

ФИЗИЧЕСКАЯ ГЕОГРАФИЯ И ГЕОЭКОЛОГИЯ

PHYSICAL GEOGRAPHY AND GEOECOLOGY

УДК: 551:631.4 (575.1).

Крахмаль К.А.

Чирчикский государственный педагогический институт Ташкентской области,
г. Чирчик, Узбекистан

**ПАЛЕОГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ В ЗОНЕ СЕВЕРНЫХ
СКЛОНОВ ВЫСОКОЙ АЗИИ**

Аннотация. В статье представлены некоторые результаты палеогеографических исследований истории развития природы, начиная с эпох докембрия, в зоне сочленения орогена Западного Тянь-Шаня и Туранской платформы. Учитывая международный опыт и современные требования к изучению истории формирования земной поверхности, проводится региональная палеогеографическая реконструкция природной среды на территории Западного Тянь-Шаня, являющегося составной частью горных структур Высокой Азии.

Результаты, проведенного палеогеографического изучения территории Западного Тянь-Шаня дополняют, уточняют и детализируют характеристики переломных моментов в эволюции экосистем, обусловленных глобальными и региональными катаклизмами, коренными изменениями литосферы, гидросферы, атмосферы и биосферы. Основная часть палеогеографических событий на территории Тянь-Шаня и Туранской платформы, непосредственно связаны с планетарными коллизиями, происходившими в Туркестанском «океане», представлявшим собой, по существу, окраинное море Палеоазиатского океана, что позволяет, в свою очередь проводить корреляцию палеогеографических событий в межрегиональном плане.

Ключевые слова: палеогеография, протерозой, ороген Западного Тянь-Шаня, Туранская платформа, экосистемы, тектоника, физико-географическое положение, реконструкция.

Krakhmal K.A.

Chirchik State Pedagogical Institute of Tashkent region, Chirchik, Uzbekistan.

**PALEOGEOGRAPHICAL INVESTIGATIONS IN THE ZONE OF THE NORTHERN
SLOPES OF HIGH ASIA**

Abstract. The article presents some results of paleogeographic studies of the history of the development of nature, starting from the Precambrian epochs, in the junction zone of the Western Tien-Shan orogen and the Turan platform. Taking into account international experience and modern requirements for studying the history of the formation of the earth's surface, a regional paleogeographic reconstruction of the natural environment is being carried out on the territory of the Western Tien-Shan, which is an integral part of the mountain structures of High Asia.

The results of the paleogeographic study of the territory of the Western Tien Shan supplement, refine and detail the characteristics of turning points in the evolution of ecosystems caused by global and regional cataclysms, fundamental changes in the lithosphere, hydrosphere, atmosphere and biosphere. The main part of the paleogeographic events on the territory of the Tien Shan and the Turan platform are directly related to planetary collisions that took place in the Turkestan "ocean", which was essentially a marginal sea of the Paleo-Asian ocean, which, in turn, makes it possible to correlate paleogeographic events in the interregional plan.

Key words: Paleogeography, Proterozoic, Western Tien Shan orogen, Turan platform, ecosystems, tectonics, physical and geographical position, reconstruction.

Введение и постановка проблемы. Горные и предгорные структуры Западного Тянь-Шаня представляют собой северные склоны Высокой Азии [1]. Своеобразное физико-географическое положение региона исследований обязывает разработать дополнительные методы всестороннего палеогеографического изучения истории формирования земной поверхности в локальном, региональном и межрегиональном масштабе.

Актуальность палеогеографического исследования истории развития природы этого региона, начиная с докембрия, обусловлена кардинальными изменениями в методах изучения геологической истории планеты, которые произошли во второй половине XX века, когда было признано движение материков – мобилизм. Если раньше допускались только вертикальные колебательные движения, то в настоящее время изучаются процессы наращивания и громадного горизонтального перемещения земной коры – спрединг, а также их поглощения – субдукции, что полностью трансформировало представление о познавательных возможностях истории развития палеогеографических условий региона.

Палеогеографические исследования истории развития природной среды в XXI веке на территории Центральной Азии происходят в условиях перехода научного процесса от дифференциации, дробления наук к их синтезу, интеграции, базирующейся на комплексе историко-геологических, физико-географических, биостратиграфических и ряда других научных дисциплин [5].

В процессе проведения региональной палеогеографической реконструкции природной среды в периоды докембрия теория тектоники литосферных плит рассматривается в межрегиональном масштабе. В этом плане отчетливо сформулированная международным сообществом ученых ключевая идея определяет направленность, тренд изучения истории геологического развития планеты и выделена в своеобразный инвариант, названный парадигмой [12].

На территории Западного Тянь-Шаня проводится изучение временных этапов эволюции материи, особенностей развития жизненных форм в архее, протерозое, палеозое, мезозое и кайнозое в условиях эволюционных изменений всей геосферы и биосферы в масштабах Высокой Азии [3].

