

Биоразнообразие

УДК 574

Анализ глобальной динамики биоразнообразия

В.В. Снакин, д.б.н., проф., лаборатория ландшафтной экологии Института фундаментальных проблем биологии РАН, Музей земледования МГУ им. М. В. Ломоносова, Президиум Российской экологической академии

В качестве причины динамики биоразнообразия в истории биосферы рассматривается изменение степени географической изоляции в результате движения материков, периодически объединяющихся в суперматерики (в разное время единые материки: Моногея, Метагея, Мезогея, Пангея). 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 более эволюционно 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, глобализация, изменение климата, массовые вымирания видов, географические барьеры, эволюция биосферы.

Введение. 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 исчезало 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. «Нам нечего изумляться факту вымирания... Вымирание видов и целых групп видов, игравших такую выдающуюся роль в истории органического мира, является почти неизбежным следствием принципа естественного отбора» [1]. По В.А. Красилову [2], вымирание — способ ре-

гуляции разнообразия в переменных условиях, ослабляющий конкуренцию. Причиной вымирания видов является постоянное их совершенствование в целях максимального использования ресурсов среды, изменяемой, в свою очередь и в свою пользу новыми видами. В процессе эволюции биосферы число видов возрастало, биосфера распространялась на незанятые жизнью участки, включала в орбиту своей деятельности новые вещества, а энергию солнечных лучей и химических соединений утилизировала всё более эффективно. «Для биосферы вымирания были благом, как для вида благом является смерть особи от старости. В обоих случаях отсекаются носители косной наследственной информации, сдерживающей эволюцию» [3].

В качестве причин массовых вымираний, точность определения времени и длительности которых оценивается миллионами лет, рассматривают множество процессов, наиболее популярными из которых являются: генетические проблемы, конкуренция с другими видами в ограниченном пространстве, новые болезни и паразиты, катастрофы (падение крупных метеоритов, усиление вулканизма и водородной дегазации жидкого земного ядра), из-

менения окружающей среды (изменения климата, разрушение озонового слоя), человеческий фактор.

Общепризнанной (главной) причины исчезновения большинства видов в научной литературе нет.

Дрейф материков как причина массовых вымираний видов. В данной работе в качестве важнейшей причины динамики биоразнообразия и, в частности, массовых вымираний попытаемся рассмотреть геодинамику, т.е. внутренние (глубинные) процессы в нашей планете, приводящие к перемещению литосферных плит, так называемому дрейфу материков. Гипотеза дрейфа материков, выдвинутая А. Вегенером в 1912 г., в настоящее время полностью подтверждена [4, 5].

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); 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). Изучение перемещения плит показало, что такое объединение блоков континентальной коры происходит примерно каждые 500-600 млн лет, и следующий суперконтинент Пангея Ульtima образуется через 200-300 млн лет [6]. Объединения и расхождения отдельных материков и островов друг с другом, естественно происходили гораздо чаще.

Как справедливо отмечал С.А. Ушаков [7], «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. 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 объединённых пространствах оказывалось по несколько видов в одной экологической нише, в результате возрастала межвидовая конкуренция. Согласно правилу конкурентного исключения (иначе принцип Вольтерры-Гаузе, закон Гаузе), два или более вида не могут устойчиво сосуществовать в ограниченном пространстве, если они занимают одну и ту же экологическую нишу. Процесс конкуренции при этом всегда протекает до полного вытеснения одного вида другим. Виды, менее приспособленные к условиям окружающей среды, вымирают.

Таким образом, при объединении шести мате-

риковых 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 изолированных океанов и морей образуется единый Мировой океан (рис. 1).



Рис. 1. Объединение материков в единую Пангею и образование единого океана Тетис 250 млн лет назад [8]

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 ведёт к новому циклу вымирания и последующему возрастанию биоразнообразия. Таким образом, объединение материков и сопровождающее это объединение снижение разнообразия (вымирание) способствует сохранению и дальнейшей эволюции наиболее приспособленных видов, которые в ходе дальнейшей географической изоляции давали начало новым еще более перспективным видам.

Данные и обобщения различных авторов [7, 9-12] показывают на неоднократное совпадение объединения-расхождения материков с периодами массовых вымираний видов (взаимосвязь дрейфа континентов с массовыми вымираниями отмечалась нами ранее [13]) и ускорения видообразования. При этом стоит отметить, что реконструкция объединения-расхождения материковых плит не может считаться завершённой. 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.

Следует отметить, что процесс объединения – расхождения материковых плит – долговременный процесс с характерным временем в миллионы лет, что хорошо объясняет длительный характер

многих массовых вымираний (в отличие от катастрофических теорий)

Необходимо учитывать, что вымирание одного из двух оказавшихся в одной экологической нише видов также долговременный процесс. Согласно исследованиям А.С. Алексеева [14], период низкого таксономического разнообразия при массовых вымираниях может составлять от 1-2 до 5-6 млн лет, а разница от дестабилизирующего толчка до восстановления предшествующего биоразнообразия — до 10-15 млн лет.

