ИЗВЕСТИЯ РАН. СЕРИЯ ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ, 2016, № 5, с. 82–90

ЭВОЛЮЦИЯ ПРИРОДНЫХ СИСТЕМ

УДК 574.9:504.7+551.5

МАССОВЫЕ ВЫМИРАНИЯ ВИДОВ ЖИВОТНЫХ В ИСТОРИИ БИОСФЕРЫ ЗЕМЛИ: ЕЩЕ ОДНА ГИПОТЕЗА

© 2016 г. В.В. Снакин

Институт фундаментальных проблем биологии РАН, Москва, Россия
Музей землеведения МГУ имени М.В. Ломоносова, Москва, Россия
e-mail: snakin@mail.ru

Поступила в редакцию 18.09.2015 г.

В качестве причины динамики биоразнообразия в истории биосферы рассматривается изменение степени географической изоляции в результате движения материков, периодически объединяющихся в суперматерики. Снятие географических барьеров, изменение климата ведет к сокращению разнообразия экологических ниш, росту конкуренции видов и соответствующему снижению видового разнообразия (массовым вымираниям), подтверждаемому палеонтологическими данными. Последующие расхождения материковых плит, географическая изоляция приводили к новому витку эволюции и увеличению разнообразия на новом эволюционно более высоком уровне. Современные процессы глобализации также приводят к снижению роли географической изоляции и к соответствующему снижению биоразнообразия, возможно перед новым витком эволюции, связанным уже с расширением биосферы за пределы Земли.

Ключевые слова: биоразнообразие, геодинамика, дрейф материков, принцип конкурентного исключения, глобализация, изменение климата, массовые вымирания видов, географические барьеры, эволюция биосферы.

Введение. Существует немало гипотез о причинах массовых вымираний видов, неоднократно имевших место в истории биосферы. За более чем четырех миллиардную историю биосферы численность населявших ее видов постоянно изменялась на фоне общей тенденции роста. При этом выделяются несколько периодов, когда вымирание носило массовый характер и биоразнообразие быстро (в геологическом масштабе времени) и резко снижалось. В такие периоды глобальных вымираний погибало до 90% видов, как это было в пермском, одном из величайших массовых вымираний на границе между палеозойской и мезозойской геологическими эрами примерно 250 млн лет назад. Как правило, в промежутках между массовыми вымираниями биоразнообразие восстанавливалось и перед очередным вымиранием превосходило свой прежний уровень.

Вымирание видов в результате естественных процессов – нормальное явление, сбалансированное в геологическом времени появлением новых видов. Согласно Ч. Дарвину [20], вымирание видов и целых групп видов, игравшее такую выдающуюся роль в истории органического мира, является почти неизбежным следствием принципа естественного отбора. По В.А. Красилову [5], вымирание – способ регуляции разнообразия в переменных условиях, ослабляющий конкуренцию. “Для биосферы вымирания были благом, как для вида благом является смерть особи от старости. В обоих случаях отсекаются носители косной наследственной информации, сдерживающей эволюцию” [15].

Тем не менее, общепризнанной главной причины гибели видов в научной литературе нет. В качестве возможных причин массовых вымираний, точность определения времени и длительность которых оцениваются порой миллионами лет, рассматривают несколько процессов, наиболее популярными из которых рассмотрены ниже.

Космические факторы (прежде всего падение крупных метеоритов). По версии Л. Альвареса и др. [17], гибель динозавров на границе мезозоя и кайнозоя обусловлена падением крупного астероида, образовавшего один из крупнейших кратеров на Земле – Чиксулуп диаметром около 180 км на полуострове Юкатан. В то же время образование кратеров, значительно больших чем Чиксулуб размеров (Варбёртен в Австралии – 400 км,

Вредефорт в Южной Африке – 300 км, Сёдбери в Канаде – 250 км, Доулин в Китае – 190 км), не сопровождалось последующими вымираниями и даже глобальными климатическими изменениями, хотя по мощности воздействия они значительно превосходили Чиксулуб [4].

Р. Фэйрстоун приводит ряд фактов в пользу имевшей место космической катастрофы 11–13 тыс. лет назад в эпоху "культуры кловис" в Северной Америке, вызвавшей гибель плейстоцен-голоценовой мегафауны [21], что однако не согласуется с длительностью их вымирания в тысячи лет.

Земные катастрофы (усиление вулканизма и водородной дегазации жидкого земного ядра). Имеются неопровержимые данные о существенном влиянии крупных вулканических извержений в истории Земли на климат за счет массовых выбросов аэрозолей в стратосферу Земли. После сильных извержений, особенно если речь идет о супервулканах, происходит заметное снижение температуры порой на несколько лет (так называемая "вулканическая зима"). Несомненно, что такие изменения климата влияют на динамику численности видов, но аэрозоли от извержения вулканов создают лишь кратковременную в историческом аспекте аномальность температуры, но общий тренд ее изменения всегда сохраняется.

Изменения климата. Одним из факторов исчезновения овцебыков из Евразии могло стать потепление климата, так как они плохо переносят температуры выше 10 °С. Отмечается, что чем выше средняя масса животных, тем выше вероятность вымирания [24]. В отличие от представителей мегафауны, виды мезо- и макрофауны более безразличны к климатическим вариациям [6].

