

О галактических циклах в истории Земли

Гаршин Игорь Константинович, бизнес-аналитик, Каспийский Трубопроводный Консорциум (РФ).

Адрес: 353925, РФ, Краснодарский кр., Новороссийск, Дзержинского 196, кв. 257.

E-mail: garchine@mail.ru . Дом. тел: +7 8617 616419 .

Оглавление

1. Аннотация	2
2. Введение в проблему	3
3. Предмет и метод исследований	5
§ 3.1. Тектоника древних континентов	5
§ 3.2. Тектономагматические эпохи	7
§ 3.3. Древние оледенения Земли	7
§ 3.4. Биологические катастрофы	11
§ 3.5. Падения сверхбольших метеоритов	12
§ 3.6. Другие периодически повторяющиеся события в развитии Земли	16
4. Хронологические сравнения	18
§ 4.1. Сравнение этапов истории Земли с периодами вращения Галактики	18
§ 4.2. Сравнение между собой поздних этапов истории Земли, равных галактику	18
§ 4.3. Сравнение хронологий Земли, Луны и ряда планет Солнечной системы	19
5. Результаты сравнения и дальнейшие задачи	19
6. Реформа геохронологической шкалы	20
7. Заключение	21
7. Литература	22
8. Приложение	24
Таблица I. Ключевые космические, геологические, биологические события Земли	24
Таблица II. Продолжительность геологических эр и периодов фанерозоя в сравнении	27
Таблица III. Сравнение хронологических шкал Земли и ближайших космических объектов	28
Таблица IV. Реформированная версия геохронологической шкалы	30

1. Аннотация

It is established that main events of Earth history are determined by space factors, related to rotation of the Solar system around the centre of Galaxy. This galactic year ("galacycle") is about 200 million years. The most of eons, eras and Pre–Cambrian periods is multiples him. There are cycles of 200 million years and multiples them (400, 800 million years), as well as smaller periods (about 50 million years). Geochronologies of the Moon, Mercury and Mars confirm this, indicating a single cosmic influence on the planetary evolution.

It is found that on the boundaries of the galacycles in the Globe history catastrophic events occur. The purported reason for these events – the fall of large asteroids, possibly extrasolar origin. These bombings resulted directly or indirectly (through volcanic activity effort) to dusty atmosphere. Reducing solar radiation resulted in hypothermia and beginning of the Ice Age. Incidental geological event could be a continental split. These geological disasters have led to biological accidents, when 40 to 95 percent of all species died out.

It proposes the new geochronological scale, corresponding to the Galactic circulation period. Each galacycle is usually presented as own orogenic epoch. 4 eras consist 1 eon. Each eon has own supercontinental cycle (it is as Wilson cycle). Total there are 6 eons and 24 eras. Each 2nd era is ice age, and others are thermal eras. The era is divided on 4 periods. Each period is a phase of rifting and spreading. It becomes really "periodical system" of geological time. So You can determine oldest climates and forecast the further Earth history.

Keywords: geochronology, geochronological scale, geological era, stage of the Globe history, Earth's crust evolution, Lunar time scale, selenological timescale, Galactic rotation, galacycle, Milky Way effect, organic families death, biologic catastrophe, geological cataclysm, ice age, asteroid attacks, old continental split.

Установлено, что ключевые события истории Земли определяются космическими факторами, связанными с вращением Солнечной системы вокруг центра Галактики. Этот галактический год (далее – галацикл) равен примерно 200 млн. лет. Большинство эонов, эр и докембрийских периодов кратны этой величине. Существуют астробиологические циклы около 200 млн. лет и кратные ему (400, 800 млн. лет), а также более мелкие периоды (примерно по 50 млн. лет). Хронология Луны, Марса и Меркурия подтверждает это, что говорит о едином космическом влиянии на эволюцию планет.

Обнаружено, что на границах галациклов происходили катастрофические события в истории Земного шара. Предполагаемая причина этих событий – падение крупных астероидов, возможно, внесолнечного происхождения. Эти бомбардировки приводили прямо или косвенно (через усилившуюся вулканическую деятельность) к запылению атмосферы. Из-за последующего снижения солнечной радиации климат переохлаждался и наступал ледникового период. Попутным геологическим событием мог быть раскол древнего материка. Эти геологические катаклизмы приводили к биологическим катастрофам, когда погибало от 40 до 95 процентов всех видов.

Предложена новая геохронологическая шкала, соответствующая галациклам. Каждый галацикл представлен геологической эрой и обычно характеризуется своей эпохой складчатости. Четыре эры объединяются в эон, которому соответствует эпоха образования и распада суперконтинента. Всего представлено 6 эонов и 24 эры, начиная с катархея. Чётные эры являются гляциоэрами, нечетные – термоэрами. Каждая эра делится на 4 периода, которые представляют собой фазы горообразования. Получается настоящая «периодическая система» геологического времени, позволяющая заранее определять древнейшие климаты и прогнозировать геологическую историю далёкого будущего.

Ключевые слова: геохронология, геохронологическая шкала, геологическое время, история Земли, орбита Солнечной системы, период вращения Галактики, планетарные катаклизмы, биологическая катастрофа, вымирание видов, ледниковая эпоха, древние метеориты, суперконтиненты, циклы горообразования, ритмы осадконакопления, космические факторы эволюции, колебания орбитальных величин, селенохронология, галактический оборот.

2. Введение в проблему

В начале XX века геологи Пенк и Брикнер исследовали альпийские оледенения и установили относительную хронологию послеледниковой и межледниковых эпох четвертичной истории Альп [6]. Затем им удалось получить численное выражение интенсивности климатических изменений и продолжительности межледниковых эпох. Откладывая по оси абсцисс время, а по оси ординат величину перемещения снеговой линии, они получили ломаную линию, которую называют климатической кривой Пенка–Брикнера.

Кеппен, Вегенер и Миланкович (1924) [3][6] увидели причину этих изменений в колебаниях величины солнечного тепла – главного фактора, определяющего климат нашей планеты. То количество тепла, которое получает земная поверхность, зависит, при неизменной величине солнечного излучения, от 3–х периодически меняющихся величин (рис. 1):

- 1) наклона эклиптики, меняющейся с периодом около 40 000 лет – чем меньше наклон, тем мягче и равномернее климат;
- 2) эксцентриситета земной орбиты, меняющегося с периодом примерно 90 000 лет;
- 3) предварения равноденствия из-за прецессии земной оси, которая периодически меняется примерно каждые 26 000 лет – определяет сезон, на который в данном полушарии приходится перигелий или афелий.

Эти 3 изменения движения зависят от притяжения Земли планетами солнечной системы.

Миланкович подсчитал каковы действительные сочетания этих трёх изменений. Он построил кривую, которую назвал "Солнечная радиация летней половины года в высоких широтах в четвертичное время за 650 тысяч лет". Изменение величины солнечной радиации по оси ординат показаны как изменение широты места. Кривая не учитывает влияния земной атмосферы и географических факторов (например, наличия значительных континентальных масс к северу от экватора).

Кеппен в 1924 г. отметил поразительное сходство кривых Пенка–Брикнера и Миланковича. А Эберл, проведя детализацию истории ледникового периода Альп, построил свою кривую, чьи выступы также совпали с выступами кривых Пенка–Брикнера и Миланковича. Поскольку Эберл указывал следы еще более древних ледниковых эпох, он попросил Миланковича продолжить кривую, вычисленную вначале для 650 000 лет, на отрезок времени в 1 миллион лет. Сопоставление новых, более древних участков кривых Эберла и Миланковича снова обнаружило их поразительное сходство.

Впоследствии было признано, что влияние географических факторов на климат намного больше, чем астрономических. Но в наше время опять пришли к выводу [14], что квазипериодические осцилляции земной орбиты (прецессия и эксцентриситет) и наклона оси были главным фактором климатических изменений прошлого, которые запечатлены в осадочных последовательностях.

Такие попытки удовлетворительного объяснения климатических изменений на Земле воздействием космических причин побуждают к дальнейшим исследованиям в этой области по всем геологическим эпохам. Если на земной климат влияют планеты Солнечной системы, то, может быть, и далёкие космические факторы как-то действуют на Землю и Солнце? Многие исследователи [3][5][6][11][16] изучали и изучают влияние окружающих звёзд, структур и процессов Галактики на Солнечную систему. И многие отмечали периодичность геологических событий (в т.ч. гляциоэр – Г. Ф. Лунгерсгаузен и др.) в интервале от 180 до 250 миллионов лет, что примерно соответствует периоду обращения Солнца вокруг центра Млечного Пути [1].

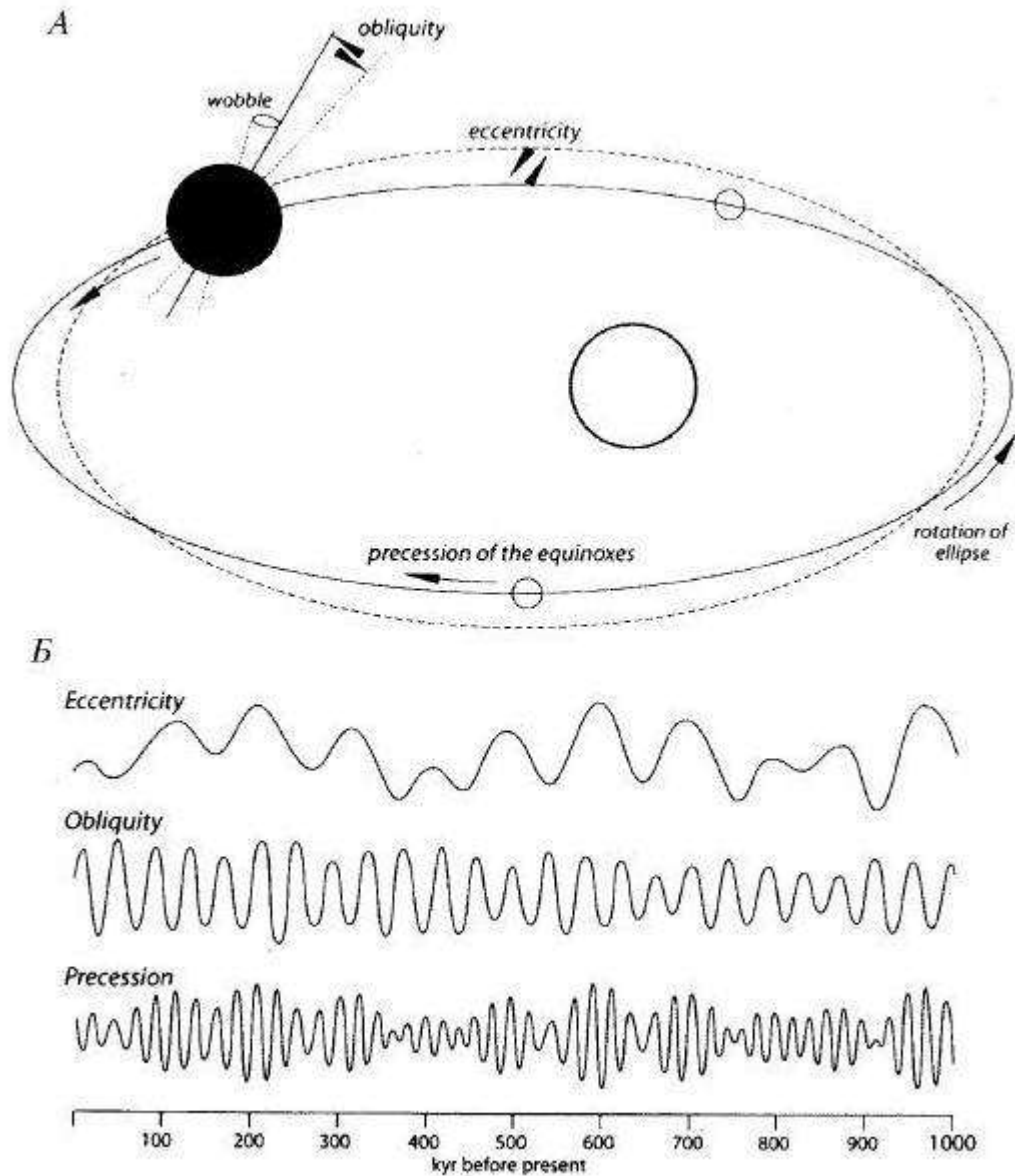


Рис. 1. Астрономические переменные, контролирующие солнечную инсоляцию, определяемую вращением Земли вокруг Солнца и своей оси (А). Астрономические факторы образования ритмической последовательности в осадочных толщах (Б). Значения эксцентриситета, наклона оси и прецессии в течение последнего миллиона лет (Strasser et al., 2006, figs 1, 3, partially) [14].

