sc	0.162614	0.523124	0.000722	0.000638	34.85781		0.075953	0.068552	0.107388	0.231468	1.691886	0.703085	0.370297	
Th/U	0.253571	0.374726	0.012563	0.005544	0.044157	1.618198	0.282763	0.212213	0.326385	0.041404	10.76777	1.418706	1.992407	0.057461
Sr/Ba	0.158646	0.79124	17.06819	35.94854	4.108736	12.7831	11.86686	6.979971	5.341924	2.3078	0.498219	1.757704	8.000446	22.40027
Y/Ho	47.73163	46.81877	65.4343	54.51237	55.70642	60.79136	37.87186	31.99287	36.18387	47.82962	30.95762	33.28006	32.04865	44.17424
U/Zr	0.397931	0.285864	79.59962	0.14036	1.539859	0.04627	0.109306	0.223152	0.195798	1.147576	0.019258	0.044249	0.024689	1.993525
Sr/Rb	512.8763	92.25705	675.1072	391.5108	84.95455	93.27037	191.3998	304.6403	97.43597	112.4062	2.088603	4.825339	33.41144	115.4697
ΣPЗЭ	21.1	16.0	1.6	2.6	1.9	6.4	7.1	15.8	13.8	11.2	13.3	53.5	40.1	14.3
LREE	17.49	13.92	1.31	2.16	1.50	5.46	5.59	13.38	10.80	9.30	11.82	48.84	35.41	12.94
HREE	3.56	2.06	0.32	0.46	0.41	0.99	1.53	2.45	2.96	1.91	1.46	4.62	4.69	1.41
LREE/HREE	4.912526	6.764098	4.116952	4.735767	3.687764	5.538114	3.659178	5.457371	3.650073	4.856797	8.079726	10.57649	7.551139	9.179006

Таблица 2. Окончание

Тектонич. зона	Центральная тектоническая зона													Северная тектоническая зона					
	р. Неизвестная, среднее течение													р. Леммингвая					
	C ₂ b-m	C ₂ b-m	C ₂ b-m	P _{2-3p}	P ₁	P ₂₋₃	P ₂₋₃	P ₂₋₃	P ₂₋₃										
Возраст	651/2	655/2	656/1	634/1	638/1	638/1	06/49	672/1	673/1	673/1	675/1	674/01	279/1	278/1					
№ обр.	15	16	17	18	19	19	20	21	25	25	26	22	23	24					
№ п/п	3.5	7.0	0.67	146	4.0	54.1	8.1	8.1	3.7	3.7	4.6	4.9	6.6	7.8					
Rb	66.4	187	150	51.4	140	116.0	384	574.9	521.0	383	336.2	533.2							
Sr	1.9	5.1	2.1	19.2	4.7	18.5	9.3	5.2	12.9	5.8	11.8	21.7							
Y	2.8	4.3	1.2	58.9	2.7	127	18.2	10.4	20.1	9.4	22.0	17.3							
Zr	29.0	19.4	6.3	493	18.3	262	232	250.4	407.7	469	56.6	36.5							
Ba	0.76	3.2	1.0	31.1	2.3	19.3	8.7	4.3	7.0	5.5	7.6	19.0							
Ce	1.4	5.0	1.0	49.3	2.8	39.6	9.0	4.7	7.3	6.2	7.3	12.2							
Pr	0.17	0.61	0.20	6.4	0.45	4.6	1.9	0.94	1.3	1.4	1.4	3.9							
Nd	0.70	2.4	0.82	24.7	1.8	18.5	8.0	4.3	6.1	5.9	6.4	18.1							
Sm	0.15	0.51	0.15	4.5	0.36	3.7	1.7	0.88	1.2	1.2	1.4	3.5							
Eu	0.034	0.095	0.037	0.88	0.078	0.9	0.34	0.20	0.28	0.24	0.32	0.75							
Gd	0.16	0.54	0.16	3.8	0.40	3.4	1.6	0.82	1.7	1.1	1.5	3.5							
Tb	0.021	0.078	0.025	0.51	0.059	0.5	0.23	0.12	0.19	0.16	0.20	0.46							
Dy	0.16	0.52	0.19	3.4	0.43	3.37	1.2	0.74	1.3	0.9	1.3	2.7							
Ho	0.036	0.11	0.044	0.62	0.089	0.67	0.26	0.14	0.27	0.17	0.25	0.55							
Er	0.11	0.37	0.13	1.9	0.30	1.8	0.73	0.39	0.77	0.47	0.67	1.4							
Tm	0.014	0.050	0.018	0.27	0.041	0.3	0.09	0.049	0.100	0.06	0.092	0.19							
Yb	0.11	0.33	0.11	1.9	0.27	1.8	0.63	0.31	0.61	0.34	0.55	1.0							
Lu	0.016	0.048	0.020	0.29	0.045	0.2	0.09	0.046	0.089	0.05	0.077	0.14							
Hf	0.057	0.10	< ПО	1.6	0.060	3.24	0.52	0.24	0.36	0.25	0.44	0.47							
Th	0.20	0.60	0.082	8.1	0.32	5.9	1.3	0.56	0.74	0.55	1.1	1.6							
U	0.065	0.34	0.070	1.1	0.11	1.17	0.52	0.50	0.60	0.51	1.2	0.49							
Ce/Ce*Cl ch	0.93	0.81	0.52	0.81	0.63	0.98	0.51	0.53	0.54	0.53	0.51	0.32							
Eu/EuCl ch	0.64	0.54	0.72	0.62	0.62	0.73	0.62	0.69	0.58	0.60	0.68	0.64							
Th/Sc	0.711515	0.175454	0.844296	0.445328	0.805785	5	0.76204	0.653936	0.42097	0.534551	1.149792	1.177059							
Th/U	3.063089	1.738731	1.175071	7.292579	3.09269	5	2.569761	1.111679	1.235193	1.076954	0.917287	3.194428							
Sr/Ba	2.286995	9.641063	23.62919	0.104132	7.666349	0.442748	1.655197	2.295781	1.277857	0.816007	5.941725	14.60838							
Y/Ho	51.51728	45.14282	48.33221	30.86232	52.15964	27.61194	35.71936	36.35569	48.15941	35.34865	48.03135	39.49936							
U/Zr	0.022828	0.080635	0.056515	0.018899	0.039557	0.009213	0.0286	0.048317	0.029924	0.054147	0.053729	0.028124							
Sr/Rb	19.1976	26.57782	223.5269	0.352534	35.40673	2.144177	47.43474	156.6845	113.8383	78.51772	50.84835	68.68436							
ΣP39	3.9	14.0	3.9	129.6	9.4	98.6	34.4	17.9	28.2	23.6	29.0	67.6							
LREE	3.41	12.45	3.39	120.72	8.15	89.90	31.13	16.08	24.91	21.52	25.92	61.03							
HREE	0.47	1.50	0.54	8.85	1.22	8.67	3.27	1.79	3.28	2.10	3.08	6.56							
LREE/HREE	7.309931	8.283984	6.249173	13.64167	6.662742	10.36909	9.521714	8.995862	7.588332	10.25634	8.41564	9.304576							

