

Модели существования и распространения видов животных для количественной оценки биологического разнообразия

Звягинцева А.В.

Донецкий национальный технический университет

anna_zv@ukr.net

Звягинцева А.В. «Модели существования и распространения видов животных для количественной оценки биологического разнообразия». Дана краткая характеристика биологического разнообразия Земли. Показано, что построение глобальных моделей биоразнообразия невозможно без предварительной разработки моделей существования видов, которые бы характеризовали взаимосвязь биологических параметров организмов, а также невозможно без создания количественных моделей распространения видов на планете. При оценке существования видов в работе использованы статистические вероятности совместных событий, связанные с наблюдением биологических параметров организмов. Для оценки вероятности распространения видов предложено использовать геометрические вероятности, представляющие собой отношение площади ареала распространения каждого из видов к площади сухопутной части земной поверхности. В качестве примера для таксонов мышеобразных, белкообразных и приматов разработаны модели существования и распространения видов. Сделаны выводы, что такие модели являются одним из основных инструментов построения эволюционной теории развития жизни на Земле.

Ключевые слова: модели, распространение видов, количественная оценка биоразнообразия.

Введение

Биоразнообразие представляет собой уникальную особенность живой природы, которая связана с возникновением структурной сложности и многообразия экологических систем. Биоразнообразие обеспечивает стабильность экосистем во времени и устойчивость к изменениям внешней среды. Скорее всего, именно биоразнообразие является основой существования всего живого на нашей планете. Уровень разнообразия как внутри каждого вида, так и в рамках всей биосферы признан в биологии одним из главных показателей жизнеспособности живой природы – это основа эволюции жизненных форм. Снижение видового и генетического разнообразия подрывает дальнейшее развитие форм жизни на Земле.

Понятие биоразнообразия сформировалось на современном этапе развития человечества, когда деятельность человека стала фактором планетарного масштаба или, как было отражено в работах В.И. Вернадского, «мощной геологической направляющей силой дальнейшей эволюции биосферы». Впервые словосочетание «биологическое разнообразие» применил Г. Бэйтс (1892 г.) в известной работе «Натуралист на Амазонке», описывая свои впечатления от встречи с живым облаком из 700 разных видов бабочек. Активно термин «биологическое разнообразие» используется не менее полувека. За это время много сделано для

понимания самого явления и разработки методов его оценки. В настоящее время разнообразие рассматривается как основной фактор, характеризующий состояние надорганизменных систем. В ряде стран именно характеристика биологического разнообразия выступает в качестве основы экологической политики государств, стремящихся сохранить свои биологические ресурсы, чтобы обеспечить устойчивое развитие.

Биологическое разнообразие в трактовке, принятой Конференцией ООН по окружающей среде и развитию, представляет собой биологический ресурс страны, который выполняет важнейшую средообразующую функцию. Оценка биоразнообразия имеет большое значение, так как позволяет контролировать сохранение генетического потенциала, дает представление о состоянии экосистем на определенной территории, позволяет изучить тенденции в изменении биоценозов, а также установить факторы, угрожающие разнообразию. Исследования в этом направлении обеспечивают решение вопросов происхождения, структуры и динамики многообразия организмов на разных уровнях организации от организменного до экосистемного и биосферного, а также выполнение прикладных задач в области биотехнологии, медицины, биологической безопасности и т.д.

Мониторинг биоразнообразия связан с системой наблюдения за биосферой, развитием информационных баз данных разнообразия видов, а также с анализом тенденций и закономерностей развития биологической жизни на Земле.

Однако, на сегодняшний день проблема биоразнообразия относится к тем областям научного знания, которые опираются преимущественно на описательные методы. Несмотря на то, что имеется множество самых разных моделей и количественных оценок биоразнообразия, обобщающая теория данного явления отсутствует, а связь научных методов науки с эмпирическими данными пока не достаточна. Развитие биологических наук получило качественный скачок после создания систематики животного и растительного мира – науки о разнообразии биологических организмов, о взаимоотношениях и родственных связях между их различными группами (таксонами). Недаром биологическую систематику называют математикой биологии. Однако, биологическая систематика дает качественное описание и общую логическую классификацию видов, при этом эмпирические данные слабо отражают классификацию количественных характеристик видов.