Сторонник модели пульсирующей и кристаллоподобной Земли В. А. Елифанов [9][10] графически и математически рассчитал время, пространство и характер проявления пульсации Земли. Он связал вместе этапы щелочного магматизма, формирования нефтидов и алмазов, локализовав их в соответствующих местах икосаэдрической кристаллоформы Земли (см. § 3.6). Причину оледенений он видит в массовой напорной дегазации при периодическом глобальном сжатии земной коры [8].

Автор статьи, не являясь профессиональным геологом, биологом или астрономом, но будучи физиком по образованию и аналитиком по профессии, предпринял собственное расследование взаимосвязи важнейших геологических и биологических событий Земли.

3. Предмет и метод исследований

Предмет наших исследований – ключевые события истории Земли и жизни на ней. Цель – поиск их периодичности и возможной взаимосвязи. Метод – хронологические сравнения этих событий между собой. Исследоваться будут следующие ключевые события:

- 1) распад и образование материков;
- 2) смены эпох горообразования;
- 3) наступление и окончание ледниковых периодов;
- 4) расцвет и вымирание биологических видов;
- 5) падение очень крупных метеоритов;
- 6) другие геологические события и циклы.

Все виды этих событий будут представлены хронологическими списками с последующим выявлением закономерностей в них. Затем эти сведения будут объединены в общей хронологической таблице. Кроме того, мы сравним хронологические шкалы Земли, Луны и других планет Солнечной системы.

§ 3.1. Тектоника древних континентов

В науке обсуждается различный состав древних суперматериков [16][22][23]. Не все из них общепризнанны, не ясна хронология самых древних. Приведём их наименования (от поздних к ранним) и временные границы (в м.л.н. – миллионах лет назад) по версиям различных исследователей:

№	В. Е. Хаин, Н. А. Божко	О. Г. Сорохтин, С. А. Ушаков	В. Е. Хаин, Н. А. Ясаманов	Современная концепция	Авторская концепция
1.		Пангея (230)	Пангея (435–220)	Пангея (300–200; 360–230?)	Пангея (300–200)
2.				Паннотия (600)	Мезогея (~700?)
3.	Пангея 2 (1000)	Мезогея (1000)	Палеогея (1080–865)	Родиния (1050–750; 1000–850?)	Палеогея (1100–900)
4.					Эогея(~1500?)
5.	Пангея 1 (1650)	Мегагея (1800–1700)	Мегагея (1725–1510)	Колумбия / Нуна / Хадсонленд (1800–1500)	Мегагея (1900–1700)
6.					Моногея (~2300?)
7.	Пангея 0 (2500)	Моногея (2600–2400)	Протогея (2370–2155)	Кенорленд (2800–2100; 2500–2300?)	Протогея (2700–2600)
8.			Прогея (3015–2800)	Ур (3000)	Прогея (~3100?)
9.			Археогея (3660–3445)	Ваальбара (3600–2800; 3600–3100?)	Археогея (3500–3300)

Гаршин И.К. О связи геологических и галактических циклов

Мы видим, что древние суперматерики формировались примерно каждые 700–800 млн. лет. По В. Е. Хаину и Н. А. Божко средний интервал между их Пангеями – 750 млн. лет. По О. Г. Сорохтину и С. А. Ушакову [16] – 800 млн. лет (кроме интервала в 770 млн. лет между Пангеей и Мезогеей). По В. Е. Хаину и Н. А. Ясаманову – ровно 645 млн. лет.

Рассмотрим современную концепцию:

- 1) интервал между образованиями Пангеи (300 м.л.н.) и Родинии (1050 м.л.н.) – 750 млн. лет;
- 2) между образованиями Родинии (1050 м.л.н.) и Колумбии (1800 м.л.н.) – 750 млн. лет;
- 3) между образованиями Колумбии (1800 м.л.н.) и Кенорленда (2800 м.л.н.) – 1000 млн. лет;
- 4) между образованиями Кенорленда (2800 м.л.н.) и Ваальбары (3600 м.л.н.) – 800 млн. лет.

Итак, здесь средний интервал – 830 миллионов лет.

Значит, период эволюции литосферы (геодинамический цикл Уилсона), в рамках которого происходит сборка и разъединение суперматериков, составляет примерно 800 млн. лет. Этот отрезок примерно равен 4 галактическим оборотам. Обычно считается, что блоки континентальной коры собираются в единый суперконтинент с периодом около 500–600 млн. лет, но это потому, что учитываются эпизодические и не долгоживущие временные континенты, как, например, Паннотия или Ур. Что касается Паннотии, то этот суперматерик, по гипотезе, временно возник уже через 150 млн. лет после распада Родинии (600 млн. лет назад) из её "обломков". Последующее его раздробление породило фрагменты, которые вновь соединились с образованием Пангеи. Таким же временным суперматериком, видимо, был Ур, чья хронология входит в широкие временные рамки Ваальбары. Можно предположить, что 1 раз в 800 миллионов лет возникают относительно устойчивые суперматериковые образования, а между ними – "временные суперматерики". Таким образом, моноконтиненты (разной степени стабильности) образуются 1 раз в 400 млн. лет (в среднем). Это согласуется с периодом глобального колебания уровня моря (400 млн. лет), как показывает В. А. Епифанов [10] (см. § 3.6).

Прделаем мысленный эксперимент. Пусть в некотором месте нашей планеты (например, на одном из полюсов) континентальные массы собрались вместе, сформировав единый суперматерик. После завершения стадии динамической и термической стабилизации начинается первая фаза геодинамического цикла – континентальный рифтогенез (кора суперматерика раскалывается над мантийной струей). Части разделённого суперконтинента разъезжаются в противоположных направлениях (как считается – под воздействием мантийных потоков). Как известно, "Земля – круглая", и, рано или поздно, они соберутся вместе на противоположной стороне (полюсе) планеты. Если считать среднюю скорость дрейфа 5 см в год, то расстояние в 20 тыс. км дрейфующие платформы покроют ровно через 400 млн. лет. Геомобильный процесс, конечно, не такой прямолинейный, но полученная величина косвенно говорит в пользу периода цикла в 400 млн. лет.

Учитывая возможное существование временных суперматериков, автор статьи предлагает свою хронологическую версию суперконтинентального цикла (последняя колонка таблицы). За точку отсчёта взято время образования Пангеи – 300 млн. лет назад. Время образования более древних суперконтинентов получено как период в 800 и 400 млн. лет для "стабильных" и "временных" суперматериков, соответственно. Используются названия Мезогей, Мегагея, Моногея и подобные им, как более лаконичные и логичные, хоть, и "устаревшие". Ведь имена могут быть длинные и труднопроизносимые, как у ирландского вулкана. Тем более, что эпохи формирования каждого суперматерика можно строить по их греческим названиям – и это будет терминологически последовательно.

Заметим, что Родиния распалась в конце тонийского геологического периода, название которого как раз и означает "растяжение". За 400 млн. лет до этого был эктазийский период, название которого тоже означает "растяжение". Это время совпадает с временем распада Эогей, по гипотезе автора.

§ 3.2. Тектономагматические эпохи

В истории Земли выделяются около 20 тектономагматических эпох [13], каждая из которых характеризуется своеобразной магматической и тектонической активностью и составом возникших горных пород. Перечислим эти тектонические эры (эпохи складчатости, или циклы Бертрана) от поздних к ранним:

1. **Альпийская:** 50–0 млн. лет – через 210 млн. лет после начала герцинской.
2. **Киммерийская (мезозойская):** 90–50 млн. лет.
3. **Герцинская (варийская):** 260–90 млн. лет – через 390 млн. лет после начала кадомской. Формирование сверхматерика Пангеи.
4. **Каледонская:** 410—260 млн. лет.
5. **Салаирская (позднебайкальская):** 520—410 млн. лет. Расцвет биоса.
6. **Кадомская (катангинская):** 650—520 млн. лет – через 210 млн. лет после начала делийской.
7. **Делийская:** 860—650 млн. лет – через 230 млн. лет после начала гренвильской.
8. **Байкальская:** 930—860 млн. лет.
9. **Гренвильская:** 1090—930 млн. лет – через 400 млн. лет после начала лаксфордской. Формирование сверхматерика Родинии.
10. **Эльсонская:** 1210—1090 млн. лет.
11. **Готская (кибарская):** 1360—1210 млн. лет.
12. **Лаксфордская:** 1490—1360 млн. лет – через 180 млн. лет после начала гуронской.
13. **Гуронская:** 1670—1490 млн. лет – через 160 млн. лет после начала гудзонской.
14. **Гудзонская:** 1830—1670 млн. лет – через 400 млн. лет после начала карельской. Формирование сверхматерика Колумбии.
15. **Балтийская:** 1980—1830 млн. лет.
16. **Карельская (раннекарельская):** 2230—1980 млн. лет – через 270 млн. лет после начала альгонкской.
17. **Альгонкская:** 2500—2230 млн. лет – через 200 млн. лет после начала беломорской.
18. **Беломорская (кенорская):** 2700—2500 млн. лет – через 350 млн. лет после начала кольской. Формирование сверхматерика Кенорленда и настоящей континентальной коры.
19. **Кольская (саамская):** 3050–2700 млн. лет – через 450 млн. лет после начала белозёрской.
20. **Белозёрская:** 3500–3050 млн. лет. Формирование праматерика Ваальбары из древнейших протоконтинентов (кратонов) Каапваль и Пилбара, которые образовались, возможно, под влиянием мощнейших астероидных ударов.

Итого, за 3,45 миллиард лет произошло 19 циклов тектогенеза – в среднем, один за 182 млн. лет. Альпийский тектогенез не учитываем – он еще продолжается. Как видим, периодичность тектогенеза примерно равна орбитальному периоду Солнечной системы. Продолжительность двух самых древних эпох (кольская – 350, белозёрская – 450 млн. лет) составляет около 2 галактических оборотов. Возможно, каждая из них, на самом деле, состояла из 2 эпох.

§ 3.3. Древние оледенения Земли

За время геологической истории Земля испытывала регулярные ледниковые эпохи [6][13][15][19]. На данный момент выявлено не менее 7 обширных ледниковых эпох (перечислены от поздних к ранним):

Гаршин И.К. О связи геологических и галактических циклов

1. **Кайнозойская** (началась 30–40 млн. лет назад с появлением ледникового покрова Антарктиды);
2. **Гондванская** (340–240 млн. лет назад), или позднекарибская (пермско-каменноугольная);
3. **Девонская** (370–355 м.л.н.), или познедевонская (ограниченно в Гондване);
4. **Ордовикская** (460–420 млн. лет назад);
5. **Варангская** (680–570 млн. назад), или **лапландская** – началась в конце криогения и захватила следующий эдиакарий (в середине – **мариноанское** оледенение);
6. **Стёртская** (780–710 млн. назад) – одна из нескольких ледовых эпох в криогении. И сама включала другие оледенения (в начале – **кайгасское**).
7. **Гнейсёская** (950–900 млн. лет назад) – в тонийском периоде, предшествующем криогенскому;
8. **Гуронская** (по одной из оценок – 2,4–2,1 млрд. лет назад).

