

НАУЧНЫЕ СООБЩЕНИЯ ♦ SCIENTIFIC REPORTS

Раздел 1

ГЕОЛОГИЯ

Section 1

GEOLOGY

УДК 551.583.3:550.7:001.18

**ЦИКЛИЧНОСТЬ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ И ЭВОЛЮЦИЯ
ЖИВОЙ МАТЕРИИ**

М. Н. Коржнев¹, В. Н. Коржнев²

¹Институт телекоммуникаций и глобального информационного пространства НАНУ, Киев,

² Алтайское отделение ВОО "Русское географическое общество", Бийск,

E-mail: viktorkorzhnev@mail.ru

Эволюция живой материи на нашей планете тесно связана именно с циклическим проявлением геологических процессов, которые изменяли условия окружающей природной среды. При глобальных экологических катастрофах, связанных с падением крупных метеоритов, масштабным проявлением тектонических процессов, магматизма или наступлений глобальных оледенений, такие изменения делали практически невозможным существование большинства биологических видов. Относительно стабильные условия для живых организмов на нашей планете обеспечивались и обеспечиваются самой живой материей. Возникновение живой материи на довольно раннем этапе развития нашей планеты и появление кислорода привело к осаждению из океанских вод огромных масс железа, начавшемуся в конце архея и закончившемуся в раннем протерозое (накопление железа 2950, 2450 и 1950 млн. лет назад). Из-за циклического проявления смены системы мантийной конвекции эпохи железнакопления и гранитообразования разобщены в пространстве. Анализ рифей-фанерозойской геологической истории Горного Алтая подтверждает взаимосвязь между глобальными оледенениями и геологическими процессами, которые протекают практически одновременно. Ведущая роль в смене эпох полярного сжатия и растяжения принадлежит глобальным оледенениям, повторявшиеся с периодичностью 140–160 млн лет.

Ключевые слова: глобальные климатические и галактические циклы; развитие органического мира; оледенения протерозоя и фанерозоя; железисто-кремнистые формации докембрия; тектонические движения; палеогеографические реконструкции; Алтай.

DOI: 10.24412/2410-1192-2022-16501

Дата поступления: 29.09.2021

Наша планета находится в сложном постоянном перемещении, вызванном флуктуациями физических полей Вселенной и гравитационным взаимодействием между массами материи, в первую очередь между Землей и Солнцем, Землей и Луной, Солнцем и центром Галактики. Сезонные и более длиннопериодические изменения климата, вызванные вращением Земли вокруг Солнца и прецессиями и нутациями земной оси за счет приливного влияния Луны и Солнца на поверхность Земли, находят свое отображение в циклическом строении осадочных толщ. Какие связи развития живой материи с циклическостью развития масс неживой материи во Вселенной существуют или могут и должны существовать – во многом остаётся загадкой.

Солнечная система движется вокруг центра Галактики по эллиптической орбите. Периодичность прохождения Солнечной системой точки перигалактия (галактический год) составляет 176 млн. лет, в то время как полное ее обращение вокруг центра Галактики происходит за 212 млн. лет [Паренаго, 1952]. Благодаря

эффекту смещения точки перигалактия, траектория движения Солнечной системы за несколько галактических лет будет иметь «многолепестковый» вид. Были выведены условия существования мегацикла, при котором «многолепестковая» траектория Солнечной системы замыкается [Тамразян, 1967]. Длительность мегацикла оказалась равной приблизительно 1060 млн. лет. Это было использовано для объяснения эмпирически обнаруженных циклическости в проявлении интрузивной деятельности (160 ± 20 млн. лет) и циклическости в изменении стратиграфической шкалы фанерозоя [Сташков, 1977].

С точки зрения электромагнитогравитационной модели Вселенной [Порцевский, 2005], звездные системы внутри пространства Галактики движутся по винтовой спирали. У траектории Солнечной системы есть малый и большой шаги. Малый шаг равняется времени перемещения Солнечной системы по малому витку и составляет 26 тыс. лет. Большой шаг определяет перемещение Солнечной системы на один виток внутри Галактики и равняется

циклу Галактики в 200–210 млн. лет. Плоскость вращения планет Солнечной системы изменяет свое положение по отношению к плоскости Галактики при движении Солнечной системы по винтовой спирали, что и является причиной 26-тысячелетних циклов на Земле. Циклы в 200 млн. лет связаны с глобальными оледенениями и другими масштабными геологическими событиями в жизни планеты.

Зависимость климатических изменений от галактической цикличности и связь с ними эволюции живой материи

В результате изменения силы притяжения небесных тел с отдалением от центра Галактики, планета увеличивает (это периоды глобального потепления), а с приближением — уменьшает свой объем [Митьковский, 2012]. Результатом этого должно быть циклическое изменение объема Земли, отвечающее галактической цикличности.

Наша планета в силу разных причин постоянно изменяет скорость своего вращения вокруг своей оси. Одной из таких причин является перераспределение масс воды на ее поверхности. Такое перераспределение воды относительно оси вращения Земли вызывает изменение ее угловой скорости. При длительности действия сил одного знака десятки тысяч лет это может приводить к

компенсационным перемещениям как литосферных плит, так и астеносферы под литосферой.

Полярное расширение или сжатие приводит к активизации регматической сети глубинных разломов, в периоды которых резко усиливается глубинная дегазация Земли, приводящая к изменению состава атмосферы и, как следствие, климата.

Периодичность оледенений в течение нескольких последних миллионов лет была 40–100 тыс. лет. Согласно теории М. Миланковича, она объясняется изменением солнечной инсоляции при периодическом изменении трех факторов: нутаций земной оси с периодом в 40 тыс. лет, её прецессий с периодичностью 20 тыс. лет, циклами изменения эксцентриситета земной орбиты в 100 и 400 тыс. лет [Cochelin et al., 2006]. Вывод из состояния оледенения происходил за счёт разнообразных, чаще всего катастрофических геологических процессов: падения крупных метеоритов, массового вулканизма, интенсивных тектонических процессов, что сопровождалось изменением в атмосфере содержания парниковых газов (CH_4 и CO_2) при глубинной дегазации Земли, и т.д. [Миланкович, 1939].

На определённом (довольно раннем) этапе развития нашей планеты, в условиях катастрофических изменений окружающей среды, возникла живая материя

(жизнь). С её появлением связано коренное изменение состава атмосферы и гидросферы, выразившихся, в частности, в появлении кислорода и осаждении из океанских вод огромных масс железа, начавшееся в конце архея и закончившееся в раннем протерозое (накопление железа 2950, 2450 и 1950 млн. лет назад) [Коржнев, 1998]. Формирование железисто-кремнистых формаций, содержащих это железо, отвечало эпохам глобального потепления, трансгрессий вод мирового океана и бурного цветения синезеленых водорослей, обладавших способностью к фотосинтезу и выделявших кислород. Его появление в массовом количестве в раннем протерозое обусловило прохождение атмосферы Земли через редокс-барьер. Дополнительным источником кислорода, согласно теории суперплюмов, могло быть формирование капель металлического железа, извлеченного из FeO при плавлении погружающихся в мантию литосферных плит, и опускание их в формирующееся ядро [Komiyu, 2007]. С эпохами глобального потепления чередовались эпохи глобального оледенения (Витватерсрандское $\approx$ 2800 и Гуронское 2300 млн. лет назад). Эта цикличность (500 млн. лет) приблизительно в два раза больше галактической цикличности. С отставанием приблизительно на 50 млн. лет эпохам глобального потепления в докембрии

отвечают эпохи глобального гранитообразования 3000 и 2000 млн. лет назад — на Украинском щите, 2500 млн. лет назад на Канадском щите. Массовое формирование гранитов, сопровождалось углекислотной дегазацией, вызывавшей глобальное потепление. На ранних этапах развития Земли были и коротко-периодические изменения климата, приблизительно отвечающие цикличности проявления менее значительных оледенений, наблюдаемых в недавней геологической истории. Но, распознать их признаки в переработанных толщах докембрия очень трудно, а в большинстве случаев практически невозможно.

С момента своего появления живая материя постоянно боролась за своё существование. Органический мир нашей планеты быстро развивался в периоды потепления и практически полностью исчезал в периоды великих оледенений. Свой вклад в катастрофические изменения окружающей среды, в частности состава атмосферы, вносили падения крупных метеоритов, вулканизм, масштабные землетрясения, приводившие к массовым вымираниям биологических видов [Хаин, 2003].

Выживали наиболее приспособленные к экстремальным изменениям среды виды растений и животных. Это были периоды глобальных экологических катастроф — так называемые точки

бифуркации, когда осуществлялся переход глобальной экосистемы от одного стабильного состояния до другого, тоже стабильного, состояния, но уже с новыми параметрами окружающей среды. Наша цивилизация возникла и достигла расцвета в период потепления между двумя оледенениями – прошлым (около 10 тыс. лет назад) и будущим, которое по современным оценкам наступит через 25 тыс. лет. Настоящее техногенное увеличение выбросов CO₂ в атмосферу может отодвинуть наступление этого оледенения на 50–130 тыс. лет. Но, за счёт предполагаемого прекращения использования органического топлива к 2200 году, такая отсрочка, скорее всего, возможна только на 5 тыс. лет [Cochelin et al., 2006].

Основываясь на выводах Л. Пастера, принципах П. Кюри (в основе основ лежит диссимметрия) и Ф. Реди (живое происходит только от живого), всё живое вещество обладает «диссимметрией» и в нём преобладает лишь одна сторона – правая [Вернадский, 1931]. Известен принцип Реди и Кюри: «диссимметрия может возникнуть только под влиянием причины, обладающей такой же диссимметрией». Такой уникальной причиной, считал он, могло быть падение на Землю в область Тихого океана крупного астероида. При этом должна была возникнуть сразу вся совокупность

одноклеточных организмов, выполняющих разные биогеохимические функции [Вернадский, 1931]. Гипотеза образования Луны при столкновении Земли с космическим телом размером с Марс популярна в современный период, она подтверждается моделированием и расчётами. Это столкновение способствовало начавшемуся разделению Земли на оболочки. Первичное такое разделение связывают с ее разогревом за счёт столкновений планетезималей еще на ранней стадии аккреции планеты, что привело к частичному (или полному) ее плавлению. Несколько позднее мегаимпакт, приведший к формированию Луны, был причиной образования магматического океана на поверхности Земли. В результате мегаимпакта первичная атмосфера была рассеяна в виде облака вокруг Земли. Магнитное поле Земли предохранило возникшие в этом облаке одноклеточные организмы от губительного воздействия космической радиации. При мегаимпакте сформировавшаяся к этому времени единая оболочка силикатной мантии должна была быть разбита трещинами на отдельные части, что обусловило повышенную тектоническую активность нашей планеты в дальнейшем. Дефлюидизация участка мантии в месте мегаимпакта могла привести к потере ее способности генерировать кору и было причиной возникновения глобальной

асимметрии планеты с разделением на единый континент Пангею и океан Панталасу [Хаин, 2003]. Столкновения планеты с довольно крупными космическими телами были и в последующей геологической истории. По утверждению некоторых учёных они могли приводить к почти полной стерилизации планеты [Гуров, Гожик, 2006]. Возникает вопрос, в какой форме во время таких катастроф могла сохраняться жизнь. Жизнь на зарождающейся Земле возникла извне во внешней сфере огня в виде аморфных эфирных (энергетических) образований. Она последовательно перемещалась в сферы воздуха, воды и земли. Аморфные энергетические образования постепенно приобретали форму и твердые тела. Потом шло перемещение жизни во внешние сферы – цикл замыкался [Блаватская, 1991]. Этот цикл, по-видимому, отвечает галактической мегацикличности 1060 млн. лет, которой отвечает наступление наибольших глобальных оледенений или проявление других глобальных геологических катастроф, когда более развитые формы жизни на поверхности планеты в материальной форме не могла существовать, а её энергетические составляющие и формы перемещались в верхние геосферы. Потом, с началом потепления или после геологических катастроф, они перемещались во внутренние геосферы,

организуя химические элементы и соединения в материальные формы, начиная с воспроизведения генома разных биологических видов. Ведь после любых геологических катастроф эволюция не начиналась снова, а переходила на более высокую ступень. В связи с этим актуальным является изучение энергетической составляющей живых организмов и энергетических форм жизни, если такие существуют. Поле, генерируемое геном определенного биологического вида с первых же стадий развития организма, не меняется, а служит той матрицей, которую зародыш стремится заполнить. Кроме информационного индивидуального поля, пока не видно иного механизма управления ростом, который точно бы воспроизводил наследственную запись в ядре любой клетки и в то же время объединял бы все клетки в единое целое [Симаков, 1983]. Энергоинформационный каркас наблюдается и у растений [Жуков, 2005]. Основным резервуаром свободной энергии в биологических системах являются электронно-возбужденные состояния сложных молекулярных комплексов [Коротков и др., 2005]. Современными исследованиями все больше детализируют роль воды в живых организмах как энергоинформационной среды. Для растений, как и для других участников органической жизни – микробов, грибов, животных и

человека, она фактически является «управляющей компьютерной системой», определяющей функционирование всех процессов и несущей на себе «программу жизни» [Вода..., 2021].