Изменение магнитного поля Земли. Считается, что последний раз южный и северный магнитные полюса поменялись местами около 780 тыс. лет назад, а в плейстоцене до этого они происходили 0.99; 1.07; 1.19; 1.2; 1.77 и 1.95 млн лет назад [2]. Таким образом, эти события происходили гораздо чаще великих вымираний и не совпадают по времени, например, с позднеплейстоценовым вымиранием.

Генетические проблемы (в частности, потеря генетического разнообразия), новые болезни и паразиты и др. В работе [3] в качестве причины вымирания мамонтов рассматриваются тяжелые болезни костей – остеопороз, размягчение костей, срастание позвонков. Эту точку зрения экспериментально поддержали в работе [8].

Человеческий фактор. Причиной исчезновения ряда видов считают охоту первобытных людей. В то же время, согласно публикации [23], численность носорогов и мамонтов увеличивалась в 5–10 раз на протяжении не меньше 10 000 лет уже после сосуществования с человеком. К тому же плотность населения в те времена была ничтожной. Свидетельства охоты на носорогов найдены лишь в 11% сибирских палеолитических стоянок [6]. В силу "биосферной молодости" к более ранним массовым вымираниям человек в принципе не мог иметь отношения. По всей видимости, люди лишь могут ускорить вымирание видов [13], но не являются основной причиной их исчезновения.

Как видно, все эти разные гипотезы пытаются объяснить причину конкретных великих вымираний в силу совпадения по времени (а время вымираний довольно длительное и событий много) с другими существенными событиями на Земле. Каждый из рассмотренных факторов мог в определенной степени влиять на динамику численности тех или иных видов. Но поскольку массовые вымирания имели место в истории биосферы неоднократно, даже с некоторой регулярностью, то должна быть одна побуждающая эти биосферные кризисы причина, а особенности вытеснения тех или иных видов могут быть самыми различными. Поэтому так необходимо искать эту одну главную, определяющую великие вымирания причину.

Дрейф материков как причина массовых вымираний видов. В данной работе обратим внимание на геодинамику, т.е. на внутренние (глубинные) процессы в нашей планете, приводящие к перемещению литосферных плит, и периодическому объединению и расхождению материков.

Предполагается, что образование единого суперконтинента в различных частях Земли и дальнейшее расхождение материков происходило неоднократно: Кенорленд, или Моногея (образовался ок. 2.7 млрд лет назад в неоархее – рис. 1); Колумбия, или Нуна, или Метагея (в период от 1.8 до 1.5 млрд лет назад в палеопротерозойской эре); Родиния, или Мезогея (1.1 млрд лет – 750 млн лет назад); Пангея (300 млн лет – 180 млн лет назад – рис. 2). Изучение перемещения плит показало, что такое объединение блоков континентальной коры происходит регулярно, и следующий суперконтинент Пангея Ультима образуется через 200–300 млн лет [19]. Объединения и расхождения отдельных материковых плит друг с другом, естественно, происходили гораздо чаще.

Как справедливо отмечал С. А. Ушаков [14], "становится все более ясным, что глобальная эволюция жизни на Земле тесно связана с изменениями взаимного расположения материков и океанов. Изолированный материк – это своеобразная замкнутая или полузамкнутая экологическая область.