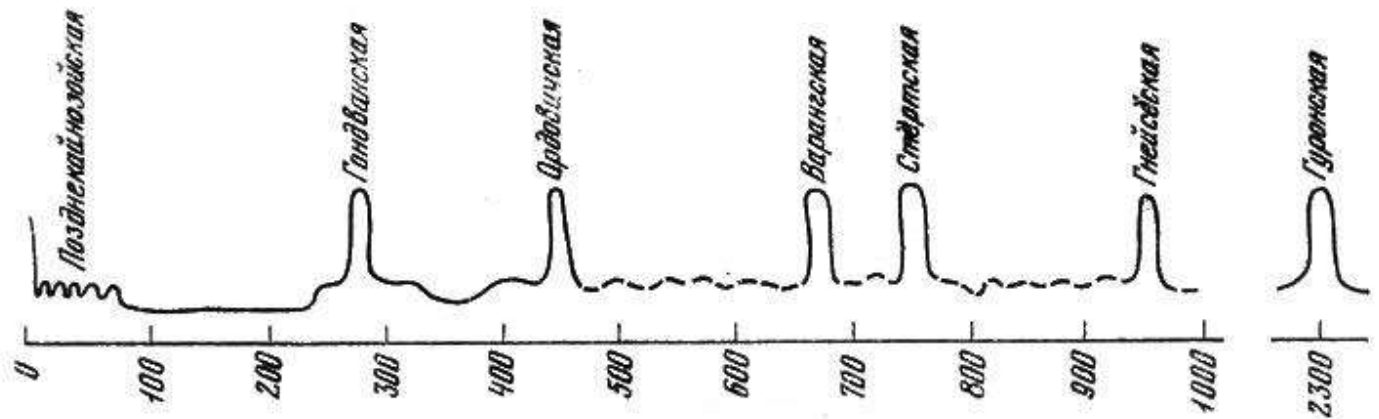


Рис. 2. Ледниковые эпохи в истории Земли по Тарлингу (по оси абсцисс – возраст в млн. лет).

Как видим из рис. 2, за последний 1 млрд. лет на Земле было 6 пиков похолоданий и, соответственно, 5 межледниковий. Значит, в среднем, ледниковые эпохи повторялись каждые 200 млн. лет, что соответствует "галагоду" – периоду оборота Солнечной системы вокруг центра Галактики.

Оледенения на Земле группируются в ледниковые эры (гляциоэры, или криоэры), между которыми наступают тёплые эпохи (термоэры) – см. рис. 3. Здесь: 1) оледенения; 2) возможные возрастные пределы оледенений. Длина линий пропорциональна числу материков, на которых известны ледниковые отложения. KZ – кайнозой; MZ – мезозой; PR – протерозой; PZ – палеозой; R – рифей [17].

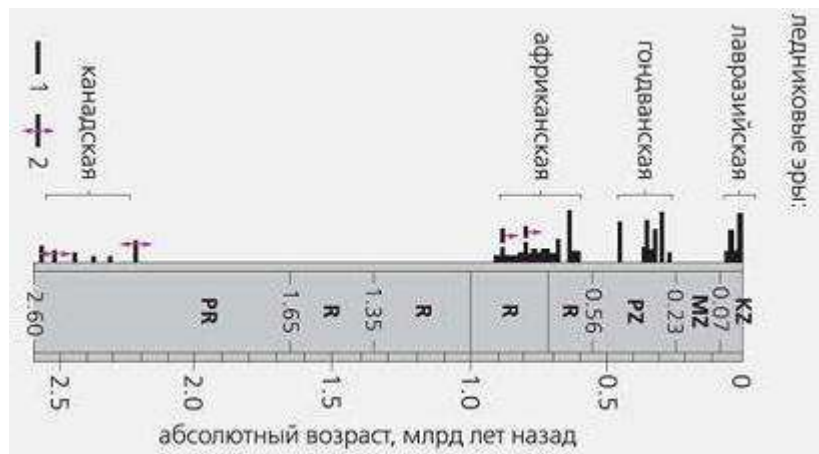


Рис. 3. Ледниковые эры в истории Земли.

Рассмотрим продолжительность криоэр и термоэр:

1. В **лавразийскую** гляциоэру около 30 млн. лет назад в Антарктиде началось **кайнозойское** оледенение Земли. Максимальное распространение оно получило в последний миллион лет.
2. Между лавразийской и предыдущей гондванской гляциоэрами была термоэра длительностью ровно 200 млн.лет (230–30 млн. лет назад). Она включала пермско-триасовый аридно-геократический (триасовое потепление), мезозойский термофильный и мел-палеогеновый талассократический (меловое потепление) периоды.
3. В **гондванскую** гляциоэру в позднем палеозое макроматерик Гондвана (объединявший Африку, Южную Америку, Индию, Австралию и Антарктиду) расположился в полярных областях Южного полушария и испытал обширное оледенение продолжительностью 100 млн. лет. Особенно сильным оно было 310—270 млн. лет назад.
4. **Ордовикский** ледниковый период в раннем палеозое был открыт в Сахаре по найденным тиллитам. Затем его следы были выявлены в Южной Африке, Южной Америке, Западной Европе и Аравии. Он развивался стадияльно (от 3 до 20 ледниковых эпох) и, возможно, охватывал не только поздний ордовик, но и ранний силур, достигнув максимума около 450 млн. лет назад. Его также относят к **гондванской** гляциоэре, общая длительность которой, т.о., становится 200 млн. лет (450–250 млн. лет назад). Тем не менее, между гондванскими и ордовикским ледниковыми периодами имеется термоэра длительностью примерно 100 млн. лет – девонское потепление, или среднепалеозойский термофильный период.
5. Между ордовикской и предыдущей африканской гляциоэрами была термоэра длительностью около 150 млн. лет (600–450 млн. лет назад) – кембрийское потепление, или раннепалеозойский термофильный талассократический период [16]. Однако, и в нём, на границе венда и кембрия зафиксировано байконурское оледенение в Сибири и Казахстане (~540 млн. лет назад) [13].
6. К **африканской** гляциоэре относят следы 3-х крупных позднепротерозойских ледниковых эпох: **конголезской** (900—800 млн. лет назад), **стёртской** (780—720 млн. лет назад) и **варангской** (680—570 млн. лет назад). Они отмечаются практически на всех материках, кроме Антарктиды. К африканской криоэре примыкает **гнейсёский** ледниковый период (950–900 млн. лет назад). Все эти оледенения относятся к криогеннию или смежным периодам рядом с его границами. Это самая продолжительная криоэра (более 400 млн. лет) с обширными оледенениями даже в тропиках. Причиной такой исключительной ледниковой эры явилось расположение континентальных масс в экваториальных областях и возникновение резко континентального климата.
7. Между этой позднепротерозойской и предыдущей раннепротерозойской ледниковыми эрами имеется продолжительный интервал в 1,7 млрд. лет (2,2–0,9 млрд. лет), за время которого пока не отмечено других криоэр. Тем не менее, в Шотландии, в группе Стоэр, имеющей возраст 1199 млн лет, давно известны тиллоиды, которые одними исследователями рассматриваются как ледниковые, а другими - как отложения теплого аридного климата [13].
8. К **канадской** гляциоэре относят достоверные следы покровных оледенений палеопротерозоя и неоархея. Они отмечаются во временных интервалах 2.5—2.3 и 2.2—2.0 млрд. лет назад (на графике отмечены с 2,6 по 2,2 млрд лет назад). Первое оледенение этой гляциоэры – **неоархейское** (около 2,65 млрд. лет назад). Через 250 млн. лет после него началось **гуронское** (2,4–2,2 млрд. лет назад), первые признаки которого уже проявились 2,5 млрд. лет назад. За гуронским сразу последовала **даспортская** ледниковая эпоха (2,2–1,95 млрд. лет назад).
9. Достоверных данных о ледниковых эпохах ранее неоархея нет. Однако, первые следы оледенений (редкие и ограниченные) возрастом 2,9 млрд лет известны на небольшом кратоне **Каапваал** в ЮАР. Это тиллиты надгруппы Витватерсранд и группы Мозоан. Оледенение Мозоан было покровным, а Витватерсранд - горным [13].

Гаршин И.К. О связи геологических и галактических циклов

Т.о., гляциоэры имеют длительность 200–400 млн. лет, а термоэры – 150–250 млн. лет. Сами гляциоэры состояли из чередующихся ледниковых периодов и межледниковий.

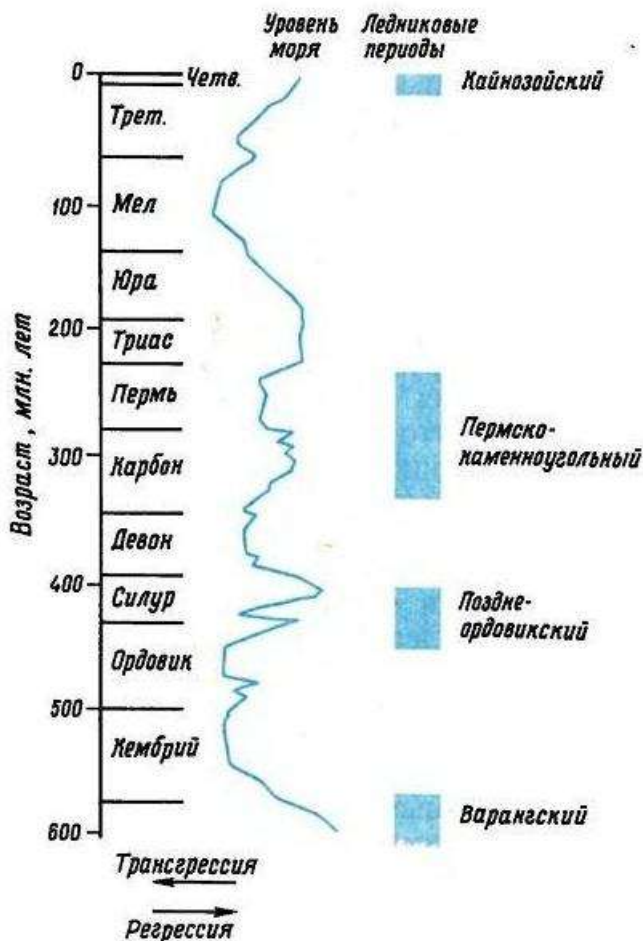


Рис. 4. Совпадение крупных ледниковых периодов и периодов регрессии моря на Земле.

Как правило, климатические эры влияют на глобальные колебания уровня моря (рис. 4). В термоэры уровень повышается, в гляциоэры - понижается. И это понятно: когда тают ледниковые щиты - наступает трансгрессия, когда лёд связывает воду - регрессия. Но колебания уровня Мирового океана не только напрямую зависят от ледниковых периодов, оба процесса имеют также общую причину - этапы развития суперконтинентов и их географическое положение. Во время максимальной сборки сверхматериков усиливается континентальность климата, что провоцирует начало оледенения. Если суперконтинентальный массив собирается в тропиках, то ледниковая эпоха может продолжаться больше обычных, как это было в криогении. Кроме того, во время слияния материков повышается уровень континентальных масс и понижается уровень моря [9][10].

Зависимость оледенений от геодинамических процессов может быть опосредствованной. Большие континентальные массы привлекают к себе метеориты, падения которых запыляют атмосферу, что ведёт к похолоданию. Во время дезинтеграции суши метеориты падают чаще в океан, т.к. он занимает 70% земной поверхности. Это приводит, наоборот, к потеплению. Моделирование падения в океан астероида диаметром 10 км [2] показало, что при этом испаряется огромная масса воды, которая начинает циркулировать в тропосфере (выше 14-20 км) в виде пара тысячи лет. Сразу после падения начинаются ливни, которые длятся около 100 лет. Причем, в первые 10 лет идёт общее охлаждение Земли, и вместо дождя падает снег. В дальнейшем, за счет развития парникового эффекта, температуры повышаются, и на протяжении последующих около ста лет климат становится влажным и теплым.