Относительно стабильные условия для живых организмов на нашей планете обеспечивались и обеспечиваются самой живой материей. Живая материя играет роль регулятора процессов, происходящих в атмосфере и гидросфере, поддерживает баланс вещества и термодинамическое равновесие между ними, а также параметры внешней среды, комфортные для существования живых организмов [Вернадский, 1931]. Система регуляции осуществляется через смену биологических видов растительного и животного мира путём направления эволюции в нужную сторону. Основой такой системы регуляции, по-видимому, является способность живых организмов накапливать и отдавать обратно энергию окружающей среды. Именно смена биологических видов обеспечивает изымаение из окружающей среды лишней энергии, которая возникает на планете при геологических процессах в определённые этапы её эволюции. Эта энергия накапливается в живом веществе и, после отмирания организмов, консервируется в геологической среде.

Разум во Вселенной возник на определённом этапе эволюции живой

материи и развился из рефлекторных реакций примитивных живых организмов на изменение условий окружающей среды. И совсем не обязательно, что в первый раз это было в солнечной системе на планете Земля.

Мантийная конвекция и железонакпление в докембрии

Мантийная конвекция тоже имеет свою цикличность, которая выражается в периодической смене системы конвекции в мантии с одноячейстой на двухячейстую и наоборот [Монин, Сорохтин, 1982]. Эпохи одноячейстой системы конвекции соответствуют периодам существования единого суперконтинента, а двухячейстой – его распада. В основу представлений авторов об эволюции литосферы положена именно эта цикличность, обоснованная расчётами [Сорохтин, 2021], которые хорошо объясняют периодичность смены эпох тектонической активности, вулканизма и гранитоидного магматизма. До настоящего времени завершилось 6.58 конвективных циклов продолжительностью от 380 до 420 млн. лет каждый. В протерозое и фанерозое на периодичность тектонических движений в большей мере сказывались факторы истощения энергетических запасов Земли и остывания мантии.

Вулканизм и гранитоидный магматизм имеют не только временные, но и

пространственные закономерности проявления. Так, например, гранитообразование с возрастом 3.0–2.8 млрд. лет наиболее широко проявлено на Восточно-Европейской платформе, в Южной Африке и Северной Америке, а с возрастом 2.6–2.3 млрд. лет – в Северной Америке и блоке Йилгарн в Западной Австралии. Также, по разным сегментам континентальной коры разнесены эпохи базальтового вулканизма в зеленокаменных поясах. Авторы объясняют это различным пространственным положением конвекционных ячеек в разные периоды

существования двухячейной системы конвекции в мантии (рис. 1). Массовое железнанакопление в раннем протерозое имеет два пика: 2.5–2.4 млрд лет назад накопились железисто-кремнисто-сланцевые (железисто-кремнисто-доломитовые) формации таких крупных бассейнов, как Хамерсли, Трансвааль, Минас-Жерайс, Криворожского и Курской магнитной аномалии (КМА), а 2.1–1.9 млрд лет назад — железисто-кремнисто-сланцевые (гранулярные и оолитовые) формации бассейнов Анимики, Лабрадорского и Набберу [Коржнев, 1993].

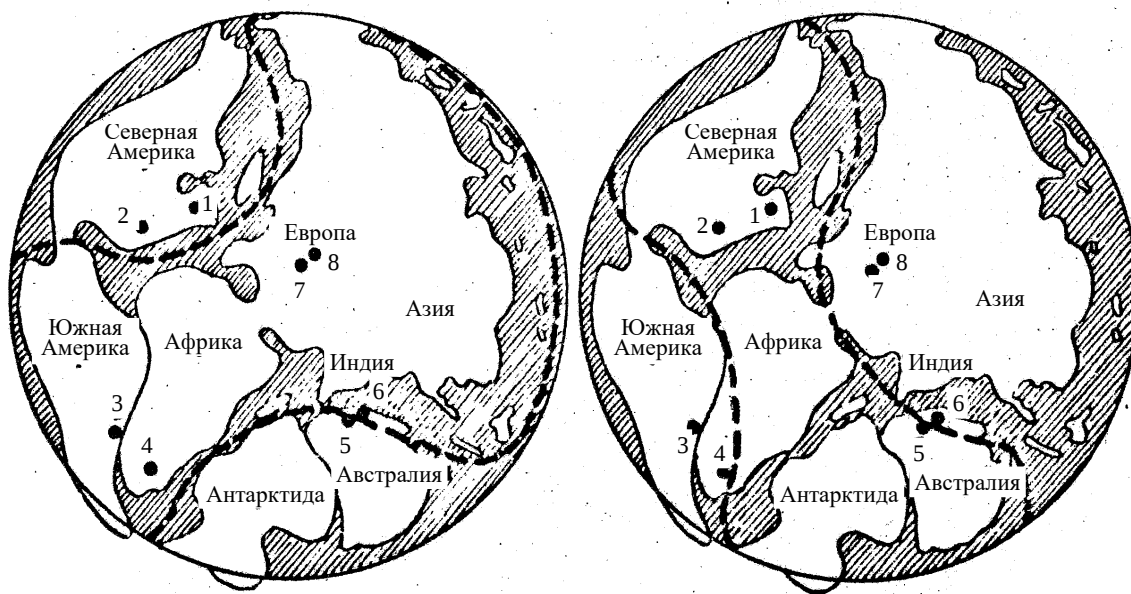


Рис.1. Предполагаемое положение конвекционных ячеек в докембрии в разные периоды существования двухячейковой системы конвекции в мантии [Коржнев, 1993] (в качестве основы использована реконструкция единого суперконтинента [Гораи, 1984]).

Железорудные бассейны: 1 – Лабрадорский, 2 – Анимики, 3 – Минас-Жерайс, 4 – Трансваальский, 5 – Набберу, 6 – Хамерсли, 7 – Криворожский, 8 – КМА.

Fig.1. The assumed position of convection cells in the Precambrian during different periods of the existence of a two-cell convection system in the mantle [Korzhev, 1993] (the reconstruction of a single supercontinent was used as a basis [Gorai, 1984]).

Iron ore basins: 1 – Labrador, 2 – Animiki, 3 – Minas Gerais, 4 – Transvaal, 5 – Nabberu, 6 – Hamersley, 7 – Krivoy Rog, 8 – KMA.

Оно является, прежде всего, результатом геохимической эволюции гидросферы и атмосферы и проявилось на переломном её этапе. Но, то, в каких толщах и геологических структурах оно было реализовано, зависело от конкретной геологической обстановки.

Недосыщенность кислородом на протяжении всей ранней истории Земли не только атмосферы и гидросферы, но и литосферы, обусловила в то время формирование магматических расплавов, обогащённых железом, и, в конечном счёте, обогащённость железом раннедокембрийской коры. Мобилизации железа в гипергенных процессах способствовало существование практически на протяжении всего архея единого суперконтинента с господствовавшим в его пределах платформенным режимом, обуславливавшим очень длительное нахождение пород и продуктов их разрушения в условиях выветривания. Высвобождавшееся из коры выветривания железо попадало в воды мирового океана, служившего, с одной стороны, его резервуаром, а с другой – буфером, задерживавшим терригенный материал. Структурами континентального сегмента земной коры, активно жившими в архее, были гранит-зеленокаменные области, представлявшие собой в то время эвгеосинклинальные бассейны. Активный магматизм привёл в конце архея к их

кратонизации и выводу на уровень эрозии вулканогенных толщ зеленокаменных поясов, богатых железом, что резко увеличило поступление последнего в воды мирового океана. В результате кратонизации эти области приобрели жёсткость и реагировали на глобальные тектонические движения как единые тела. Разрядка напряжений происходила в разделяющих их участках земной коры, которые картируются сейчас как подвижные пояса. К этому периоду приурочено заложение бассейнов железнакопления, вмещающих большинство известных на нашей планете запасов железных руд. В зависимости от размеров и конкретной истории геологического развития гранит-зеленокаменных областей, их окончательная кратонизация происходила по-разному и в разные отрезки времени. Соответственно этому, в разное время в раннем протерозое и по-разному закладывались связанные с ними крупные бассейны железнакопления.

Во многих гранит-зеленокаменных областях, таких как Каапваальская, Пилбара, Среднеприднепровская, последней вспышкой магматической активности был вулканизм с возрастом примерно 2.7 млрд. лет, связанный с рифтогенезом, проявившимся в краевых частях этих областей. Накопившиеся в этот период вулканогенные толщи впоследствии вызвали прогибание этих

частей гранит-зеленокаменных областей с заложением крупных бассейнов железонакпления со спокойным тектоническим режимом. Глобальной причиной этого вулканизма послужила смена однопластинчатой системы конвекции в мантии на двухпластинчатую, приведшая к расколу единого суперконтинента по зоне, протягивающейся от блока Йилгарн в Западной Австралии до блока Сьюпириор в Северной Америке. Океаническая кора, образовавшаяся в этой зоне, пододвигалась под континентальную кору Евразии, с одной стороны, и Южной Африки, и Южной Америки - с другой, что создавало тектоническую обстановку окраин андийского типа в этих двух зонах.

Времени 2.8–2.7 млрд. лет назад соответствует наибольшая по своей интенсивности эпоха архейского вулканизма, отмеченная накоплением мощных вулканогенных толщ в зеленокаменных поясах Канадского щита в Северной Америке, блоков Зимбабве в Южной Африке и Йилгарн в Западной Австралии. С этой эпохой связаны последующие потепление климата, таяние полярных шапок и трансгрессия насыщенных железом вод мирового океана, т.к. вулканизм приводил к повышению содержания в атмосфере диоксида углерода и, как следствие, созданию парникового эффекта.

Начало трансгрессии уже попало на период существования однопластинчатой

конвекции в мантии, когда сиалические массы были спаяны в единый суперконтинент. Проникновение в его пределы океанических вод стало возможно только тогда, когда начался рифтогенез в зоне, протягивающейся от Южной Америки до Восточно-Европейской платформы. Проявившиеся здесь условия растяжения способствовали высвобождению и изостатическому выравниванию тел кратонизированных гранит-зеленокаменных областей. Одни из них испытали прогибание отдельных их частей или общие наклоны с заложением в опущенных участках интракратонных бассейнов (области КМА, Среднеприднепровская, Пилбара), другие, несколько большие по размеру, небольшой общий подъем с формированием интра-перикратонных бассейнов, мелководных в пределах кратонов и переходящих в глубоководные рифтогенные в их обрамлении (области Каапваальская и Сан-Франциску).

Геологическая обстановка массового железонакпления во второй половине раннего протерозоя несколько отличалась от таковой в его первой половине. Условия для него возникли при очередной смене однопластинчатой системы конвекции в мантии на двухпластинчатую, отмеченной эпохой гранитообразования 2.1–1.9 млрд. лет назад на Восточно-Европейской платформе и в Южной Америке.