Развитие теоретической методологии биоразнообразия с учетом биологической систематики может начаться с создания структурированных баз количественных данных, которые несут информацию об основных показателях видов и характеристиках их распространения в природе, а также об условиях, в которых эти виды существуют. В последнее время подобные базы данных, которые охватывают тысячи видов и десятки показателей и характеристик видов, начинают создаваться и выставляться в открытом доступе (например, AnAge: The Animal Ageing and Longevity Database). Также уже созданы архивы повторного анализа климатических данных, которые охватывают территорию всей планеты и могут характеризовать условия существования видов (AMIP/DOE Reanalysis aka NCEP/NCAR R2, ERA-Interim, MERRA, 20CR – 20 Century Reanalysis). Объединение подобных баз данных позволит создать эмпирическую основу для поиска закономерностей и разработки теории биоразнообразия. При этом видны две задачи биологического моделирования, связанные с существованием биологических видов и распространением видов. Первая задача посвящена анализу количественных показателей видов, исходя из имеющейся биологической систематики. Вторая задача связана с распространением видов на планете с учетом условий окружающей среды на территориях их наблюдаемого распространения.

Уровни биологического разнообразия, их особенности и взаимосвязь

Биологическое разнообразие – это показатель, характеризующийся числом видов живых организмов, обитающих на единице площади суши или объема водоема. В широком понимании этот термин соответствует понятию «жизнь на Земле». Биологическое разнообразие создается на молекулярном (возникновение генетических вариаций), популяционном (действие естественного отбора) и видовом (видообразование) уровнях с последующим увеличением биоразнообразия на биоценологическом и биосферном уровнях. Отсюда берут начало три ветви биоразнообразия: генетическое, видовое и экологическое. Каждая ветвь подразделяется на уровни, которые имеют свои особенности и составляют предмет изучения таких наук, как генетика, систематика и экология. Ветви тесно переплетаются, и каждая из них необходима для существования жизни на Земле.

Генетическое разнообразие представляет собой весь объем наследственно закрепленной информации, содержащейся в генах всех живых видов, включая растения, животные, грибы и микроорганизмы. Генетическое разнообразие – это разнообразие популяций по признакам или маркерами генетической природы. Данный вид разнообразия представляет собой важный компонент генетической характеристики популяции, группы популяций или вида и имеет большое значение для экологической пластичности популяций, позволяя им адаптироваться к изменениям условий. Этот уровень разнообразия необходим любому виду для сохранения репродуктивной жизнеспособности, устойчивости к заболеваниям, способности к адаптации в меняющихся условиях. Современные представления о проблеме генетического разнообразия базируются на исследованиях популяционных генетиков 1908 – 1953 годов, показавших, как создается генетическое разнообразие организмов во внешне однородной популяции и разработавших математический аппарат для его объективного описания.

Видовое разнообразие отражает количество видов и частоту встречаемости особей разных видов на конкретных территориях или в целом на планете. Видовой уровень разнообразия в большинстве случаев рассматривается как базовый, а вид является опорной единицей учета биоразнообразия. Разнообразие видов демонстрирует богатство эволюционной и экологической адаптации видов к различным средам. Определенные виды внутри биологических сообществ могут играть настолько важную роль, что определяют способность других видов сохраняться в сообществе. Такие ключевые виды влияют на организацию сообщества в гораздо большей

степени, чем это можно было бы предсказать, исходя из их численности или биомассы. Вслед за исчезновением ключевых видов, даже на охраняемой территории, могут исчезнуть и многие другие виды. Каждый вид, популяция имеют не только индивидуальную «норму реакции» на факторы окружающей среды, но и «пределы средообразующей деятельности». Только благодаря этому планета имеет биосферу, обеспечивающую жизнь биоты, климат, разнообразие экосистем.