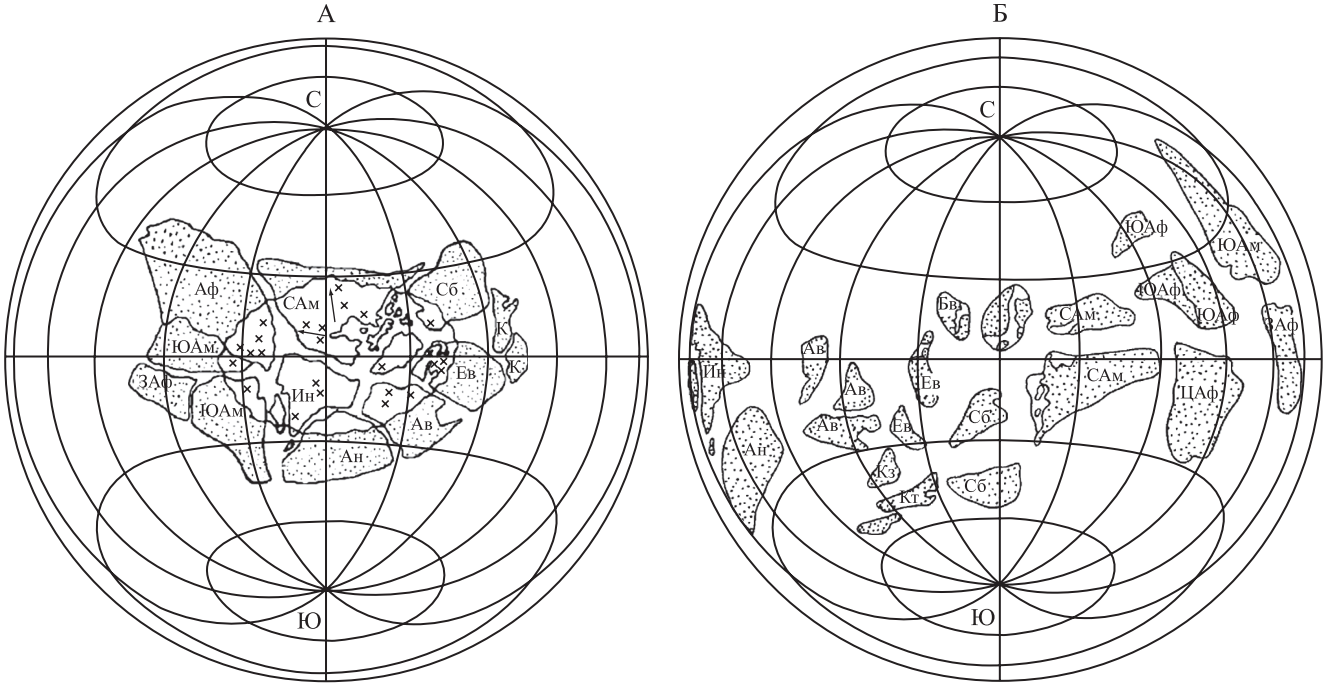

Рис. 1. Реконструкция Моногеи (ок. 2.5–2.4 млрд лет назад) и ее распад (ок. 2.2 млрд лет назад) [12].

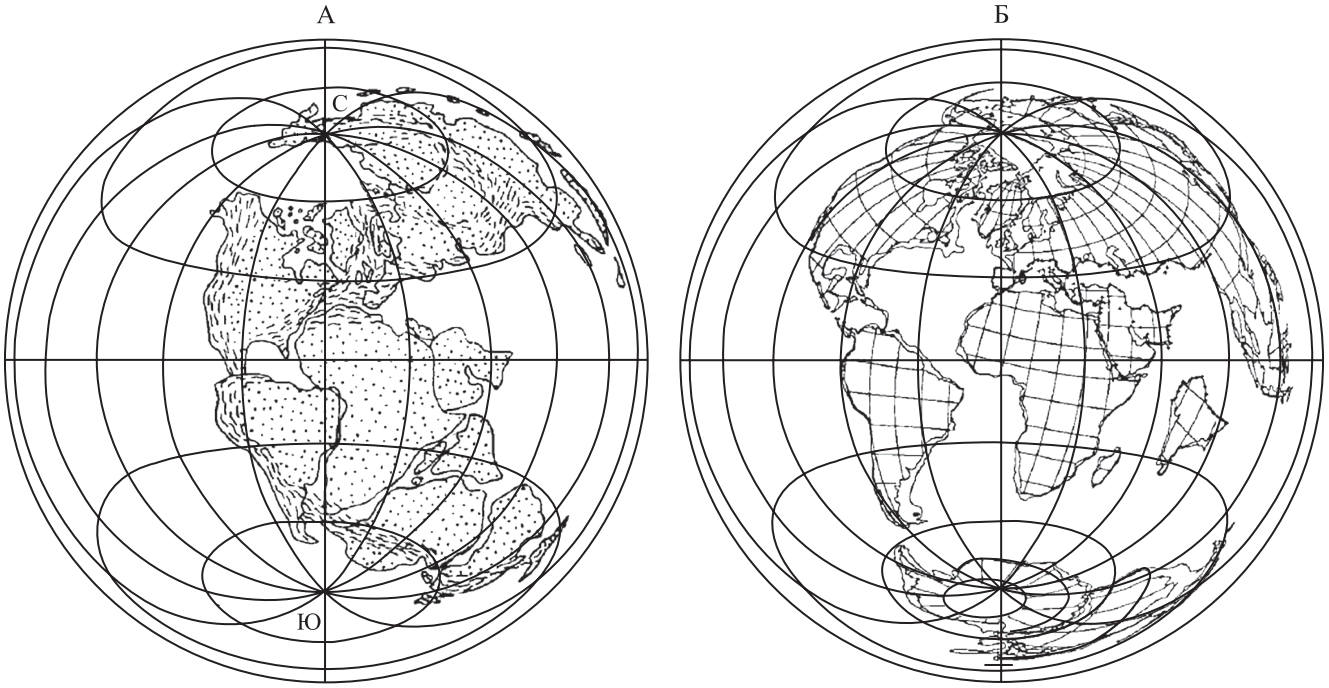

Рис. 2. Реконструкция Пангеи Вегенера (ок. 200 млн лет назад) и ее распад (ок. 60 млн лет назад) (Smith, Brieden, 1977; цит. по [12]).

Перемещения материков, их столкновения и разделения вместе с глобальными изменениями климата и крупномасштабными циркуляциями воды в океане самым кардинальным образом должны были влиять на всю эволюцию жизни на нашей планете”.

В экологическом смысле слияние материков означает не только изменение климатических условий, но и ликвидацию географических барьеров. При этом на объединенных пространствах оказывалось несколько видов в одной экологической нише, в результате возрастала межвидовая конкуренция. Согласно *правилу конкурентного исключения* (принцип Г. Гаузе), два или более вида не могут устойчиво сосуществовать в ограниченном

пространстве, если они занимают одну и ту же экологическую нишу [1, 10]. Процесс конкуренции при этом всегда протекает до полного вытеснения одного вида другим. Виды, менее приспособленные к условиям окружающей среды, вымирают.