Изученность проблемы. Физико-географическое положение территории Тянь-Шаня в центральной части Евразии и как составной части горной системы северных склонов Высокой Азии рассматривается в географической литературе со времен К. Рихтгофена, А. Гумбольдта, Э. Зюсса, Д.И. Мушкетова [9], Л. Кобера, А. Аргана, А.Д. Архангельского и многих других исследователей [10].

На первых этапах создания стратиграфической шкалы древние толщи выделялись по их залеганию, степени метаморфизма, но не по останкам органической жизни. Палеонтологический метод, оправдавший себя при расчленении эпох фанерозоя, во времена докембрия долгое время считался неприменимым. Так, А. Сэдживик, не обнаружив следов органических остатков в толщах, залегающих ниже палеозойской группы, назвал отмеченные в 1838 г. литологические горизонты протозойскими. Этим наименованием он подчеркнул, что время формирования древних пород соответствовало этапу возникновения первобытной жизни. В 1872 г. Дж. Дана для наиболее сильно метаморфизованных пород – гнейсов и различных кристаллических сланцев предложил название архейская группа. Однако соотношения архейской группы с протозоем он не рассматривал. В 1887 г. А. Сэдживик переименовал протозой в протерозой, по-прежнему понимая под этим названием весь докембрий.

На основании общих историко-геологических данных о степени метаморфизма пород и других историко-геологических признаков Дж. Дана в 1872 предложил расчленение отложений докембрия на архей, или археозой. Протерозой установлен Э. Эммонсом в 1888 г. Э. Эммонс и Э. Уолкотт придали протерозою современный смысл и стали считать его верхней частью докембрия [12]. Граница между ними, по современным

представлениям, совпадает с крупной эпохой складчатости и гранитизации.

В XX веке сложилось представление, что складчатые сооружения Тянь-Шаня располагаются между оконечностями Восточно-Европейской и Таримской платформ в зоне соприкосновения Урало-Монгольского и Альпийско-Средиземноморского поясов. Основным критерием проведения границы являлось простираание структур Тянь-Шаня и их связь со структурами Урала или европейских герцинид, протягивающихся в Среднюю Азию [14]. Граница проводилась по Мангышлак-Таримской системе нарушений, протягивающейся от Мангышлака вдоль Тянь-Шаня до края Таримской платформы [3].

Отмеченная граница принималась за линию раздела двух поясов. Северная половина Тянь-Шаня была отнесена к Урало-Монгольскому поясу, а южная к Альпийско-Средиземноморскому поясу. Причем, в пределах Туранской плиты система нарушений устанавливалась под покровом отложений мезо-кайнозоя по геофизическим данным. В обнаженной части протерозоя граница была проведена вдоль Гиссарского хребта. Но одни авторы проводили ее севернее, а другие южнее Гиссарского батолита - юго-западных отрогов Гиссарского хребта и далее по Вахшскому разлому, отделяя складчатые сооружения Тянь-Шаня от Памирских структур [7].

Материалы и методы. Методы палеогеографического исследования эволюции экосистем протерозоя включают результаты изучения уникального палеонтологического материала, на основании которого выполнены многие открытия в области истории развития природы [11]. Однако в отдельных методологических направлениях палеонтологического изучения отложений литологического субстрата, возникают трудности доступа к ископаемому материалу. Это, в свою очередь, обуславливает необходимость разработки соответствующих методик палеогеографического изучения, приемлемых в локальных и региональных масштабах, и организации специальных экспедиционных работ.

Кроме того, отмечены расхождения по корреляции региональных особенностей палеогеографических условий по различным группам ископаемых организмов в периоды протерозоя. Крупнейший палеонтолог А.Г. Вологдин, изучавший докембрийские ископаемые организмы Средней Азии, неоднократно призывал к величайшей осторожности в определении возраста древних толщ. Он считал, что возраст должен быть обоснован обязательно несколькими группами древних животных и растений. Предостерегал от поспешности в определениях корреляции с разрезами европейских стран. Доказывал, что опасно полагаться на время появления или вымирания родов и видов, так как эти сроки на обширной поверхности земли должны быть различными. Стратиграфическое расчленение мощных толщ докембрия находится в совершенно ином положении, чем образований полигенетических отложений земной поверхности фанерозоя. Известно, что органическая жизнь в своих простейших формах существовала более трех миллиардов лет тому назад, однако использовать следы этой жизни в целях стратиграфии очень трудно [12].