Примечание. < ПО — ниже предела обнаружения.

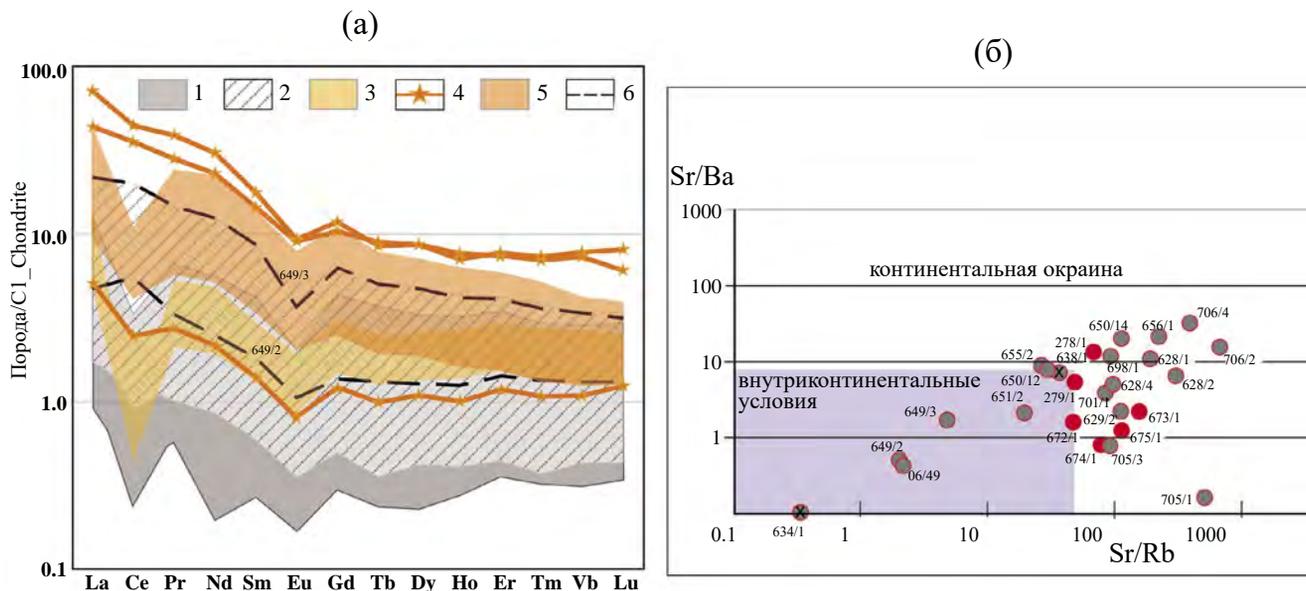


Рис. 9. Геохимическая и петрографическая характеристики известняков о. Врангеля.

(а) – распределение РЗЭ, нормированных по хондриту (Anders, Grevesse, 1989), условные обозначения: 1–4 – Центральная тектоническая зона: 1 – карбонатные породы “нижней” и “верхней” толщ р. Красный Флаг; 2 – среднекаменноугольные известняки р. Неизвестная; 3 – среднекаменноугольно-пермские известняки р. Неизвестная; 4 – предположительно пермские известняки р. Неизвестная; 5 – известняки из Северной тектонической зоны, р. Лемминговая; 6 – известняки с положительной Се-аномалией, р. Неизвестная; (б) – диаграмма соотношения Sr/Ba–Sr/Rb (Zhang et al., 2017), условные обозначения см. рис. 5.