Глобализация как фактор вымирания видов. 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 (вторжение не характерного вида, включение в сообщество новых для него видов) и интродукция (распространение за пределы естественного ареала) — 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 гг. прошлого века ондатры (*Ondatra zibethicus*) с хозяйственной целью привёл к заселению водоёмов этим видом и вытеснению русской выхухоли (*Desmana moschata*). Ондатра распространилась почти по всей территории страны, кроме Севера. В дальнейшем это вероятнее всего приведёт к вымиранию русской выхухоли, несмотря на в значительной мере донкихотские действия человека по её сохранению (на особо охраняемых природных территориях или в искусственных условиях в зоопарках, в криобанках; все это, естественно, поможет сохранить отдельных представителей выхухоли для наших потомков, что в дальнейшем даст возможность использовать генфонд этого вида в рамках генной инженерии).

Имеются и более оптимистичные примеры. Интродукция восточно-индийской красной лилии, или лотоса (*Nymphaea rubra*) в термальное озеро Хевиз (Венгрия) в 1898 г. в пустующую экологическую нишу оказалась удачной, украсила ландшафт озера, привлекая многочисленных посетителей, а изображение цветка лотоса стало частью герба курортного городка Хевиз.

Подобных примеров можно привести множество. Разработаны различные списки инвазивных видов, которые включают виды животных и растений, случайно занесенных человеком (или распространившиеся по созданным человеком коридорам) в новые для них регионы, где они успешно приживаются, начинают размножаться и захватывать новые территории. Группой специалистов по инвазивным видам Международного союза охраны природы (IUCN) составлен список из 100 самых опасных инвазивных видов, оказавших наибольшее негативное влияние на деятельность человека и аборигенные виды. В списке 56 видов животных, 36 видов растений, 3 вида грибов, 3 вида хромистов, 1 вид простейших и 2 вируса. 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.). 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. 2) и, соответственно, к вытеснению местных видов пришельцами.

Таким образом, с эволюционных позиций глобализирующую деятельность человечества можно воспринимать как ускоритель эволюции и,

Таблица

Число видов, находящихся под угрозой глобального вымирания в некоторых странах умеренного климата [15]

| 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 | 30000 | 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 | — | — |
| ЮАР | 247 | 13,4 | 596 | 2,7 | 299 | 6,4 | 95 | 9,5 | 23000 | 4,1 |
| Великобритания | 50 | 8 | 230 | 0,9 | 8 | 0 | 7 | 0 | 1550 | 1,8 |
| США | 428 | 8,2 | 650 | 7,7 | 280 | 10 | 233 | 10,3 | 1630 | 11,3 |

*Включает категории МСОП «под большой угрозой», «под угрозой» и «уязвимые»



Рис. 2. Динамики численности инвазивных видов в Европе [16]

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 большей части современных материков. По гипотезе американского геолога Х. Скотезе, ядром будущего континента станут объединившиеся Африка, Евразия и Сев. Америка (рис. 3). 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 будет, скорее всего, менее существенным, чем наблюдавшиеся ранее в истории биосферы.

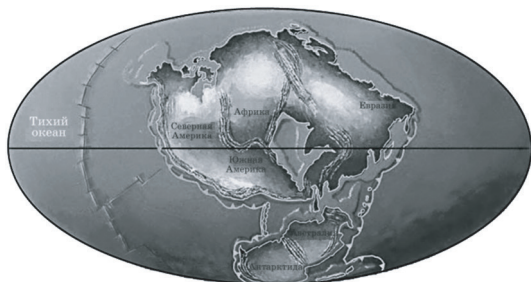


Рис. 3. Предполагаемое расположение континентов Пангеи Ультимы [6]

Рассмотренный механизм динамики биоразнообразия естественно является лишь частью глобальных процессов изменения численности видов в биосфере. Несомненно, большую роль в видообразовании и гибели видов играют климатические изменения, космические процессы (солнечные бури, астероиды), факторы случайности и т.п. Реальные процессы всегда сложнее теоретических выкладок. Тем не менее, предложенная здесь модель позволяет увидеть закономерность в изменении биоразнообразия, а значит более осознанно подойти к формированию природоохранной политики.

Выводы

1. Одним из важнейших факторов динамики биоразнообразия является дрейф материков; обусловленное геодинамикой движение материковых плит, периодическое слияние материков и соответствующее снятие географических барьеров представляет собой одну из важнейших причин массовых вымираний в биосфере Земли. В результате перемещения и слияния материков естественным образом меняются и климатические условия, что также является важным фактором динамики биоразнообразия.

