ГЕОДИНАМИЧЕСКИЕ РЕЖИМЫ, ЦИКЛИЧНОСТЬ И СИНХРОННОСТЬ ИХ ПРОЯВЛЕНИЯ В ИСТОРИИ РАЗВИТИЯ ЗЕМЛИ (на примере Алтайского звена Центрально-Азиатского складчатого пояса)

Ю.А. Туркин
АО «Горно-Алтайская экспедиция», с. Малоенисейское

ВВЕДЕНИЕ

Противостояние принципиальных сторонников различных геотектонических концепций, главным образом откровенно альтернативных фиксистских (контракции или расширения) и мобилистских, имевшее место в начале и середине прошлого века, в настоящее время, видимо, уменьшило свою остроту. В какой-то степени это, вероятно, произошло в связи с появлением новых гипотез (например, пульсационных и тектоники глобальных вращений) и с бурно развиваемыми многими геологами идеями концепции плюм-тектоники, только отчасти согласующейся с уже традиционными плейт-тектоническими и другими геотектоническими воззрениями, но уже более затрагивающей глубинную геодинамику. А по известному высказыванию Луи де Бройля, мы должны считать подлинным обобщением только такую гипотезу, которая не отвергает предшествующие гипотезы, а превращает их в частные случаи.

Несмотря на то, что по имеющимся и в целом полностью признаваемым научным сообществом определениям геодинамики как науки, изучающей глубинные силы и процессы, возникающие в результате эволюции Земли как планеты [Планета Земля…, 2004], ни фиксистские, ни плейт-тектонические, ни плюм-тектонические концепции практически не рассматривают причинно-следственные связи геодинамических процессов в данном контексте, а именно «как планеты», то есть космического тела в системе Галактика-Солнечная система-планета Земля. Но данный аспект учитывается в ряде других менее популярных геотектонических концепций, в частности в ротационной гипотезе [Уразаев, 1991], согласно которой галактический год продолжительностью 180-220 млн лет (215 млн лет по Н.А. Ясаманову) делится на циклы (как фазы разрядки ротационных напряжений) по 30-40 млн лет (Солнечная система в перигалактии с максимумом тектонической активности), 85 млн лет (ее нахождении в апогалактии) с двумя периодами по 50 млн лет. Но применимость ротационной гипотезы и близкой ей ротационно-флюидной концепции к построениям конкретных геодинамических моделей вызывает большие трудности, в том числе из-за расхождений в определении возрастных диапазонов выделяемых циклов (по разным авторам) и их геодинамической интерпретации.

По нашему мнению, более интересна в плане применимости к литосферным и глубинным земным процессам гипотеза геогалактических пульсаций Земли в одной из ее последних интерпретаций [Епифанов, 2012], учитывающей положение Земли в космическом пространстве. Согласно ее положениям, длительность полной геогалактической пульсации первого ранга составляет 432 млн лет, а ее полупериоды, соответствующие сменяющим друг друга циклам сжатия и расширения (216 млн лет), рассматриваются как сидерический галактический год – время обращения Земли в составе Солнечной системы вокруг центра нашей галактики. Вместе с тем, по разным, в том числе астрономическим, данным [Панкуль, 1968; Паренаго, 1958], выделены геогалактические пульсации второго ранга длительностью 86,4 млн лет с полуциклами или фазами сжатия и расширения продолжительностью 43,2 млн лет, что соответствует фазе однонаправленного движения Земли при пересечении плоскости галактики. При этом выделенные геопульсации в целом согласуются с вышеупомянутыми циклами или фазами ротационной разрядки по ротационной гипотезе (по [Уразаев, 1991]).