Таким образом, например, при объединении шести материковых плит в одной экологической нише может оказаться до шести различных видов, пять из которых эволюционно обречены на вымирание.

Аналогичные процессы происходят на океанических просторах, где вместо нескольких географически обособленных океанов и морей образуется единый Мировой океан (см. рис. 1 и 2). При этом резко сокращаются число экологических ниш (огромная их часть просто уничтожается при объединении плит) и площадь шельфовой зоны, отличающейся богатым биоразнообразием. Разбег материков, напротив, означает создание новых экологически ниш и существенное ускорение видообразования. В морской среде в отличие от суши, где столкновение материковых плит ведет к горообразованию (фактору, уменьшающему возможности перемещения видов), гораздо меньше географических препятствий для объединения территорий видов. Возможно, поэтому палеонтологические исследования отмечают огромные потери морских видов при вымираниях и более заметные скачки видообразования в морской среде в дальнейшем в сравнении с видами суши.

Выжившие, наиболее эволюционно развитые (приспособленные) виды, при дальнейшем разбегании материков в условиях географической изоляции дают начало новому витку эволюции, превосходящему предыдущий. Дальнейшее сближение материков в новых географических условиях ведет к новому циклу вымирания и последующему (при расхождении плит) возрастанию разнообразия более совершенных видов, наиболее рационально использующих ресурсы среды.

Таким образом, объединение материков и сопровождающее это объединение снижение разнообразия (вымирание) способствуют сохранению и дальнейшей эволюции наиболее приспособленных видов, которые в ходе дальнейшей географической изоляции давали начало новым еще более перспективным видам.

Анализируя данные и обобщения различных авторов [7, 9, 11, 12, 14, 16 и др.], можно заметить неоднократное совпадение объединения–расхождения материков с периодами массовых вымираний видов и ускорения видообразования (табл. 1). При этом стоит отметить, что реконструкция объединения–расхождения материковых плит не может считаться завершенной. Датировки массовых вымираний также пока весьма ориентировочны. Кроме того, как правило, чаще обсуждают феномен полного объединения всех материков, но для активизации процессов вымирания видов достаточно объединения двух материковых плит.

Так, ситуация с позднеплейстоценовым вымиранием мегафауны в период 20–4 тыс. лет назад (в Северной Евразии вымерло около 36% крупных млекопитающих, в Северной Америке – около 72%) может быть объяснена периодическим образованием суперконтинента (Евразия–Америка) благодаря Берингову перешейку. Изучение древних отложений на дне моря по обе стороны современного Берингова пролива показало, что за последние 3 млн лет территория Берингии поднималась и вновь уходила под воду примерно 6 раз [23]. При каждом соединении материков из Старого Света в Новый и обратно происходили миграции животных. Последний раз Евразия и Северная Америка разъединились 10–11 тыс. лет назад, а перешеек перед этим существовал 15–18 тыс. лет. Из крупных травоядных в это время вымерли мамонт и шерстистый носорог, в то время как овцебык, северный олень и дикая лошадь существуют до сих пор. Из крупных хищников вымерли гигантские ленивцы, саблезубые львы и пещерные медведи.

Следует отметить, что процесс объединения – расхождения материковых плит – долговременный процесс с характерным временем в тысячи и миллионы лет, что хорошо объясняет длительный характер многих массовых вымираний (в отличие от катастрофических теорий).

Глобализация как аналог объединения материков. Глобализация в значительной мере действует аналогично слиянию материков, снижая действие фактора географической изоляции. Активизация случайного и преднамеренного перемещения животных и растений с помощью человека приводит к конкурентной борьбе между видами, оказавшимися в одной экологической нише.

Инвазия и интродукция – важнейшие в экологическом отношении проявления глобализации, увеличивающие давление на местные виды и ведущие к их вымиранию. Так, преднамеренный завоз в Европейскую Россию в 20-х годах прошлого века ондатры (*Ondatra zibethicus*) с хозяйственной целью привел к заселению водоемов этим видом и вытеснению русской выхухоли (*Desmana moschata*). Ондатра распространилась почти по всей территории России, кроме Севера. В дальнейшем это вероятнее всего приведет к вымиранию русской выхухоли, несмотря на, по сути, “донкихотские действия” человека по ее сохранению (на особо охраняемых природных территориях, в зоопар-