все точки изученных пород располагаются в области континентальной окраины, за исключением нескольких (обр. 649/2, 06/49, 649/3, 651/2, 650/12, 634/1), которые могли сформироваться под влиянием пресных вод (рис. 9б) и, соответственно, вблизи от источника обломочного материала.

Показателем, указывающим на присутствие в карбонатных породах терригенной примеси, является высокое отношение Th/U. Отношение $Th/U < 1$ характерно для чистых осадочных карбонатов, значение более единицы означает дополнительный источник терригенного материала. Значения $Th/U < 1$ характерны для известняков бассейна р. Красный Флаг и известняков из отложений нерасчлененного C_2 –P разреза. В остальных образцах соотношение Th/U существенно больше 1, что свидетельствует о большом количестве терригенной примеси в изученных карбонатах.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ

Анализ минерального состава конгломератов и аргиллитов Центральной тектонической зоны о. Врангеля, а также геохимических характеристик перекрывающих их известняков заставляет усомниться в том, что конгломераты первого и второго типов являются одновозрастными и формировались синхронно в едином бассейне.

Одним из важных аргументов в пользу формирования конгломератов первого и второго типов Центральной зоны в различные временные отрезки является характер “вызревания” конгломератов первого типа: от мономиктовых с доминированием обломков базальтов к полимиктовым и далее к олигомиктовым. Такая эволюция состава свидетельствует о постепенном выглаживании рельефа размываемого источника сноса, сочетающемся с одновременным интенсивным химическим выветриванием пород этого источника. Поэтому в гравийных кварцитовидных песчаниках, залегающих на олигомиктовых конгломератах, цементирующее вещество отсутствует или представлено оранжевой лимонитизированной массой.

Второй тип конгломератов был сформирован при размыве уже частично выветрелых пород, поэтому в гравелитах этого типа практически отсутствуют полевые шпаты, тогда как в гравелитах первого типа их содержание достигает 19% (рис. 5а). Помимо этого, гравелиты второго типа от гравелитов первого типа отличаются высоким содержанием неустойчивых при переносе обломков карбонатных пород и макрофауны (24–39%). Разумеется, различие двух типов конгломератов можно объяснить наличием разных локальных источников сноса, сложенных разными комплексами пород в мелководных условиях морского бассейна. Однако это

предположение вступает в противоречие с другими аналитическими данными.

Фоновые аргиллиты Центральной зоны, содержащие минимум глинистого компонента (обр. 650/5, 700/4), ассоциируют с конгломератами первого типа. Фоновые аргиллиты другой группы с высоким содержанием глин ассоциируют с конгломератами второго типа (обр. 634/1) и пермскими аргиллитами (обр. 658/2, 659/1). По составу и содержанию в них глинистого компонента они аналогичны аргиллитам из казанско-татарских отложений (обр. 695/1, 681/2) Северной тектонической зоны (рис. 7).

Эти данные хорошо коррелируются с содержащейся в известняках терригенной примесью (рис. 9а), характеризующейся высокими содержанием РЗЭ и отношением Th/U (табл. 2). Большое количество терригенной примеси в средне-верхнепермских известняках Северной зоны позволяет сопоставлять их с известняками, связанными с конгломератами второго типа Центральной зоны, хотя в последних содержание РЗЭ даже выше. В средне-верхнекаменноугольных известняках Центральной зоны, надстраивающихся конгломераты первого типа, содержание РЗЭ существенно ниже.

Формирование известняков Центральной зоны происходило в морских мелководных обстановках, о чем свидетельствует наличие морской фауны, а при ее отсутствии — отрицательные Eu- и Се-аномалии (рис. 9а, табл. 2). Накопление известняков, надстраивающихся конгломераты первого и второго типов Центральной зоны, происходило в мелководных условиях, вероятнее всего, на краю карбонатной платформы или на ее склоне. Положительная Се-аномалия в известняках Центральной зоны, сменяющих конгломераты второго типа, свидетельствует об образовании их в прибрежно-морских обстановках в условиях частичного опреснения морской воды (известняки точек наблюдения (т.н.) 632, 634, 638, 649, 650). О более мористых, удаленных от суши, условиях свидетельствует ярко выраженная отрицательная Се-аномалия в известняках среднекаменноугольно-пермского возраста Центральной зоны (т.н. 628, 629, 630). Известняки, надстраивающие эвапоритовый разрез бассейна р. Красный Флаг, сформировались в изолированных лагунных условиях карбонатной платформы (т.н. 701, 705, 706).

На основании всего перечисленного можно утверждать, что конгломераты и гравелиты “верхней” толщи формировались за счет размыва внутришельфового поднятия, которое было расположено южнее изученных разрезов Центральной зоны острова (в современных координатах). Доказательством этому служат единичные замеры направления сноса обломочного материала (Tuchkova et al., 2018). Подобное возможно при наличии размываемой суши, вероятно, крупного острова или серии более мелких островов, располагавшихся

в Центральной тектонической зоне, продукты размыва пород которых выносились в более глубокие участки бассейна. Отметим, что в разрезах пермских отложений Северной тектонической зоны снос обломочного материала происходил с севера на юг (Tuchkova et al., 2018).