Отметим также, что в геологической летописи представлено много других регрессивных периодов, не совпадающих по времени с ледниковыми.

§ 3.4. Биологические катастрофы

Сейчас известно более 10 биологических катастроф [12][15][16][25].

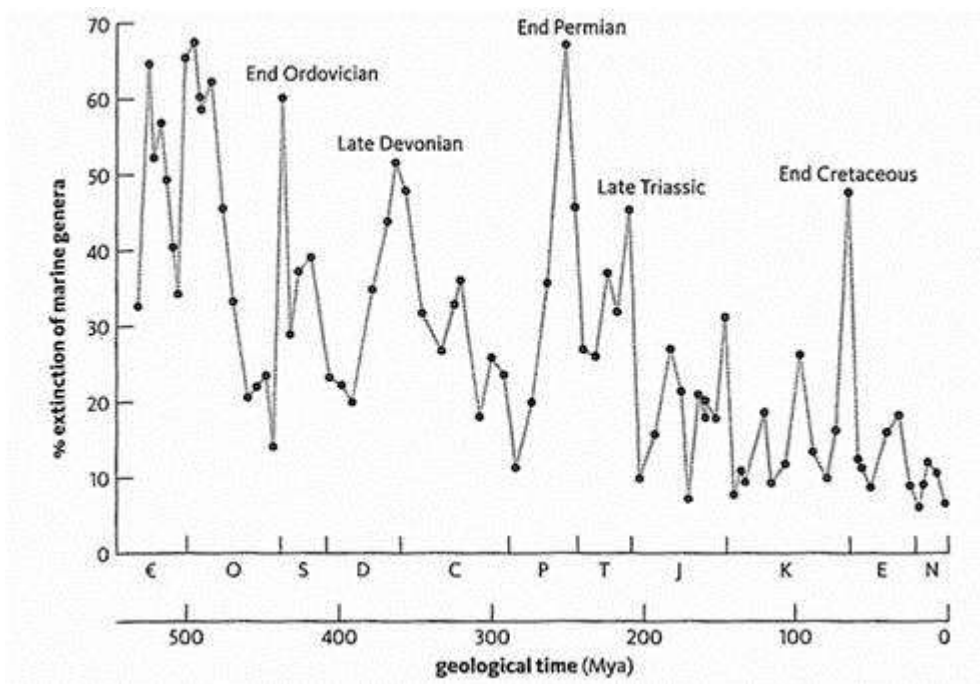


Рис. 5. Процент вымерших морских родов на протяжении фанерозоя (по оси абсцисс – геологическое время в млн. лет).

За последние полмиллиарда лет (в фанерозое) произошло 6 самых крупных биокатастроф (рис. 5):

1. **Четвертичная** катастрофа в конце плейстоцена (12–10 тыс. лет назад). Вымерли мамонты и большинство крупных животных Америки. Время катастрофы совпадает с окончанием ледникового периода. Возможные причины: изменение ландшафта, истребление людьми и др.
2. **Меловая** катастрофа на границе мелового и палеогенового периодов (65 млн. лет назад). Вымерло 16% семейств, 50% родов и 67% всех биологических видов (в том числе все динозавры) [21][25].
3. **Триасовая** катастрофа в конце триасового периода (210 млн. лет назад). Вымерло 22% семейств морской фауны и 52% морской флоры. Ее связывают с падением астероида.
4. **Пермская** катастрофа, или "Большая смерть" в конце перми (251 млн. лет назад) – самая масштабная: погибло 95% всех живых существ, причём, только морская фауна потеряла 40–50% семейств и около 70% родов [26]. Её связывают с ледниковым периодом между триасом и пермью, а также с последовавшим вулканизмом и глобальным потеплением. Возможно, причиной было тоже падение астероида.
5. **Девонская** катастрофа на исходе девонского периода (364 млн. лет назад). В короткий срок погибло до 85% тогдашних живых видов. Ее связывают с позднедевонским ледниковым периодом и/или падением астероида.
6. **Ордовикская** катастрофа в конце ордовика (450 млн. лет назад). Исчезло 25% семейств морских животных (всего 60% морских беспозвоночных). Её связывают с ледниковым периодом между ордовиком и силуром.

Известны также не такие катастрофические, но тоже массовые вымирания на границах среднего–позднего кембрия (500 млн. лет назад), силура–девона (420 млн. лет назад) [15] и юры–мела (145 млн. лет назад) [10].

Гаршин И.К. О связи геологических и галактических циклов

Всего за последние 250 млн. лет произошло 9 вымираний организмов со средним временным интервалом 30 млн. лет [12]. Всё это хорошо видно на схеме (рис. 5). Похожую диаграмму вымираний и расцвета семейств животных приводит Ньюелл [23].

Докембрийские биологические катастрофы определяются, в основном, по резкому сокращению строматолитов – цианобактериальных матов того времени. Обычно это связано с похолоданиями. М. А. Семихатов и М. Е. Раабен выявили в протерозое 3 резких спада строматолитов [18], что описано и графически показано (рис. 6) Е. М. Хабаровым [24].

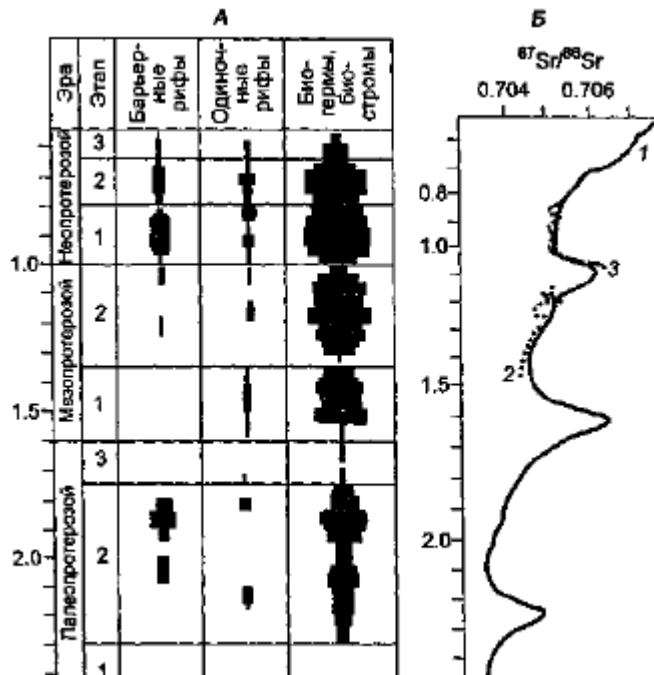


Рис. 6. Этапы формирования строматолитовых построек (А) и кривые изменения $^{87}\text{Sr}/^{86}\text{Sr}$ морской воды (Б) в докембрии.

Судя по диаграмме (рис. 6), некоторый спад строматолитов наблюдается также в конце мезопротерозоя (1050–1000 млн. лет назад). Он, по-видимому, связан с гнейсёским ледниковым периодом (0,95–0,9 млрд. лет назад), который, возможно, связан с началом гренвильского тектогенеза (1090—930). Имеется и более значительный спад строматолитов в эктазийском периоде (1,35 млрд. лет назад) – в начале готского тектогенеза (1360—1210).

Заметим, что меловая биологическая катастрофа произошла через 196 млн. лет после пермской. Пермская катастрофа произошла через 186 млн. лет после ордовикской. Ордовикская катастрофа – примерно через 200 млн. лет после вендской (если она пришлась на середину варангского оледенения). А от этого времени до третьего спада строматолитов – тоже приблизительно 200 млн. лет. Между спадами строматолитов – 700–900 млн. лет.

§ 3.5. Падения сверхбольших метеоритов

Уже найдено много кратеров (и установлен их возраст), оставшихся от столкновения Земли с крупными метеоритами [12][21][29]. Заметим, что если в атмосферу Земли врывалась комета (на самом деле, нет чёткой границы между кометами и астероидами), то она могла взорваться без образования кратера. Или кратер упавшего болида может быть ещё не найден. Следы таких событий могут быть необычные минералы (например, фрагменты стекла естественного происхождения) или повышенная концентрация нетипичных для Земли элементов.

Гаршин И.К. О связи геологических и галактических циклов

Вот примерный перечень таких коллизий, которые могли серьезно изменить климат или химию земных оболочек и стать катастрофическими для биосферы. Сведения взяты из указанных источников и научных новостных серверов. В скобках – возраст кратера или время падения:

1. **Гудзонская** комета (13 тыс. лет). Многие факты говорят о том, что около 11 тыс. лет до н. э. в район Гудзонова залива упала комета. Она создала кратер диаметром 480 км, который теперь находится на дне Гудзонова залива. Образовалась радиальная система кратерных воронок, залитых водой, и, не исключено, возникли сами Великие озера. В осадочных отложениях появился катастрофный слой, резко обогащенный радиоактивными и редкими химическими элементами, подобный тому, что был обнаружен в породах, синхронных меловой катастрофе. По-видимому, именно этот удар привел к «мезолитической катастрофе», когда вымерли мамонты и многие другие крупные млекопитающие, особенно в Северной Америке [2].
2. **Аризонский** метеорит (50 тыс. лет). Также – кратер Бэрринджера, Енотовый холм, Каньон Дьявола). Это пока самый молодой кратер. Его диаметр – 1200 метров, глубина — 185 метров. Вес упавшего астероида был около 10 тысяч тонн, его поперечник – 30–60 м. С его падением окончился ледниковый максимум антропогена.
3. **Египетский** болид упал 100–200 тыс. лет назад в районе Западной пустыни Египта. Он не оставил кратера, но определился по стеклообразным минералам. Скорее всего, это было ядро кометы, которая взорвалась в атмосфере.
4. **Антарктические** метеоритные кратеры (780 тыс. лет). Самый крупный из тех ударов пробил в антарктическом льду отверстие диаметром 322 км. Это привело к таянию 1% антарктического льда и подъёму мирового уровня океана на 60 см. Время падения болида совпадает с окончанием эоплейстоцена и началом гляциоплейстоцена. А через 30 тыс. лет начался ледниковый максимум, продолжавшийся 700 тыс. лет.
5. **Эльтанинский** кратер (2,5 млн. лет). Образовался на морском дне между Южной Америкой и Антарктидой. Последствия были грандиозными (километровые цунами забрасывали морскую фауну вглубь суши), но, считается, что никаких вымираний в это время не было. Тем не менее, это падение знаменует начало четвертичного периода (2,5 млн. лет назад). К этому же примерно времени относится и железный метеорит Klondike, оба экземпляра которого были найдены в плиоценовых (1,6–5,3 млн. лет назад) отложениях Канады.
6. **Азовский** железокремниевый болид (25 млн. лет). Следы его (ферросилициды) были найдены в скважинах Северного Приазовья на глубине 30–40 м в эллипсе 2x4 км. Болид кратера не оставил. Он не принадлежит ни к одному из известных типов метеоритов, отличаясь отсутствием как кислорода, так и никеля. Не исключены другие ударные события этого времени. 25 млн. лет назад произошло временное сокращение антарктического ледникового покрова.
7. **Чесапикский** и **Попигайский** кратеры (примерно 35 млн. лет). Есть версия, что эти кратеры образовали 2 части более крупного астероида. Первый кратер диаметром 85 км стал Чесапикской бухтой в штате Мэриленд, США (поперечник самого астероида оценивается в 3 км). Второй кратер диаметром 100 км образовался на севере Сибири 36–37 млн. лет назад [12] (этот астероид был поперечником 5 км). Время их падений совпадает с началом глобального похолодания в палеогене (приблизительно, 34 млн. лет назад – когда зародился Антарктический ледниковый покров). Отмечается также гибель биоты 30 млн. лет назад (рис. 7, столбец 7) – достаточно массовая, хоть и не причисленная к серии "катастрофических". Возможно, в эту же серию метеоритных атак (как отдельный метеорит или как ещё одна часть) входит железный метеорит, который был обнаружен в эоценовых (36,6–57,8 млн. лет) породах при проведении буровых работ на нефть в штате Техас (США) а также метеорит, образовавший канадский 7,5-километровый кратер **Уанапитей** возрастом 37 ± 2 млн. лет.
8. **Чиксулубский** кратер (65,2 млн. лет) в Мексиканском заливе и на полуострове Юкатан (Мексика) диаметром 175 км (поперечник астероида – около 10 км). Мощность взрыва

оценивается в 100 млн. мегатонн [12]. Считается, что от этого удара и запыления атмосферы вымерли динозавры, т.к. "ядерная зима" продолжалась полгода [22]. Не исключено, что была серия ударов как до так и после Меловой катастрофы (вокруг «К/Т границы»).