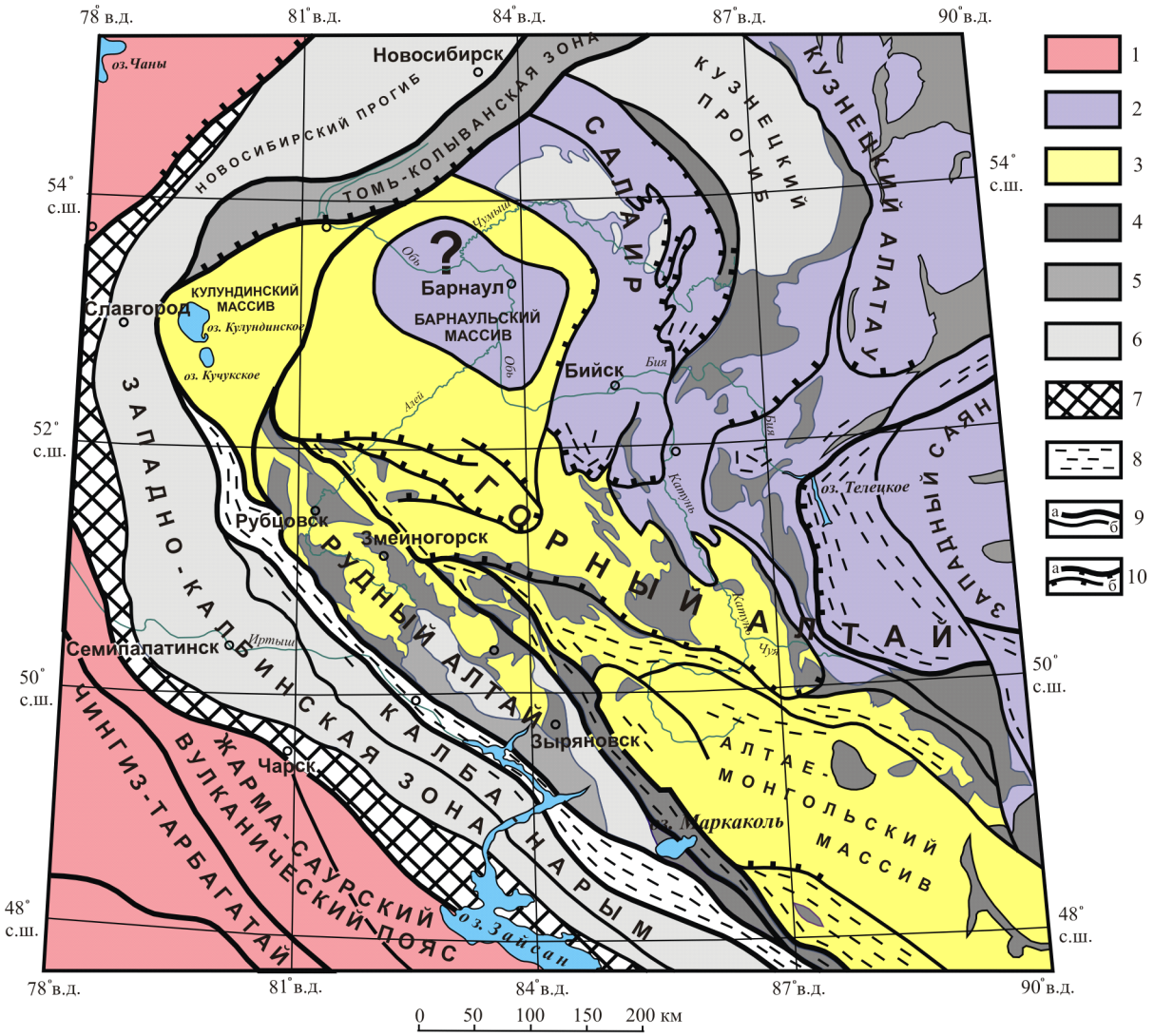

Рис. 1. Обзорная схема структурно-тектонического районирования Алтая и смежных регионов (составлена с использованием материалов Г.Н. Щербы, Б.А. Дьячкова, Г.А. Бабина, С.П. Шокальского и др.).

1 - структуры окраин Казахстанского континента; 2-3 - структуры окраин Сибирского континента (2 - салаирские, 3 - каледонские); 4-6 - наложенные герцинские прогибы (4 - ранне-среднедевонские, 5 - позднедевонские, 6 - позднедевонско-каменноугольные); 7 - Чарская зона; 8 - зоны метаморфизма (на белом фоне - Иртышская зона смятия); 9 - тектонические швы (а - главные, б - второстепенные); 10 - зоны надвигов, границы аллохтонов (а - главные, б - второстепенные).

В Алтайском регионе, по геологическим данным [Туркин, Федак, 2008; Федак и др., 2011] и по результатам геодинамического анализа, выделены этапы геологического (геотектонического) развития, характеризующиеся определенными геодинамическими режимами в контексте концепции тектоники литосферных плит. Прежде всего, обращает на себя внимание то обстоятельство, что все выделяемые этапы примерно равны по продолжительности (80-90 млн лет), как и составляющие их спаренные стадии с различными геодинамическими режимами (40-45 млн лет). При этом не трудно увидеть совпадение длительности данных этапов и стадий с продолжительностью выделяемых (по [Епифанов, 2012]) геогалактических пульсаций Земли (циклами и полуциклами сжатия-растяжения) второго ранга, а периода активного формирования Алтайского аккреционно-коллизионного орогена от позднего докембрия до перми (от раскрытия Палеоазиатского океана до межконтинентальной коллизии) - полупериоду геогалактической пульсации первого ранга. В этой связи це-

лью данной статьи является более подробный анализ синхронности основных геологических событий, этапов и стадий развития Алтайского и смежных с ним регионов циклам сжатия-расширения выделенных геопульсаций Земли, а также соответствия последних периодам повышенной и пониженной мантийной плюмовой активности (по [Добрецов, 2011; Кузьмин, 2011]).

ЭТАПЫ ФОРМИРОВАНИЯ СТРУКТУР АЛТАЙСКОГО РЕГИОНА В ПАЛЕОЗОЕ

Выделение этапов геологического развития Алтая проведено на основе многолетних исследований по результатам геологосъемочных и картосоставительских работ разных масштабов и структурно-тектонического районирования территории. При этом совершенно определенно выделяются девять этапов, три структурных этажа и соответствующих им крупных циклов формирования геологических структур Алтайского и смежного с ним регионов продолжительностью 160-180 млн лет в венде – раннем ордовике (островодужного), среднем ордовике – раннем карбоне (окраинно-континентального) и в среднем карбоне – юре (коллизионно-внутриплитного), в течение которых был, в основном, создан акреционно-коллизионный структурный ансамбль Алтайской окраины Сибирского континента (рис. 1). Согласно имеющимся представлениям [Хаин, 2001; Планета Земля, 2004], весь этот период соответствует циклу Вильсона (750-200 млн лет), а составляющие его более дробные циклы – циклам Бертрана. В то же время, активные тектонические события на Алтае были в основном завершены в пермское время (около 270 млн лет) в результате коллизии Сибирского, Казахстанского и Восточно-Европейского кратонов, а начало формирования алтайских структур может быть соотнесено с периодом раскрытия Палеоазиатского океана после раскола суперконтинента Родинии (750-720 млн лет), то есть весь возрастной диапазон этих событий достаточно точно соответствует полной геогалактической пульсации первого ранга по В.А. Епифанову [2012] (рис. 2).

Как уже отмечено, при совмещении схемы этапности развития геологических структур Алтая и схемы пульсационного развития Земли по В.А. Епифанову [Епифанов, 2012] установлено соответствие длительности (80-90 млн лет) и возрастных рубежей выделенных этапов развития алтайских структур и геопульсаций второго ранга (по В.А. Епифанову). Последние имеют продолжительность 86,4 млн лет и включают фазы (импульсы) сжатия и расширения длительностью 43,2 млн лет, в нашем случае отчетливо коррелирующиеся со стадиями геологического развития (рис. 2). Эти импульсы протекают на фоне более продолжительных фаз сжатия и растяжения геогалактических пульсаций первого ранга. Можно предполагать их взаимодействие с усилением или ослаблением фаз сжатия или расширения геопульсаций второго ранга. Первые, таким образом, будут некомпенсированными, а вторые – частично или полностью компенсированными. На рисунке 2 (столбец 6) первые показаны оранжевым цветом, а вторые – синим.

Также, наверное, не является случайной синхронизация выделенных этапов и стадий геологического развития Алтая фазам складчатости (фазам тектогенеза), выделенным по обобщенным данным для всей планеты [Милановский, 1978; Хаин, 2001; Планета Земля…, 2004]. При этом существует определенная цикличность и периодичность проявлений эмпирически установленных фаз складчатости, повторяющихся через примерно равные промежутки времени. Интервалы между выделенными фазами составляют 40-50 млн лет, как и продолжительность выделенных для Алтайского региона стадий геологического развития. При этом этапам, каждый из которых состоит из двух таких стадий (стадии сжатия и стадии растяжения), соответствует пара фаз складчатости (по Е.Е. Милановскому), неравнозначных по интенсивности и геодинамической природе. Первая, более ранняя, – активная или