Конгломераты второго типа формировались позднее, о чем свидетельствует найденная авторами выше по разрезу пермская фауна фораминифер (рис. 2г). Эти данные также указывают на одновременность образования известняков и конгломератов второго типа с отложениями Северной тектонической зоны, для которых ранее (Ганелин и др., 1989; Ганелин, 2022; Косько и др., 2003) установлен богатый и достоверный комплекс фауны средней—поздней перми. В разрезе устья р. Лемминговая Северной зоны конгломераты и конглобрекции встречаются в виде отдельных прослоев и переслаиваются с глинистыми известняками и аргиллитами. Это внутриформационные, а не базальные образования, формировавшиеся при непрерывном осадконакоплении в мелководно-морских условиях. Вместе с тем условия были сейсмически нестабильны, о чем свидетельствует наличие инъекционной песчаной дайки в разрезе устья р. Лемминговая, а также широкий разброс значений Се-аномалии.

Таким образом, конгломераты первого и второго типов формировались в разное время: первые — в самом начале среднего карбона, вторые — в средней—поздней перми. Состав обломков в конгломератах второго типа, вероятнее всего, свидетельствует о структурной перестройке в конце касимовского—начале гжельского веков, приведшей к выведению на поверхность не только нижнепермских, но и более древних карбонатных пород. Подтверждением служат находки в 2014 г. визейского коралла в отложениях с московско-касимовской фауной в разрезах Центральной зоны и силурийского коралла в верхнепермских отложениях р. Лемминговая Северной зоны.

Перечисленные литологические данные по конгломератам Центральной зоны, а также палеонтологические и геохимические характеристики перекрывающих их известняков позволяют предположить следующее:

1. Длительность формирования конгломератов первого и второго типов Центральной зоны о. Врангеля была разной, на что указывает выживание конгломератов первого типа и формирование конгломератов второго типа из выветрелых источников.

2. Количество и состав глинистых минералов в аргиллитах, ассоциирующих с конгломератами первого и второго типов, различны. К аргиллитам, сопровождающим конгломераты второго типа, по количеству и составу глинистых

компонентов близки аргиллиты Северной зоны, что свидетельствует о единой фоновой обстановке осадконакопления.

3. Содержание терригенной примеси в известняках коррелирует с содержанием РЗЭ и соотношением Th/U — наибольшее ее количество в известняках, ассоциирующих с конгломератами второго типа, а также в породах разреза устья р. Лемминговая Северной зоны. Морские условия осадконакопления устанавливаются по остаткам мелководно-морской фауны и хорошо выраженным отрицательным Се- и Eu- аномалиям. Обстановки осадконакопления в бассейне, соответствующем современной Центральной зоне, в средне-позднекаменноугольное и средне-позднепермское время были преимущественно мелководными, конгломераты и гравелиты формировались в прибрежно-морских условиях. Для известняков, ассоциирующих с конгломератами второго типа, установлено периодическое опреснение, которое также возможно при формировании известняков “нижней” толщи р. Красный Флаг.

4. Микро- и макрофауна из известняков, перекрывающих конгломераты первого и второго типов, служит еще одним подтверждением разновозрастности конгломератов. Конгломераты первого типа формировались в начале среднего карбона, о чем свидетельствует фауна башкирского, московского и касимовского веков в вышележащих известняках разрезов рек Неизвестная и Красный Флаг (рис. 2в, 2е). Конгломераты второго типа Центральной тектонической зоны формировались позднее, доказательством чего служит найденная авторами пермская фауна фораминифер (рис. 2г). Эти же данные могут свидетельствовать в пользу предположения об одновременности образования известняков и конгломератов второго типа Центральной зоны и накопления отложений Северной тектонической зоны с фауной средней—поздней перми (Ганелин и др., 1989; Ганелин, 2022; Косьюк и др., 2003).

Существование средне-верхнепермских базальных конгломератов с перекрывающими их органогенными известняками уже давно предполагали Г.Е. Черняк и Г.И. Каменева (1976) (рис. 10). Эти авторы отмечали трансгрессивный характер налегания верхнепермских, по их мнению, отложений на различные горизонты карбона, установленные ими в разрезах нижнего течения р. Неизвестная на горах Кит и Тундровой, а также в разрезах Южной тектонической зоны. Они также отметили присутствие в разрезе органогенных, характерных для средней—верхней перми, “колымевых” известняков, которые наиболее широко развиты в оломонском надгоризонте совместно с фаунистическими остатками джигдалинского надгоризонта. В статье (Черняк, Каменева, 1976) перечислены *Nodosaria aff. ustritskii* Sossipatrova, *Protonodosaria cf. praecursor* (Rauser), *Omoloniella*

prima (Gerke), *Protonodosaria cf. proceraformis* (Gerke), *Tolyppamina cf. confusa* (Galloway et Harlton), которые в современной стратиграфической схеме относятся к кунгурскому ярусу нижней перми. Исходя из этого, можно предположить, что в средне-позднепермское время, в момент формирования “колымевых” известняков, происходил размыв нижепермских карбонатных образований.