В это время в зоне, трассирующей через блоки Йилгарн в Западной Австралии и Сьюпириор в Северной Америке, начался рифтогенез. Оказавшись в зоне растяжения, эти крупные кратонизированные блоки испытали изостатический подъем, и в их обрамлении были заложены перикратонные бассейны.

Эволюция структуры бассейнов в последующие геологические эпохи определялась глобальными тектоническими перестройками, связанными с изменением типа конвекции в мантии. Так, основные деформации в бассейнах Криворожском, КМА, Хамерсли, Трансваальском, Минас-Жерайс связаны с процессами раздвигания коры около 1.8 млрд. лет назад в океаническом бассейне, заложившемся в зоне, протягивающейся от Австралии до Северной Америки. В зависимости от конкретного положения бассейнов, в них в разной степени проявились складчатые и разрывные деформации, в отдельных случаях с последующим крупномасштабным надвиганием разных частей бассейнов друг на друга. С замыканием этого океанического бассейна в последующее время связаны основные тектонические события в Лабрадорском тропе и бассейне Анимики в Северной Америке и бассейне Набберу в Западной Австралии. В первых двух бассейнах зафиксированы случаи надвигания океанической

коры. Анализ положения крупных раннепротерозойских бассейнов в пределах единого, реконструированного для докембрия суперконтинента, показывает, что все они расположены вблизи линии правильной окружности. Длина этой окружности составляет около 32000 км, что меньше современной длины тропика. Это свидетельствует в пользу того, что климатический пояс, в котором происходило массовое железнанакопление в раннем протерозое, действительно соответствовал средним широтам, и в нём, скорее всего, господствовали аридные условия. Это свидетельствует об увеличении радиуса Земли, размер которого для нижнепротерозойского времени можно оценить в 5100 км [Коржнев, 1991]. Эти выводы согласуются с расчетами [Гораи, 1984], оценивающим радиус Земли в начальный период геологической истории в 4900 км, и расчетами [Кузнецов, 1998], оценивающим начальный радиус Земли на догеологической стадии, в 3500 км. Факты, свидетельствующие об увеличении продолжительности суток в течение фанерозоя, позволяют утверждать, что увеличение длины экватора и уменьшение меридиана происходило со скоростью 63 км на 1 млн. лет [Старицкий, 1998], что соизмеримо со значениями спрединга материков.

Два пика железнанакопления в раннем протерозое (2.5–2.4 млрд лет назад и

2.1–1.9 млрд лет назад) отвечают двум крупнейшим эпохам потепления климата, сопровождавшимся трансгрессией вод мирового океана, о чем свидетельствует характер накопившихся в этих бассейнах толщ. Разделены эти эпохи гуронским оледенением возрастом 2.3 млрд лет. Тиллиты, синхронные с гуронскими, встречены: в бассейне Хамерсли – в горизонте Метеорит Борн группы Тьюри Крик стратиграфически выше железистых пород группы Хамерсли; в Трансваальском бассейне – в формации Макганьяни, залегающей выше железорудной формации Грикватаун; в бассейне Анимики – в основании самой нижней группы Барага [Iron-formation, 1983]. В то же время, первому уровню железнакопления в раннем протерозое предшествовало витватерсрандское оледенение. Ледниковым эпохам соответствовали крупные регрессии вод мирового океана.

Потепление климата в первой половине раннего протерозоя привело к одному последствию, оказавшемуся исключительно важным для осаждения железа из океанических вод, – бурному цветению сине-зеленых водорослей в благоприятном для этого климатическом поясе в прибрежных зонах. При этом водоросли использовали диоксид углерода и продуцировали кислород, который окислял и осаждал железо. В результате, в

период 2.5–2.3 млрд. лет назад, в этом климатическом поясе в бассейнах накопились огромные массы железа. Активное потребление сине-зелеными водорослями диоксида углерода привело к похолоданию климата и резкому снижению интенсивности их цветения, что, наряду со снижением концентрации железа в океане, вызвало прекращение железнакопления. В результате регрессии, начавшейся ещё при накоплении железистых осадков, бассейны потеряли связь с мировым океаном.

После осаждения основной массы железа в первой половине раннего протерозоя, его ресурсы в водах мирового океана были в значительной степени снижены. Проникновение последних по системе рифтов и затопление шельфовых областей на периферии образовавшихся континентальных блоков происходило в условиях относительно холодного климата. Поэтому цветение водорослей не было столь активным, а основным осадителем железа служил уже появившийся к тому времени в атмосфере кислород. Последнее подтверждается наличием оолитовых и гранулярных структур в железисто-кремнистых осадках, свидетельствующих об их формировании в непосредственной близости от береговой линии в волноприбойной зоне. Непосредственной причиной потеплений и похолоданий климата

является изменение динамики процессов теплообмена в атмосфере и гидросфере, направленных на выравнивание температуры полярных и экваториальных областей. Периодичность оледенений в четвертичном периоде (40–200 тыс. лет) хорошо объясняется влиянием эксцентриситета орбиты Земли и прецессий её оси вращения на теплообмен в атмосфере и гидросфере [Куликов, 1985]. Причины долгопериодических изменения климата в раннем докембрии во многом не ясны. Есть определённая временная корреляция массового железнакопления крупных трансгрессий в раннем протерозое с гранитообразованием, хотя в пространстве железистые породы крупных железорудных бассейнов и одновременные с ними гранитоидные формации, как правило, разобщены. Вероятно, это связано с массовым поступлением в атмосферу в эпохи потепления углекислого газа, молекулы которого поглощают инфракрасное излучение поверхности Земли. Вполне возможно, что на крупную периодичность изменения климата в раннем докембрии была наложена другая, соответствовавшая периодичности, установленной для четвертичного периода, и определившая наличие более мелких трансгрессивно-регрессивных циклов в раннепротерозойских осадочных толщах. В крупные эпохи похолодания, пиками которых в раннем

докембрии были витватерсрандское и гуронское оледенения, в океане уменьшалась масса воды, которая перемещалась ближе к оси вращения Земли и фиксировалась в виде льда в полярных и приполярных областях континентов. Общее увеличение скорости ее вращения и сопровождавшее его полярное сжатие приводили к возникновению (или обновлению) регматической сети разломов в пределах континентального сегмента литосферы, а также к компенсационному перемещению астеносферы от полюсов к экватору. Встречавшиеся в экваториальной области астеносферные потоки обусловили появление в океаническом сегменте субширотных рифтов, которые распространялись и на континентальные массы, «раскалывая» их с заложением между ними океанического бассейна.

Наращивание океанической коры в последнем, с поддвиганием ее под континентальные массы в северном и южном направлениях, создавало в их краевых частях тектоническую обстановку окраин андийского типа. Удаление от оси вращения Земли блоков литосферы в экваториальной области приводило к замедлению скорости их перемещения вокруг земной оси и смещению их к западу относительно литосферы полярных областей. Это вызывало соответствующие вращательные движения континентальных блоков в средних широтах.

В крупные эпохи потепления, пикам которых в раннем докембрии соответствовало массовое накопление железисто-кремнистых формаций, масса воды в океане увеличивалась, что служило причиной общего уменьшения скорости вращения Земли, сопровождавшегося экваториальным сжатием с компенсационным перемещением астеносферы от экватора к полярным областям. Это приводило к формированию в последних рифтов, наращивание океанической коры в которых «двигало» континентальные массы к экватору, объединяя их снова. Разделявший океанический бассейн замыкался. Накопившиеся в нем основные вулканогенные толщи прорывались многочисленными интрузиями гранитов, испытывали складчатость и метаморфизм. При смещении экваториальной океанической литосферы относительно литосферы полярных областей в восточном направлении, за счет действия сил Кориолиса, континентальные блоки в средних широтах могли испытывать вращение: в Южном полушарии по ходу, а в Северном — против хода часовой стрелки. В условиях наступавшей трансгрессии океанические воды проникали в рифты, приоткрывавшиеся между континентальными блоками.

В начальные периоды резкого изменения скорости вращения Земли при относительно быстро наступавших

похолоданиях или потеплениях климата (до начала компенсирующего перемещения астеносферы) могли проявляться смещения верхних частей континентальной литосферы по направлению к экватору или, наоборот, к полюсам.

Земля обладает четко выраженной асимметрией; в одном ее полушарии преимущественно сосредоточена континентальная литосфера, а в другом — океаническая. Неравномерно распространена астеносфера. В основном, она прослеживается в океаническом сегменте, незначительно — в континентальном (в отдельных участках вообще отсутствует). Вследствие этого инерционно-ротационные эффекты и компенсирующие перемещения литосферных плит и астеносферы наиболее широко были проявлены в океаническом сегменте, а континентальный был относительно пассивным и «испытывался» на прочность в полях создаваемых напряжений. Все широтные смещения океанической литосферы приводили к поддвиганию океанической литосферы под западные или восточные части континентальных масс. При этом с противоположного края континентальных масс от них могли «откалываться» и отходить литосферные блоки с образованием окраинных морей. Некоторые геологические факты свидетельствуют в пользу образования современных окраинных морей в результате

не субдукции, а эдукции – вытягивания глубинного материала из-под края континента [Чудинов, 1986].

Сразу после витватерсрандского оледенения система рифтов «разорвала» единый суперконтинент, существовавший в архее [Конди, 1983], на два, между которыми начал закладываться океанический бассейн. Мощным подводным излиянием базальтов в последнем соответствуют нижние вулканогенные части разрезов зеленокаменных поясов провинций Сьюпириор и Слейв Канадского щита, Родезийского кратона в Южной Африке и блока Йилгарн в Западной Австралии. Поддвигание наращивавшейся здесь океанической коры под континентальные массы в северном и южном направлениях создавало тектоническую обстановку окраин андийского типа и приводило к излияниям базальтов с субщелочным уклоном и андезитов в пределах самих континентальных окраин. Поддвигание литосферной плиты под Каапваальский кратон с севера 2.75 млрд лет назад привело к формированию в его пределах толщи базальтов и андезитобазальтов группы Вентерсдорп [Crow, Condi, 1988]. Синхронно с этим при поддвигании океанической коры под блок Пилбара с юга, где накапливались подводные базальты низов разрезов зеленокаменных поясов блока Йилгарн, в южной части первого в рифтогенном

бассейне накопились субаэральные лавы базальтов и андезитов группы Фортезкью [Iron-formation, 1983; Crow, Condi, 1988].

К периоду витватерсрандского оледенения относится и формирование (или обновление) регматической сети разломов в континентальном сегменте, элементами которой можно считать троговые зоны: Криворожско-Кременчугскую Украинского щита, Белгородско-Михайловскую и Орловско-Оскольскую КМА.

Начало замыкания океанического бассейна, существовавшего в конце архея в зоне, трассирующей гранит-зеленокаменными областями Слейв, Сьюпириор, Родезийской и Йилгарн, ознаменовалось 2.6–2.5 млрд лет назад эпохой гранитизации в последних и потеплением климата, сопровождавшимся трансгрессией вод Мирового океана. В результате трансгрессии были затоплены значительные части континентов с формированием мелководных шельфовых или платформенных бассейнов; преимущественно с карбонатным осадконакоплением в приэкваториальной зоне, какими являются железорудные бассейны Минас-Жерайс, Трансвааль и Хамерсли; преимущественно с терригенным осадконакоплением – в таких рифтогенных бассейнах, как Криворожский и КМА в средних широтах [Kulik, Korzhnev, 2007]. Периодическое проникание в эти

бассейны глубинных океанических вод, обогащенных железом, в условиях мелководья приводило к массовому накоплению в них железа.

Повторное заложение океанического бассейна в упомянутой выше зоне во время гуронского оледенения способствовало высвобождению и изостатическому выравниванию крупных блоков континентальной литосферы, краевые части которых во время последующей эпохи потепления климата, 2.1–1.9 млрд лет назад, были затоплены океаническими водами с формированием шельфовых бассейнов накопления оолитовых и гранулярных железисто-кремнистые формации.