2. Снижение биоразнообразия 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.

3. Процессы глобализации, активно наблюдающиеся в настоящее время, действуют аналогично объединению материков, снимая географические барьеры, и также могут служить причиной новому периоду существенного снижения биоразнообразия.

4. 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.

Литература

1. Дарвин Ч. Происхождение видов путём естественного отбора. – Л.: Наука, 1991. – 539 с.
2. Красилов В.А. Охрана природы: принципы, проблемы, приоритеты. – М.: ВНИИприроды, 1992. – 173 с.
3. Федонкин М.А. Биосфера: четвертое измерение // Природа, 1991. № 9. – С. 10-18.
4. Сорохтин О.Г., Ушаков С.А. Развитие Земли. – М.: Изд-во МГУ, 2002. – 506 с.
5. Хаин В.Е. Основные проблемы современной геологии. – М.: Научный мир, 2003. – 346 с.
6. http://science.nasa.gov/science-news/science-at-nasa/2000/ast06oct_1/
www.scotese.com
7. Ушаков С.А. От гипотезы дрейфа материков к теории глобальной тектоники // Наука и человечество, 1983. Земля (<http://www.oldbooks.matrixboard.ru/index1983-021.htm>).
8. <http://scharks.ru/oceans/1-mirovoy/index.shtml>

9. Пушаровский Ю.М. Главная структурная асимметрия Земли // Соровский обр. журнал, 2000. Т.6. № 10. — С. 59-65.
10. Нигматзянов Р. Первопричина катастроф в истории Земли (<http://n-t.ru/tp/ng/pk.htm>, 2014).
11. Снакин В.В. Глобальные экологические процессы и эволюция биосферы: Энциклопедический словарь. — М.: Academia, 2014. — 784 с.
12. Хронология эволюции (<https://ru.wikipedia.org/wiki/>).
13. Снакин В.В. Экология и природопользование в России. — М.: Academia, 2008. — 816 с.
14. Алексеев А.С. Массовые вымирания в фанерозое. Дисс. на соиск. уч. ст. д.г.-м.н. — М.: Изд-во Моск. ун-та, 1998. — 76 с.
15. Примак Р. Основы сохранения биоразнообразия / Пер. с англ. О.С. Якименко, О.А. Зиновьевой. — М.: Изд-во Научного и учебно-методического центра, 2002. — 256 с.
16. Глобальная перспектива в области биоразнообразия 3. Краткий обзор. — Монреаль: Секретариат Конвенции о биоразнообразии, 2010. — 16 с.

Сведения об авторе:

Снакин Валерий Викторович, д.б.н., профессор, зав. лабораторией ландшафтной экологии Института фундаментальных проблем биологии РАН, зав. сектором Музея земледелия МГУ им. М. В. Ломоносова, член Президиума Российской экологической академии, тел.: 8 (495)939-12-21, e-mail: snakin@mail.ru; Московская обл., Пущино, ул. Институтская, д. 2, ИФПБ РАН

Короткие сообщения

Всероссийская научная конференция «Биоразнообразие и механизмы адаптации организмов в условиях естественного и техногенного загрязнения»

Сибайский институт (филиал) Башкирского государственного университета, Институт региональных исследований Республики Башкортостан проводят **17-18 сентября в Сибее Всероссийскую научную конференцию «Биоразнообразие и механизмы адаптации организмов в условиях естественного и техногенного загрязнения», посвященную 70-летию д.б.н., проф. С.И. Янтурина.**

Основные научные направления конференции (секции):

- теоретические и практические аспекты сохранения биоразнообразия и рационального природопользования;
- механизмы адаптации организмов в условиях естественного и техногенного загрязнения;
- экологические проблемы регионов России и сопредельных территорий.

Материалы, регистрационную карту участников и отсканированные квитанции об оплате (в разных файлах) необходимо отправить в одном письме по адресу: ecologiasibgu@mail.ru.

Все авторы получают сертификат участника конференции!

Окончание срока приема материалов для участия в конференции — *6 сентября 2015 г.*

С целью возмещения организационных, издательских, полиграфических расходов и расходов по пересылке сборника материалов конференции авторам, необходимо оплатить организационный взнос в размере 150 рублей за одну страницу (студентам и аспирантам по 100 руб.).

За каждый дополнительный сборник необходимо дополнительно оплатить 250 руб. (исключение — соавторы). За пересылку сборника в страны СНГ дополнительно 350 рублей.

Контактная информация: Сибайский институт (филиал) ФГБОУ ВПО «Башкирский государственный университет», кафедры экологии и ботаники естественно-математического факультета, 453833, Республика Башкортостан, г. Сибай, ул. Белова, 21; тел.: 8 (927) 940-53-07 (отв. секретарь); e-mail: ecologiasibgu@mail.ru или ilbulova@mail.ru.