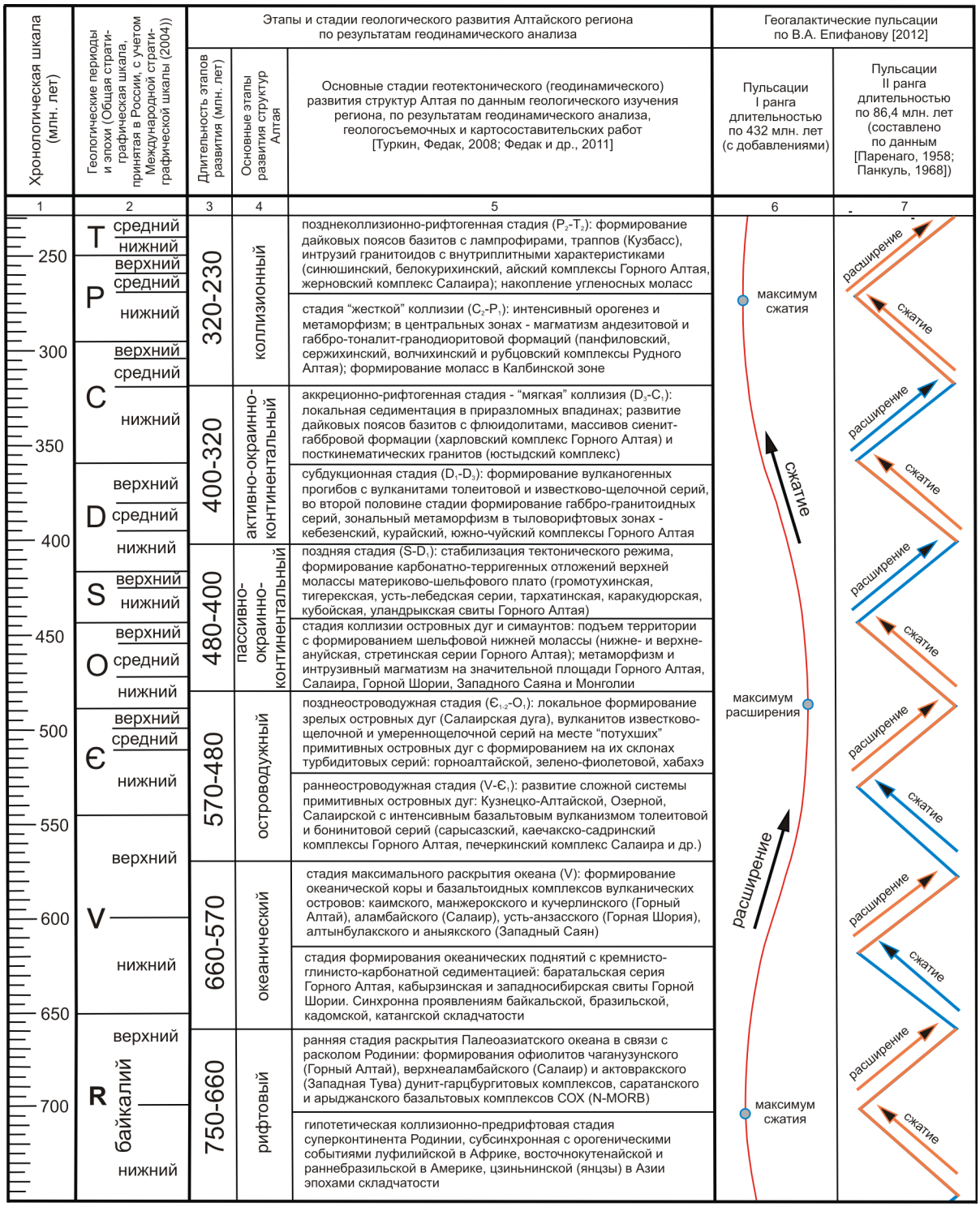

Рис. 2. Схема соотношения геогалактических пульсаций и этапов геологического развития структур Алтайского региона в докембрии и палеозое по плитотектонической концепции.

транспрессивная - фаза тектогенеза (собственно фаза складчатости) характеризуется интенсивными складчатыми деформациями, динамотермальным и дислокационным метаморфизмом, интенсивным синдеформационным магматизмом, общим относительным воздыманием территории и широким развитием горизонтальных тектонических движений. Вторая, более поздняя, – пассивная или транстенсивная - фаза тектогенеза развивается на фоне общего или компенсированного расширения и характеризуется слабыми складчатыми деформациями, связанными в основном со сбросо-сдвиговыми дислокационными и рифто-

генными процессами, ограниченным посткинематическим магматизмом, «развалом» орогена. И те, и другие в геологических разрезах будут фиксироваться несогласиями, вызванными усложнением тектонических движений, что соответствует их определениям как фаз складчатости [Планета Земля…, 2004]. В Алтайском и смежных с ним регионах цикличность и равнопериодичность проявления фаз складчатости выражены достаточно определенно. Транспрессивные фазы также различны по интенсивности и роли в геологическом развитии, а наиболее интенсивные соответствуют фазам некомпенсированного сжатия: таконской, тельбесской и уральской.

Рифтовый этап в истории геологического развития Алтая, в значительной степени предполагаемый в позднем рифее, может быть подразделен на гипотетическую предрифтовую в раннем байкалии (750-705 млн лет) и собственно рифтовую в позднем байкалии (705-660 млн лет) стадии. Первая, ранняя, стадия соответствует фазе некомпенсированного сжатия в геопульсациях второго ранга (по В.А. Епифанову) и синхронизируется с орогеническими событиями луфилийской, восточнокутенайской, раннебразильской, цзиньнинской (янцзы) фаз складчатости в других регионах Земли. Окончание первой стадии данного этапа согласуется с периодом максимального сжатия Земли в геогалактических пульсациях первого ранга и сменой режима сжатия и напряженного состояния общим расширением. Поздняя рифтовая стадия как ранняя стадия раскрытия Палеоазиатского океана в целом соответствует фазе некомпенсированного расширения в геопульсациях второго ранга. В геологических структурах Алтая она проявлена наличием позднерифейских офиолитовых комплексов и базальтов срединно-океанических хребтов (СОХ).

Океанический этап развития структур Алтая и смежных с ним регионов (660-570 млн лет) в соответствии с фазами пульсаций второго ранга может быть подразделен на раннюю стадию компенсированного (на фоне расширения геопульсации первого ранга) сжатия и позднюю стадию некомпенсированного расширения, подобную по геодинамике поздней стадии рифтового этапа.

Вероятно, к ранней стадии сжатия при продолжающемся раскрытии Палеоазиатского океана в Алтайском и смежном с ним регионах приурочено формирование океанических поднятий с существенно карбонатной седиментацией (рис. 2) – баратальской и сунгайской серий, кабырзинской и западносибирской свит (R_3-V), в качестве комплексов основания вошедших в состав в последствии аккретированных симаунтов. Синхронно с этой стадией сжатия в других регионах Земли проявлены байкальская, бразильская, кадомская, катангская фазы складчатости.