*Связь геологических событий с
изменениями климата в палеозое на
примере Горноалтайского сегмента рифей-палеозойского Палеоазиатского
океана*

В современную эпоху около 2% воды на Земле находится в замёрзшем состоянии. Из общей массы льда ($28.4 \cdot 10^{18}$ кг) 90% приходится на ледниковый щит Антарктиды, 9% — на ледник Гренландии и менее 1% на горные ледники [Куликов, 1985]. В прошлом масса ледников существенно менялась, вызывая колебания уровня мирового океана до 100–150 м от современного. Такое перераспределение воды относительно оси

вращения Земли вызывало изменение её угловой скорости и, как считают некоторые исследователи [Киркинский, 1987], при длительности действия сил одного знака десятки тысяч лет могло приводить к компенсирующему перемещению как литосферных плит, так и астеносферы под литосферой.

В пределах Горноалтайского сегмента рифей-палеозойского Палеоазиатского океана по времени проявления магматизма и метаморфизма и времени образования формаций [Вылцан, 1974, 1978; Парначев и др., 1996; Коржнев, 2005] можно установить ряд периодичности геологических событий: 58–79 млн лет (периодичность метаморфических событий, чередование магматических и амагматических этапов, время образования формаций в тектонически спокойные эпохи) – 9–16 млн. лет (среднее время формирования формаций в тектонически активные эпохи) – 3–7 млн. лет (время образования подформаций в тектонически активные эпохи, периодичность становления интрузивных массивов и их фаз). Примерно с такой же периодичностью происходят катастрофические столкновения с Землей крупных космических тел.

С положением солнечной системы в перигалактии совпадают глобальные оледенения в рифей-палеозойской истории Земли: 890–850 млн. лет → 750 млн.

лет → 600–570 млн. лет → 535 млн. лет → 440–410 млн. лет → 340–320 млн. лет [Добрецов и др., 2001; Чумаков, 2001 а, б]. Совпадение рубежей основных геологических событий (оледенений, метаморфизма, раскрытия Палеоазиатского океана, заложение островодужной системы, проявление магматизма и рифтогенеза) с положением солнечной системы в определенных точках галактической орбиты позволяет предполагать их взаимосвязь. В то же время история геологического развития Горноалтайского сегмента рифей-палеозойского Палеоазиатского океана согласуется с циклами коллизионного и мантийно-плюмового магматизма [Добрецов, 2003].

В основу тектоники плит положена модель «холодной Земли» с железоникелевым ядром и магнитным динамо, тепловым потоком, обязанным радиоактивному распаду элементов, тепловой плит-гравитационной конвекцией, обуславливающей движение плит [Хаин, 1994]. Иные подходы в понимании геологических процессов не отвечают на многие доказанные, хорошо обоснованные положения тектоники плит.

Анализ геологической истории Горного Алтая подтверждает взаимосвязь между глобальными оледенениями и геологическими процессами, которые протекают практически одновременно. Ведущая роль в смене эпох полярного

сжатия и растяжения принадлежит глобальным оледенениям, повторявшиеся с периодичностью 140–160 млн лет [Добрецов и др., 2001; Уразаев, 1996]. Позднерифейское оледенение, сопровождаемое полярным сжатием, привело к раскрытию в экваториальной зоне Земли Палеоазиатского океана.

Методами литофациального и биофациального анализов обширного фактического материала по стратиграфии и палеонтологическим сборам в пределах нижнего и среднего палеозоя Горного Алтая [Коржнев, 2021] проведена палеогеографическая реконструкция. Геологическая история Алтая связана с раскрытием и развитием рифейско-раннепалеозойского Палеоазиатского океана, разделявшего Восточно-Европейский, Сибирский, Таримский и Китайско-Корейские континенты. Древние офиолитовые комплексы (остатки океанического ложа) этого океана установлены в пределах Терсинского и Томского выступов датируются в интервале 900–1050 млн. лет. К образованиям древнего океанического ложа можно отнести спилит-диабазовые толщи, подстилающие отложения баратальской серии.

Во второй половине рифея и начале венда в подводном рельефе Горного Алтая происходит формирование пологого плавного дугообразного поднятия, обращенного выпуклостью на

юго-запад [Волков, 1966]. На нем формируются отложения кремнисто-карбонатной нижней части баратальской серии. Отсутствие грубокластических пород в отложениях этого времени указывает на равнинный характер рельефа. По аналогии с современными бассейнами шириной 1600–3000 км можно предполагать, что глубина достигала 30–50 м, редко 180 м, а уклон дна до 0.2 м/км [Зоненшайн, Кузьмин, Моралев, 1976]. На мелководность морского бассейна указывают наблюдаемые нами в нижних частях разрезов баратальской серии многочисленные строматолитовые известняки. Неокисленное органическое вещество обусловило битуминозность пород. В морской бассейн поступали насыщенные кремнеземом термальные воды, обусловившие наличие в разрезах горизонтов и линз силицилитов. В целом для Земли в крупные эпохи похолодания отмечается аридизация климата и регрессия морского бассейна, что отчетливо устанавливается на примере развития рифей-палеозойского Палео-азиатского океана. Так для верхней части вендской баратальской серии характерно доломитообразование, которое в условиях докембрия является показателем аридизации. Ведущая роль в образовании доломитов, вероятно, принадлежала, наблюдаемым в породах

этого времени, многочисленным микрофитолитам, состоящим либо исключительно из доломита, либо из смеси кальцита и доломита [Давыдов и др., 1974]. Доломиты образовывались и хемогенным путем. В конце баратальского времени доломитообразование заметно уменьшается, появляются горизонты и пачки известняков. Это может указывать на чередование засушливых периодов с периодами значительного увлажнения. Аридизация климата сопровождалась обмелением морского бассейна. Климат способствовал формированию на суше кор выветривания. Признаком кор выветривания является наличие в верхней части разреза доломитово-известняковой толщи кварц-хлорит-серицит-каолинитовых сланцев. Каолинит является показателем процессов выветривания [Ясаманов, 1985]. Вероятно, с корами выветривания следует связывать Чаустинское проявление кианита [Коржнев, 2019]. Ранний кембрий – время возникновения на Алтае островодужной системы вдоль окраин Палеоазиатского океана, просуществовавшей до тремадокского времени. Раннепалеозойская смена биоценозов согласуется с климатическими изменениями в пределах Алтае-Саянской складчатой области, о чем свидетельствует возможность

выделения в сарасинской свите нижнего кембрия Горного Алтая биостратиграфических горизонтов Кузнецкого Алатау [Коржнев, 2012]. Характерно широкое развитие археоциат, трилобитов, водорослей. Позднее появляются конодонты, брахиоподы, ругозы, табуляты, на эволюции которых, связанной с изменениями условий существования, построена региональная биостратиграфическая шкала нижнего и среднего палеозоя Салаира и Горного Алтая [Решения..., 1982, 1983].

Полярное растяжение на рубеже 480 млн лет способствовало закрытию субмеридионально-ориентированной островодужной системы. Раннепалеозойское оледенение и усиление полярного сжатия привели к образованию куполообразного поднятия (Сибирского континента красного песчаника), находившегося вблизи зоны критических параллелей, которое в период девонского потепления и ослабления полярного сжатия было расколото субширотными рифтами. Широкое проявление рифтогенеза и вулканизма способствовали изменению климата и появлению первых наземных растений и элементов среднедевонской протоптеридиевой флоры [Коржнев, 2011, 2014]. На территории Алтае-Саянской области существовал Сибирский континент древнего красного песчаника, имеющий много общего с

Еврамерийским континентом Old Red Sansone, разобщенным сейчас Атлантическим океаном. Сибирский континент находился на востоке Алтае-Саянской области, представляя собой горную складчатую страну с межгорными и предгорными впадинами (Тувинская, Минусинская, Назаровская, Рыбинская, Уйменско-Лебедская), а на западе (Кузбасс, Салаир, Горный Алтай) развивался океан с двумя морскими трансгрессиями в восточном направлении. Для нижнего девона Сибирского континента так же, как и для Еврамерийского, весьма характерен вулканизм, излияния базальтовых и андезитовых лав в континентальных условиях. Вулканизм создавал не только дополнительную теплоту, но и влажность, нес на поверхность вулканический пепел, первоначально послуживший для закоривания растений в мягком рыхлом грунте, а впоследствии и для выработки корневой системы растений. В пределах Сибирского континента древнего красного песчаника существовали пустыни типа современных пустынь Мертвой долины и Махаве, расположенных в горах на востоке и юго-востоке Калифорнии США. Благодаря вулканическим процессам на континенте возникли пресноводные бассейны, позволившие продолжить расцвет псилофитовой флоры до самого конца верхнего эмса, с появлением в ней отдельных

видов протоптеридиевой флоры. Уход моря и прекращение вулканической деятельности на большей части территории Сибирского континента древнего красного песчаника резко изменили жизненные условия для первых наземных растений. В результате к началу среднего девона, когда воцарился аридный климат, нижнедевонские растения, не имея еще ни корней, ни листьев, на всей обширной территории восточной части Сибирского континента исчезли. Однако на западе Горного Алтая, где еще сохранялись морские условия, вдоль морского побережья начала развиваться новая прапапоротниковая флора. С нижнедевонского времени море никогда не покрывало континент полностью [Ананьев, Коржнев, 1983].

Позднепалеозойское оледенение и усиление полярного сжатия способствовали закрытию Палеоазиатского океана, находившегося в северных широтах, приближающихся к современным. Периодические полярные сжатия и растяжения Земли обуславливали смену геодинамических обстановок. Эти рубежи фиксируются проявлением коллизионных процессов, изменению климата и смене биоценозов растительного и животного царства, которые согласуются с общими тенденциями развития биосферы. В позднем девоне на территории Горного Алтая вулканическая дея-

тельность прекратилась. Одновременно происходит поднятие территории. В южной части начинает формироваться Делюно-Юстыдский рифтовый трог (ташантинская, баргузинская и богутинская свиты) и его продолжение в пределах Онгудайской и Коргонской зон. На плечах рифтов происходит становление прибрежно-морских и лагунно-континентальных седиментационных бассейнов эпиконтинентального типа (кызылшинская серия и ее аналоги) [Гутак, 1997]. Во франском веке значительные изменения произошли в географическом пространстве Западно-Сибирского моря и сопредельных акваторий. Перестало существовать Салаирское море. На рубеже франского и фаменского веков в сообществах бентосной фауны в Западно-Сибирском море произошли резкие изменения [Дубатов, 1972]. Вымирание многих групп организмов на этом рубеже связано с изменениями климата (в основном в сторону его резкой аридизации), с регрессиями и трансгрессиями [Дубатов, Краснов, 1993, 2000]. С абашевского времени (поздний фамен) в пределах северной части Горного и Рудного Алтая начинает существовать новый эпиконтинентальный прибрежно-шельфовый бассейн (отложения черемшанской свиты), который характеризуется небольшими глубинами и пологим профилем береговой линии [Гутак,

1997]. В последующем вся территория Горного Алтая превращена в континентальную сушу, входившую в состав Лавразии. Заключительные этапы герцинского цикла и начало кимерийского цикла тектогенеза западной части Алтае-Саянской области в интервале 270–230 млн. лет протекали в режиме внутриконтинентальной тектономагматической активизации.

Для этого этапа характерна континентальная седиментация в мелких грабенах и небольших присдвиговых бассейнах, аномальная по масштабам гранитизация коры с формированием многочисленных гранитоидных батолитов, дайковых поясов лампрофиров, субщелочных и щелочных базальтов.