Таблица 1. Геохронологическая шкала и история жизни на Земле

Время, млн лет назад	Эры	Периоды, системы	Этапы формирования биосферы
2	Кайнозой	Четвертичный, или антропоген (голоцен – до 10 тыс. лет назад и плейстоцен – от 10 тыс. лет до 2 млн лет назад)	Появление и становление человека. Четвертичное оледенение, когда Антарктида оказалась в р-не Южного полюса, а Евразия и Сев. Америка приблизились к Северному полюсу. Неоднократное соединение Евразии и Америки в единый суперматерик. Позднеплейстоценовое вымирание мегафауны (20–4 тыс. лет назад).
25		Неоген (плиоцен и миоцен)	Эоцен-олигоценовое вымирание (33.9 млн лет назад унесло 13 отрядов сухопутных млекопитающих), возможно из-за объединения материковых фрагментов и сокращения числа экологических провинций. Индостан оторвался от Африки и присоединился к Азии; формирование Индийского океана. Мел-палеогеновое вымирание (65.5 млн лет назад унесло шестую часть видов, в т.ч. динозавров). 52–65 млн лет назад раскололась Лавразия – Сев. Америка отделилась от Гренландии, а Гренландия от Европы; раскол остатков Гондваны – разделение Антарктиды и Австралии.
65		Палеоген (олигоцен, эоцен и палеоцен)	
145	Мезозой	Мел	Трансгрессия; в конце мела массовая гибель видов (до 50%), в т.ч. кораллов и моллюсков в океане. Появление современных рыб, доминирование цветковых растений. Пангея распадается на Лавразию и Гондвану с последующим делением на более мелкие части. 120–130 млн лет назад Южная Америка откололась от Африки.
199		Юра	Доминирование динозавров, ихтиозавров, аммонитов; появление птиц, млекопитающих и цветковых растений, обилие насекомых.
251		Триас	Появление динозавров, обилие саговниковых и хвойных (покрытосеменные). Триасово-юрское вымирание (200–205 млн лет назад вымерло более 50% всех видов).
299	Палеозой	Пермь	Великое пермское вымирание (251–252 млн лет назад; исчезло 90–95% морских видов). Образование Пангеи (300 млн лет – 180 млн лет назад). Вымирание 305 млн лет назад унесло 10% всех видов. Появление жуков и хвойных, исчезновение трилобитов.
360		Карбон	Появление пресмыкающихся и насекомых, обилие древовидных папоротников, образующих “каменноугольные леса”.
416		Девон	Появление земноводных, аммонитов и паукообразных; первые мохообразные и папоротникообразные. Девонское вымирание (364–374 млн лет назад вымерло 19% семейств).
443		Силур	Появление челюстноротых (большеротые); первые коралловые рифы; наземные растения (споровые сосудистые – плауны и др.). Ордовикско-силурийское вымирание (440 млн лет назад исчезло более 60% видов морских беспозвоночных). Перемещение Гондваны к Южному полюсу.
488		Ордовик	Появление позвоночных; обилие трилобитов, моллюсков и ракообразных.
542		Кембрий	Расхождение материков. Кембрийский взрыв – появление всех типов беспозвоночных и иглокожих.

Таблица 1. Окончание

Время, млн лет назад	Эры	Периоды, системы	Этапы формирования биосферы
2500	Протерозой		Примитивные многоклеточные; примитивные эукариоты. Образование единых материков: Мезогея в районе Южного полюса и единый океан – Мировия (1.1 млрд лет – 750 млн лет назад); Метагея (от 1.8 до 1.5 млрд лет назад).
3900	Архей		Проявление жизни (фотосинтез, водоросли); формирование земной коры, атмосферы, гидросферы (Мировой океан), образование плотного ядра Земли. Образование единого материка (Моногея, ок. 2.7 млрд лет назад).
4600	Катархей		Возникновение Земли.

ках, в криобанках). Эти меры помогут сохранить отдельных представителей выхухоли для наших потомков, что в дальнейшем даст возможность использовать генофонд этого вида в рамках генной инженерии.

Подобных примеров можно привести множество. Составлены различные списки инвазивных видов, которые включают виды животных и растений, случайно занесенные человеком (или распространившиеся по созданным человеком коридорам) в новые для них регионы, где они успешно приживаются, начинают размножаться и захватывать новые территории. Инвазивные виды негативно влияют на местную фауну и флору, отчего часто становятся карантинными объектами.

Как свидетельствуют многочисленные данные, деятельность человека, как основного агента глобализации в современных условиях, увеличила темпы вымирания (табл. 2). Непродуманная интродукция, повсеместное выращивание ограниченного количества сельскохозяйственных культур на огромных пространствах привели к сокращению разнообразия мест обитания диких видов, заселению местных экологических ниш аналогичными видами с иных территорий (рис. 3) и, соответственно, к вытеснению видов пришельцами.

По некоторым оценкам средний темп исчезновения позвоночных на протяжении последнего столетия до 114 раз превышает фоновый уровень потерь, что может привести к шестому великому вымиранию видов [18].

Таким образом, с эволюционных позиций глобализирующую деятельность человечества можно воспринимать как ускоритель эволюции и, возможно, как подготовку к дальнейшему распространению наиболее устойчивых в современных условиях видов за пределы Земли.