Результаты и их обсуждение. В результате многолетних исследований международным сообществом ученых отмечено, что в эпоху протерозоя древнейшие платформы располагались на поверхности Земли двумя широтными рядами. Первый находился в северных умеренных широтах и служил основой формирования северных материков. Второй ряд составляют платформы экваториальных материков. Горизонтальные движения материков связывали северный ряд платформ с расколом материка Лавразии. Южный ряд рассматривается в качестве частей огромного материка Гондваны.

По возрасту фундамента отмечены также байкальская, каледонская и герцинская платформы эпипротерозоя, (от греч. ері - после, над), которые, в свою очередь, получили названия эпибайкальские, эпикаледонские, эпигерцинские, а также Туранская, Западносибирская и другие молодые платформы. В палеогеографическом плане на материках в платформенных областях в определенные геологические эпохи преобладали

низменности, равнины, плато, плоскогорья.

В процессе палеогеографического изучения истории формирования земной поверхности выделены этапы событий, резко менявших облик планеты. Вновь полученные результаты палеогеографических реконструкций природных условий в значительной степени дополняют и детализируют характеристики переломных моментов в эволюции экосистем. Отличительные особенности развития природы обусловлены глобальными и региональными катаклизмами, коренными изменениями литосферы, гидросферы, атмосферы и биосферы. Основная часть палеогеографических событий на территории Тянь-Шаня и Туранской платформы непосредственно связаны с планетарными коллизиями, происходившими в Туркестанском «океане», представлявшим собой окраинное море Палеоазиатского океана, возникшего в результате распада суперконтинента Родинии [15].

До середины XX века считалось возможным разделить архей и протерозой на основе проявления фаз тектогенеза. Однако с накоплением фактического материала становилась все более очевидной неосуществимость корреляции этих поверхностей в межрегиональном плане, тем более на различных континентах. При тщательном изучении пород докембрия появилась возможность расчленять его по степени метаморфизма и характерным слоям (тиллиты и тиллитоподобные образования, джеспилиты, мраморы, граувакки и др.). Эти признаки, несмотря на их безусловную палеогеографическую значимость, слабо выдержаны и не повсеместно распространены в разрезах.

С середины XX века развивается палеонтологическое направление в стратиграфии древних толщ. Оно началось с выявления «спор высших растений» в докембрийских породах. При детальном изучении ископаемых – акритарх, оказалось, что, скорее всего, они являются оболочками одноклеточных водорослей [11]. В результате было определено, что древнейшие микроскопические водоросли существовали с архея. На основании следов органической жизни, включая данные тектогенеза, протерозой подразделен на разделы. Протерозой обычно делится на нижний, средний и верхний. Верхний протерозой – «рифей» подразделен по составу органических остатков. Верхнее подразделение рифея, относившееся ранее к переходным слоям от протерозоя к палеозою, обособлено под названием «венд».

Резкое отличие рифея от более древних образований докембрия охарактеризовано относительно слабым метаморфизмом слагающих его пород и возможностью палеонтологического датирования вмещающих толщ. Отмеченные особенности привели к тому, что шире стали применять деление на ранний протерозой, охватывающий толщи пород архея. Далее хроностратиграфические подразделения включают нижний, средний и поздний протерозой, соответствующий рифею.

Наименование рифей, предложенное в 1945 г. Н.С. Шацким для древних толщ Урала, было принято для верхнего протерозоя. При изучении следов органической жизни установлено, что наиболее перспективны строматолиты, онколиты и микрофитолиты. Наиболее древние из них встречены в толщах, возраст которых определен в 2800 млн. лет, т. е. в архее. Выше по разрезу число их возрастает, что дает возможность делить протерозой на четыре раздела, в качестве самостоятельной стратиграфической единицы между протерозоем и кембрием выделяют венд.

Верхняя граница протерозоя определяется по появлению скелетных животных, однако исследователи признают условность этого критерия. Нет сомнений в том, что такие животные зарождались в зависимости от изменения палеогеографических условий природной среды, которые не могли происходить одновременно на всей Земле. Тем не менее, учитывая длительность древних эпох, ученые признают этот критерий пока наиболее удовлетворительным.

В Центральной Азии широко развиты древние породы, которые многими исследователями по высокой степени метаморфизма определялись как архейские,

протерозойские, а позднее как докембрийские. До получения более надежных радиогеологических данных и определения органических остатков в схемах стратиграфии докембрия толщи условно относились к его различным стратиграфическим уровням.

Первая схема стратиграфии докембрия части Тянь-Шаня опубликована в 1975 г. М.А. Ахмеджановым, Р.Н. Абдуллаевым, О.М. Борисовым, Э.Р. Назарбаевым, И.М. Мирходжаевым, В.А. Хохловым. В ней авторы устанавливают нерасчлененные архей - нижний протерозой, нижний - средний протерозой, нижний, средний и верхний рифей и венд. Основой схемы служат определения абсолютного возраста и органические остатки.