Связь геологических событий с изменениями климата в мезо-кайнозое на примере Горного Алтая и Салаира

На Алтае с карбона вплоть до среднего триаса был умеренно-влажный и теплый климат, который затем сменился на субтропический и переменновлажный. В условиях слабой тектонической активности в позднем триасе огромные пространства юга Западной Сибири были пенепленезированы. Остатки этого пенеплена предположительно выделены морфометрическим анализом на плоских вершинах с абсолютными отметками выше 500 м в осевой части Салаирского

кряжа. Возраст пенеплена обосновывался по находкам в юрских отложениях прилегающих впадин бурых железняков и бокситов, свидетельствующих о глубоком латеритном выветривании [Казаринов, 1958; Малолетко, 1972]. Характерной чертой предположительно триасовой поверхности выравнивания является приуроченность к ней реликтовой липовой рощи. Следует заметить, что представители семейства лип впервые появились в нижнем мелу Новой Зеландии и наиболее широкого распространения достигли в палеогене и неогене, когда в Северном полушарии они расселялись вплоть до современных арктических областей [Вапхромеев, Радченко, Тахтаджанян, 1963]. Не исключено, что остаточная триасовая поверхность была заселена липой в меловом периоде, на что косвенно указывают близко расположенные реликты мелового рельефа [Малолетко, 1972].

В раннекиммерийскую тектоническую фазу, проявившуюся на границе триаса и юры, на месте пенеплена была создана довольно высокая горная страна. Климат был умеренно - теплый и влажный, что способствовало сохранению растительных сообществ. Эрозионные процессы юрского времени привели к выравниванию рельефа. Уже в нижнемеловое время Салаирский кряж и северные районы Горного Алтая

представляли приподнятый пенеплен с реликтами горного рельефа юрского времени. Остатки раннемеловой поверхности выравнивания сохранились в пределах Салаирского кряжа и северной низкогорной части Горного Алтая [Малолетко, 1972]. По нашим наблюдениям в районе Бийской гривы (водоразделе системы реки Бии и реки Томи) раннемеловая поверхность выравнивания гипсометрически располагается на высотах 800–1000 м. Плоские водоразделы этой поверхности покрыты реликтовой черневой тайгой, занимающей значительные пространства верховьев р. Бии и ее притоков [Комарова, Коржнев, 2000]. Раннемеловая эпоха на Алтае и Салаире характеризуется жарким, сухим (аридным) климатом [Адаменко, 1976]. Изменение климата в сторону большей сухости связано с нижнемеловой регрессией Западносибирского моря, продолжавшейся до альба включительно [Казаринов, 1958]. Отложения раннемелового возраста бедны органическими остатками, что свидетельствует о неблагоприятных условиях существования растительности. В последующее время произошла смена направления тектонических движений, пенепленизация рельефа, и в условиях слабого эрозийного расчленения местности, спокойной тектонической обстановки, жаркого и влажного климата формировались

латеритные коры выветривания. Уже в позднем мелу растительные сообщества характеризуются обилием папоротников, преобладанием среди хвойных различных видов сосны и кедра, присутствием из покрытосеменных миртовых, аралии, крушиновых (в том числе и держидерево). Судя по растительности, климат был близок к субтропикам низких широт Африки. Для такого климата характерны среднегодовые температуры 15–20° и годовое количество осадков 750–1200 мм при чередовании сухих и влажных сезонов. Растительность характеризовалась большой неоднородностью. По берегам редких водоемов произрастали леса с обилием папоротников, тропических форм голосеменных (гинкго, ногоплодника, секвойи, кипарисовых) и обычными видами сосны. С удалением от водоемов преобладали древостой из сосны и кедра с подлеском из покрытосеменных и травянистых папоротников [Малолетко, 1972]. По нашим морфометрическим построениям, остатки позднемеловой поверхности выравнивания сохранились на Бийской гриве на высотах 600–700 м. В современных условиях здесь произрастает черневая тайга [Комарова, Коржнев, 2000].

В ларамийскую тектоническую эпоху в конце мела произошло поднятие территории Салаира и Горного Алтая

над окружающими впадинами и возобновилась эрозионная деятельность, во многом предопределившая положение современной речной сети. Глубина вреза достигла 35 м. В конце мела (датский век) – палеоцене климат становится субтропическим переменнo-влажным с засушливыми периодами. На Салаире в это время произрастали хвойно-широколиственные леса со значительной долей участия хвойных (главным образом сосны, кедра), жестколистных субтропических и тропических форм (вереск, миртовые, маслиновые, крушиновые и протейные) [Малолетко, 1972].

В эоцене Салаир и Алтай были еще более пенеппенизированы, а климат изменился в сторону большей аридности, что создало новый комплекс растительности (типа средиземноморской). Поверхности выравнивания этого времени сохранились на многих участках Северного Алтая и Салаира на высотах от 200–300 до 400–600 м. В настоящее время на них произрастают черневые леса [Малолетко, 1972; Комарова, Коржнев, 2000].

В олигоцене в результате пиренейской фазы альпийского тектогенеза началось неравномерное поднятие территории Салаира и Горного Алтая. Салаир был приподнят на 200–250 м. Четко в виде уступа высотой 500 м обозначился северный фас Алтая. Бийско-Барнаульская впадина и причумышская

полоса Присалаирья испытали погружение. С изменением палеогеографической обстановки происходят значительные изменения в составе растительности, и палеогеновая флора приобретает все большие черты, свойственные современной флоре Сибири. Голосеменные составляют 33%, а покрытосеменные 64% растительного сообщества. Характерно обилие сосны, присутствие ели, пихты, ивы, березы, ольхи, жимолости и широкое распространение граба, бука, южного бука, каштана, липы, дуба, платана и др. Судя по растительности климат в олигоцене был умеренно теплый и влажный гумидный [Малолетко, 1972].

Неогеновое время для Предалтая было тектонически беспокойным. Поднятия происходили трижды и обусловили дальнейшее расчленение остаточных поверхностей выравнивания. Климат был умеренно теплым засушливым с постепенным увеличением влажности к началу четвертичного периода. Комплекс растительности характеризует резко обедненную флору тургайского типа. На удаленных от озерно-речных систем участках растительность имела более выраженные черты ксерофитности. Здесь были развиты парковые сосновые леса, заросли жестколистных кустарников и разнотравные луга. В плиоцене на юге Западной Сибири господствовал ландшафт сухих степей или

даже полупустынь. Одной из характерных черт четвертичного периода являются оледенения горных и равнинных районов северного полушария. Ледники никогда не покрывали Салаира и северной низкогорной части Горного Алтая [Малолетко, 1972; Барышников, 1992; Рудой, 1999]. Климат первой половины нижнечетвертичной эпохи был достаточно теплым и затем изменился в сторону сухости и снижения температур. В начале среднечетвертичного времени на юге Западной Сибири происходит понижение базиса эрозии, вызвавшее энергичное врезание рек. С развитием ледниковых явлений на севере (самаровское оледенение) и на юге (катунское) даже в суровых условиях максимального оледенения в речных долинах нашли себе убежища некоторые теплолюбивые реликты третичной флоры (граб, дуб, лещина, вяз). Растительные ассоциации повышенных хорошо дренированных участков характеризуют довольно сухие степи с сосновыми борами. Наступившее затем межледниковье повлекло увеличение числа водных и влаголюбивых форм, с повышенным содержанием древесных лиственных пород (ива, ольха и др.) обычно селившихся по берегам рек. Конец среднечетвертичной эпохи ознаменовался похолоданием, вызвавшим оледенение севера Сибири (тазовское) и Горного Алтая. В это время на Алтае и

Салаире на хорошо дренируемых междуречьях произрастали разнотравные степи с парками сосновых лесов с зарослями ивы, в степных блюдцах и в речных долинах – еловые леса.

В верхнечетвертичное время и в голоцене оформились основные черты современных ландшафтов Предалтая. Климат испытывал значительные колебания. Отчетливо эти колебания зафиксированы в речных отложениях рек Оби, Бии и Катунь. Во время формирования пятой террасы (казанцевский век) он был относительно теплым. В речных долинах произрастали еловые леса с подлеском из ивы и березы, на водоразделах луговая степная растительность с сосновыми лесами. При формировании четвертой террасы (зырянская эпоха) было похолодание климата и господствовали елово-лиственничные леса. Во время формирования третьей террасы (каргинский межледниковый век) в результате таяния ледников увеличилась водообильность рек. Сухому и теплему климату соответствовала растительность степей на междуречьях, в долинах произрастали разнообразные водные и влаголюбивые растения. Вторая и первая терраса формировались в обстановке прохладного климата сартанской ледниковой эпохи. В составе растительности появляются формы, характерные для субальпийской и полярно-арктической зон. В голоцене

прогрессирующее отступление ледников и повышение снеговой линии в Горном Алтае, передвижение на север на 250–300 км северной границы зоны тайги Западной Сибири свидетельствуют о потеплении климата. Основные черты современной растительности сформировались во вторую половину верхнечетвертичного времени и в голоцене [Малолетко, 1972].

Эволюция животного мира связана с климатическими изменениями и всегда следуют за сменой растительных сообществ. По геологическим данным в мезо-кайнозойской истории Алтая и Салаира было четыре события, оказавших влияние на смену биот. Первое событие связано со значительной аридизацией климата в позднемеловую эпоху, создавшей неблагоприятные условия былых растительных и животных сообществ. Предположительно это событие могло послужить одной из причин появления сциарид, известных в ископаемом состоянии со середины позднего мела [Комарова, Коржнев, 2000]. Второе событие на границе мела и палеогена носит планетарный характер и является очень резким рубежом в развитии органического мира планеты. Обусловлен он космическими, климатическими, тектоническими и палеогеографическими факторами. Во многих районах мира на этом рубеже наблюдается обогащение

геологической среды тяжелыми металлами: Pt, Os, Co, Ni, Cr, Au [Хаин, 1994]. Это наряду с аридизацией климата могло послужить причинной последующего видообразования сциарид [Комарова, Коржнев, 2000]. Третий рубеж связан с глобальным похолоданием и продолжением аридизации климата в плиоцене, что отчетливо проявилось на территории Западной Сибири. Четвертый рубеж связан с катастрофическим столкновением Земли с кометой, произошедшим на рубеже плейстоцена и голоцена. Данное событие сопровождалось резким кратковременным похолоданием и засорением природной среды тяжёлыми металлами. Следует отметить, что вся стратиграфическая шкала построена на смене растительных и животных сообществ, населявших нашу планету. Причем биотические события происходят по определенному сценарию. Продолжительность их 10–15 млн лет. Дестабилизирующий биоту толчок приводит к вымиранию специализированных господствующих видов, происходит упрощение структуры сообществ. За ступенчатым вымиранием следует довольно длительный (от 1–2 до 5–6 млн лет) период низкого таксономического разнообразия, когда вымирание доживающих таксонов уравновешивается появлением новых. Лицо биоты определяют древние группы, которые оказались способными пережить

момент резких изменений условий среды, однако эволюционно они не перспективны. Наконец весь процесс завершается бурной диверсификацией, быстрым ростом разнообразия глобальной биоты, благодаря занятию освободившихся ниш. Как правило, через 5–6 млн лет после начала диверсификации достигается либо превышает разнообразие на предкризисной стадии [Веймарн и др., 1998]. Анализ мезокайнозойской истории Горного Алтая и Салаира позволил выявить прямую зависимость смены биот с изменением климата и тектоническими движениями [Комарова, Коржнев, 2000].

Палеогеографические реконструкции подтверждают представления о том, что в рифей-фанерозойское время геологические процессы на территории Горного Алтая проходили по модели изменения формы трехосной Земли на двухосную [Коржнев, 2004].

Заключение

Сложные постоянные перемещения нашей планеты, вызванные флуктуациями физических полей Вселенной и гравитационным взаимодействием между массами материи, в первую очередь между Землей и Солнцем, Землей и Луной, Солнцем и центром Галактики, определяют цикличность смены системы конвекции в мантии и проявления

эпох тектогенеза, вулканизма и гранитообразования. Сезонные и более длиннопериодические изменения климата, связанные с вращением Земли вокруг Солнца и прецессиями и нутациями земной оси за счет приливного влияния Луны и Солнца на поверхность Земли, находят свое отображение в циклическом строении осадочных толщ.