Поздняя стадия океанического этапа (615-570 млн лет) как типичная экспансионная фаза развития планеты представляет собой стадию максимального раскрытия Палеоазиатского океана. В это время сформирован основной объем палеоокеанической коры Алтайского региона, а также, в условиях ее интенсивного растяжения, вероятно, большей частью в пределах уже существующих карбонатных океанических поднятий и как зоны рассеянного рифтогенеза, были заложены структуры океанических вулканических островов, позднее обособленные как Курайско-Баратальский, Катунский, Бийский, Сунгайско-Аламбайский и другие более мелкие симаунты. Для этого периода характерен интенсивный базальтовый магматизм с формированием пород пикрит-базальтовой, умереннощелочной, высококалиевой известково-щелочной и щелочной оливин-базальтовой (гавайит-муджиеритовой) серий.

Островодужный этап развития региона (570-480 млн лет) с конца венда до начала ордовика в целом соответствует следующей геопульсации второго ранга, включающей более раннюю фазу компенсированного (и, вероятно, дифференцированного в масштабе планеты) сжатия и фазу некомпенсированного расширения с достижением в конце этапа периода («точки») максимального расширения Земли.

На ранней стадии данного этапа (венд – ранний кембрий) в условиях сжатия происходило заложение и развитие сложной системы примитивных, вероятно амальгамированных

энсиматических островных дуг (рис. 2). Для данного периода развития алтайских структур также характерен интенсивный базальтовый вулканизм, но, в отличие от предыдущей стадии, другого типа – доминирующей толеитовой, марианит-бонинитовой и, менее, низкокалиевой известково-щелочной серий. Возможно, к концу данной стадии (байкальской фазе тектогенеза) можно отнести проявления начального метаморфизма и протометаморфизма сформированных породных комплексов.

На второй, позднеостроводужной стадии (525-480 млн лет) с конца раннего кембрия до середины раннего ордовика, соответствующей фазе некомпенсированного расширения, в Алтайском регионе продолжилось уже значительно более локальное формирование относительно зрелых островных дуг. Синхронно происходило формирование на их склонах в периокеанической области обширных бассейнов однообразных по составу от Салаира до Монголии склоновых терригенных турбидитов. Можно предполагать, что дальнейшее развитие островных дуг было остановлено в связи с прекращением сжатия и интенсивной транстенсией, а рифтогенные процессы растяжения обеспечили мощный прогрев коры за счет мантийных источников. В связи с этим к данной стадии в позднем кембрии – раннем ордовике приурочен максимум интрузивной активности и гранитообразования как на Алтае, так и в смежных регионах [Руднев, 2013]. В целом эта стадия синхронизируется с Салаирской фазой складчатости, являющейся характерным примером транстенсивной фазы тектогенеза с формированием структур рифтогенного типа. На Салаире в этот период времени формировались вулканиты известково-щелочной и умереннощелочной (риолит-трахибазальтовые орлиногорско-ариничевский и чебуринско-краснянский комплексы с латитами и трахитами), реже шошонитовой (ускучский комплекс) серий, сосредоточенные в линейных зонах, перемещающихся с троговыми впадинами с лавинной турбидитовой седиментацией (зеленофиолетовая серия). В целом данная фаза складчатости соответствует максимуму расширения Земли в геопульсациях первого ранга (по В.А. Епифанову) (рис. 2) с предполагаемым в это время (вторая половина фазы) раскрытием Уральского, Туркестанского и Обь-Зайсанского океанов [Добрецов, Буслов, 2011]. При этом она синхронизируется только с локально проявленными относительно слабыми орогеническими событиями в Европе (сардская фаза) и Австралии (деламирийская фаза) и не имеет своих возрастных аналогов в Америке.

Пассивно-окраинно-континентальный этап (480-400 млн лет) синхронен следующей геопульсации второго ранга и разделяется на две также равные по длительности, но контрастные по геодинамике стадии; первая (коллизионная, ордовикская) соответствует фазе некомпенсированного сжатия, вторая (стабилизации, силурийско-раннедевонская) – фазе компенсированного расширения.

Первая стадия с конца раннего ордовика до начала силура (480-440 млн лет) является ключевой для формирования каледонского орогена и характеризуется интенсивными аккреционно-коллизионными событиями на обширных пространствах от Казахстана до Байкала и Центральной Монголии. По данным термохронологических исследований А.В. Травина [Травин, 2016], в основном на этот период времени приходится аккреция новообразованных структур Палеоазиатского океана в интервале 460-505 млн лет. В Алтайском регионе фазе некомпенсированного сжатия соответствует достаточно длительный период коллизии раннекембрийских и кембро-ордовикских островных дуг, вендских океанических симаунтов и периокеанических турбидитовых блоков [Берзин и др., 1994], сопровождающейся общим обмелением осадочных бассейнов с формированием фациально изменчивых нижнемолассовых толщ карбонатно-терригенной формации в пределах резко расчлененного шельфа и, менее, континентального склона. По имеющимся данным, к этому периоду времени относиться и формирование значительной части метаморфических комплексов Алтая [Гусев, 2013], а также относительно интенсивное гранитообразование с формированием крупных батолитов гранитоидов монцонитоидного типа (А-типа) [Руднев, 2013]. В плане-

тарном масштабе эта стадия соответствует интенсивно проявленной в Азии и Америке таконской фазе складчатости, синхронизируясь с грампианской фазой тектогенеза Европы и бенамбранской фазой складчатости Австралии. В течение всего ордовикского периода происходит сокращение океанических пространств и закрытие краевых морей между материками, в том числе Сибирским и Казахстанским

Поздняя силурийско-раннедевонская (440-400 млн лет) стадия пассивно-окраинно-континентального этапа соответствует фазе расширения геопульсации второго ранга на фоне общего сжатия Земли (геопульсации первого ранга). В Алтайском регионе это - амагматичная стадия стабилизации тектонического режима с доминированием карбонатно-терригенной седиментации в пределах обширного бассейна материково-шельфового плато (Горный Алтай) и узкого континентального склона (Рудный Алтай) пассивной окраины Сибирского континента. К концу стадии на большей площади преобладало прибрежно-морское и континентальное осадконакопление озерно-аллювиальных равнин и внутренних морей - олигомиктовой и галечно-песчаной формаций. В целом эта стадия синхронизируется с позднекаледонской фазой складчатости в позднем силуре, выделенной В.П. Нехоровышевым на основании представлений об отсутствии на Алтае морского нижнего девона. Во многих регионах мира (Южная Азия, Южная и Северная Америка) ее проявление не фиксируется. Выделение в Европе субсинхронной арденской (скандской) фазы складчатости также скорее связано с проявленностью рифтогенных процессов. В то же время для данного периода предполагается максимальное раскрытие Уральского океана и начало раскрытия палеоокеана Палеотетис [Добрецов, Буслов, 2011].