Что касается геодинамики, то следующий цикл вымирания возможно будет обусловлен образованием так называемой Пангеи Ультима – гипотетического суперконтинента, который предположительно образуется через 200–300 млн лет слиянием

Таблица 2. Число видов, находящихся под угрозой глобального вымирания в некоторых странах умеренного климата [25]

Страна	Млекопитающие		Птицы		Рептилии		Амфибии		Растения	
	Число видов	%	Число видов	%	Число видов	%	Число видов	%	Число видов	%
Аргентина	320	8.4	897	4.6	220	2.3	145	3.4	9000	1.9
Канада	193	3.6	426	1.2	41	7.3	41	2.4	2920	22.2
Китай	394	19	1100	8.2	340	4.4	263	0.4	30 000	1.1
Япония	132	22	>250	13.2	66	12.1	52	19.2	4700	15
Россия	269	11.5	628	6.1	58	8.6	23	0.0	–23 000	–4.1
ЮАР	247	13.4	596	2.7	299	6.4	95	9.5	1550	1.8
Великобритания	50	8	230	0.9	8	0	7	0	16302	11.3
США	428	8.2	650	7.7	280	10	233	10.3		

Примечание. *Включает категории МСОП “под большой угрозой”, “под угрозой” и “уязвимые”.

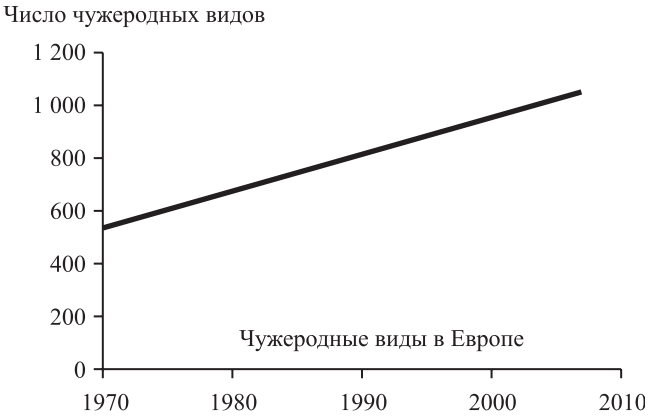

Рис. 3. Динамики численности инвазивных видов в Европе [22].

большей части современных материков. По гипотезе американского геолога Х. Скотезе, ядром будущего континента станут объединившиеся Африка, Евразия и Сев. Америка (рис. 4). При этом Британские острова окажутся в районе Северного полюса, в то время как Аляска и Сибирь переместятся в субтропики. Однако в силу предшествующих глобализационных процессов это вымирание должно стать менее существенным, чем наблюдавшиеся ранее в истории биосферы.

Заключение. Вымирание видов является важной частью процесса постоянного их совершенствования в целях максимального использования ресурсов среды, изменяемой в свою очередь и в свою пользу новыми видами. В ходе эволюции биосферы число видов неуклонно возрастало, биосфера распространялась на незанятые жизнью участки, включала в орбиту своей деятельности новые вещества, а природные ресурсы использовала все более эффективно. Основным механизмом вымираний, в том числе массовых, является межвидовая конкуренция, в соответствии с правилом конкурентного исключения достигающая пиковых значений при объединении нескольких видов, занимающих схожие экологические ниши на одной территории. В процессе элиминирования конкретного вида существенным является наличие у него “слабых” с точки зрения конкуренции мест, в том числе способствующих развитию различных болезней.

Космические и земные катастрофы, генетические факторы, постоянно идущие (порой цикли-