Два стратиграфических интервала формирования конгломератов прослеживаются и в других регионах Восточной Арктики. На территории Арктической Канады отмечено (Beauchamp et al., 2009), что отложения башкирского и московского ярусов с конгломератами и гравелитами в основании залегают на образованиях широкого возрастного диапазона — кембрия, девона и нижнего карбона. Среди лопинских (верхнепермских) отложений выделяются три формации (рис. 10) (Beauchamp et al., 2009; Embry, Beauchamp, 2019). Лопинские отложения представлены прибрежно-морскими отложениями глауконитсодержащих песчаников (Troid fiord формация), мелководными спикулосодержащими кремнями мощностью не более 100 м (формация Lindström) или кремнями и кремнистыми сланцами с алевролитами (формация Blacke Stripe) (рис. 10). Лопинский возраст отложений обоснован находками конодонтов и хеостратиграфией изотопов углерода. Есть свидетельства тектонической активности в начале позднепермского времени, вызвавшей возрождение разломов вдоль северной окраины бассейнов (Северный остров Акселя Хайберга) и вдоль возвышенности Танкари (Tanquary) (Embry, Beauchamp, 2019).

Для Свердрупского бассейна на границе гваделупия и лопиния отмечена смена карбонатной седиментации на кремненакопление, вызванное похолоданием климата в лопинское (позднепермское) время (Beauchamp et al., 2009). Для острова Врангеля В.Г. Ганелин также указывает наличие “бореальной” (холодноводной) фауны в отложениях кунгурского и казанского ярусов и татарского отдела (Ганелин, 2022).

В отличие от о. Врангеля и островов Арктической Канады, на континентальной части Чукотки пермские отложения выделены условно из-за недостатка фаунистических данных, поэтому проследить несогласие здесь затруднительно. Обоснование возраста опирается на ряд косвенных признаков, на основании которых пермские отложения включены в состав нерасчлененной пермо-триасовой толщи: (а) наличие многочисленных силлов, сложенных диабазами с возрастом 252 ± 4 млн лет (Ledneva et al., 2011) и 258 ± 5 млн лет (Ledneva и др., 2022); (б) обнаруженный на мысе Шмидта небольшой выход сланцев и алевролитов с растительными остатками татарского возраста *Phillotheca*, *Equisetales*, *Noeggerathiopsis cf. theodori* Zal. (Объяснительная...,