Активно-окраинно-континентальный этап (400-320 млн лет) включает также различные по геодинамике и равные по длительности субдукционную, соответствующую фазе некомпенсированного сжатия (ранний – поздний девон), и аккреционно-рифтогенную, соответствующую фазе компенсированного (или частично компенсированного) расширения (поздний девон – ранний карбон), стадии. Начало данного этапа ознаменовано кардинальной структурной перестройкой в эмсское время, когда, по мнению многих исследователей Алтая и смежных регионов [Берзин и др, 1994], под окраинно-континентальные структуры предшествующего этапа была заложена сейсмофокальная зона (зона субдукции) в районе Иртышской зоны смятия.

На всем протяжении ранней стадии от Рудного Алтая до Западного Саяна в условиях интенсивного сжатия шло формирование локальных наложенных вулканогенных прогибов с вулканитами толеитовой, известково-щелочной и бимодальных серий (с зональностью от формации натриевых риолитов в рудном Алтае до андезитовой формации в центральной части Горного Алтая и контрастной базальт-риолитовой формации повышенной щелочности в тыловорифтовых зонах на востоке региона). Во второй половине стадии широко проявлены габбро-гранитоидный интрузивный магматизм с гранитоидами I- и S-типов (локально А-типа) и порфировыми комплексами повышенной щелочности. Также достаточно интенсивно проявлены метаморфические процессы, что фиксируется, в частности в южночуйском полиметаморфическом комплексе (380-386 млн лет). Эта стадия в целом соответствует тельбесской фазе складчатости как одной из самых интенсивных и для Алтая, и для других регионов Земли, синхронизируясь с бретонской и свальбардской фазами складчатости в Европе, антлерской и аккадской фазами Северной Америки.

На поздней (аккреционно-рифтогенной) стадии данного этапа (360-320 млн лет) после смены сжатия режимом слабого растяжения установились геодинамические условия «мягкой» коллизии и стабилизации тектонического режима. Сформированные в этот период времени (конец позднего девона – ранний карбон) наиболее характерные структурно-вещественные комплексы представлены отложениями приразломных впадин и грабенов, автономными гипабиссальными базитовыми силлово-дайковыми комплексами с флюидолитами и редкими массивами сиенит-габбровой формации, для которых определен изотоп-

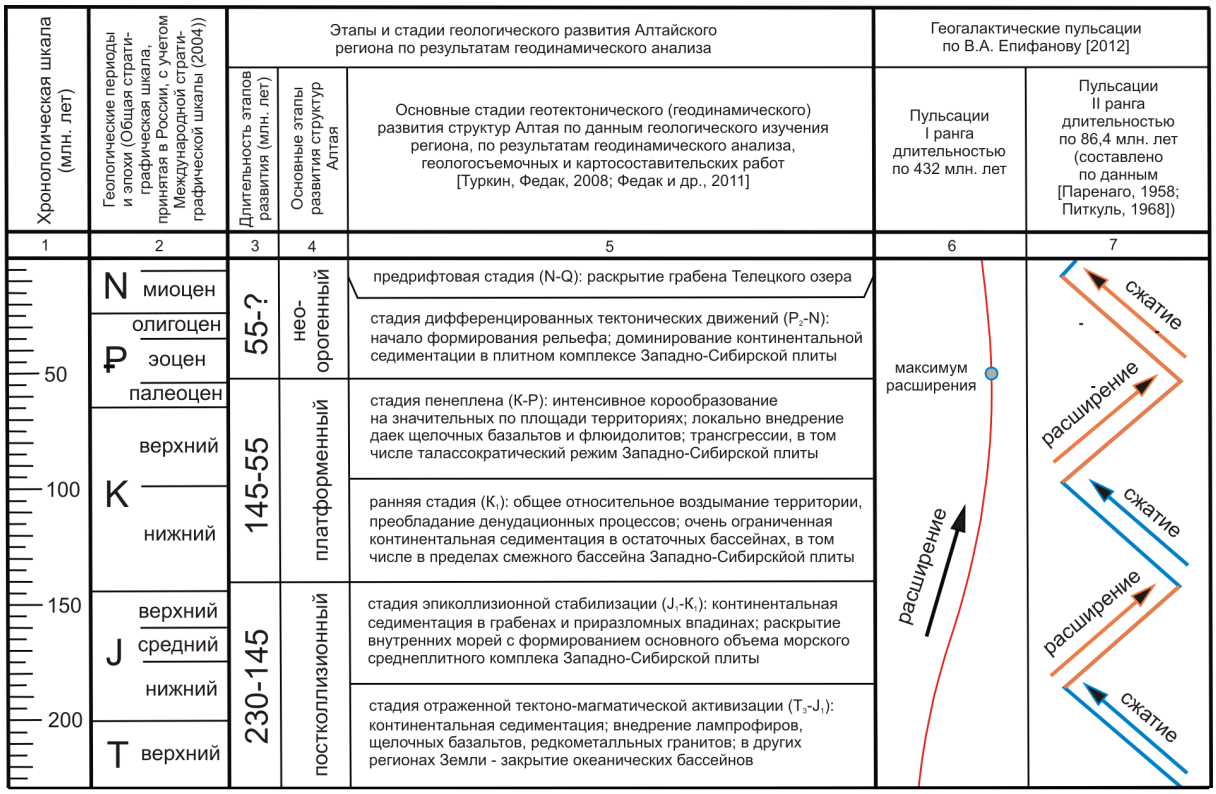

Рис. 3. Схема соотношения геогалактических пульсаций и этапов геологического развития структур Алтайского региона в мезозое и кайнозое по плитотектонической концепции.

ный возраст в интервале 325,2-339,7 млн. лет. На протяжении всего раннего карбона в Алтайском регионе сохранялся квазиплатформенный режим растяжения с локальным рассеянным рифтогенезом. В целом же данная стадия соответствует саурской фазе складчатости, выделенной на Алтае В.П. Нехорошевым и в настоящее время казахстанскими геологами трактуемой как пред-раннеколлизионная стадия в противовес собственно коллизионной со среднего карбона до ранней перми [Большой Алтай…, 1998]. В планетарном масштабе саурская фаза складчатости не имеет своих возрастных аналогов в Европе и Америке, то есть не является фазой активного тектогенеза, но, по данным [Добрецов, Буслов, 2011], субсинхронна одной из эпох активного образования океанической коры (380-320 млн лет) с раскрытием новой генерации Уральского океана и Палеотетиса.