Протерозой представлен наиболее древними отложениями в системе Западного Тянь-Шаня, включающего Пскемский, Угамский, Сандалашский, часть Таласского, Чаткальский, Кураминский хребты. Отложения протерозоя распространены весьма ограничено, в долине р. Касансай и ее притоков. Сформированы отложения различными сланцами, кварцитами, мраморами, гнейсированными породами. Нижние слои мощностью 150-250 м выделены под наименованием терекской свиты, вышележащие мощностью 3500 м именуются семизсайской свитой.

Палеонтологическое обоснование выделенных свит Западного Тянь-Шаня ограничено, поэтому возраст отложений протерозоя доказывается стратиграфическим положением и данными абсолютной геохронологии, полученными при анализе пород многочисленных даек.

На северном склоне Чаткальского хребта, в зоне Пскемского и Сандалашского хребтах к верхнему протерозою (верхнему рифею-венду) условно относятся узунбулакская, гнорашуйская и актерекская свиты. Они сложены мраморами, доломитизированными известняками, кремнистыми породами, различными сланцами. Неполная мощность свит превышает 1000 м. Возраст устанавливается по стратиграфической корреляции и аргоновым показателям.

Палеогеографические реконструкции в периоды формирования отложений доломитов, в регионе исследований характеризуют климатические и геохимические особенности процесса обогащения известкового ила за счет замещения части CaCO_3 на MgCO_3 . Отмечены этапы палеогеографических изменений природных условий в периоды формирования донных отложений ила и дальнейшего процесса его превращения в осадочную породу. Эпигенетические преобразования донных отложений, обусловленные действием подземных вод, обогащенных магнием, при прохождении их через толщи доломитов, ультраосновных изверженных пород, происходит в уже отвердевшей известковой породе.

В настоящее время в процессе палеогеографических исследований основное внимание обращено также на изучение истории развития палеоокеанических структур на основе теории тектоники литосферных плит. В этом плане интерес к вопросу о границе между поясами и места Тянь-Шаня в системе палеоокеанических структур приобретает особую актуальность.

Главным объектом в процессе реконструкции палеогеографического развития региона явились офиолитовые комплексы, показатели былого существования океанических бассейнов и состав органического происхождения.

Офиолиты, в регионе исследований, связывают с проявлением магматизма в начальные стадии формирования геосинклинальных систем. Начиная со второй половины XX века и до настоящего времени, в связи с интенсивным изучением океанов проблеме генезиса офиолитов уделяется большое внимание. Офиолиты складчатых областей рассматривают как реликты коры океанического типа, перемещенные тектонической активизацией на окраины материков.

Частое нарушение этой последовательности пород обусловлено тектоническими причинами, характеризующими образование специфической геологической формации – серпентинитового меланжа, в котором все компоненты офиолитового комплекса, а также

породы, не имеющие к нему непосредственного отношения, хаотически перемешаны и сцементированы серпентинитами.

В палеогеографическом плане офиолиты рассматриваются как обычный компонент линейных складчатых областей. Они широко распространены в геосинклинальных системах. Формируют внутри них интрузии, перемещенные в результате тектонических движений, офиолиты надвинуты на платформенные осадки, континентальной коры. Изучение отложений важно для выявления генетически связанных с породами офиолитового комплекса (хрома, никеля, платины, золота, ртути и др.), а также для палеогеографического изучения истории развития земной коры.

В регионе исследований, как и в большинстве регионов мира, отложения наиболее древних подразделений протерозоя представлены высоко метаморфизованными горными породами, лишенными органических окаменелостей: гнейсами, кристаллическими и графитовыми сланцами, кварцитами. Длительность от протерозоя до начала кембрия, по современным данным, определяется временем возникновения древнейших известных геологических образований.

На основании полученных палеогеографических данных, отмечено, что территория региона исследований длительное время сохраняла большую тектоническую активность, и палеогеографический рельеф её оставался достаточно контрастным и динамичным. Довольно интенсивно происходили процессы размыва, переноса и аккумуляции осадков. На выровненных приподнятых участках под воздействием экзогенных процессов возникли мощные коры выветривания, что в палеогеографическом плане объясняется существованием высоких температур, большого количества влаги и свободного кислорода в атмосфере.

В палеогеографическом плане в протерозое сформировались известные к настоящему времени платформы и щиты. В середине протерозоя древние платформы были объединены в один суперконтинент Мегагею. В рифее платформы южного полушария были объединены в один материк Гондвану, а платформы северного полушария составляли материк Лавразию. История формирования складчатых сооружений Тянь-Шаня рассматривается как результат коллизии островных дуг, микроконтинентов и континентов на стыке двух океанических бассейнов Палеоазиатского и океанов Прото- и Палеотетис [2].