Самый высокий иерархический уровень биологического разнообразия – экосистемный, или ландшафтный. Экосистемное (ландшафтное) разнообразие образуется совокупностью местообитаний биотических сообществ и экологических процессов в пределах отдельных экосистем и биосферы в целом. Экосистемное многообразие в большинстве случаев оценивается через многообразие видового компонента (например, биоразнообразия территорий, биомассу видов различных классов на разных трофических уровнях). В природе не бывает однородных сред обитания. Виды животных и растений, встречающиеся в двух совершенно различных экологических системах, могут различаться очень незначительно, однако в разных местах обитания они образуют совершенно различные связи и формируют различные сообщества, чем достигается еще большее разнообразие на уровне экологических систем. Каждый тип экосистемы – результат преобразования участка территории или акватории строго определенной группой организмов. В то же время разнообразие на уровне сообществ представляет собой коллективный отклик видов на различные условия окружающей среды. На экосистемном уровне закономерности биологического разнообразия определяются, в первую очередь, зональными ландшафтными условиями, потом местными особенностями природных условий (рельефа, почв, климата), а также историей развития этих территорий. Наибольшим видовым разнообразием отличаются (в порядке убывания): влажные экваториальные леса, коралловые рифы, сухие тропические леса, влажные леса умеренного пояса, океанические острова, ландшафты средиземноморского климата, безлесные (саванновые, степные) ландшафты.

Для выживания видов и природных сообществ необходимы все уровни биологического разнообразия. На каждом уровне биоразнообразия – видовом, генетическом и экосистемном специалисты изучают механизмы, изменяющие или сохраняющие разнообразие.

Все типы биологического разнообразия взаимосвязаны между собой: генетическое разнообразие обеспечивает разнообразие видов. Разнообразие экосистем и ландшафтов создает

условия для образования новых видов. Повышение видового разнообразия увеличивает общий генетический потенциал живых организмов биосферы. Каждый вид вносит свой вклад в разнообразие – с этой точки зрения не существует ненужных и вредных видов.

Глобальное разнообразие. Особенности и закономерности видового богатства

Оценки степени биологического разнообразия Земли впервые были предприняты биогеографами, которые в XVIII – XIX веках разработали схемы ботанико-географического и зоогеографического разделения поверхности нашей планеты по степени своеобразия флоры и фауны. В XX веке такие же схемы были составлены не только для флоры и фауны, но и для сообществ растений, животных, биогеоценозов. Ученые отмечают, что всего на нашей планете обитает до 100 млн. видов, однако более реальным числом оценки глобального биоразнообразия считается 14 миллионов видов [1 – 6]. В то же время данные о количестве описанных представителей всех пяти основных царств на Земле составляют лишь 1,75 млн. видов, т.е. менее 15 % (табл. 1, [5]). Эти материалы обобщены WCMC – Всемирным центром мониторинга биоразнообразия в Кембридже (Великобритания) – и могут быть уточнены. Кроме того, на нашей планете идет постоянный процесс появления и вымирания видов, подвидов, форм и рас. Есть таксономические группы (например, среди бактерий, грибов, водорослей), где характерное время формообразования исчисляется часами, сутками, месяцами. Человек, особенно в рамках генной инженерии, выводит новые виды с полезными для себя свойствами, создает дополнительное многообразие популяций и форм известных организмов, их сообществ и экосистем.

В настоящее время по оценкам ученых считается, что из всех видов живых организмов, распространенных на нашей планете, 74 % видов связано с тропическим поясом, 24 % – с умеренными широтами и 2 % – с полярными районами [7].

Видовое разнообразие почти всех групп организмов увеличивается в направлении тропиков. Например, в Таиланде обитает 251 вид млекопитающих, а во Франции – только 93, несмотря на то, что площади обеих стран примерно одинаковы (табл. 2; WRI, 1994).

Контраст особенно заметен в случае с деревьями и другими цветочными растениями: на 10 га леса в Перуанской Амазонии может произрастать 300 и более видов деревьев, в то время как такой же по площади лес в умеренном климатическом поясе Европы или США может быть образован 30 видами деревьев.