Эволюция живой материи на нашей планете тесно связана именно с циклическим проявлением геологических процессов, которые изменяли условия окружающей природной среды. При глобальных экологических катастрофах, связанных с падением крупных метеоритов, масштабным проявлением тектонических процессов, магматизма или наступлений глобальных оледенений, такие изменения делали практически невозможным существование большинства биологических видов. Относительно стабильные условия для живых организмов на нашей планете обеспечивались и обеспечиваются самой живой материей. Возникновение живой материи на довольно раннем этапе развития нашей планеты и появление кислорода привело к осаждению из океанских вод огромных масс железа, начавшемуся в конце архея и закончившемуся в раннем протерозое (накопление железа 2950, 2450 и 1950 млн. лет назад). Из-за циклического проявления смены системы мантийной конвекции

эпохи железнакопления и гранитообразования разобщены в пространстве.

Анализ рифей-фанерозойской геологической истории Горного Алтая подтверждает взаимосвязь между сменой биоценозов и глобальными оледене-

ниями, и сопровождающими их геологическими процессами, которые протекают практически одновременно и повторяются циклически.

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declares that he has no conflict of interest.

Список литературы

1. Адаменко О.М. Предалтайская впадина и проблема формирования предгорных опусканий. Новосибирск: Наука, 1976. 184 с.
2. Ананьев А.Р., Коржнев В.Н. Басаргинская свита в Горном Алтая и ее аналоги в пределах Сибирского континента Old Red Sandstone // Материалы по геологии Сибири / Ред. А.Р. Ананьев. Томск: Изд-во ТГУ, 1983. С. 16–29.
3. Барышников Г.Я. Развитие переходных зон горных сооружений в кайнозой (на примере Горного Алтая). Томск: изд-во ТГУ, 1992. 192 с.
4. Блаватская Е. П. Тайная Доктрина. В 3-х тт. Теософское издательство Адьяр. 1991.
5. Вахромеев В.А., Радченко Г.П., Тахтаджян А.Л. Голосеменные и покрытосеменные // Основы палеонтологии. М.: Гостехиздат, 1963. 243 с.
6. Веймарн А.Б., Найдин Д.П., Копаевич Л.Ф., Алексеев А.С., Назаров М.А. Методы анализа глобальных катастрофических событий при детальном стратиграфическом исследовании. М.: Изд-во МГУ, 1998. 190 с.
7. Вернадский В. И. Об условиях возникновения жизни на Земле // Изв. АН СССР. 1931. № 5. 643 с.
8. Вода в жизни растений. Кузнецов А. / СКК «Виктория Агро» [Электронный ресурс]. URL: <http://viktoriy.ru/voda-i-rasteniya> (дата обращения: 1.09.2021).
9. Волков В.В. Основные закономерности геологического развития Горного Алтая. Новосибирск: Наука, 1966. 161 с.
10. Вылцан И.А. Осадочные формации Горного Алтая. Томск: Изд-во ТГУ, 1974. 161 с.
11. Вылцан И.А. Флишоидные формации. Томск: Изд-во ТГУ, 1978. 208 с.
12. Гораи М. Эволюция расширяющейся Земли. М.: Недра, 1984. 110 с.

13. Гуров Э.П., Гожик П.Ф. Импактне кратероутворення в історії Землі. К.: ІГН НАН України, 2006. 218 с.
14. Гутак Я.М. Стратиграфия и история развития Алтая в девоне и раннем карбоне: Автореф. дис...докт. геол.-минер. наук. Новокузнецк, 1997. 39 с.
15. Давыдов Ю.В., Казанский Ю.П., Катаев В.Н. О влиянии организмов на состав морской воды // Среда и жизнь в геологическом прошлом. Новосибирск: Наука, 1974. С.187–193.
16. Добрецов Н.Л., Кидряшкин А.Г., Кидряшкин А.А. Глубинная геодинамика. Новосибирск: Изд-во СО РАН, филиал «ГЕО», 2001. 409 с.
17. Добрецов Н.Л. Эволюция структур Урала, Казахстана, Тянь-Шаня и Алтае-Саянской области в Урало-монгольском складчатом поясе (Палеоазиатский океан) // Геология и геофизика. 2003. Т. 44, № 1-2. С. 5–27.
18. Дубатолов В.Н. Зоогеография девонских морей Евразии. Новосибирск: Наука. 1972. 126 с.
19. Дубатолов В.Н., Краснов В.И. Палеогеография Западно-Сибирского моря в девонский период // Геология и геофизика. 1993. Т. 34, № 4. С. 27–36.
20. Дубатолов В.Н., Краснов В.И. Фаменский этап эволюции географических обстановок Сибирских морей // Геология и геофизика. 2000. Т. 41, № 2. С. 239–255.
21. Жуков В.В. БАТ, как энергетическая структура растения // К основам физического взаимодействия. Днепропетровск: МАБЭТ, 2005. С.122–127.
22. Зоненщайн Л.П., Кузьмин М.И., Моралев В.М. Глобальная тектоника, магматизм и металлогения. М: Недра, 1976. 231 с.
23. Казаринов А.П. Мезозойские и кайнозойские отложения Западной Сибири. М.: Гостоптехиздат, 1958. 324 с.
24. Киркинский В.А. Механизм и цикличность глобального тектогенеза. Новосибирск: Наука, 1987. 71 с.
25. Комарова Л.А., Коржнев В.Н. Геоисторический подход к разработке филогении сциарид (Diptera sciaridae) // Известия Алтайского отделения Русского географического общества. Биологические проблемы человека и животных. Бийск, 2000. С. 68–84.
26. Конди К.К. Архейские зеленокаменные пояса. М.: Мир, 1983. 390 с.
27. Коржнев В.Н. Проблемы стратиграфии нижнего и среднего и палеозоя северной части Горного Алтая. Барнаул: ООО «Пять плюс», 2021. 228 с.
28. Коржнев В.Н. Проблема стратиграфического и структурного положения метаморфических комплексов Горного Алтая // Известия АКО РГО. 2019. № 4(55). С. 36–50.

29. Коржнев В.Н. Палеогеография появления компонентов флоры протоптеридиевого типа // Стратиграфия. Геологическая корреляция. 2014. Т. 22, № 5. С. 22–35.
30. Коржнев В.Н. О смене псилофитовой флоры прапапоротниковой в эмсе в Горном Алтае // Вестник Томского государственного университета. 2011. № 353. С. 205–212.
31. Коржнев В.Н. Стратиграфия кембрийских отложений северо-восточной части Горного Алтая // Вестн. Том. гос. ун-та. 2012. № 363. С. 196–203.
32. Коржнев В.Н. Событийная схема развития Горного Алтая в позднем рифее и палеозое // Вестник Томского государственного университета: общенаучный периодический журнал: бюллетень оперативной научной информации. 2004. № 29. С. 33–47.
33. Коржнев В.Н. Вулканогенно-осадочные формации складчатых областей (на примере рифей-палеозойских отложений Горного Алтая). Часть 1. Геодинамические ряды вулканогенно-осадочных формаций // Вестник Томского государственного университета: общенаучный периодический журнал: бюллетень оперативной научной информации. Томск: ТГУ, 2005. 170 с.
34. Коржнев М.Н. О закономерности расположения крупных раннепротерозойских железнорудных бассейнов // Геологический журнал. 1991. № 1. С. 69–71.
35. Коржнев М.Н. Геология и условия накопления толщ раннепротерозойских железнорудных бассейнов: Автореф дис...докт. геол.-минер. Наук. Киев, 1993. 38 с.
36. Коржнев М.Н. Геотектонические следствия долгопериодичных изменений климата и их роль в массовом железнакоплении в раннем протерозое // Доклады НАН Украины. 1998. № 5. С. 127–131.
37. Коротков К.Г., Виллиамс Б., Виснески Л.А. Энтропия и энергия в биологических системах. Биофизические механизмы активности "энергетических" меридианов // Сознание и физическая реальность. 2005. Т. 10, № 5. С. 32–40.
38. Кузнецов В.В. Земля как термодинамическая система // Геологи и геофизика. 1998. Т.39. С. 987–1007.
39. Куликов К.А. Вращение Земли. М.: Недра, 1985. 159 с.
40. Малолетко А.М. Палеогеография Предалтайской части Западной Сибири в мезозое и кайнозое. Томск: ТГУ, 1972. 229 с.
41. Миланкович М. Математическая климатология и астрономическая теория колебаний климата. М., Ленинград: "ГОНТИ, Ред. тех.-теорет. лит-ры", 1939. 208 с.
42. Митьковский А. Физические причины изменения климата [Электронный ресурс]. URL: <http://www.mitkovskiy.narod.ru> (дата обращения: 1.09.2021).
43. Монин А.С. Сорохтин О.Г. Эволюция океанов и металлогения докембрия //

Доклады АН СССР. 1982. Т. 264, № 6. С. 1453–1457.

44. Паренаго П.П. О гравитационном потенциале Галактики // Астрон. Журнал. 1952. Т. 29, № 3. С. 245–287.

45. Парначев В.П., Вылцан И.А., Макаренко Н.А. и др. Девонские рифтогенные формации юга Сибири. Томск: Изд-во ТГУ, 1996. 239 с.

46. Порцевский А.К. Физика Земли. М.: МГУ. 2005. 180 с.

47. Решения Всесоюзного стратиграфического совещания по докембрию и палеозою в четвертичной системе Средней Сибири. Ч. 1. Верхний докембрий и нижней палеозой. Новосибирск, 1983. 215 с.

48. Решение Всесоюзного совещания по разработке унифицированных стратиграфических схем докембрия, палеозоя и четвертичной системе Средней Сибири. Ч. 2. Средний и верхний палеозой. Новосибирск, 1982. 130 с.

49. Рудой А.Н. Горные ледниково-подпрудные озера южной Сибири и их влияние на формирование и режим внутриконтинентальных систем стока северной Азии в позднем плейстоцене // Современные проблемы географии и природопользования. Вып. № 1. Барнаул: АГУ, 1999. С. 3–18.

50. Симаков Ю. Информационное поле жизни // Химия и жизнь. 1983. № 3. С. 88–92.

51. Сорохтин О. Г. Природа крупномасштабной конвекции / Планета Земля [Электронный ресурс]. URL: <http://www.gemp.ru/article/261.html> (дата обращения: 1.09.2021).

52. Старицкий Ю.Г. Жизнь расширяющейся Земли. Санкт-Петербург: ВСЕГЕИ, 1998. 10 с.

53. Сташков Г.М. Использование периодичности тектонических процессов для построения расчетной геохронологической шкалы // Основные теоретические вопросы цикличности седиментогенеза. М.: Наука, 1977. С. 137–148.

54. Тамразян Г.П. Некоторые главнейшие планетарные тектонические закономерности и их причинные связи // Изв. вузов. Геология и разведка. 1967. № 11. С. 3–16.

55. Уразаев А.К. Планетарные факторы геологических процессов: Автореф дис... докт. геол.-мин. наук. Санкт-Петербург, 1996. 36 с.

56. Хаин В.Е. Основные проблемы современной геологии (геология на пороге XXI века). М.: Наука, 1994. 189 с.

57. Хаин В.Е. Основные проблемы современной геологии. М.: Научный мир, 2003. 348 с.

58. Чудинов Ю.В. Геология активных океанических окраин и глобальная тектоника. М.: Недра, 1986. 248с.