Коллизионный этап (320-230 млн лет) совершенно отчетливо подразделяется на две контрастные по геодинамическому режиму стадии; на рисунке 2 первая (средний карбон – ранняя пермь) соответствует фазе некомпенсированного сжатия, а вторая (средняя пермь – средний триас) – фазе некомпенсированного растяжения.

Ранняя стадия в среднем-позднем карбоне и ранней перми (320-275 млн лет) фиксирует период «жесткой» (континентальной) коллизии – интенсивной складчатости, метаморфизма, локального (в центральных зонах) формирования вулкано-плутонических ассоциаций (рис. 2), а также синколлизионной гранитовой формаций (калбинский комплекс). Интенсивный метаморфизм этого периода максимально проявлен как в центральных зонах коллизии в Иртышской зоне смятия, так и в более внутренних частях АССО (белокурихинский, курайский и другие полиметаморфические комплексы). Окончание данной стадии соответствует периоду («точке») максимального сжатия Земли в геогалактических пульсациях первого ранга (по В.А. Епифанову) (рис. 2), а в целом стадия (особенно поздний карбон) – уральской фазе складчатости, являющейся самой интенсивной фазой тектогенеза

всего Центрально-Азиатского складчатого пояса с формированием коллизионной структуры Алтая. Уральская фаза складчатости с формированием Уральского коллизионного шва отчетливо синхронизируется с аллеганской («аппалачская революция» Дж. Дэна) и марантонской фазами складчатости Северной Америки, судетской и астурийской фазами тектогенеза Европы. К этому же периоду времени относиться и формирование суперконтинента Пангеи.

Следующая позднеколлизионно-рифтогенная стадия со средней перми до среднего триаса (275-230 млн лет) начинается с кардинальной геодинамической перестройки и смены режима интенсивного сжатия режимом расширения и разрядки напряженного состояния Земли в геопульсациях первого ранга. Эта стадия ознаменована очень многими знаковыми событиями как в масштабах планеты, так и в Алтайском регионе: массовым гранитообразованием на огромных пространствах, внедрением автономных дайковых базитовых комплексов с лампрофирами и флюидолитами и синхронное им формирование обширных трапповых полей, интенсивное угленакопление в молассоидных толщах, массовое вымирание биоты. Ко второй половине стадии (ранний-средний триас) относится формирование рифтогенного базальтоидного комплекса фундамента Западно-Сибирской плиты с контрастным континентальным седиментогенезом [Западная Сибирь…, 2000]. По имеющимся данным, эта стадия синхронизируется с пфальцской фазой складчатости Европы, не имеющих своих аналогов в Северной Азии, а в Северной Америке (кассиарская фаза) проявленной внедрением гипербазитов, что более согласуется с рифтогенезом, но не с орогенезом. На преобладающие процессы расширения Земли в этот период времени указывает и активное образование океанической коры с раскрытием, в частности, Монгольско-Охотского океана [Добрецов, Буслов, 2011].

ЭТАПЫ ГЕОЛОГИЧЕСКОГО РАЗВИТИЯ АЛТАЯ В МЕЗОЗОЙСКО-КАЙНОЗОЙСКОЕ ВРЕМЯ

Как и в длительный доордовикский период, с триаса геологическое развитие Алтайского и смежного с ним регионов проходило на фоне общего расширения Земли геогалактической пульсации первого ранга по В.А. Епифанову (рис. 3). При этом если первый, охарактеризованный выше, отражает эволюцию алтайских структур от океанических до островодужных (периокеанических), последующий на фоне общего сжатия – от периокеанических (окраинно-континентальных) до континентальных, то рассматриваемый период соответствует эпохе их внутриконтинентального (субкратонного) развития. В силу этого интенсивность тектонических процессов сильно снижается, а консолидированные структуры более реагируют на процессы расширения (растяжения).

Постколлизионный этап (230-145 млн лет) включает период времени с позднего триаса до начала мела и также разделяется на две стадии: раннюю (поздний триас – ранняя юра) - фазу частично компенсированного сжатия, и позднюю (ранняя юра – ранний мел) – фазу некомпенсированного расширения (рис. 3).

Ранняя стадия в пределах Алтая и смежных регионов может быть рассмотрена как стадия отраженной тектоно-магматической активизации со слабой в связи с орогеническими событиями индосинийской фазы складчатости Южной Азии и древнекиммерийской фазы тектогенеза Европы. В это время происходит кратковременное сокращение океанических и морских бассейнов, а в позднем триасе - закрытие всех океанических бассейнов Палеотетиса с причленением к Евразии Тибета, Кунь-Луня и Памира.

Поздняя стадия (стадия эпиколлизионной стабилизации) этого этапа с ранней юры до начала мела характеризуется спокойным тектоническим режимом и усилением интенсивности осадконакопления на континентах и в океанических бассейнах. В Алтайском и смежных с ним регионах проходило формирование юрских приразломных впадин и основного объема морского среднеплитного комплекса Западно-Сибирской плиты [Западная Сибирь…, 2000]. На данной стадии происходит заложение океанических впадин Атлантического оке-

ана после раскола в раннеюрское время суперконтинента Пангеи и последующего раскола Гондваны.

Платформенный этап (145-55 млн лет) включает раннемеловую раннюю стадию и позднюю стадию пенеплена (поздний мел – начало эоцена), на графике геопульсаций второго ранга (по В.А. Епифанову) соответствующих фазе частично компенсированного сжатия и фазе некомпенсированного расширения. Завершение поздней стадии и всего этапа согласуется с периодом («точкой») максимального расширения Земли на графике геогалактических пульсаций первого ранга (рис. 3).

Ранняя стадия в пределах Алтайского региона и смежных площадей объединяет период общего воздымания территории и преобладания денудационных процессов над локальной континентальной седиментацией в остаточных бассейнах. Синхронна активной колымской фазе тектогенеза восточных окраин Сибирского континента. На рассматриваемой площади раннемеловые отложения фиксируются только в периферической части Кулундинской впадины и в Неня-Чумышской впадине Южного Присалаирья. В плитном комплексе Западно-Сибирской плиты этот период времени (неоком) отмечен регрессиями и пульсационным, прерывистым (с большим количеством перерывов) осадконакоплением с преобладанием разнообразных континентальных и мелководно-морских дельтовых, шельфовых и склоновых фаций [Западная Сибирь…, 2000].

Поздняя стадия или стадия пенеплена (100-55 млн лет) в Алтайском регионе может быть рассмотрена как период стабилизации тектонического режима и интенсивного корообразования на значительных территориях. Локально отмечается внедрение даек щелочных базальтоидов и флюидолитов в Минусинском прогибе и Кузнецком Алатау. В плитном комплексе Западно-Сибирской плиты на фоне продолжительной, к эоцену достигшей своего максимума, трансгрессии доминировало морское осадконакопление с высокой скоростью седиментации – талассократический режим Западно-Сибирского бассейна по А.Е. Бабушкину.