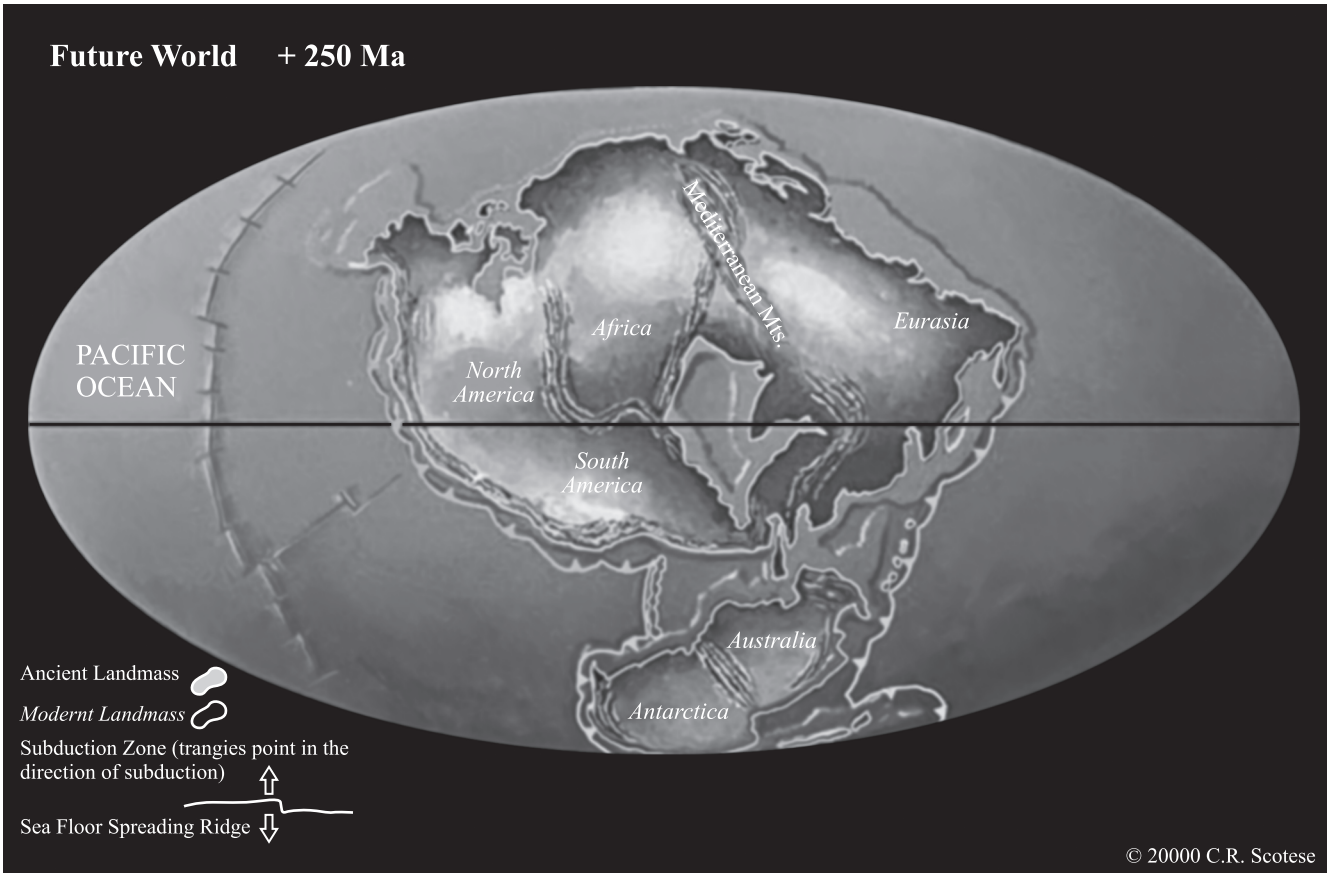

Рис. 4. Предполагаемое расположение континентов Пангеи Ультимы [19, 26].

ческие) климатические изменения, деятельность человека, фактор случайности несомненно играли и играют большую роль в видообразовании и динамике биоразнообразия. Но при этом дрейф материков претендует на главную причину массовых вымираний, провоцируя и изменения климата, и конфигурацию и площадь шельфовой зоны. Конечно, реальные процессы всегда сложнее теоретических выкладок. Тем не менее, предложенная здесь модель позволяет увидеть общую закономерность в изменении биоразнообразия, а значит более осознанно подойти к формированию природоохранной политики.

Выводы.

1. В силу регулярности массовых вымираний видов в истории биосферы важно понять единую причину, объясняющую как условия, так и механизм этих глобальных явлений.

2. Постоянно идущее в биосфере обновление видов, постоянное их совершенствование происходят в целях максимального использования ресурсов биосферы в условиях непрерывно изменяющейся природной среды. При этом массовые вымирания провоцируются движениями материковых плит и их периодическим слиянием и расхождением, изменяющих как степень географической изоляции видов, так и климатические условия, и особенно площадь шельфовых зон. Основным механизмом массовых вымираний при объединении материков является межвидовая конкуренция в соответствии с правилом конкурентного исключения.

3. Снижение разнообразия в результате массовых вымираний при объединении материков способствовало сохранению и дальнейшей эволюции наиболее приспособленных видов, которые в ходе последующего расхождения материков давали начало новым более перспективным видам, все более широко и полно использующим природные ресурсы.

4. Процессы глобализации, активно наблюдающиеся в настоящее время, действуют аналогично объединению материков, снимая географические барьеры и увеличивая степень межвидовой конкуренции, что также является поводом для нового периода снижения биоразнообразия.

5. Учитывая дискуссионность датировок при определении рубежей геохронологической шкалы, дальнейшее уточнение периодов объединения–расхождения различных материковых плит и периодов массовых вымираний позволит создать более точную модель динамики биоразнообразия, которую необходимо учитывать при разработке природоохранной политики.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Биологический энциклопедический словарь. М.: Советская энциклопедия, 1988. 432 с.
2. *Бурлацкая С.П.* Археомагнитизм. Структура и эволюция магнитного поля Земли. М.: ГЕОС, 2007. 343 с.
3. *Зенин В.Н.* Мамонты вымерли от болезней костей (http://mysci.ru/studies/mamony-vymerli-ot-bolezney).
4. *Иванов О.П., Рукин М.Д.* О массовых вымираниях биоты. 2014 (www.trinitas.ru/ rus/ doc/0016/001d/2222-ivr.pdf).
5. *Красилов В.А.* Охрана природы: принципы, проблемы, приоритеты. М.: ВНИИ природы, 1992. 173 с.
6. *Леви К.Г., Задонина И.*В. Позднеплейстоцен-голоценовое вымирание. Причины и следствия // Известия Иркутского гос. ун-та. Серия Геоархеология. Этнология. Антропология. 2012. № 1(1). С. 68–90.
7. *Нигматзянов Р.* Первопричина катастроф в истории Земли (http://n-t.ru/tp/ng/pk.htm, 2014).
8. *Николаев В.И., Алексеев А.О., Мищенко Е.Н., Кузнецова Т.В.* Геохимические исследования бивней позднеплейстоценовых якутских мамонтов // Современные научные исследования: инновации и опыт (Межотраслевой институт “Наука и образование”). 2015. № 5(12). С. 101–104.
9. *Пущаровский Ю.М.* Главная структурная асимметрия Земли // Соровский обр. журнал. 2000. Т. 6. № 10. С. 59–65.
10. *Снакин В.В.* Глобальные экологические процессы и эволюция биосферы: Энциклопедический словарь. М.: Academia, 2014. 784 с.
11. *Снакин В.В.* Динамика биоразнообразия, дрейф материков и глобализация // Век глобализации. 2015. № 1. С. 66–74.
12. *Сорохтин О.Г., Ушаков С.А.* Развитие Земли. М.: Изд-во МГУ, 2002. 506 с.
13. *Тишков А.А.* Биогеография антропоцена Северной Евразии. Изв. РАН. Сер. геогр. 2015. № 6. С. 7–23.
14. *Ушаков С.А.* От гипотезы дрейфа материков к теории глобальной тектоники // Наука и человечество. 1983. Земля (http://www.oldbooks.matrixboard.ru/ index1983–021.htm).
15. *Федонкин М.А.* Биосфера: четвертое измерение // Природа. 1991. № 9. С. 10–18.
16. Хронология эволюции (https://ru.wikipedia.org/ wiki/).
17. *Alvarez L.W., Alvarez W., Asaro F., and Michel H.V.* Extraterrestrial Cause for the Cretaceous-Tertiary Extinction // Science, New Series. American