В истории палеогеографического формирования тектонических структур Тянь-Шаня установлено четыре разновозрастных океанических бассейна, реконструируемые по офиолитовым сутурам – Киргизско-Терской, Туркестанской, Зеравшанской и Гиссарской. Палеоокеанические бассейны разделены Киргизским, Алайским, Таджикским и Таримским микроконтинентами [3]. Наиболее древняя сутура офиолита, сформированная в периоды позднего рифея, установлена в зоне Северного Тянь-Шаня. Формирование офиолитового комплекса связано с рифтингом континентальной коры края Восточной Гондваны, затем спредингом океанического дна с образованием в кембрии и раннем ордовике Киргизско-Терского бассейна Палеоазиатского океана.

Палеогеографические особенности развития природных процессов характеризуются закрытием океанической структуры. Начало формирования выделенного этапа определено с середины ордовика и продолжалось до позднего силура путем продвижения Киргизского микроконтинента на север и коллизией с Казахстанским микроконтинентом. В итоге были сформированы мощные молассы и гранитоидные отложения, и завершилось формированием крупного Казахстано-Киргизского каледонского микроконтинента. Столкновение, или *коллизии* двух континентальных плит, которые в силу относительной легкости слагающего их материала, не могут погрузиться друг под друга, сталкиваются, образуя горно-складчатый пояс с очень сложным внутренним строением и палеогеографическими особенностями рельефа.

Геологические образования раннего протерозоя, в значительной степени

метаморфизованные, слагают фундамент древних платформ и выходят на поверхность в области их кристаллических щитов. Образования верхнего протерозоя чаще всего формируют нижнюю часть осадочного чехла древних платформ и представлены относительно слабо измененными породами, в которых нередко сохраняются глауконит и другие минералы, разрушающиеся даже при слабом метаморфизме. Ранние образования протерозоя состоят из гнейсов, пегматитов, разнообразных кристаллических сланцев, амфиболитов, реже джеспилитов, кварцитов и мраморов.

Они слагают мощные толщи, собранные в сложные складки и прорванные крупными интрузиями различного состава и возраста (граниты, гранодиориты, габбро и др.). Эти толщи свидетельствуют о мобильных условиях развития палеогеографических условий земной поверхности, преобладавших на материках в раннем протерозое. В конце раннего протерозоя появляются слабо дислоцированные и слабо метаморфизованные формации платформенного типа, прорванные интрузиями основных и гранитных пород. Формации позднего протерозоя более близки по типу к палеозойским и представлены мощными толщами кварцевых песчаников и кварцитов, глинистых сланцев и филлитов, различными вулканогенными образованиями, строматолитовыми доломитами и известняками. В конце протерозоя появляются толщи пород, сходные с молассами. На основании перерывов и несогласий в напластовании пород и резких изменений в степени их метаморфизма в протерозое в регионе исследований установлен ряд эпох повышенной тектонической и магматической активности. Отложения верхнего протерозоя, слагающие чехол платформ, особенно полно представлены на территории Южного Урала, где в разрезе общей мощностью 15 км выделены три крупные серии.

В складчатых системах на территории Центральной Азии и Казахстана отложения протерозоя, рифея сложены осадочными и вулканогенными геосинклинальными толщами. Отмечены пласты строматолитовых известняков, определяющих принадлежность вмещающих отложений к среднему и верхнему рифею и венду. Из-под рифейских толщ Киргизского хребта, на территории Тянь-Шаня, хребта Улытау в Казахстане, Малого Хингана выступают глубоко метаморфизованные отложения раннего докембрия, представленные гнейсами, метаморфическими сланцами, кварцитами и другими породами.

Особенности палеогеографического развития природы в регионе исследований достаточно подробно выяснены для позднего протерозоя. В отношении раннего протерозоя имеются отрывочные сведения. Установлено, что в позднем протерозое платформенные массивы были приподняты и большие площади на них подвергались разрушению. Продукты этого разрушения заполняли все понижения внутри платформ и сносились в обрамляющие прогибы, где формировались своеобразные формации, сложенные кварцитопесчаниковыми образованиями [16].

Опущенные части платформ были заняты мелкими морями, в которых отлагались карбонатные породы со строматолитами. На большей части платформ в среднем и позднем рифее господствовал аридный климат. В венде палеогеографическая обстановка резко изменилась. Наступило значительное похолодание, и обширные территории были охвачены материковым оледенением.

Палеоландшафты в периоды протерозоя характеризуются линейно вытянутыми горными массивами, плато и выровненными возвышенностями. Увеличение площади суши, возрастание контрастности рельефа и уменьшение притока тепла из недр Земли, постепенный рост объема мощности и плотности атмосферы, возникновение озонового экрана способствовали первой, слабой дифференциации климата. Можно предполагать, что на фоне высокого температурного режима существовали области, как с высоким увлажнением, так и с дефицитом влаги. Наряду с показателями влажных и жарких условий в эру протерозоя встречаются палеогеографические индикаторы аридного и даже холодного типов климата. Палеогеографические реконструкции на основе

фактических данных позволяют считать, что эпохи господства аридного климата в определенные отрезки времени сменялись гумидными.