Неоорогенный этап (55 млн лет – настоящее время) начинается с кардинальной перестройки геодинамического режима и смены фазы расширения (от точки максимального расширения Земли) контракционной фазой в геогалактических пульсациях первого ранга (рис. 3). При этом его ранняя, завершенная стадия (эоцен – миоцен) соответствует фазе интенсивного некомпенсированного сжатия, а поздняя, незавершенная стадия (конец миоцена – голоцен) – фазе частично (?) компенсированного расширения в геопульсациях второго ранга (по В.А. Епифанову).

Первая стадия неоорогенного этапа (55-10 млн лет) в Алтайском регионе включает период интенсивных дифференцированных блоковых движений в условиях усиливающегося сжатия и синхронна. Вероятно, уже на этой стадии, на границе эоцена и миоцена, начинается формирование современного рельефа и образование Алтайских гор. В плитном комплексе Западно-Сибирской плиты вновь доминируют континентальные условия осадконакопления [Западная Сибирь…, 2000]. В целом данная стадия субсинхронна маошаньская фазе складчатости, интенсивно проявленной на окраинах крупных кратонов. В планетарном масштабе для этого периода фиксируется падение уровня мирового океана, формирование внутриконтинентальных орогенов (Альпийско-Гималайский складчатый пояс, Индский коллизионный шов) и окраинно-континентальных складчатых поясов (Кордильерский складчатый пояс).

Поздняя, незавершенная стадия неоорогенного этапа (10 млн лет – настоящее время) фиксирует начало фазы расширения на фоне общего сжатия Земли, что в Алтайском регионе проявлено стабилизацией тектонического режима и формированием неотектонических расколов земной коры, к которым может быть отнесен и грабен Телецкого озера, синхронно заложению в олигоцене Байкальской рифтовой системы.

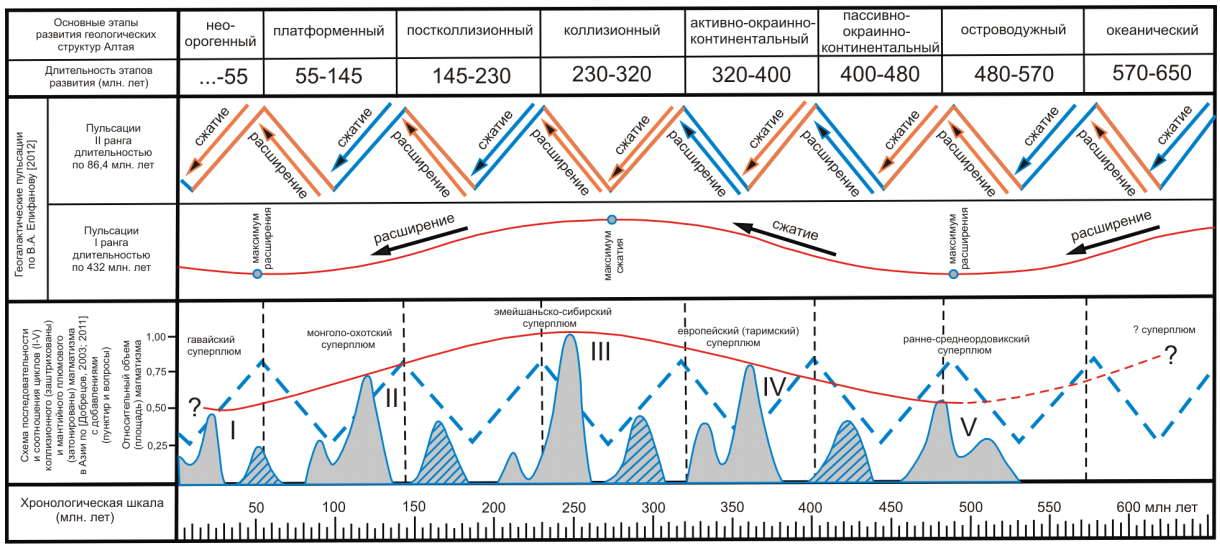

Рис. 4. Схема соотношения геопульсаций, этапов геологического развития Алтая, циклов коллизионного и мантийного плюмового магматизма и интенсивности плюмовой активности (по [Добрецов, 2003, 2011]. Пояснения в тексте.

ЦИКЛЫ ПЛЮМОВОЙ АКТИВНОСТИ КАК ОТРАЖЕНИЕ ПУЛЬСАЦИОННОГО РАЗВИТИЯ ЗЕМЛИ

Пульсационный характер плюмовый активности (то есть, повышенной активности внутренних геосфер Земли) устанавливается достаточно определенно [Добрецов, 2003, 2011; Кузьмин, 2011], но возрастные границы циклов и максимумы плюмовой активности с течением времени уточняются и иногда значительно расходятся (рис. 4).

По данным Н.Л. Добрецова [2003], интенсификация плюмовой активности характеризуется периодичностью около 30 млн лет, а периоды проявления суперплюмов приходятся на 485, 360, 245 и 120 млн лет. Были выделены мантийно-коллизионные циклы (млн лет): I – 65-0; II – 180-80; III – 300-200; IV – 430-320; V - 500-440 (рис. 4). В последующем эти цифры были несколько изменены (уточнены) и установлены главные максимумы плюмовой активности с периодичностью 120-125 млн лет (в среднем – 740, 620, 495, 375, 250, 125, 10 млн лет), а самых крупных из них – через 250 млн лет, то есть это максимумы в 495, 250 и 10 млн лет. Характерно почти полное совпадение данных пиков с периодами максимального расширения (500-470 и 50-10 млн лет) или максимального сжатия (260-240 млн лет) Земли в геогалактических пульсациях первого ранга (по В.А. Епифанову). При этом единственный в фанерозое (самый главный) максимум плюмовой активности по объему (площади) плюмового мантийного магматизма (высшая точка аппроксимирующей синусоиды – красной линии на схеме соотношения циклов магматизма на рис. 4) соответствует периоду максимального сжатия, а минимумы (в кембро-ордовике и в кайнозое) – периодам максимального расширения в геопульсациях первого ранга. В плюм-тектонических построениях последних лет при участии японских и китайских специалистов предполагается существование еще одного очень крупного суперплюма в неопротерозойское время (740-830 млн лет), предопределившего распад Родинии 750-720 млн лет назад в период предшествующей кардинальной перестройки и разгрузки напряженного состояния Земли.