9. **Карская** астроблема (70 млн. лет) в России диаметром 65 км. Относится к той же эпохе "бомбардировки динозавров" в конце мелового периода. Отметим также ископаемый метеорит в пограничных мел–палеогеновых (66,4 млн. лет) отложениях Северной Атлантики, относящийся к той же серии метеоритных атак.
10. **Пучеж–Катунская** астроблема (175 млн. лет) в России диаметром 80 км. Эпоха распада Гондваны (190–120) и Лавразии (200–135) в юрском периоде.
11. Гипотетический "убийца" архаичных рептилий (210 млн. лет), упавший за 50 000 лет до появления гигантских динозавров – прогрессивных рептилий. Предполагается по следам иридия. Кратер ищется в Канаде и Австралии.
12. **Австралийские** астероиды (251 млн. лет), оставившие эти импактные структуры, считаются причиной "Великого вымирания" на границе перми и триаса: а) 500–километровая воронка под километром льда в Восточной Антарктике (Земли Уилкеса к югу от Австралии) – по версии, удар был такой силы, что Австралия откололась от Гондванской части Пангеи и отодвинулась к северу; б) ударный кратер Bedout на дне океана близ побережья северо–западной Австралии, который оставил астероид поперечником 6,4—11,2 км (возможно, это был кусок первого). Другими признаками такого грандиозного импакта были обнаруженные японскими геологами в пермском грунте южного Китая значительные количества серы и изотопов стронция.
13. **Ордовикская** метеоритная атака (470 млн. лет назад). В конце ордовикского периода в космосе столкнулись два астероида поперечником около 1000 км. Метеориты–обломки (до 1 км в диаметре) достигли Земли 470 млн. лет назад и были вероятной причиной последовавшей позже Ордовикской биологической катастрофы (450 млн. лет назад). Следы той бомбардировки (уникальные изотопы хрома и осмия) видны в породах этого периода. Возможно, эта метеоритная атака спровоцировала также наступление Позднеордовикского ледникового периода (460–420 млн. лет назад). Обломки от того столкновения (L–хондриты) до сих пор выпадают на Землю, составляя 20% всех падающих метеоритов. Кроме этих, также найден ископаемый метеорит в ордовикских (438–505 млн. лет) отложениях Брунфло (Швеция).
14. **Садберийский** кратер (1,9 млрд. лет) в Канаде (провинция Онтарио) диаметром 248 км (поперечник астероида – около 10 км). По периметру кратера найдены крупнейшие залежи никелевой и медной руды.
15. Кратер **Вредефорт** в ЮАР (2,0 млрд. лет) диаметром более 300 км (поперечник астероида – около 10 км). По времени совпадает с окончанием Гуронского оледенения. Если не считать 500–километровый кратер в Восточной Антарктике, Садберийская и Вредефортская астроблемы – крупнейшие на Земле. Обе возникли в орозирийском периоде палеопротерозойской эры, и вторая половина этого периода отмечена интенсивным горообразованием практически на всех континентах (Балтийский тектогенез 1,98–1,83 млрд. лет назад).
16. Кратер **Суавьярви** в Карелии (2,4 млрд. лет) диаметром 16 км – совпадает по времени с "Кислородной катастрофой" (2,4 млрд. лет назад) и началом Гуронского оледенения (примерно 2,5–2,0 млрд. лет назад) в палеопротерозое.
17. Также найдены следы падения крупного астероида в конце архея (2,5 млрд. лет назад). В пластах того времени обнаружены сферулы (полые стеклообразные капли) – такие же, как от чиксулубского суперметеорита. Это совпадает с началом альгонкского тектогенеза и первым спадом строматолитов (2,4 млрд. лет назад).
18. Середина архея (рубеж палеоархея и мезоархея 3,24 млрд. лет назад) отмечена падением 3 крупных астероидов (поперечником от 20 до 50 км), радикально изменивших строение земной

Гаршин И.К. О связи геологических и галактических циклов

поверхности. Они тоже определены по остаткам сферул. Следы первых двух импактов найдены в Барбертонских горах Австралии на территории древнего кратона **Пилбара**, а следы третьего – в Южной Африке на территории древнего кратона **Капвааль** [20]. Эта астероидная атака изменила конвекцию мантии и привела к образованию этих древнейших кратонов, сформировавших впоследствии первый суперконтинент **Ваальбару**.

Возможно, это совпадение, но видно, что Земля испытывает не только эпизодические столкновения с крупными болидами, но и их "серийные нападения" (0,78; 34-37; 65-70; 251; 470; 1900-2000; 2400-2500; 3240 млн. лет назад). Результатами таких массивных атак являются, как правило, биотические кризисы (30, 65, 251, 450, 2400 млн. лет назад - см. п. 3.4) или резкие похолодания (34, 460, 2500 - см. п. 3.3), или тектонические события (251, 1980, 3240 млн. лет назад).

Последний случай можно назвать астерогенным тектонизмом, который характеризовался многочисленными последствиями. Серийные падения крупных астероидов активизируют движение мантии, вулканизм, горообразование и дрейф литосферных плит. В местах падений возникают разломы (и, вероятно даже, откалывания частей континентов). В то же время за счет падающих астероидов происходит наращивание континентальных масс и появление на них компактных залежей полезных ископаемых.

§ 3.6. Другие периодически повторяющиеся события в развитии Земли

На Земле существует много других периодических явлений: чередование тёплых и холодных периодов (рис. 2, 3), колебания уровня Мирового океана (рис. 3), ритмы осадконакопления (рис. 1), циклы образования полезных ископаемых... Например, на рис. 1 мы можем увидеть, что периоды интенсивного осадконакопления повторялись примерно каждые 100 миллионов лет с максимальными значениями приблизительно каждые 400 миллионов лет.

Глубоко и многосторонне изучил связь геологических процессов с процессами в космосе Владимир Александрович Епифанов (ФГУП "СНИИГГиМС", г. Новосибирск). Он исследовал взаимосвязь периодичности изменения климата, колебания уровня моря, тектонической активности, внедрения якутских кимберлитов и накопления нефти [9][10]. Являясь сторонником пульсационной концепции, В. А. Епифанов связывает эти процессы с периодическими глобальными пульсациями Земного шара, причиной которых он считает циклические факторы при движении Солнечной системы вокруг центра Галактики.

В. А. Епифанов выявил следующие геогалактические циклы (рис. 7):

1. **216 млн. лет** (1 галактический оборот): 1) массовые вымирания органического мира (строка 7); 2) период нефтенакопления (строка 5).
2. **432 млн. лет** (2 галактических оборота), "трицикл тектогенеза": 1) колебания уровня Мирового океана (строка 7) [16][23]; 2) динамика активности рифтогенеза и спрединга (строка 4); 3) чередование холодных и тёплых климатических эр (строка 6) [16]. В первую половину этого цикла начинается и завершается глобальное расширение Земли, а во второй – ее сжатие, во время которого формируются суперконтиненты. Ледниковые периоды группируются в гляциоэры, которые совпадают с глобальным сжатием планеты, что может быть отчасти объяснено континентализацией Земли. А при каждом расширении планеты наступает термоэра.
3. **864 млн. лет** (4 галактических оборота), "мегацикл геогенеза": Чередование океанизации (преобладающего спрединга) в Северном и Южном полушариях указывает на необходимость объединения двух "трициклов тектогенеза" в единый мегацикл геогенеза. В его рамках в первую глобальную пульсацию (1-й трицикл тектогенеза) в фазу расширения Земли, в основном, "раздувается" Южное полушарие вследствие чего материки оттесняются в район Северного полюса, где они в фазу сжатия планеты формируют суперконтинент. Во вторую глобальную пульсацию (2-ой трицикл) наблюдается обратное – в фазу расширения радиус Земли растёт за счет распада суперконтинента и океанизации в Северном полушарии, а в фазу глобального сжатия на юге формируется новый суперконтинент.
4. **144 млн. лет** (2/3 галактических оборота): цикл тектогенеза. В. А. Епифанов полагает, что за 432 млн. лет происходит 3 цикла тектогенеза (строка 2). Поэтому период в 2 галактических оборота он называет "трициклом тектогенеза".
5. **86,4 млн. лет** (2/5 галактических оборота): "драконический период". В. А. Епифанов считает, что этот цикл (строка 3) представляет собой ритм синусоидального пересечения Солнечной системой плоскости Галактики. Полупериоды этих ритмов (выделено квадратами) хорошо согласуются с ломаной кривой активизации рифтогенеза и спрединга и контролируют время формирования и распада Пангеи, а также закономерно сочетаются с трициклом тектогенеза (5 полупериодов по 43,2 млн. лет). (Хотя, на взгляд автора статьи, расстояния между максимумами и минимумами динамической кривой кратны периоду около 50 млн. лет.) Также этот цикл является вторым шагом в периодичности массовых вымираний.

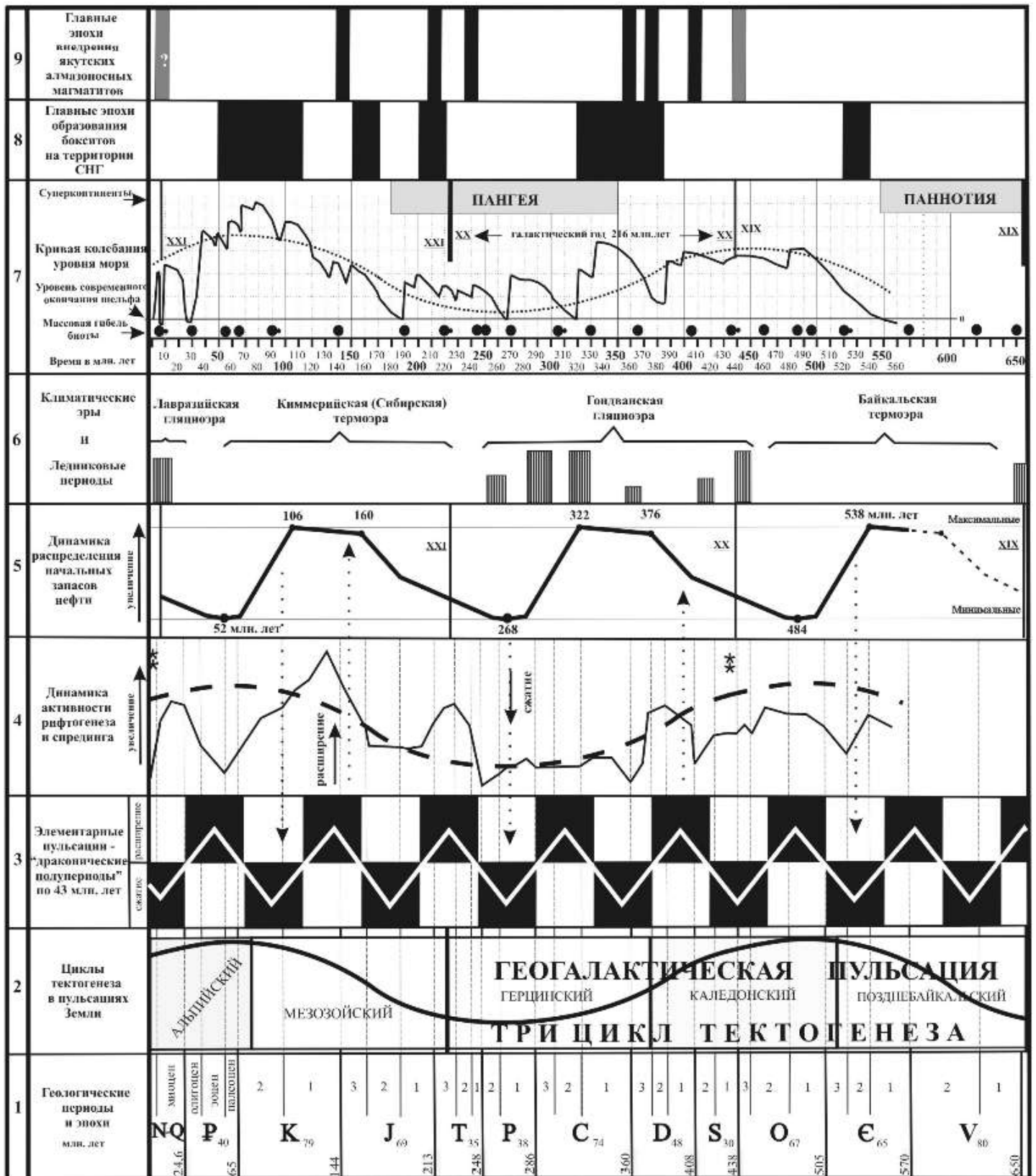


Рис. 7. Единство геологических циклов и галактических пульсаций по В. А. Епифанову.