59. Чумаков Н.М. Периодичность главных ледниковых событий и их корреляция с эндогенной активностью Земли // Доклады Академии Наук. 2001а. Т. 378, № 5. С. 656–659.
60. Чумаков Н.М. Общая направленность климатических изменений на Земле за последние 3 миллиарда лет // Доклады Академии Наук. 2001б. Т. 381, №5. С. 652–655.
61. Ясаманов Н.А. Древние климаты Земли: монография. Л.: Гидрометеиздат, 1985. 295 с.
62. Cochelin Anne-Sophie B., Mysak Lawrence A., Wang Zhaomin Simulation of long-term future climate changes with the green McGill paleoclimate model: the next glacial inception // Climatic Change. 2006. Vol. 79(3–4). P. 381–401.
63. Crow C., Condie K. Geochemistry and origin of late Archean volcanics from the Ventersdorp supergroup, South Africa // Precam. Res. 1988. Vol. 42. P. 19–67.
64. Iron-formation: facts and problems / Eds. A.F. Trendall, R.C. Morris. Amsterdam etc.: Elsevier, 1983. 558 p.
65. Komiya T. M. Circulation through Time: Chemical Differentiation Within the Mantle and Secular Variation of Temperature and Composition of the Mantle // In «Superplumes: Beyond Plate Tectonics». / Eds. D.A. Yuen, Sh. Maruyama, Sh_i. Karato, B.F. Windley. The Netherland: Springer, 2007. P. 187–234.
66. Kulik D.A., Korzhnev M.N. Lithological and geochemical evidence of Fe and Mn pathways during deposition of Lower Proterozoic banded iron formation in the Krivoy Rog basin (Ukraine). Manganese Mineralization: Geochemistry and Mineralogy of Terrestrial and Marine Deposits // Geol. Soc. Spec. Publ. 1997. Vol.119. P. 43–80.

References

1. Adamenko O.M. Predaltajskaya vpadina i problema formirovaniya predgornyh opuskanij [Predaltayskaya depression and the problem of the formation of foothill depressions]. Novosibirsk: Nauka, 1976. 184 p. (in Russian).
2. Anan'ev A.R., Korzhnev V.N. Basarginskaya svita v Gornom Altaya i ee analogi v predelah Sibirskogo kontinenta Old Red Sandstone [Basarginskaya Formation in Gorny Altai and its analogues within the Siberian continent Old Red Sandstone] // Materialy po geologii Sibiri [Materials on the geology of Siberia] / Red. A.R. Anan'ev. Tomsk: Izd-vo TGU, 1983. P. 16–29. (in Russian).

3. Baryshnikov G.YA. Razvitie perekhodnyh zon gornyh sooruzhenij v kajnozoe (na primere Gornogo Altaya) [Development of transition zones of mountain structures in the Cenozoic (on the example of the Altai Mountains)]. Tomsk: TGU, 1992. 192 p. (in Russian).
4. Blavatskaya E. P. Tajnaya Doktrina. V 3-h tt [The Secret Doctrine: In 3 tt.]. Teosofskoe izdatel'stvo Ad'yar. 1991. (in Russian).
5. Vahromeev V.A., Radchenko G.P., Tahtadzhanyan A.L. Golosemennye i porkrytosemennye [Gymnosperms and porkrytosemennye] // Osnovy paleontologii [Fundamentals of Paleontology]. M.: Gostekhizdat, 1963. 243 p. (in Russian).
6. Vejrnar A.B., Najdin D.P., Kopaevich L.F., Alekseev A.S., Nazarov M.A. Metody analiza global'nyh katastroficheskikh sobytij pri detal'nyh stratigraficheskikh issledovaniyah [Methods of analysis of global catastrophic events in detailed stratigraphic studies]. M.: Izd-vo MGU, 1998. 190 p. (in Russian).
7. Vernadskij V. I. Ob usloviyah vozniknoveniya zhizni na Zemle [On the conditions of the emergence of life on Earth] // Izv. AN SSSR [Izvestia of the USSR Academy of Sciences]. 1931. no 5. 643 p. (in Russian).
8. Voda v zhizni rastenij. Kuznetsov A. [Water in the life of plants. Kuznetsov A.] / SKK «Viktoriya Agro». URL: <http://viktoriy.ru/voda-i-rasteniya> (accessed: 1.09.2021).
9. Volkov V.V. Osnovnye zakonomernosti geologicheskogo razvitiya Gornogo Altaya [Basic laws of geological development of the Altai Mountains]. Novosibirsk: Nauka, 1966. 161 p. (in Russian).
10. Vylcan I.A. Osadochnye formacii Gornogo Altaya [Sedimentary formations of the Altai Mountains]. Tomsk: TGU, 1974. 161 p. (in Russian).
11. Vylcan I.A. Flishoidnye formacii [Flishoid formations]. Tomsk: TGU, 1978. 208 p. (in Russian).
12. Gorai M. Evolyuciya rasshiryayushchejsya Zemli [Evolution of the expanding Earth]. M.: Nedra, 1984. 110 p. (in Russian).
13. Gurov E.P., Gozhik P.F. Impaktne krateroutvorennya v istorii Zemli [Impact krater formation in the history of the Earth]. Kiev.: IGN NAN Ukraïni, 2006. 218 p. (in Russian).
14. Gutak Ya.M. Stratigrafiya i istoriya razvitiya Altaya v devone i rannem karbone [Stratigraphy and history of the Altai development in the Devonian and Early Carboniferous]: Summary of Doctor (Dr. geol.-miner. nauk). Novokuzneck, 1997. 39 p. (in Russian).
15. Davydov Yu.V., Kazanskij Yu.P., Kataev V.N. O vliyanii organizmov na sostav morskoy vody [On the influence of organisms on the composition of sea water] // Sreda i zhizn' v

geologicheskom proshlom [Environment and life in the geological past]. Novosibirsk: Nauka, 1974. P.187–193. (in Russian).

16. Dobrecov N.L., Kidryashkin A.G., Kidryashkin A.A. Glubinnaya geodinamika [Deep geodynamics]. Novosibirsk: Izd-vo SO RAN, filial «GEO», 2001. 409 p. (in Russian).

17. Dobrecov N.L. Evolyuciya struktur Urala, Kazahstana, Tyan'-Shanya i Altae-Sayanskoy oblasti v Uralo-mongol'skom skladchatom poyase (Paleoaziatskij okean) [Evolution of the structures of the Urals, Kazakhstan, Tien Shan and Altai-Sayan region in the Ural-Mongolian folded belt (Paleoasiatic Ocean)] // *Geologiya i geofizika* [Geology and Geophysics]. 2003. T. 44, no 1–2. P. 5–27. (in Russian).

18. Dubatolov V.N. Zoogeografiya devonskih morej Evrazii [Zoogeography of the Devonian seas of Eurasia]. Novosibirsk: Nauka. 1972. 126 p. (in Russian).

19. Dubatolov V.N., Krasnov V.I. Paleogeografiya Zapadno-Sibirskogo morya v devonskij period [Paleogeography of the West Siberian Sea in the Devonian period] // *Geologiya i geofizika* [Geology and Geophysics]. 1993. T. 34, no 4. P. 27–36. (in Russian).

20. Dubatolov V.N., Krasnov V.I. Famenskij etap evolyucii geograficheskikh obstanovok Sibirskih morej [Famensky stage of evolution of geographical settings of the Siberian Seas] // *Geologiya i geofizika* [Geology and Geophysics]. 2000. T. 41, no 2. P. 239–255. (in Russian).

21. Zhukov V.V. BAT, kak energeticheskaya struktura rasteniya [BAP as the energy structure of a plant] // *K osnovam fizicheskogo vzaimodejstviya* [To the basics of physical interaction]. Dnepropetrovsk: MABET, 2005. P. 122–127. (in Russian).

22. Zonenshchajn L.P., Kuz'min M.I., Moralev V.M. Global'naya tektonika, magmatizm i metallogeniya [Global tectonics, magmatism and metallogeny]. M: Nedra, 1976. 231 p. (in Russian).

23. Kazarinov A.P. Mezozojskie i kajnozojskie otlozheniya Zapadnoj Sibiri [Mesozoic and Cenozoic deposits of Western Siberia]. M.: Gostoptekhizdat, 1958. 324 p. (in Russian).

24. Kirkinskij V.A. Mekhanizm i ciklichnost' global'nogo tektogeneza [Mechanism and cyclicity of global tectogenesis]. Novosibirsk: Nauka, 1987. 71 p. (in Russian).

25. Komarova L.A., Korzhnev V.N. Geoistoricheskij podhod k razrabotke filogenii sciarid (Diptera sciaridae) [Geohistorical approach to the development of sciarid phylogeny (Diptera sciaridae)] // *Biologicheskie problemy cheloveka i zhivotnyh. Bijsk, Izvestiya Altajskogo otdeleniya Russkogo geograficheskogo obshchestva* [Biological problems of man and animals. Bulletin of the Altai Branch of the Russian Geographical Society]. 2000. P. 68–84. (in Russian).

26. Kondi K.K. Arhejskie zelenokamennye poyasa [Archean greenstone belts]. M.: Mir, 1983. 390 p. (in Russian).

27. Korzhnev V.N. Problemy stratigrafii nizhnego i srednego i paleozoya severnoj chasti Gornogo Altaya [Problems of stratigraphy of the Lower and Middle and Paleozoic of the northern part of the Gorny Altai]. Barnaul: OOO «Pyat' plyus», 2021. 228 p. (in Russian).

28. Korzhnev V.N. Problema stratigraficheskogo i strukturnogo polozheniya metamorficheskikh kompleksov Gornogo Altaya [Problems of stratigraphy of the Lower and Middle and Paleozoic of the northern part of the Gorny Altai] // Izvestiya AKO RGO [Bulletin AB RGS]. 2019. no 4(55). P. 36–50. (in Russian).

29. Korzhnev V.N. Paleogeografiya poyavleniya komponentov flory protopteridievogo tipa [Paleogeography of the appearance of protopteridium-type flora components] // Stratigrafiya. Geologicheskaya korrelyatsiya Stratifrafiya. Geological Correlation [Stratigraphy. Geological correlation]. 2014. T. 22, no 5. P. 22–35. (in Russian).

30. Korzhnev V.N. O smene psilofitovoj flory prapaporotnikovoj v emse v Gornom Altae [On the change of the psilophytic flora of the paraferotnikova in the Ems in Gorny Altai] // Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta [Bulletin of the Tomsk State University]. 2011. no 353. P. 205–212. (in Russian).

31. Korzhnev V.N. Stratigrafiya kembrijskikh otlozhenij severo-vostochnoj chasti Gornogo Altaya [Stratigraphy of Cambrian deposits in the northeastern part of Gorny Altai] // Vestn. Tom. gos. un-ta [Bulletin of Tomsk State University]. 2012. no 363. P. 196–203. (in Russian).

32. Korzhnev V.N. Sobytiynaya skhema razvitiya Gornogo Altaya v pozdnem rifee i paleozoe [Event scheme of the Gorny Altai development in the Late Riphean and Paleozoic] // Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Obshchenauchnyj periodicheskij zhurnal. Byulleten' operativnoj nauchnoj informaciyu [Bulletin of Tomsk State University. General Scientific periodical journal. Bulletin of Operational Scientific Information]. 2004. no 29. P. 33–47. (in Russian).

33. Korzhnev V.N. Vulkanogenno-osadochnye formacii skladchatyh oblastej (na primere rifej-paleozojskikh otlozhenij Gornogo Altaya). Chast' 1. Geodinamicheskie ryady vulkanogenno-osadochnyh formacij [Volcanogenic-sedimentary formations of folded areas (on the example of the Riphean-Paleozoic deposits of the Altai Mountains). Part 1. Geodynamic series of volcanogenic-sedimentary formations]. Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta: Byulleten' operativnoj nauchnoj informacii [Bulletin of Tomsk State University: Bulletin of operational scientific information]. Tomsk: TGU, 2005. 170 p. (in Russian).