Фиксируется согласованность кривых плюмовой активности и геогалактических пульсаций первого ранга: периоды снижения плюмовой активности соответствуют периодам максимального расширения Земли, а периоды максимумов (наиболее мощные суперплюмы) – периодам ее максимального сжатия. При этом на фоне общего прогрессирующего сжатия интенсивность периодически проявляющихся крупных мантийных плюмов растет,

а на фоне расширения – снижается. Более сложные соотношения устанавливаются между периодами высокой плюмовой активности и периодами геопульсаций второго ранга. Но с учетом некоторой неопределенности возраста пиковых стадий плюмовой активности, выделенные мантийные суперплюмы (по Н.Л. Добрецову) по их среднему возрасту согласуются с периодами смены геодинамических режимов (фазовых переходов) в геопульсациях второго ранга.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Структурный ансамбль Алтая был в основном сформирован в интервале от кембрия до перми, точно соответствующем фазе сжатия (контракционному периоду) геогалактической пульсации первого ранга, а в этом возрастном диапазоне решающими для кардинальных структурных преобразований были три фазы тектогенеза (складчатости), соответствующие фазам некомпенсированного сжатия в геогалактических пульсациях второго ранга (по В.А. Епифанову). Это таконская, тельбесская и уральская фазы складчатости. Первая знаменует продолжительные аккреционно-коллизионные события на значительных пространствах конвергентных окраин Сибирского континента, вторая соответствует периоду развития новой конвергентной окраины с интенсивным магматизмом, метаморфизмом, активной сдвиго-надвиговой и сдвиго-раздвиговой тектоникой в условиях транспрессии, третья фаза представляет собой «жесткую» коллизию» с формированием метаморфических комплексов, гранитоидных поясов и складчатой структуры в условиях максимального сжатия. Последующий длительный период развитие Алтайского и смежных с ним регионов согласуется с экспансионным периодом геогалактической пульсации первого ранга и характеризуется преобладанием циклично проявляющихся (в соответствии с геопульсациями второго ранга) процессов рифтогенеза, трансгрессий и регрессий. Кайнозойский этап развития Алтая, после смены общего расширения Земли ее сжатием, фиксирует начало очередного контракционного периода.

Таким образом, при рассмотрении схем геологического и геодинамического развития Земли и Алтайского региона в контексте пульсационной, плейт-тектонической и плюм-тектонической концепций совершенно определенно устанавливается их согласованность при совпадении выделяемых разными авторами и с разных позиций циклов, периодов, этапов и стадий. С позиций пульсационного развития находят свое объяснение и плейт-тектонические построения, такие, например, как строго закономерная, а не хаотическая смена орогенных режимов сжатия рифтогенными режимами растяжения, и основные положения плюм-тектоники с циклическим развитием суперплюмов, являющихся результатом активизации процессов во внутренних геосферах Земли как реакции на изменения положения нашей планеты относительно других объектов космоса. Можно надеяться, что рассмотрение самых различных геологических процессов в глубинах и на поверхности нашей планеты, поиск причинно-следственных связей ее развития и саморазвития как синергетической системы в тесной взаимосвязи концепции геопульсаций с другими геотектоническими концепциями будет более эффективными.

Литература

Берзин Н.А., Колман Р.Г., Добрецов Н.Л., Зоненшайн Л.П. и др. Геодинамическая карта восточной части Палеоазиатского океана // Геология и геофизика, 1994, т. 35 (7-8), с. 8-28.

Большой Алтай: (Геология и металлогения). В 3 кн. Кн. 1. Геологическое строение / Г.Н. Щерба, Б.А. Дьячков, Н.И. Стучевский и др. - Алматы, Ғылым, 1998. 304 с.

Гусев Н.И. Метаморфические комплексы Горного Алтая: вещественный состав и геохронология. Saarbrucken: LAP LAMBERT Academic Publ. 2013. 71 с.

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.

Добрецов Н.Л. Раннепалеозойская тектоника и геодинамика центральной Азии: роль раннепалеозойских мантийных плюмов // Геология и геофизика, 2011, т. 52, № 12, с. 1957-1973.

Добрецов Н.Л., Буслов М.М. О проблемах геодинамики, тектоники и металлогении складчатых поясов // Геология и геофизика, 2011, т. 52, № 12, с. 1911-1926.

Западная Сибирь // Геология и полезные ископаемые России. В шести томах. Т. 2. Гл. ред. В.П. Орлов. Ред. 2-го тома: А.Э. Конторович, В.С. Сурков. – СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2000. - 477 с.

Епифанов В.А. Геогалактические пульсации, пространство-время Земли и гармония стратиграфической шкалы // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири, 2012, № 4 (12), с. 90-103.

Кузьмин М.И., Ярмолюк В.В., Кравчинский В.А. Абсолютные палеогеографические реконструкции Сибирского континента в фанерозое: к проблеме оценки времени существования суперплюмов // Докл. РАН, 2011, т. 437 (1), с. 68—73.

Милановский Е.Е. Некоторые закономерности тектонического развития и вулканизма Земли в фанерозое (проблемы пульсаций и расширения Земли) // Геотектоника, 1978, № 6, с. 3-16.

Панкуль Л.И. Фазы и циклы планетогенеза. – Алма-Ата: Наука, 1968. – 143 с.

Паренаго П.П. Курс звездной астрономии. – М.: ГИИТЛ, 1958.- 476 с.

Планета Земля. Энциклопедический справочник. Том «Тектоника и геодинамика». Редакторы Л.И. Красный, О.В. Петров, Б.А. Блюман. СПб.: Изд-во ВСЕГЕИ, 2004. 652 с.

Руднев С.Н. Раннепалеозойский гранитоидный магматизм Алтае-Саянской складчатой области и Озерной зоны Западной Монголии. –Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2013. 300 с.

Травин А.В. Термохронология раннепалеозойских коллизионных, субдукционно-коллизионных структур Центральной Азии // Геология и геофизика, 2016, т. 57, № 3, с. 553-574.

Туркин Ю.А., Федак. С.И. Геология и структурно-вещественные комплексы Горного Алтая / Под науч. ред. В.М. Исакова. – Томск: STT, 2008. – 460 с.

Федак С.И., Туркин Ю.А., Гусев А.И., Шокальский С.П., Русанов Г.Г. и др. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1 000 000 (третье поколение). Серия Алтае-Саянская. Лист М-45 – Горно-Алтайск. Объяснительная записка. – СПб.: Картографическая фабрика ВСЕГЕИ, 2011. 567 с.

Уразаев К.А. Астрогеологические аспекты геотектогенеза. – Уфа, 1991. – 151 с.

Хаин В.Е. Тектоника континентов и океанов (год 2000). – М.: Научный мир, 2001. 606 с.