Заметим также, что спады нефтенакпления (строка 5 диаграммы) почти совпадают по времени с меловой, пермской и ордовикской биологическими катастрофами (см. § 3.4), которые произошли, соответственно, 65, 251 и 450 млн. лет назад.

4. Хронологические сравнения

Сведём теперь воедино все эти ключевые события на основе геохронологической шкалы.

§ 4.1. Сравнение этапов истории Земли с периодами вращения Галактики

При просмотре геохронологической шкалы [14] можно заметить, что все геологические эры (кроме еще продолжающейся кайнозойской) приблизительно кратны 200 млн. лет, что примерно совпадает с галактическим годом (галациклом):

- 1) мезозой – 185 (около 1 галацикла);
- 2) палеозой с эдиакарием – 385 (почти 2 галацикла);
- 3) неопротерозой без эдиакария – 365 (тоже около 2 галациклов);
- 4) мезопротерозой – 600 (3 галацикла);
- 5) палеопротерозой – 900 (4–5 галациклов);
- 6) неоархей – 300 (2–3 галацикла);
- 7) мезоархей – 400 (2 галацикла);
- 8) палеоархей – 400 (2 галацикла);
- 9) эоархей – 400 (2 галацикла);
- 10) катархей - 600 (3 галацикла).

Солнечная система за 180–250 млн. лет (сейчас считается – 220 млн. лет) делает полный оборот вокруг центра Галактики [1]. За это время, возможно, наша планетная система испытывает периодическое гравитационное или радиационное влияние каких-либо скоплений материи или соседей Галактики. Для ориентировочных расчётов будем использовать значение 200 млн. лет.

Рассмотрим геохронологическую таблицу, в которой геологические отрезки времени приведены в соответствие галактическим годам. Расположим в ней ключевые события истории Земли и проанализируем их взаимосвязь (таблица I).

Хронология в таблице дана в миллионах лет – по данным 2009 года [14]. Ниже названия каждого временного отрезка, в скобках – их продолжительность. По каждому периоду приведены важнейшие события в истории Земли – геологические и биологические.

Результаты сравнения приведены в п. 5.

§ 4.2. Сравнение между собой поздних этапов истории Земли, равных галациклу

В данном сравнении (таблица II) палеозойская эра разделена на 2 части – неопалеозойская (от перми до силура) и эопалеозойская (ордовик, кембрий и эдиакарий из верхнего протерозоя). Каждая из этих частей соответствует одному галактическому обороту. При этом верхний и нижний мел считаются отдельными периодами, а из эдиакарского периода выделен лапландский. Это сделано потому, что длина мелового и эдиакарского периода примерно в 2 раза больше средней длины других геологических периодов. Длительность этапов дана в миллионах лет.

Для будущих периодов кайнозойской эры (после палеогена) предложены названия:

1. Тетрагоновый ("четвёртый", считая от палеогена), или акрогоновый ("крайний") период.
2. Тритоновый ("третий"), или диадохогеновый ("сменяющий") период. Встречается также название "футуроген".
3. Дейтерогеновый ("второй"), или нуногеновый ("нынешний") период – включает неогеновый с антропогеновым и закончится примерно через 25 млн. лет.

Гаршин И.К. О связи геологических и галактических циклов

По аналогии с этими названиями палеогеновый период тоже можно назвать протогеновым ("первым").

Таким образом, каждая эра (соответствующая одному галактическому обороту) делится на 4 периода продолжительностью около 50 миллионов лет. Этот период контролирует динамику рифтогенеза и спрединга, что хорошо видно в третьей строке диаграммы В. А. Епифанова (рис. 7).

Вышеприведённые 4 эры составляют один фанерзойский эон. Как мы видели в п. 3.1, цикл формирования суперконтинентов составляет примерно 800 млн. лет. На основании этого можно и докембрийские эры объединять по 4 в один эон.

§ 4.3. Сравнение хронологий Земли, Луны и ряда планет Солнечной системы

Для сравнения с геохронологической шкалой Земли автору пока доступны сведения о периодизации истории Луны [28], Марса [26] и Меркурия [27] (можно надеяться, что имеется и геохронология Венеры). В таблице III приведены этапы развития этих планет для сравнения. Временные рамки и продолжительность (в скобках) эпох указана в миллионах лет.

В таблице мы видим, что геологическая история Луны и Меркурия имеют схожую периодичность. Причем, все периоды Луны (кроме Имбрийского) и эры Меркурия (кроме Позднекалорской) начинаются вместе с современными им эрами Земли. Границы трёх эпох Марса также совпадают с границами эр Земли (того же возраста). И все они примерно кратны галактическим циклам.

Ещё заметим, что аналоги земного катархейского (доархейского) эона длительностью около полумиллиарда лет также имеются у всех рассмотренных космических тел.

5. Результаты сравнения и дальнейшие задачи

Из хронологического анализа геологических и биологических событий можно увидеть следующее:

1. 9 из 24 галактических циклов начиналось с оледенения (34, 460-420, 680-570, 780-710, 950-900, 1200, 2400-2100, 2650, 2900 млн. лет назад). От современной кайнозойской эры до начала мезопротерозойской это правило выполняется без исключений. О более древних эпохах мы, вероятно, не располагаем полными сведениями..
2. В области границ галактических - как правило, вымирание (тоже в 9 случаях из 24: 65, 251, 450, 600, 850, 1050-1000, 1350, 1800-1600, 2500 млн. лет назад).
3. Вымирание вызвано обычно переохлаждением климата (почти каждое оледенение вело к вымиранию). Иногда предполагают перегревание за счет вулканической деятельности.
4. Вымирание часто связано с падением гигантских астероидов (0,01; 65; 251; 360; 470; 2400). Обычно это ведет к "ядерной зиме" (концепция Г.Ф.Лунгерсгаузена), а также, возможно, к усилению вулканизма - поэтому иногда предполагают перегревание, а, на самом деле, вначале происходит переохлаждение.
5. Девонское оледенение, возможно, вызвано падением астероида (или астероидов). Для гнейсёского оледенения и тонии также предполагают астероидную атаку (в это же время начал раскалываться суперконтинент Родиния). Не обязательно метеоритная активность ведёт к началу ледникового периода – эти процессы могут иметь общую (внешнюю) причину.
6. Не исключено, что, раскол некоторых материков [19] вызывается именно падением гигантских астероидов (такие события редко рассматриваются при исследовании тектоники праматериков).
7. По-видимому, на границе галактических в Солнечной системе усиливается метеоритный поток. Либо это связано с гравитационными возмущениями различных астероидных зон, либо эти астероиды экстрасолнечного происхождения.
8. Также заметим, что каждый галактический цикл характеризуется, как правило, собственной эпохой тектогенеза.

Гаршин И.К. О связи геологических и галактических циклов

А. А. Баренбаум считает, что "основные события геологического прошлого положенные в основу рубрики современной стратиграфической шкалы, отражают не только эндогенную эволюцию Земли, но и являются индикаторами мощных космических воздействий, которым она подвергалась с момента образования. На протяжении всей геологической истории Земли характер этих воздействий не менялся и, фактически, сводился к падению на нашу планету крупных космических тел: астероидов и комет. Поэтому данная шкала, построенная в виде системы вложенных друг в друга циклов разной длительности, представляет собой эмпирическую классификацию реакций на такие воздействия отдельных подсистем Земли... Границы шкалы на уровне эонотем определяются эпохами массового падения на Землю тел астероидного пояса при взаимодействиях Солнца с другими звездами Галактики. Стратоны ранга систем и отделов – это времена бомбардировок Земли галактическими кометами в эпохи попадания Солнца в струйные потоки и спиральные рукава Галактики. А подразделения шкалы, начиная с ярусов и мельче – это моменты падения на Землю крупных одиночных космических тел." [2].

Определение природы регулярного галактического воздействия на развитие Земли – тема отдельной статьи, в которой могут исследоваться, например, такие причины:

- 1) периодические изменения орбитальных величин Солнечной системы;
- 2) радиационное воздействие от вспышки соседней сверхновой звезды;
- 3) возмущение малых космических тел Солнечной системы пролетающей рядом звездой, обмен с ней планетами;
- 4) регулярное пересечение спиральных рукавов Галактики;
- 5) возмущение астероидного пояса или кометного облака гиперскоростными беглыми планетами или звездами;
- 6) воздействие срывающихся сферических оболочек из центра Галактики;
- 7) воздействие высокоскоростных потоков вещества от разрушенных карликовых галактик;
- 8) влияние галактик-спутников.

6. Реформа геохронологической шкалы

Целесообразно привести существующую геохронологическую шкалу в соответствие с галактическими циклами. Назовём эрой период времени в 1 галактик, который, как заметили выше, характеризуется собственной эпохой тектогенеза. Поскольку циклы образования материков занимают 4 галактических оборота (см. § 3.1), объединим каждые 4 эры в один эон. Получится хронологическая система, состоящая из 24 эр и 6 эонов по 4 эры (таблица IV).

Здесь сидерий из протерозоя переведён в архей, а ранняя часть эоархея – в катархей. Катархей полностью соответствует лунному периоду по геосинклинальной концепции В. И. Смирнова [22], а нижний архей – нуклеарному периоду.

Галактиклы, при которых на Земле был холодный климат, выделены голубым фоном, тёплый климат – розовым.

Кайнозой, по изложенным оценкам будет продолжаться ещё около 120–130 миллионов лет, и в его конце (позднем тетратогене) возможны катастрофические события и глобальное изменение климата. Скорее всего, это будет бомбардировка крупными астероидами, масштабный ледниковый период и, возможно, раскол каких-то материков.