Обращает на себя внимание присутствие среди толщ протерозоя типичных ледниковых образований – тиллитов. Они обладают всеми чертами современных морен и встречаются наряду с такими неоспоримыми показателями деятельности льда, как отполированные ложа, «курчавые скалы», «бараньи лбы», эрратические валуны, ледниковые штриховки и т. д.

Применение актуализма в проведении палеогеографических реконструкций природной среды в конкретном геологическом анализе позволяет разрабатывать физические модели отдельных, поддающихся строгому анализу процессов. В результате проведения палеогеографических реконструкций определены первые оледенения в истории Земли, которые произошли около 2,5 млрд. лет назад в протерозое. Следы оледенений представлены сильно переработанными отложениями горных ледников. Один из крупнейших ледников располагался в Канаде [17].

Тиллиты возрастом 650 - 670 млн лет обнаружены также в Европе. Близкий возраст имеют тиллиты Западной Африки, Австралии, Южного и Центрального Китая. Палеогеографические результаты исследований позволяют предполагать, что в конце рифея на Земле установились довольно холодные условия, и обширные территории покрывались мощными ледниковыми толщами [8].

На основании встречающихся пачек осадочных пород, переслаивающихся с тиллитами, определено, что ледниковые эпохи неоднократно сменялись межледниковыми, и в этом отношении между четвертичным, раннепротерозойским и тем более вендским оледенениями практически отсутствуют какие-либо различия. Следовательно, ледниковые горизонты протерозоя должны были образоваться в результате действия принципиально тех же палеогеографических процессов, что и моренные и генетически связанные с ними отложения последующих периодов.

Итак, в протерозое имели место оледенения, однако в течение большей части этого времени на Земле было довольно жарко. Доказательства жаркого аридного климата встречаются в рифее. Представлены красноцветными континентальными карбонатными песчаниками с трещинами усыхания, дюнной косою слоистостью, ветровой ряби и следами ветровой эрозии на поверхностях напластований. Наряду с ними встречаются толщи, сформированные в обстановке обильного увлажнения: разнообразные аллювиальные (пойменные, дельтовые) отложения с характерной косою слоистостью, каолинитовые глины, кварцевые пески и т. д.

Несмотря на климатическую дифференциацию, особенно в конце протерозоя, надо признать, что по сравнению с современной эпохой на Земле в те далекие времена климат был однообразнее. Это объясняется небольшой толщиной атмосферы, высоким содержанием в ней углекислого газа и значительной площадью океанов и морей. Парниковый режим определил существование высокой среднегодовой температуры. В позднем рифее среднегодовые температуры, судя по характеру накопления карбонатов, обилию рифогенных толщ, широкому развитию кор выветривания, своеобразных организмов, а также данным определения температур методом изотопной и магнетиальной палеотермометрии, были довольно высокими. По определениям соотношений тяжелого и легкого изотопов кислорода в кремнистых и карбонатных породах протерозоя, средняя температура земной поверхности составляла 50-60°C, и позднее понизилась до 40°C [4].

В рифее палеогеографические условия приобретают более дифференцированный палеоландшафт, по сравнению с археем. Насыщенность ландшафтов организмами возросла, мощность биосферы оставалась небольшой, и она не имела повсеместного распространения. Суша в биологическом отношении представляла собой пустыню.

Выводы. Таким образом, палеогеографические условия протерозоя включая конечные этапы рифея и венда вырисовываются в довольно общих чертах. К концу

протерозоя содержания кислорода в атмосфере увеличилось и составило 1 - 2%, образовался озоновый экран, который существенно уменьшил жесткую ультрафиолетовую радиацию, резко повысилась соленость океанических вод, и возникла палеоклиматическая зональность.

Появление гидросферы и атмосферы было весьма важным качественным рубежом в палеогеографической истории Земли. Их развитие усложнило и дифференцировало процессы, протекавшие в древнейшей палеогеографической оболочке. Земная кора, гидросфера и атмосфера вступили в сложные взаимоотношения путем обмена энергии и веществ. Активно происходили процессы преобразования горных пород на земной поверхности. В атмосфере без кислорода, процесс выветривания протекал весьма своеобразно в обстановке повышенных температур и высокой кислотности природных вод и атмосферы.

В раннем протерозое атмосфера стала кислородно-азотно-углекислой. Подтверждением этого является наличие мощных толщ *джерсилитов*, пород, состоящих из кварца и окисного железа (гематита), и разнообразных красноцветных пород, пигментирующее вещество которых состоит из окисного железа. Эти породы могли образоваться только при наличии в атмосфере свободного кислорода. Однако в протерозое существовали и восстановительные условия.