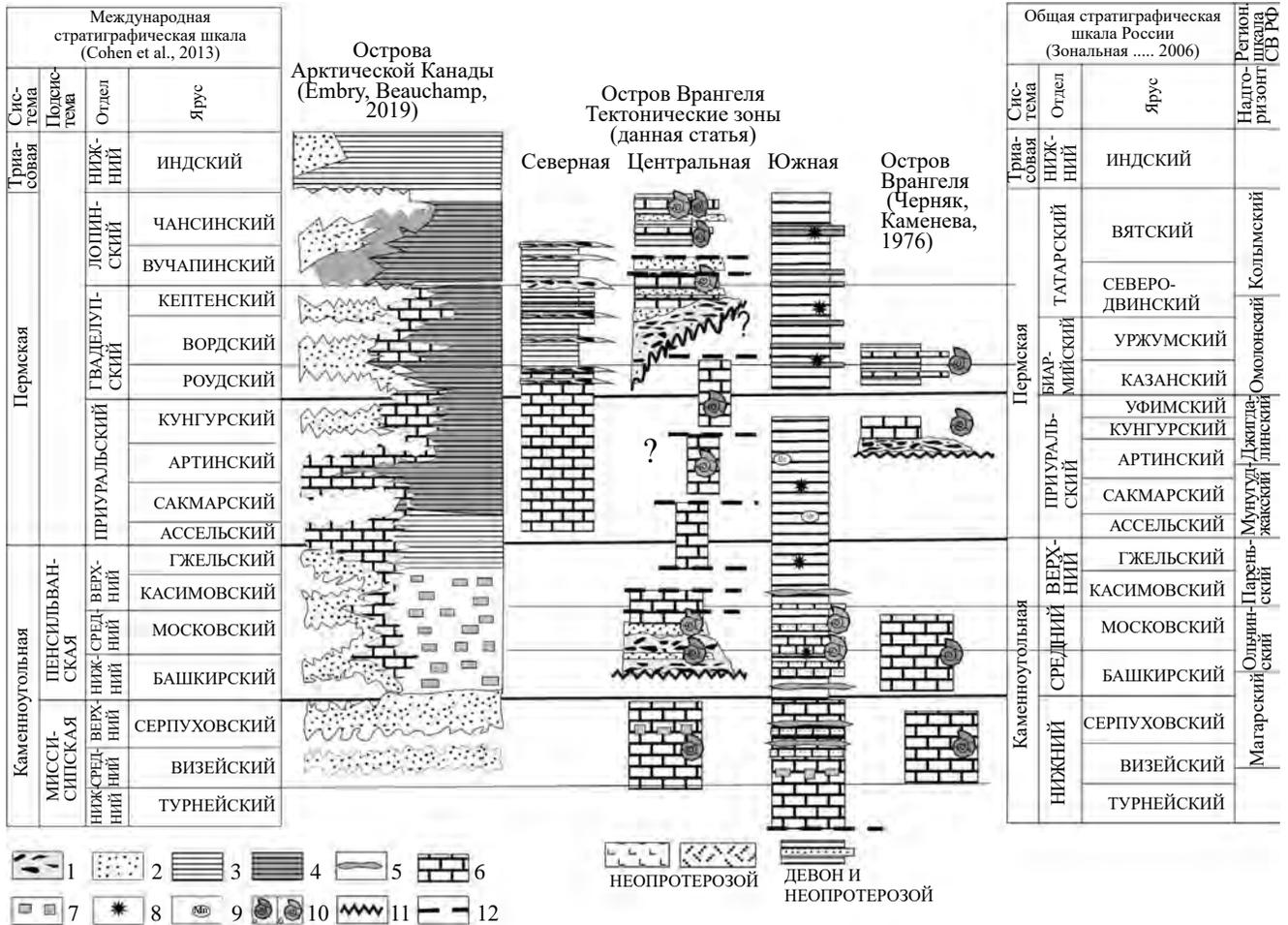


Рис. 10. Корреляция каменноугольных и пермских отложений в регионах Восточной Арктики. 1 – конгломераты; 2 – песчаники; 3 – аргиллиты и сланцы; 4 – кремнистые аргиллиты и сланцы; 5 – кремни; 6 – известняки; 7 – эвапориты; 8 – пирит; 9 – марганцевые конкреции; 10 – уровни фаунистических находок (а – по литературным данным, б – новые находки авторов статьи); 11 – угловое несогласие; 12 – тектонический контакт.

1984); (в) пермские отложения (гэсмыткунская свита, $P_{2-3}-T_1$) в окрестностях мыса Кибера, выделенные на основании того, что толща сланцев и алевролитов с редкими мелкозернистыми песчаниками лежит с разрывом, но без видимого углового несогласия на карбонатных породах башкирского и московского ярусов и согласно перекрывается отложениями оленекского яруса нижнего триаса.

Появление базальных конгломератов в начале башкирского века и в средне-позднепермское время свидетельствует о тектонических движениях в Центральной зоне острова Врангеля, приведших к локальным перестройкам и выведению на поверхность более древних образований. В средне-позднепермское время в поднятие были вовлечены карбонатные комплексы силура, нижнего карбона и, вероятно, нижней перми, которые могли формировать островную цепь на шельфе.

Формирование двух типов базальных конгломератов было разделено этапом тектонического спокойствия, сопровождавшегося постепенным выполаживанием рельефа и активным химическим выветриванием пород питающей провинции, о чем свидетельствует отсутствие полевых шпатов в конгломератах второго типа и характерный цемент кварцитовидных песчаников, лежащих над конгломератами первого типа. Кроме того, в песчаниках, ассоциирующих с верхнепермскими конгломератами, отмечено высокое содержание железистых минералов и кварца, указывающих на длительную экспозицию континентальных источников сноса в предлопинское время.

Таким образом, приведенные выше сведения позволяют выделить в разрезе “верхней” толщи Центральной тектонической зоны острова Врангеля два разновозрастных типа конгломератов:

средне-верхнекаменноугольный и средне-верхнепермский. Их существование свидетельствует о еще более сложной истории развития этой части Арктики, чем это предполагалось ранее, и, кроме того, указывает на проявление локальных деформаций в начале среднекаменноугольного времени и в гваделупско-лопинское время. Все это свидетельствует о более тесных связях геологических структур острова Врангеля и Свердрупского бассейна в позднепалеозойское время.

ВЫВОДЫ

1. Установлено, что в Центральной тектонической зоне острова Врангеля конгломераты, прежде относимые к каменноугольным, представлены двумя типами. Конгломераты различаются петрографическим составом слагающих их обломочных компонентов, составом и количеством глинистого вещества в сопутствующих им аргиллитах, а также длительностью формирования. Конгломераты разновозрастны, что установлено на основании изучения микро- и макрофаунистических комплексов из перекрывающих их известняков.

2. Конгломераты первого типа сложно построены: среди обломков пород в их нижней части доминируют метаморфические сланцы и вулканиты основного состава, которые вверх по разрезу сменяются кварцитовидными песчаниками. Возраст конгломератов первого типа среднекаменноугольный.

3. В конгломератах второго типа доминируют окатанные обломки кварца, известняков и остатки макро- и микрофауны. По составу конгломераты этого типа аналогичны средне-позднепермским (гваделупско-допинским) внутрiformационным конгломератам Северной тектонической зоны. Известняки, перекрывающие конгломераты второго типа Центральной зоны, содержат пермскую микрофауну, что не противоречит их средне-позднепермскому возрасту.

4. Существование двух разновозрастных горизонтов базальных конгломератов в Центральной зоне о. Врангеля свидетельствует о локальных тектонических перестройках, произошедших в начале среднекаменноугольного времени и в средне-позднепермское время.

5. Установленное на о. Врангеля средне-верхнепермское несогласие может быть сопоставлено с одним из гваделупско-лопинских несогласий Арктической Канады, что свидетельствует о более тесных взаимосвязях Свердрупского и Чукотского палеобассейнов.

Благодарности. Авторы благодарят компанию “Роснефть” за финансирование проведения полевых работ в 2014 г., а также сотрудников заповедника “Остров Врангеля” проводника И.П. Олейникова

и директора А.Р. Груздева за помощь в организации полевых работ 2014 г. Особую благодарность хотелось бы выразить рецензентам – А.И. Малиновскому и Р.В. Кутыгину за тщательное редактирование текста и ценные комментарии к тексту и иллюстрациям, которые значительно улучшили статью.