34. Korzhnev M.N. O zakonomernosti raspolozheniya krupnyh ranneproterozojskih zheleznorudnyh bassejnov [On the regularity of the location of large Early Proterozoic iron ore basins] // *Geologicheskij zhurnal* [Geological Journal]. 1991. no 1. P. 69–71. (in Russian).
35. Korzhnev M.N. Geologiya i usloviya nakopleniya tolshch ranneproterozojskih zhelezorudnyh bassejnov [Geology and conditions of accumulation of strata of Early Proterozoic iron ore basins]: Summary of Doctor (Dr. geol.-miner. nauk). Nauk. Kiev, 1993. 38 p. (in Russian).
36. Korzhnev M.N. Geotektonicheskie sledstviya dolgoperiodichnyh izmenenij klimata i ih rol' v massovom zhelezonakoplenii v rannem proterozoe [Geotectonic consequences of long-period climate changes and their role in mass iron accumulation in the Early Proterozoic] // *Doklady NAN Ukrainy* [Reports, NAS Ukraine]. 1998. no 5. P. 127–131. (in Russian).
37. Korotkov K.G., Villiams B., Visneski L.A. Entropiya i energiya v biologicheskikh sistemah. Biofizicheskie mekhanizmy aktivnosti "energeticheskikh" meridianov [Entropy and energy in biological systems. Biophysical mechanisms of activity of "energy" meridians] // *Soznanie i fizicheskaya real'nost'* [Consciousness and physical reality]. 2005. T. 10, no 5. P. 32–40. (in Russian).
38. Kuznecov V.V. Zemlya kak termodinamicheskaya Sistema [The Earth as a thermodynamic system] // *Geologi i geofizika* [Geologists and Geophysics]. 1998. T.39. P. 987–1007. (in Russian).
39. Kulikov K.A. Vrashchenie Zemli [Rotation of the Earth]. M.: Nedra, 1985. 159 p. (in Russian).
40. Maloletko A.M. Paleogeografiya Predaltajskoj chasti Zapadnoj Sibiri v mezozoe i kajnozoe [Paleogeography of the Pre-Altai part of Western Siberia in the Mesozoic and Cenozoic]. Tomsk: TGU, 1972. 229 p. (in Russian).
41. Milankovich M. Matematicheskaya klimatologiya i astronomicheskaya teoriya kolebanij klimata [Mathematical climatology and astronomical theory of climate fluctuations]. M., Leningrad: "GONTI, Red. tekhn.-teoret. lit-ry", 1939. 208 p. (in Russian).
42. Mit'kovskij A. Fizicheskie prichiny izmeneniya klimata [Physical causes of climate change]. URL: <http://www.mitkovskiy.narod.ru> (accessed: 1.09.2021).
43. Monin A.S. Sorohtin O.G. Evolyuciya okeanov i metallogeniya dokembriya [Ocean evolution and Precambrian metallogeny] // *Doklady AN SSSR* [Reports of the USSR Academy of Sciences]. 1982. T. 264, no 6. P. 1453–1457. (in Russian).
44. Parenago P.P. O gravitacionnom potentsiale Galaktiki [On the gravitational potential of the Galaxy] // *Astron. Zhurnal* [Astron. journal]. 1952. T. 29, no 3. P. 245–287. (in Russian).

45. Parnachev V.P., Vylcan I.A., Makarenko N.A. i dr. Devonskie riftogennyye formacii yuga Sibiri [Devonian rift formations of southern Siberia]. Tomsk: Izd-vo TGU, 1996. 239 p. (in Russian).
46. Porcevsij A.K. Fizika Zemli [Physics of the Earth]. M.: MGU. 2005. 180 p. (in Russian).
47. Resheniya Vsesoyuznogo stratigraficheskogo soveshchaniya po dokembriyu i paleozoyu v chetvertichnoj sisteme Srednej Sibiri [Decisions of the All-Union Stratigraphic Meeting on the Precambrian and Paleozoic and Quaternary system of Central Siberia]. Ch. 1. Verhnij dokembrij i nizhnej paleozoj [Part 1. Upper Precambrian and Lower Paleozoic]. Novosibirsk, 1983. 215 p. (in Russian).
48. Reshenie Vsesoyuznogo soveshchaniya po razrabotke unificirovannyh stratigraficheskikh skhem dokembriya, paleozoya i chetvertichnoj sisteme Srednej Sibiri [Decision of the All-Union Meeting on the development of unified stratigraphic schemes of the Precambrian, Paleozoic and Quaternary system of Central Siberia]. Ch. 2. Srednij i verhnij paleozoj [Part II. (Middle and Upper Paleozoic)]. Novosibirsk, 1982. 130 p. (in Russian).
49. Rudoj A.N. Gornye lednikovo-podprudnye ozera yuzhnoj Sibiri i ih valiyaniye na formirovaniye i rezhim vnutrikontinental'nyh sistem stoka severnoj Azii v pozdnem plejstocene [Mountain glacial-podprudnye lakes of Southern Siberia and their impact on the formation and regime of intracontinental runoff systems of Northern Asia in the Late Pleistocene] // Sovremennyye problemy geografii i prirodopol'zovaniya no 1. [Modern problems of geography and nature management]. Barnaul: AGU, 1999. P. 3–18. (in Russian).
50. Simakov Yu. Informacionnoye pole zhizni [Information field of life] // Himiya i zhizn' [Chemistry and Life]. 1983. no 3. P. 88–92. (in Russian).
51. Sorohtin O. G. Priroda krupnomasshtabnoj konvekcii [The nature of large-scale convection] / Planeta Zemlya [Planet Earth]. URL: <http://www.gemp.ru/article/261.html> (accessed: 1.09.2021).
52. Starickij Yu.G. Zhizn' rasshiryayushcheysya Zemli [Life of the expanding Earth]. Sankt-Peterburg: VSEGEI, 1998. 10 p. (in Russian).
53. Stashkov G.M. Ispol'zovanie periodichnosti tektonicheskikh processov dlya postroeniya raschetnoj geohronologicheskoy shkaly [Using the periodicity of tectonic processes for constructing a calculated geochronological scale] // Osnovnyye teoreticheskie voprosy ciklichnosti sedimentogeneza [Basic theoretical question of cyclical sedimentogenesis]. M.: Nauka, 1977. P. 137–148. (in Russian).
54. Tamrazyan G.P. Nekotorye glavnejshie planetarnyye tektonicheskie zakonomernosti i ih prichinnyye svyazi [Some major planetary tectonic patterns and their causal connections] //

Izv. vuzov. Geologiya i razvedka [News of universities. Geology and Exploration]. 1967. no 11. P. 3–16. (in Russian).

55. Urazaev A.K. Planetarnye faktory geologicheskikh processov [Planetary factors of geological processes]: Summary of Doctor (Dr. geol.-miner. nauk). Sankt-Peterburg, 1996. 36 p. (in Russian).

56. Hain V.E. Osnovnye problemy sovremennoj geologii (geologiya na poroge XXI veka) [The main problems of modern geology (geology on the threshold of the XXI century)]. M.: Nauka, 1994. 189 p. (in Russian).

57. Hain V.E. Osnovnye problemy sovremennoj geologii [The main problems of modern geology]. M.: Nauchnyj mir, 2003. 348 p. (in Russian).

58. Chudinov Yu.V. Geologiya aktivnykh okeanicheskikh okrain i global'naya tektonika [Geology of active oceanic margins and global tectonics]. M.: Nedra, 1986. 248 p. (in Russian).

59. Chumakov N.M. Periodichnost' glavnykh lednikovyykh sobytij i ih korrelyatsiya s endogennoj aktivnost'yu Zemli [Periodicity of major glacial events and their correlation with the endogenous activity of the Earth] // Doklady Akademii Nauk [Reports of the Academy of Sciences]. 2001a. T. 378, no 5. P. 656–659. (in Russian).

60. Chumakov N.M. Obshchaya napravlennost' klimaticheskikh izmenenij na Zemle za poslednie 3 milliarda let [The general direction of climate change on Earth over the past 3 billion years] // Doklady Akademii Nauk [Reports of the Academy of Sciences]. 2001b. T. 381, no 5. P. 652–655. (in Russian).

61. Yasamanov N.A. Drevnie klimaty Zemli: monografiya [Ancient climates of the Earth]. L.: Gidrometeoizdat, 1985. 295 p. (in Russian).

62. Cochelin Anne-Sophie B., Mysak Lawrence A., Wang Zhaomin Simulation of long-term future climate changes with the green McGill paleoclimate model: the next glacial inception // Climatic Change. 2006. Vol. 79 (3–4). P. 381–401.

63. Crow S., Condie K. Geochemistry and origin of late Archean volcanics from the Ventersdorp supergroup, South Africa // Precam. Res. 1988. Vol. 42. P. 19–67.

64. Iron-formation: facts and problems / Eds. A.F. Trendall, R.C. Morris. Amsterdam etc.: Elsevier, 1983. 558 p.

65. Komiya T. M. Circulation through Time: Chemical Differentiation Within the Mantle and Secular Variation of Temperature and Composition of the Mantle // In «Superplumes: Beyond Plate Tectonics». / Eds. D.A. Yuen, Sh. Maruyama, Sh_i. Karato, B.F. Windley. The Netherland: Springer, 2007. P. 187–234.

66. Kulik D.A., Korzhnev M.N. Lithological and geochemical evidence of Fe and Mn pathways during deposition of Lower Proterozoic banded iron formation in the Krivoy Rog basin (Ukraine). *Manganese Mineralization: Geochemistry and Mineralogy of Terrestrial and Marine Deposits* // Geol. Soc. Spec. Publ. 1997. Vol.119. P. 43–80.

CYCLICITY OF GEOLOGICAL PROCESSES AND EVOLUTION OF LIVING MATTER

M. N. Korzhnev¹, V. N. Korzhnev²

¹ Institute of Telecommunications and Global Information Space, National Academy of Sciences of Ukraine, Kiev,

² Altai regional branch of the Russian geographical society, Biisk,

E-mail: viktorkorzhnev@mail.ru

The evolution of living matter on our planet is closely related precisely to the cyclical manifestation of geological processes that changed the conditions of the natural environment. With global environmental disasters associated with the fall of large meteorites, large-scale manifestations of tectonic processes, magmatism or the onset of global glaciations, such changes made the existence of most biological species almost impossible. Relatively stable conditions for living organisms on our planet have been and are being provided by living matter itself. The emergence of living matter at a fairly early stage in the development of our planet and the appearance of oxygen led to the deposition of huge masses of iron from ocean waters, which began at the end of the Archean and ended in the early Proterozoic (the accumulation of iron 2950, 2450 and 1950 million years ago). Due to the cyclical manifestation of the change in the system of mantle convection, the epochs of iron accumulation and granite formation are separated in space. Analysis of the Riphean-Paleozoic geological history of Altai mountains region confirms the relationship between global glaciations and geological processes that occur almost simultaneously. The leading role in the change of polar compression epochs and extension belongs to global glaciations, which were repeated with a periodicity of 140-160 Ma.

Key words: global climatic and galactic cycles; development of the organic world; glaciations of the Proterozoic and Phanerozoic; ferruginous-siliceous formations of the Precambrian; tectonic movements; paleogeographic reconstructions; Altai.

Received September 29, 2021

Сведения об авторах

Коржнев Михаил Николаевич – доктор геолого-минералогических наук, профессор, ведущий научный сотрудник Института телекоммуникаций и глобального информационного пространства НАН. Украина, 03186, г. Киев, Чоколовский бульвар, 13. Email: mnkorzhnev@gmail.com.

Коржнев Виктор Николаевич – кандидат геолого-минералогических наук, доцент, председатель бийского отделения АКО ВОО РГО. Россия, 659333, г. Бийск, ул. Короленко, 53. E-mail: viktorkorzhnev@mail.ru.

Information about the authors

Korzhnev Mikhail Nikolaevich – Dr. geology-mineralogical of sciences, Professor, Leading Researcher of the Institute of Telecommunications and Global Information Space, National Academy of Sciences of Ukraine. Chokolovskaya St., 03186, Kiev, Ukraine. Email: mnkorzhnev@gmail.com.

Korzhnev Viktor Nikolaevich – Candidate geology-mineralogical of sciences, Professor, Chairman of the Biysk Department AB RGS. 53, Korolenko St., 659333, Biysk, Russia. E-mail: viktorkorzhnev@mail.ru.