В течение каждого эона формировался свой суперконтинент (максимальная сборка – ровно в середине эона на границе двух внутренних эр). Поэтому называть эоны можно по этим сверхматерикам, например:

1. Фанерозой – Пангеазой (эпоха жизни на сверхматерике Пангея и ее частях)

Гаршин И.К. О связи геологических и галактических циклов

2. Верхний протерозой – Мезогеазой (эпоха жизни на Мезогее, или Родинии), либо Родинианий
3. Нижний протерозой – Мегагеазой (эпоха жизни на Мегагее, или Колумбии), либо Колумбианий
4. Верхний архей – Моногеазой (эпоха жизни на Моногее, или Кенорленде), либо Кенорлендий
5. Нижний архей – Археогеазой (эпоха жизни на Археогее, если так назвать первый суперконтинент Ваальбару), либо Ваальбарий
6. Катархей – Прекратоний ("доплатформенный"), или Лунарий. Можно было бы оживить старое название – Гадей ("адский"), но вряд ли это научно верно. Всё больше данных говорит о том, что климатические и геохимические условия в ту пору были отнюдь не адскими для возможной жизни. Скорее всего, уже в раннем катархее "безвидная и пустая Земля" была покрыта сетью морей, где процветала ещё не "зелёная", а "красная" нанобактериальная жизнь, основанная на реакциях с железом [4] (как было на Марсе).

Через 200–300 млн. лет на Земле сформируется новый суперконтинент. Его называют Пангея Ультима, Неопангея, Амазия. Если использовать более короткое и легкопроизносимое название Амазия, то новый эон после Фанерозоя можно назвать Амазиазоем, или Амазианием.

7. Заключение

В заключение приходим к следующим выводам:

1. В результате сравнения хронологических шкал Земли и Луны обнаружена их согласованность и кратность периодам по 200 млн. лет (приблизительно). Причиной здесь может служить не внутренний планетарный, а космический фактор. Предполагается, что им является вращение самой нашей галактики с тем же периодом около 200 млн. лет ("галацикл").
2. Это явление должно наблюдаться и при хронологическом исследовании других планет – как Солнечной системы, так и экстрасолнечных планет (экзопланет) в звёздных системах Млечного Пути.
3. Вращение Галактики определяет наиболее крупные эпохи эволюции планет, начало которых связаны с драматическими, как правило, катастрофическими событиями. Эти эпохи можно назвать истинными эрами.
4. В течение 4 галациклов происходит формирование своего суперконтинента, поэтому 4 геологические эры можно объединить в 1 эон, соответствующий полному циклу Уилсона.
5. Максимальная сборка суперконтинента происходит ровно в середине эона на границах его 2–й и 3–й эр. Кроме этих долговременных суперконтинентов могут образовываться временные. Трансгрессия Мирового океана асинхронна формированию этих сверхматериков.
6. Каждая эра представлена, как правило, собственной орогенной эпохой, т.е., соответствует отдельному циклу Бертрана.
7. Криоэры и термоэры чередуются: каждая чётная эра является холодной, каждая нечётная – тёплой (не зависимо от оледенений на их границах или в их начале). Это показано В. А. Епифановым (см. § 3.6).
8. В середине каждой эры происходит расцвет биоты (даже в гляциоэрах) и максимум нефтенакопления, на границах эр – массовые вымирания и минимум нефтенакопления.

Таким образом, геохронологическая шкала обретает твёрдую физическую основу.

7. Литература

Автор статьи выражает огромную благодарность гл. научному сотруднику ФГУП “СНИИГГиМС” доктору геол.–мин. наук Г. Н. Черкасову за предоставленные интереснейшие статьи В. А. Епифанова.

1. Астрономия: век XXI. / Ред.–сост. Сурдин В.Г. – Фрязино: "Век 2", 2008. – 2–е изд., испр. и доп. – 608 с., ил.
2. Баренбаум А.А. О причинах двух наиболее значимых событий голоцена. // Квартер во всем его многообразии. Фундаментальные проблемы, итоги изучения и основные направления дальнейших исследований: Материалы VII Всероссийского совещания по изучению четвертичного периода (г. Апатиты, 12-17 сентября, 2011 г.). В 2 т. / Рос. акад. наук, Отд. наук о Земле, Комиссия по изуч. четвертич. периода, Геологический ин-т КНЦ РАН; отв. ред. О.П. Корсакова и В.В. Колька; – Апатиты; СПб, 2011. – Т. 1. (А–К). – 326 с., ил. С. 54-57.
3. Большаков В.А. Что такое "Теория Миланковича"? // Квартер во всем его многообразии. Фундаментальные проблемы, итоги изучения и основные направления дальнейших исследований: Материалы VII Всероссийского совещания по изучению четвертичного периода. В 2 т. Апатиты; СПб, 2011. – Т. 1. (А–К). – 326 с., ил. С. 77-80.
4. Воробьева Л. И. Археи. М.: Академкнига, 2007. – 446 с.
5. Вылцан И.А., Беженцев А.Ф., Беженцев С.А. Основы ритмостратиграфического, фациально–циклического и формационного анализа. // Вестник Томского государственного университета, № 307 (февраль 2008 г.), "Науки о Земле".
6. Герасимов И.П., Марков К.К. Четвертичная геология (Палеогеография четвертичного периода). ГУПИ Наркомпроса РСФСР, Москва, 1939. – 362 с.
7. Джон Б., Дербшир Э., Янг Г., Фейрбридж Р., Эндрюс Дж. Зимы нашей планеты: Земля подо льдом. Под ред. Б. Джона. / Перевод с англ. д-ра геогр. наук Л. Р. Серебрянного. М.: Мир. Редакция литературы по геологии, 1982. - 336 с., ил.
8. Епифанов В.А. Дегазационная гипотеза возникновения глобальных оледенений // Вопросы географии Сибири. Томск: ТГУ, 2006. Вып. 26. С. 81–90.
9. Епифанов В.А. Геологические циклы и геохронологическая шкала в системе галактических пульсаций Земли. // Новые идеи в науках о Земле: Материалы VIII Международной конфер. – Москва, 2007. – Т.1. – С. 120–123.
10. Епифанов В.А. Цикличность нефтенакопления в пульсациях Земли, астрогеологический контроль генезиса углеводородов и биопозэ // Международная научно–практическая конференция "Актуальные проблемы нефтегазовой геологии": Сборник материалов. – СПб.: ВНИГРИ, 2007. С. 119–128.
11. Епифанов В.А. Вклад Томской геологической школы в идею пульсационного развития Земли. Известия Томского политехнического университета. 2009. Т. 314. № 1. С. 101–104.
12. Ипатов С.И. Миграция небесных тел в Солнечной системе. М.: Физматлит, 2010. – 320 с.
13. Климат в эпохи крупных биосферных перестроек. / Гл. редакторы: М.А. Семихатов, Н.М. Чумаков. - М: Наука, 2004. - 299 с. (Тр. ГИН РАН; Вып. 550).
14. Ковалёв С.Г. Основы исторической геологии. Уфа: 2010. – 64 с.
15. Корень Т.Н. Международная стратиграфическая шкала докембрия и фанерозоя: принципы построения и современное состояние. СПб.: Изд–во ВСЕГЕИ, 2009. – 40 с.
16. Михайлова И.А., Бондаренко О.Б. Палеонтология. М.: Издательство МГУ, 2006. – 592 с.
17. Свиточ А.А., Сорохтин О.Г., Ушаков С.А. Палеогеография. Учебник. М.: Академия, 2004 – 448 с.

Гаршин И.К. О связи геологических и галактических циклов

18. Свиточ А.А. Ледниковые пустыни в истории Земли. // Природа. 2008. № 3. С. 47–52.
19. Семихатов М.А., Раабен М.Е. Динамика глобального разнообразия строматолитов протерозоя. Статья 1. Северная Евразия, Китай, Индия // Стратиграфия. Геологическая корреляция, 1994, т. 2, № 6. С. 10–32. Статья 2. Африка, Австралия, Северная Америка и общий синтез // Стратиграфия. Геологическая корреляция, 1996, т. 4, № 1. С. 26–54.
20. Серебрянный Л.Р. Древнее оледенение и жизнь. – М.: Наука, 1980. – 128 с.
21. Симпсон С. Бурное Рождение Континентов. Удары астероидов по молодой Земле создали первые фрагменты современных материков? // В мире науки, 2010, № 03. С. 24–31.
22. Солнечная система. Редактор и составитель В.Сурдин. М.: Физматлит, 2009. – 400 с.
23. Старостин В.И., Игнатов П.А. Геология полезных ископаемых. М.: Академический Проект, Фонд "Мир", 2006. – 512 с.
24. Ушаков С.А., Ясаманов Н.А. Дрейф материков и климаты Земли. М.: Мысль, 1984. – 206 с.
25. Хабаров Е.М. Карбонатная седиментация в мезонеопротерозойских бассейнах юга Восточной Сибири и некоторые вопросы эволюции рифообразования в докембрии. Геология и геофизика, 2011, т. 52, № 10, С. 1447–1465.
26. Черепанов Г.О., Иванов А.О. Палеозоология позвоночных. М.: Академия, 2007. – 352 с.
27. Michael H. Carr & James W. Head. Geologic history of Mars. Earth and Planetary Science Letters 294 (2010). Pages 185–203. URL: <http://www.planetary.brown.edu/pdfs/3438.pdf> (7. Relative Ages).
28. Paul D. Spudis & John E. Guest. Stratigraphy and geologic history of Mercury. Lunar and Planetary Institute, 3600 Bay Area Blvd., Houston TX 77058. Page 138, Table I – Mercurian Chronostratigraphic Scheme. // Mercury: Space Environment, Surface, and Interior, 2001. URL: <http://www.uapress.arizona.edu/onlinebks/Mercury/MercuryCh7.pdf> (III. Stratigraphy).
29. Don E. Wilhelms. The geologic history of the Moon. U.S. Geological Survey Professional Paper 1348. U.S. Government Printing Office, Washington: 1987. Page 130, Table 7.3 – Stratigraphic criteria for lunar time–stratigraphic units. URL: http://ser.sese.asu.edu/GHM/ghm_07txt.pdf (7. Relative Ages).
30. Meteorites.Ru Лаборатория метеоритики. Институт Геохимии и Аналитической Химии им. В.И.Вернадского (Геохи РАН).

8. Приложение

Таблица I. Ключевые космические, геологические, биологические события Земли

История Земли					Обращение Галактики	
Эоны	Эры	Периоды	Начало	Астрогеобиологические события	Галациклы	Начало
Фанерозой (570)	Кайнозой (66)	Антропоген (2,6)	2,6	Эльтанинский астероид (2,5). Появление человека (2,5). Ледниковый период (1–0,01). Гудзонская комета (0,011). Вымирание крупных зверей (0,01).	Современный 24–й галацикл (66) Начался с похолодания и массового вымирания.	66
		Неоген (20)	23	Антарктида покрылась льдом. Азовский астероид (25).		
		Палеоген (43)	65,5 ±0,3	Альпийский тектогенез (50–0). Чесапикский и др. астероиды (35). Глобальное похолодание (34) [льды Альп, Антарктиды; астероид].		
	Мезозой (185)	Мел (80)	145,5 ±0,4	Киммерийский тектогенез (90–50). Чиксулубский и др. астероиды (65). Вымерло 2/3 видов (и динозавры) (65).	23–й галацикл (185) Начался с вымирания.	251
		Юра (54)	199,6 ±0,6	Распад Гондваны (190–120?). Распад Лавразии (200–135). Пучеж–Катунский астероид (175).		
		Триас (51)	251,0 ±0,4	Распад Пангеи на Лавразию и Гондвану (220–150). Исчезло половина видов (210). Астероид?		
	Палеозой (291)	Пермь (48)	299,0 ±0,8	Образование Пангеи (300). Герцинский тектогенез (260–90). Австралийские астероиды (251). Вымерло 95% видов (251).	22–й галацикл (193) Начался с оледенения и вымирания.	444
		Карбон (60)	359,2 ±2,8	Гондванское оледенение (340–240, макс. 280).		
		Девон (57)	416,0 ±2,5	Каледонский тектогенез (410–260). Оледенение (370–350). Вымерло 85% видов (364). Астероид 5 км (360)?		
		Силур (28)	443,7 ±1,5	Покорение суши растениями и животными. Силур–девонское вымирание (~420).	Совпадает с Гондванской гляциоэрой.	635
		Ордовик (44)	488,3 ±1,7	Объединение материков: на севере – Лавразия, на юге – Гондвана. Ледниковый период (460–420). Гибель 25% морских семейств (450). Астероидная атака (470).		
		Кембрий (54)	542,0 ±1,0	7 материков–платформ. Салаирский тектогенез (520–410). Взрыв видообразования (540–530). Байконурское оледенение (540). Позднекембрийское вымирание		