Отличительной особенностью палеогеографических условий в раннем протерозое является наличие главнейших газов атмосферы. Основными были углекислый газ, аммиак, азот. Сопутствующими были кислород, серный ангидрид, сероводород, пары соляной и фтористой кислоты, метан. По сравнению с ранним протерозоем общее количество кислот сильно снизилось. Тенденция к снижению паров кислот, метана, соединений серы и аммиака существовала на протяжении всего протерозоя. Одновременно общее количество азота в атмосфере продолжало увеличиваться. Наличие свободного кислорода способствовало появлению организмов, потребляющих кислород, остатки которых найдены в породах протерозоя.

С изменением содержания кислорода, тесно связанного с количеством углекислоты в древней атмосфере отмечены важные палеогеографические изменения в природной среде. Углекислый газ попадал в атмосферу, а затем в гидросферу, являясь продуктом дегазации мантии. Он возник в результате взаимодействия гранита с водой при высоких температурах, разложении карбидов, высокотемпературной диссоциации карбонатитов, а также путем окисления метана и, главное, как продукт, выделяющийся при вулканических извержениях.

Углекислый газ удалялся из атмосферы и гидросферы благодаря химическим реакциям в процессе образования карбонатов, и биологическим путем, когда огромные массы его расходовались на образование скелетов организмов. Отмеченные палеогеографические особенности позволяют отметить, что в катархее и архее карбонатных пород известно очень мало. В раннем протерозое, когда в атмосфере появился кислород, а океаническая вода стала хлоридно-карбонатной, объем карбонатных пород стал увеличиваться. Большое содержание углекислого газа в морской воде и высокий щелочной резерв последней обеспечивали образование мощных известково-доломитовых и доломитовых толщ.

В конце протерозоя количество растворенного в морской воде углекислого газа и его концентрация в атмосфере уменьшились. Это в значительной степени связано с усилением поглощения углекислого газа водорослями в процессе фотосинтеза. Морская вода приобрела хлоридно-сульфатный характер, и среда становится нейтральной, что, по-видимому, привело к появлению твердого скелета у организмов. К настоящему времени результаты палеогеографических исследований в регионе, существенно дополнены и детализированы событиями в жизни органического мира. Сменой одних групп организмов другими, и датировками древнейших этапов палеогеографической истории формирования земной поверхности.

Палеогеографические реконструкции в регионе исследований, в основном, проводились по результатам изучения отложений горных пород протерозоя. В окаменелостях эпох протерозоя внезапно обнаружено удивительное биологическое разнообразие, которое является одной из величайших загадок в истории развития жизни на Земле.

Использованная литература:

1. Буртман В.С. Тянь-Шань и Высокая Азия: геодинамика в кайнозое. Москва: ГЕОС, 2012. 188 с.
2. Далимов Т.Н., Троицкий В.И. Эволюционная геология (история геологической эволюции Земли). Ташкент: Университет, 2005. 584 с.
3. Далимов Т.Н., Ганиев И.Н. Эволюция и типы магматизма Западного Тянь-Шаня. Ташкент: Университет, 2010. 226 с.
4. Клиге Р.К., Данилов И.Д., Конищев В.Н. История гидросферы. Москва: Научный мир, 1988. 368 с.
5. Крахмаль К.А. К изучению истории раннего антропогена Северо-востока Высокой Азии // Вестник Международного института центральноазиатских исследований. Выпуск 20, 2014. С. 20-34.
6. Кречетович А.М. Вопросы эволюции растительного мира. Издание Московского общества испытателей природы. Москва, 1952. 350 с.
7. Кустарникова А.А., Садыкова Л.Р. Первый опыт террейнового анализа Среднего Тянь-Шаня // Основные проблемы магматической геологии Западного Тянь-Шаня. Ташкент, 2013. С. 6-12.
8. Лелешус В.Л. Оледенение Гондваны и распространение кораллов в ордовике // Стратиграфия. Геологическая корреляция. Том 5. Москва, 1997. С. 98-104.
9. Мушкетов В.И. Туркестан. Геологическое и орографическое описание. Том 1. Санкт-Петербург, 1886. 743 с.
10. Рафиков Я.М. Схема магматизма Чаткало-Кураминской активной окраины // Материалы конференции «Геохронологические изотопные системы, методы их изучения, хронология геологических процессов». Москва, 2012. С. 302-304.
11. Репина Л.П., Яскович Б.В., Аскарин И.А. Стратиграфия и фауна нижнего палеозоя Северных предгорий Туркестанского и Алайского хребтов (Южный Тянь-Шань). Новосибирск, 1975. 280 с.
12. Романовский С.И. Великие геологические открытия // Очерки по истории геологических знаний. Вып. 30. Петербург, ВСЕГЕИ. 1995. 216 с.
13. Туляганов Х.Т., Яскович Б.В. Геологическая карта Узбекской ССР. Ташкент, 1980. 200 с.
14. Хаин В.Е. Основные проблемы современной геологии (геология на пороге XXI века). Москва: Наука, 1994, 188 с.
15. Хаин В.Е. Крупномасштабная цикличность в тектонической истории Земли и ее возможные причины // Геотектоника. 2000. № 6. С. 3-14.
16. Хаин В.Е., Короновский Н.В., Ясаманов Н.А. Историческая геология. Москва: МГУ, 2004. 447 с.
17. Ясаманов Н.А. Древние климаты Земли. Ленинград: Гидрометеиздат, 1985. 293 с.