Источники финансирования. Работа выполнена при поддержке гранта РНФ 23-27-00314 на оборудовании ГИН РАН.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- Балашов Ю.А.* Геохимия редкоземельных элементов. М.: Наука, 1976. 267 с.
- Богословская М.Ф.* Среднекаменноугольные аммоинидеи с острова Врангеля // Палеонтол. журн. 1995. № 1. С. 37–48.
- Бялбжеский С.Г., Иванов О.Н.* Надвиговые структуры острова Врангеля // Мезозойский тектогенез. Материалы VII сессии Научного совета по тектонике Сибири и Дальнего Востока. Магадан, 1971. С. 73–80.
- Ватрушкина Е.В.* Верхнеюрско-нижнемеловые осадочные отложения Западной Чукотки. М.: ГЕОС, 2021. 170 с. (Труды ГИН РАН. Вып. 625).
- Вержбицкий В.Е., Соколов С.Д., Тучкова М.И.* Современная структура и этапы тектонической эволюции острова Врангеля (Российская восточная Арктика) // Геотектоника. 2015. № 3. С. 1–32.
- Ганелин В.Г.* Верхояно-Чукотский рифтогенез и позднепалеозойские экосистемы Северо-Востока Азии // Стратиграфия. Геол. корреляция. 2022. Т. 30. № 5. С. 3–45.
- Ганелин В.Г., Матвеев А.В., Кропачева Г.С.* Разработать и внедрить зональное деление гжельского яруса верхнего карбона СССР // Отчет за 1986–1989 гг., в 2 кн. Ленинград, 1989.
- Зональная стратиграфия фанерозоя России. Научн. ред. Корень Т.Н. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2006. 256 с.
- Каменева Г.И.* Структура центральной части острова Врангеля // Геология и полезные ископаемые Новосибирских островов и острова Врангеля. Сб. статей. Ленинград: НИИГА, 1975. С. 49–58.
- Карандашев В.К., Хвостиков В.А., Носенко С.Ю., Бурмий Ж.П.* Использование высокообогащенных стабильных изотопов в массовом анализе образцов горных пород, грунтов, почв и донных отложений методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой // Заводская лаборатория. Диагностика материалов. 2016. Т. 82. № 7. С. 6–15
- Косько М.К., Авдюничев В.В., Ганелин В.Г., Опекунов А.Ю., Опекунова М.Г., Сесил М.П., Ушаков В.И., Хандожко Н.В., Харрисон Дж.К., Шульга Ю.Д.* Остров Врангеля: геологическое строение, минералогия, геоэкология. Т. 200. СПб.: ВНИИОкеангеология, 2003. 137 с.