Таблица 1. – Глобальное биоразнообразие Земли

Царство	Тип	Число описанных видов	Суммарная оценка числа видов
Бактерии		4 000	1 000 000
Протисты		80 000	600 000
Животные (позвоночные)	Суммарно,	52 000	55 000
	в том числе:		
	Млекопитающие	4 630	
	Птицы	9 946	
	Рептилии	7 400	
	Амфибии	4 950	
Животные (беспозвоночные)	Рыбы и круглоротые	25 000	
	Насекомые и многоножки	963 000	8 000 000
	Моллюски	70 000	200 000
	Нематоды	25 000	400 000
	Ракообразные	40 000	150 000
Грибы		72 000	1 500 000
Растения		270 000	320 000
Итого		1 750 000	14 000 000

Таблица 2. – Число видов млекопитающих в странах тропического и умеренного пояса

Страны тропического климата	Площадь (тыс. км ²)	Число видов млекопитающих	Страны умеренного климата	Площадь (тыс. км ²)	Число видов млекопитающих
Бразилия	8456	394	Канада	9220	139
ДР Конго	2268	415	Аргентина	2737	258
Мексика	1909	439	Алжир	2382	92
Индонезия	1812	515	Иран	1636	140
Колумбия	1039	359	ЮАР	1221	247
Венесуэла	882	288	Чили	748	91
Таиланд	511	251	Франция	550	93
Филиппины	298	166	Великобритания	242	50
Руанда	25	151	Бельгия	30	58

Тропические леса выделяются наибольшим разнообразием видов. Хотя эти леса покрывают лишь 7 % поверхности Земли, в них живет более половины видов планеты. Считают, что число еще не определенных видов насекомых в тропических лесах колеблется от 5 до 30 млн.

Состояние видового богатства зависит от локальных особенностей топографии, климата, окружающей среды, геологического возраста местности и т.д.

В наземных сообществах видовое богатство обычно увеличивается с понижением высотности, увеличением сложности рельефа, повышением солнечной радиации и увеличением количества осадков. В умеренном поясе высокое флористическое разнообразие характерно для юго-западной части Австралии, Южной Африки и других областей со средиземноморским типом климата с его мягкой, влажной зимой и жарким сухим летом.

Разнообразие морских видов также увеличивается в направлении тропиков. В

открытом океане наибольшее видовое богатство формируется там, где встречаются разные течения, но границы этих областей, как правило, нестабильны во времени.

Современные максимальные показатели биоразнообразия определены в таблице 3 [8].

Несмотря на высокое ландшафтное разнообразие, биоразнообразие на территории Российской Федерации сравнительно низкое по сравнению с более южными регионами. Территория страны включает ландшафты 8 природных зон: полярные пустыни, арктическая и субарктическая лесотундра, тайга, лиственные леса, степи, полупустыни и пустыни. Здесь обитают сотни тысяч различных представителей флоры и фауны, составляющих от 1 до 20 % мирового разнообразия таксонов [4, 9, 10].

На территории России представлено около 6 % мировой флоры сосудистых растений, 7 % мировой фауны млекопитающих, порядка 10 % фауны насекомых и почти 8 % – фауны птиц нашей планеты (табл. 4, [10, 11]).

Таблица 3. – Современные максимальные показатели биоразнообразия стран Восточной и Юго-Восточной Европы (количество видов)

Страна	Млекопитающие	Гнездящиеся птицы	Рептилии	Амфибии	Пресноводные рыбы	Беспозвоночные	Сосудистые растения
Украина	117	270	21	17	184	44371	5101
Беларусь	70	208	7	-	58	10000	1720
Болгария	94	383	36	16	207	25761	3583
Венгрия	72	203	15	17	81	41460	2214
Польша	85	224	9	18	56	28384	2300
Румыния	84	249	25	19	-	-	3350
Турция	116	284	102	18	175	-	8579