Гаршин И.К. О связи геологических и галактических циклов

				(~500).		
Протерозой (1958)	Неопротерозой (458)	Эдиакарий (93)	635	Начало распада Лавразии. Кадомский тектогенез (650—520). Вендское вымирание (~600). Варангское оледенение (680—570).		
		Криогений (215)	850	Распад Родинии (750). Делийский тектогенез (860—650). Эпоха "Земля-снежок" с чередой глобальных оледенений. Среди них – Стертская ледниковая эпоха (810–710). Спад строматолитов (850).	20-й галацикл (215) В начале – оледенение и вымирание. В конце – оледенение. Африканская гляциоэра – самая масштабная.	850
		Тоний (150)	1000	Начало распада Родинии (850). Байкальский тектогенез (930—860). Гнейсёское оледенение (950–900). Спад строматолитов (1050–1000). Астероидная атака?	19-й галацикл (150) Начался с оледенения и вымирания	1000
	Мезопротерозой (600)	Стений (200)	1200	Возник суперматерик Родиния. Эльсонский тектогенез (1210—1090). Гренвильский тектогенез (1090—930). Тиллоиды группы Стоэр (1199).	18-й галацикл (200) Начался с оледенения	1200
		Эктазий (200)	1400	Лаксфордский тектогенез (1490—1360). Готский тектогенез (1360—1210). Спад строматолитов (1350).	17-й галацикл (200) Начался со спада цианобионтов	1400
		Калимий (200)	1600	Гуронский тектогенез (1670—1490). Первые находки эукариот.	16-й галацикл (200)	1600
	Палеопротерозой (900)	Статерий (200)	1800	Максимальная сборка сверхматерика Колумбия. Гудзонский тектогенез (1830—1670). Спад строматолитов (1800–1600). Уровень кислорода стал современным.	15-й галацикл (200) Спад цианобионтов	1800
		Орозирий (250)	2050	Балтийский тектогенез (1980—1830). Вредефортский астероид (2000). Садберийский астероид (1900).	14-й галацикл (250)	2050
		Риасий (250)	2300	Карельский тектогенез (2230—1980).	13-й галацикл (250)	2300
		Сидерий (200)	2500	Альгонкский тектогенез (2500—2230). Кислородная катастрофа (2400). Суавьярвийский астероид (2400). Гуронское оледенение (2400–2100). Исчез парниковый эффект. Облачность, ливни, снегопады. Спад строматолитов (2500–2400).	12-й галацикл (200) Начался с оледенения и вымирания. Канадская гляциоэра (2500–2000)	2500

Гаршин И.К. О связи геологических и галактических циклов

Архей (1500)	Нео-архей (300)		2800	Макс. сборка праматерика Кенорленд. Беломорский тектогенез (2700—2500). Образование плотного ядра Земли (2600). Неоархейское оледенение (2650). Древнейшие следы присутствия эукариот.	10-й и 11-й галактиклы (между ними оледенение)	(2650) (2800)
	Мезо-архей (400)		3200	Кольский тектогенез (3050–2700). Оледенение кратона Капваал (2900).	8-й и 9-й галактиклы (между ними оледенение)	(3000) (3200)
	Палео-архей (400)		3600	Образование праматерика Ваальбара (3300 или раньше). Белозерский тектогенез (3500–3050). Падение 3 крупнейших астероидов (3240), преобразивших земную кору.	6-й и 7-й галактиклы	(3400) (3600)
	Эоархей (400)		4000	Древнейшие осадочные породы формации Исуа (3800) со следами фотосинтезирующих организмов.	4-й и 5-й галактиклы	(3800) (4000)
Катархей (600)			4600		1-й, 2-й и 3-й галактиклы	(4200) (4400) (4600)

Таблица II. Продолжительность геологических эр и периодов фанерозоя в сравнении

Кайнозойская эра (24-й галацикл)			Мезозойская эра (23-й галацикл)			Неопалеозойская эра (22-й галацикл)			Эопалеозойская эра (21-й галацикл)		
Период	Длина	Начало	Период	Длина	Начало	Период	Длина	Начало	Период	Длина	Начало
Тетратоген	~50	через ~100	Верхний мел	34?	100?	Пермь	48	300	Ордовик	44	488
Тритоген	~50	через ~50	Нижний мел	46?	146	Карбон	60	359	Кембрий	54	542
Дейтероген	пока 23	23	Юра	54	200	Девон	57	416	Эдиакарий	47?	589
Палеоген	43	66	Триас	51	251	Силур	28	444	Лапландий	46?	635

Таблица III. Сравнение хронологических шкал Земли и ближайших космических объектов

История Земли			История Луны		История Меркурия		История Марса		Обращение Галактики	
Эоны	Эры	Начало	Периоды	Начало	Эры	Начало	Эпохи	Начало	Галациклы	Начало
Фанерозой (570)	Кайнозой (66)	66	Коперниковский (1100): геологически безактивный; молодые астроблемы (кратер Коперник).	1100	Койперская (1000): нет данных о вулканической и тектонической активности.	1000	Амазонийская (2900-3300): очень мало ударных кратеров; лавовые потоки; ледниковая активность; выбросы воды.	~3000	Современный 24-й галацикл (66)	66
	Мезозой (185)	251							23-й галацикл (185)	251
	Палеозой с Эдиакарием (384)	635							21 и 22-й галациклы (384)	635
Протерозой (1958)	Неопротерозой без Эдиакария (365)	1000	Эратосфеновский (2100): затихание вулканов; снижение ударов; образование кратера Эратосфен.	3200	Мансурская (~2000): снижение вулканической и тектонической активности.	3000- 3500			19 и 20-й галациклы (365)	1000
	Мезо- протерозой (600)	1600							16, 17, 18-й галациклы (600)	1600
	Палео- протерозой (900)	2500							12, 13, 14, 15 галациклы (900)	2500
Архей (1500)	Неоархей (300)	2800							10 и 11-й галациклы (300)	2800
	Мезоархей (400)	3200							8 и 9-й галациклы (400)	3200
	Палеоархей (400)	3600	Имбрийский (650): Позднеимбрийская (Архимедовская) эпоха - 3800 млн. л. назад: макс. излияния лавы, заполнившие "моря";	3850	Поздняя калорская (~800): закончилось глобальное сжатие.	3800		~3700	6 и 7-й галациклы (400)	3600
	Эоархей (400)	3800							5-й галацикл (200)	3800

			<p>большинство вулканических кратеров и вулканов; образование кратера Архимед и Восточного моря.</p> <p>Раннеимбрийская / Апеннинская) эпоха -3850 млн. л. назад: ударное образование моря Дождей и др. морей.</p>				<p>образование самой старой поверхности (из сохранившихся); много крупных кратеров; обширная речная эрозия; возможно, были моря и океаны.</p>			
		4000	<p>Нектарский / Птолемеевский (70): образование 10-12 основных бассейнов (в т.ч. моря Нектара) болидами до 860 км.</p>	3920	<p>Калорская (60): вулканические минералы равнины Жары.</p> <p>Толстовская (40): равнины и кратеры (в т.ч. от вулканов)</p>	3900-4000			4-й галацикл (200)	4000
Катархей (600)		4600	<p>Донектарский / Гиппарховский (613): образование коры.</p> <p>Эра "9 групп бассейнов" (4172-3920 млн. л.). Начало базальтового магматизма (4 млрд. лет назад).</p> <p>Криптийская эра (4533-4172 млн. л.).</p>	4533	<p>Дотолстовская (500-600): интенсивная бомбардировка; кратеры и обширные межкратерные равнины.</p>	4500	<p>Доноачианская (400-600): от планетной аккреции и дифференциации до образования ударной впадины Эллады (почти всё стёрто эрозией и метеоритами).</p>	4500	1, 2 и 3-й галациклы (600)	4600

Таблица IV. Реформированная версия геохронологической шкалы

Эоны	Эры	Периоды	Начало	Галациклы	Эпохи тектогенеза
6. Фанерозой (570) - эпоха праматерика Пангеи	Кайнозой (66)	Тетратоген (50?)	Ещё не наступили	Современный 24-й галацикл (66)	Альпийский (50-0)
		Тритоген (50?)			
		Дейтероген (50?): неоген (20) и антропоген (2,6 ... 30?)	23		
		Палеоген (43)	66		
	Мезозой (185)	Верхний мел (34?)	100?	23-й галацикл (185)	Герцинский (260-90) и Киммерийский (90-50)
		Нижний мел (46?)	146		
		Юра (54)	200		
		Триас (51)	251		
	Неопалеозой (193)	Пермь (48)	299	22-й галацикл (193)	Каледонский (410—260)
		Карбон (60)	359		
		Девон (57)	416		
		Силур (28)	444		
	Эопалеозой (191)	Ордовик (44)	488	21-й галацикл (191)	Кадомский (650—520) и Салаирский (520—410)
		Кембрий (54)	542		
		Эдиакарий (47?)	589		
		Лапландий (46?)	635		
5. Верхний протерозой (765) - эпоха праматерика Родинии (Родинианий)	Криогений (215)		850	20-й галацикл (215)	Делийский (860—650)
	Тоний (150)		1000	19-й галацикл (150)	Байкальский (930—860)
	Стений (200)		1200	18-й галацикл (200)	Эльсонский (1210—1090) и Гренвильский (1090—930)
	Эктазий (200)		1400	17-й галацикл (200)	Лаксфордский (1490—1360) и Готский (1360—1210)
4. Нижний протерозой (900) - эпоха праматерика Колумбии	Калимий (200)		1600	16-й галацикл (200)	Гуронский (1670—1490)
	Статерий (200)		1800	15-й галацикл (200)	Гудзонский (1830—1670)

Гаршин И.К. О связи геологических и галактических циклов

(Колумбианий)	Орозирий (250)		2050	14-й галацикл (250)	Балтийский (1980—1830)
	Риасий (250)		2300	13-й галацикл (250)	Карельский (2230—1980)
3. Верхний архей (900) - эпоха праматерика Кенорленда (Кенорлендий)	Сидерий (200) (Неокенорлендий)		2500	12-й галацикл (200)	Альгонкский (2500—2230)
	Поздний неоархей (150?) (Мезокенорлендий)		2650?	11-й галацикл (150?)	Беломорский (2700—2500)
	Ранний неоархей (150?) (Палеокенорлендий)		2800	10-й галацикл (150?)	Кольский (3050-2700)
	Поздний мезоархей (200) (Эокенорлендий)		3000?	9-й галацикл (200?)	
2. Нижний архей (800) - эпоха праматерика Ваальбары (Ваальбарий, Нуклеарий)	Ранний мезоархей (200) (Неоваальбарий)		3200	8-й галацикл (200?)	Белозерский (3500-3050)
	Поздний палеоархей (200) (Мезоваальбарий)		3400?	7-й галацикл (200?)	
	Ранний палеоархей (200) (Палеоваальбарий)		3600	6-й галацикл (200?)	
	Поздний зоархей (200) (Эоваальбарий)		3800?	5-й галацикл (200?)	
1. Катархей (800) - доплатформенная эпоха (Лунарий)	Ранний зоархей (200) (Неолунарий)		4000	4-й галацикл (200?)	
	Неокатархей (200?) (Мезолунарий)		4200?	3-й галацикл (200?)	
	Мезокатархей (200?) (Палеолунарий)		4400?	2-й галацикл (200?)	
	Палеокатархей (200?) (Эолунарий)		4600	1-й галацикл (200?)	