- Леднева Г.В., Исаева Е.П., Соколов С.Д., Базылев Б.А., Болдырева А.И.* Циркон из внутриплитных габброидов Западной Чукотки (Аньюйский плутонический комплекс) и интерпретация его возраста // Докл. РАН. Науки о Земле. 2022. Т. 505. № 1. С. 46–52.
- Луцицкая М.В., Сергеев С.А., Соколов С.Д., Тучкова М.И.* Неопротерозойские гранитоиды острова Врангеля // Докл. АН. 2016. Т. 469. № 2. С. 195–198.
- Моисеев А.В., Соколов С.Д., Тучкова М.И., Вержбицкий В.Е., Малышев Н.А.* Этапы структурной эволюции осадочного чехла о. Врангеля, Восточная Арктика // Геотектоника. 2018. № 5. С. 22–38.
- Моисеев А.В., Соколов С.Д., Тучкова М.И., Вержбицкий В.Е.* Эдиакарско-среднекембрийский основной вулканизм о. Врангеля: возраст и геодинамические обстановки формирования // Вестник СПбГУ. Науки о Земле. 2019. Т. 64. Вып. 2. С. 267–278.
- Объяснительная записка к Государственной геологической карте СССР масштаба 1 : 200000. Серия Аньюйско-Чаунская. Лист R-59-XXIII-XXIV. Сост. Саморуков Н.М. Москва, 1984. 94 с.
- Парфенов Л.М., Натанов Л.М., Соколов С.Д., Цуканов Н.В.* Террейны и аккреционная тектоника Северо-Востока Азии // Геотектоника. 1993. № 1. С. 68–78.
- Решения Третьего Межведомственного регионального стратиграфического совещания по докембрию, палеозою и мезозою Северо-Востока России (Санкт-Петербург, 2002). Ред. Корень Т.Н., Котляр Г.В. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2009. 268 с.
- Соколов С.Д., Тучкова М.И., Бондаренко Г.Е.* Тектоническая модель Южно-Аньюйской сутуры и ее роль в формировании структур восточной Арктики // Строевые и история развития литосферы. М.: Paulsen, 2010. С. 204–227.
- Соколов С.Д., Тучкова М.И., Моисеев А.В., Вержбицкий В.Е., Малышев Н.А., Гущина М.Ю.* Тектоническая зональность острова Врангеля (Арктика) // Геотектоника. 2017. № 1. С. 3–18.
- Стратиграфический кодекс России. Издание третье, исправленное и дополненное. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2019. 96 с. (МСК России, ВСЕГЕИ).
- Тильман С.М., Богданов А.Н., Бялбжеский С.Г., Чехов А.Д.* Геология СССР. Т. 26. Острова Советской Арктики, геологическое описание. М.: Недра, 1970. С. 377–404.
- Черняк Г.Е., Каменева Г.И.* Каменноугольные и пермские отложения острова Врангеля // Докл. АН СССР. 1976. Т. 227. № 4. С. 954–995.
- Шутов В.Д.* Классификация терригенных пород и граувакк. М.: Наука, 1972. С. 9–24 (Труды ГИН АН СССР. Вып. 238).
- Anders E., Grevesse N.* Abundance of the elements: meteoritic and solar // *Geochim. Cosmochim. Acta.* 1989. V. 53. P. 197–214.
- Beauchamp B., Henderson Ch.M., Grasby S.E., Gates L.T., Beatty T.W., Utting J., James N.P.* Late Permian sedimentation in the Sverdrup Basin, Canadian Arctic: the Lindström and Black Stripe formations // *Bull. Can. Petrol. Geol.* 2009. V. 57. № 2. P. 167–191.
<https://doi.org/10.2113/gscpgbull.57.2.167>
- Cohen K.M., Finney S.M., Gibbard P.L., Fan J.-X.* The ICS International Chronostratigraphic Chart // *Episodes.* 2013. V. 36. P. 199–204.
- Dott R.H.* Wacke, graywacke and matrix; what approach to immature sandstone classification? // *J. Sedimentary Res.* 1964. V. 34. P. 625–632.
- Dunham R.J.* Classification of carbonate rocks according to depositional texture // *Classification of Carbonate Rocks.* Ed. Ham W.E. Am. Assoc. Petrol. Geol. Mem. 1962. V. 1. P. 108–121.
- Embry A., Beauchamp B.* Sverdrup basin, chapter 14 // *The Sedimentary Basins of the United States and Canada.* Elsevier, 2019. P. 559–592.
<https://doi.org/10.1016/B978-0-444-63895-3.00014-0>
- Ledneva G.V., Pease V.L., Sokolov S.D.* Permo-Triassic hypabyssal mafic intrusions and associated tholeiitic basalts of the Kolyuchinskaya Bay, Chukotka (NE Russia): links to the Siberian LIP // *J. Asian Earth Sci.* 2011. V. 40. P. 737–745.
<https://doi.org/10.1016/j.jseaes.2010.11.007>
- Ling H.-F., Chen X., Li D., Wang D., Shields-Zhou G.A., Zhu M.* Cerium anomaly variations in Ediacaran–earliest Cambrian carbonates from the Yangtze Gorges area, South China: implications for oxygenation of coeval shallow seawater // *Precambrian Res.* 2013. V. 225. P. 110–127.
- Tuchkova M.I., Sokolov S.D., Isakova T.N., Kossovaya O.L., Filimonova T.V., Verzhbitsky V.E., Petrov O.L., Vatrushkina E.V., Moiseev A.V.* Carboniferous carbonate rocks of the Chukotka fold belt: tectonostratigraphy, depositional environments and paleogeography // *J. Geodynam.* 2018. V. 120. P. 77–107.
<https://doi.org/10.1016/j.jog.2018.05.006>
- Zhang Kai-Jun, Li Qiu-Huan, Yan Li-Long, Zeng Lu, Lu Lu, Zhang Yu-Xiu, Hui Jie, Jin Xin, Tang Xian-Chun.* Geochemistry of limestones deposited in various plate tectonic settings // *Earth-Sci. Rev.* 2017. V. 167. P. 27–46.

Рецензенты Р.В. Кутыгин, А.И. Малиновский, Н.В. Сенников

New Data on the Late Paleozoic Conglomerates of Wrangel Island and Their Geological Interpretation

**M. I. Tuchkova[#], T. V. Filimonova, T. N. Isakova, V.E. Zagoskina-Beloshei,
S. D. Sokolov, and A. S. Dubenskiy**

Geological Institute, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia

[#]e-mail: tuchkova@ginras.ru

Conglomerates are widespread in the Paleozoic sediments of Wrangel Island and occur at different stratigraphic levels of the sedimentary cover. The conglomerates of the Central tectonic zone of Wrangel Island previously classified as Carboniferous are represented by two types, which differ in the composition of their components. Conglomerates of the first type are complexly constructed, fragments of metamorphic shales and basic volcanic rocks dominate their composition. Rounded quartz fragments, limestone fragments and faunal remains dominate the conglomerates of second type. Their composition is analogous to that of intraformational conglomerates from sections of the Northern tectonic zone. The age of these conglomerates can reliably be established through the analysis of faunal remains, which indicate a Guadalupian–Lopingian (Middle–Late Permian) age. Thus, conglomerates of the first and second types in the Central zone of Wrangel Island are most likely of different ages, while the later (conglomerates of the second type) can be attribute to the Middle–Upper Permian. Two horizons of conglomerates of different ages in the Central zone of Wrangel Island indicate local rearrangements at the beginning of the Pennsylvanian (the Bashkirian age) and Guadalupian–Lopingian. Similar unconformities can also be in coeval sediments of Sverdrup basin.

Keywords: Paleozoic, conglomerates, paleogeography, Wrangel Island