References:

1. Burtman V.S. (2012), *Tian Shan and High Asia: Geodynamics in the Cenozoic*, Moscow, 188 p. (In Russ.).
2. Dalimov T.N., Troitskiy V.I. (2005), *Evolutionary Geology (History of the geological evolution of the Earth)*, Tashkent, 184 p. (In Russ.).
3. Dalimov T.N., Ganiev I.N. (2010), *Evolution and types of magmatism of the Western Tian Shan*, Tashkent, 226 p. (In Russ.).
4. Klige R.K., Danilov I.D., Konishev V.N. (1988), *History of the hydrosphere*, Moscow, 368 p. (In Russ.).
5. Krakhmal K.A. (2014), On the study of the history of early anthropogeny of the Northeast of High Asia, *Bulletin of the International Institute of Central Asian Studies*, Issue 20, pp. 20-34. (In Russ.).

6. Krechetovich A.M. (1952) Questions of the evolution of the plant world, *Publication of the Moscow Society of Nature Testers*, pp. 350. (In Russ.).
7. Kustarnikova A.A., Sadykova L.R. (2013), The first experience of terrane analysis of the Middle Tian Shan, *The main problems of magmatic geology of the Western Tian Shan*, Tashkent, pp. 6-12. (In Russ.).
8. Leleshus V.L. (1997), Glaciation of Gondwana and the distribution of corals in the Ordovician, *Stratigraphy. Geological correlation*, Volume 5, Moscow, pp. 98-104. (In Russ.).
9. Mushketov V.I. (1886), *Turkestan. Geological and orographic description. Volume 1*, S.-Petersburg, 743 p. (In Russ.).
10. Rafikov Ya.M. (2012), Scheme of magmatism of the Chatkalo-Kuramin active margin, *Materials of the conference "Geochronological isotope systems, methods of their study, chronology of geological processes"*, Moscow, pp. 302-304. (In Russ.).
11. Repina L., Yaskovich B.V., Askarina I.A. (1975), *Stratigraphy and fauna of the Lower Paleozoic of the Northern foothills of the Turkestan and Alai ranges (Southern Tien Shan)*, Novosibirsk, 280 p. (In Russ.).
12. Romanovsky S.I. (1995), Great geological discoveries, *Essays on the history of geological knowledge. Issue 30*, S.-Petersburg, 216 p. (In Russ.).
13. Tulyaganov H.T., Yaskovich B.V. (1980), *Geological map of the Uzbek SSR*, Tashkent, 200 p. (In Russ.).
14. Khain V.E. (1994), *The main problems of modern geology (geology on the threshold of the XXI century)*, Moscow, 188 p. (In Russ.).
15. Khain V.E. (2000), Large-scale cyclicity in the tectonic history of the Earth and its possible causes, *Geotectonics*, No 6, pp. 3-14. (In Russ.).
16. Khain V.E., Koronovsky N.V., Yasamanov N.A. (2004), *Historical geology*, Moscow, 447 p. (In Russ.).
17. Yasamanov N.A. (1985), *Ancient climates of the Earth*, Leningrad, 293 p. (In Russ.).

Сведения об авторе:

Крахмаль Константин Андреевич – Чирчикский государственный педагогический институт Ташкентской области (Чирчик, Узбекистан), кандидат исторических наук, доцент. E-mail: panterra1950@mail.ru

Information about the author:

Krakhmal Konstantin – Chirchik State Pedagogical Institute of Tashkent region (Chirchik, Uzbekistan), Candidate of Historical Sciences, Associate Professor. E-mail: panterra1950@mail.ru

Для цитирования:

Крахмаль К.А. Палеогеографические исследования в зоне северных склонов Высокой Азии // Центральноазиатский журнал географических исследований. 2022. № 1-2. С. 18-28.

For citation

Krakhmal K.A. (2022), Paleogeographical investigations in the zone of the northern slopes of High Asia, *Central Asian journal of the geographical researches*, No 1-2, pp. 18-28. (In Russ.).