Association for the Advancement of Science, 1980. Vol. 208. P. 1095–1108.

18. *Ceballos G., Ehrlich P., Barnosky A, García A., Pringle R., and Palmer T.* Accelerated modern human–induced species losses: Entering the sixth mass extinction // Science Advances 19 Jun 2015: Vol. 1. No. 5: e140025.
19. Continents in Collision: Pangea Ultima // NASA Science. October 6, 2000 (http://science.nasa.gov/science-news/science-at-nasa/2000/ast06oct_1/).
20. *Darvin Ch.* The origin of species by means of natural selection, or the preservation of favoured races in the struggle for life. London: John Murray, Albemarle street, 1859.
21. *Firestone R., Werst A., and Warwick-Smith S.* The Cycle of Cosmic Catastrophes. Food, Fire, and Famine in the history of Civilization. 2006. 392 pp.
22. Global Biodiversity Outlook 3. Montreal (Quebec, Canada): Secretariat of the Convention on Biological Diversity, 2010. 95 p.
23. *Lorenzen E.D., Nogués-Bravo D., Orlando L., Weinstock J., Binladen J., Marske K., Ugan A., Borregaard M., Gilbert T., Nielsen R., Ho S., Goebel T., Graf K., Byers D., Stenderup J., Rasmussen M., Campos P., Leonard J., Koepfli K.-P., Froese D., Zazula G., Stafford T., Aaris-Sørensen K., Batra P., Haywood A., Singarayer J., Valdes P., Boeskorov G., Burns J., Davydov S., Haile J., Jenkins D., Kosintsev P., Kuznetsova T., Lai X., Martin L., McDonald G., Mol D., Meldgaard M., Munch K., Stephan E., Sablin M., Sommer R., Sipko T., Scott E., Suchard M., Tikhonov A., Willerslev R., Wayne R., Cooper A., Hofreiter M., Sher A., Shapiro B., Rahbek C., and Willerslev E.* Species-specific responses of Late Quaternary megafauna to climate and humans // Nature. 17 November 2011. Vol. 479. P. 359–364.
24. *Polishchuk L. V.* The three-quarter-power scaling of extinction risk in Late Pleistocene mammals, and a new theory of the size selectivity of extinction // Evolutionary Ecology Research. 2010. Vol. 12. P. 1–22.
25. *Primack R.* Essentials of Conservation Biology. Second Edition. Sunderland, MA.: Sinauer Associates, 1998. 659 p.
26. *Scotese C. R.* Paleomap Project (www.scotese.com, 2014).

Mass Extinctions in the Biosphere History: Another Hypothesis

V.V. Snakin

Earth Sciences Museum, Moscow State University, Moscow, Russia
Institute of Basic Biological Problems, Russian Academy of Sciences, Moscow, Russia
e-mail: snakin@mail.ru

Change in the degree of geographical isolation resulting from the movement of the continents, periodically merging in super-continents is considered as a reason of the dynamics of biodiversity in the history of the biosphere. Removing geographical barriers and climate change leads to reducing the diversity of ecological niches, growth of competition of species, and corresponding reduction in species diversity (mass extinctions), confirmed by paleontological data. Subsequent divergence of continental plates, geographic isolation has led to a new round of evolution and increase of diversity in the evolutionary new higher level. Contemporary processes of globalization also lead to a decrease in the role of geographic isolation and thus to a reduction of biodiversity, possibly before the start of a new round of evolution in expanding the biosphere outward the Earth.

***Keywords**:* biodiversity, geodynamics, continental drift, competitive exclusion principle, globalization, climate change, mass extinctions of species, geographical barriers, the evolution of the biosphere.

doi:10.15356/0373-2444-2016-5-82-90