Таблица 4. – Основные параметры биоразнообразия Российской Федерации

Таксономическая группа	Оценка числа видов в России	Процент в мировой фауне
Растения:		
Водоросли	9 500	23,8
Лишайники	3 000	30,0
Мохообразные	2 200	12,0
Сосудистые растения	12 500	5,6
Животные:		
Простейшие	6 500	16,3
Губки	350	3,9
Кишечнополостные	450	5,0
Плоские черви	1 900	9,0
Круглые черви	2 000	6,0
Моллюски	2 000	2,8
Ракообразные	2 000	5,0
Паукообразные	10 000	13,3
Насекомые	около 100 000	10,5
Рыбы пресноводные	343	1,2
Рыбы морские	около 1 500	4,5
Земноводные	29	0,6
Пресмыкающиеся	80	1,2
Птицы	732	7,6
Млекопитающие	320	7,0

В настоящее время на территории Российской Федерации по данным Российской академии наук фауна позвоночных насчитывает 1513 видов: 320 видов млекопитающих, 732 вида птиц, 80 видов пресмыкающихся, 29 видов земноводных, 343 вида пресноводных рыб. Кроме того, в морях, омывающих Россию, встречается 1500 видов морских рыб. Фауна беспозвоночных насчитывает более 150 тысяч видов. Флористическое богатство представлено более 12 500 видами сосудистых растений, 2 200 мохообразных, около 3 000 лишайников [10, 11].

В свою очередь, Украина также богата природными ресурсами. Благодаря природным черноземам, широкой лесной полосе, лесостепной и степной зоне, водным ресурсам, в Украине большая вариативность растительного и животного мира.

Занимая менее 6% площади Европы, Украина владеет примерно 35% ее биоразнообразия [6, 12]. На сравнительно небольшой территории образовались четыре

природные зоны: широколиственно-лесная, лесостепная, степная и присредиземноморская. Особенностью Украины является наличие мощной водной экосистемы Днестра и значительного количества различных ландшафтов. Богатство биоразнообразия увеличивается в такой последовательности: луга, болота, плавни, степи и леса. Учитывая значительную общую площадь земель сельскохозяйственного назначения (до 70%), значительная часть биоразнообразия остается ассоциированной с антропогенно-измененными экосистемами. Она меняется к лучшему благодаря постоянному увеличению природно-заповедного фонда Украины.

Биоразнообразие Украины представлено более 72 тыс. таксонов (видов флоры, микробиоты и фауны).

Фауна насчитывает более 45 тыс. видов, в том числе: насекомые – 35 тыс., членистоногие без насекомых – 3,4 тыс., черви – 3,3 тыс. (из них 1600 – круглые черви, 1280 – плоские черви и 440 кольчатые черви); позвоночные представлены

рыбами и круглоротыми (более 200 видов), земноводными (не менее 20 видов), пресмыкающимися (21 вид), млекопитающими (117 видов), птицами (около 400 видов). Основу орнитофауны составляют около 270 видов с регулярным гнездованием в весенне-летний период.

Чрезвычайно разнообразен животный мир Азово-Черноморского побережья, где сочетаются прибрежная морская полоса и лиманы со степными участками, песчаными косами, пойменными лугами и заболоченными дельтами крупных рек. Особенно там много птиц. Пресные и морские водоемы характеризуются разнообразным видовым составом рыб.

В Украине насчитывается более 25 тыс. видов растений, из которых высших сосудистых растений – более 5 тыс. видов, мохообразных –

почти 800, лишайников – более 1 тыс., грибов – свыше 15 тыс., водорослей – около 4 тыс. видов.

На планете биологическое разнообразие за последние тысячелетия не стало меньше в масштабах исторического развития биосферы – прошлое многообразие жизни распределяется на 4 – 5 млрд. лет эволюции жизни на Земле, а угрозы вымирания и реальные процессы вымирания, связанные с деятельностью человека (табл. 5, [4, 13]) оформились в последнее тысячелетие. Сохранение биоразнообразия – глобальная задача. Ни одна страна не способна ее решать самостоятельно, тем более важно осознавать, что природные экосистемы всех стран реально влияют на состояние биосферы планеты, ее климат и качество среды.

Таблица 5. – Вымирание млекопитающих и птиц в период с 1600 по 1975 годы

Век	Млекопитающие			Птицы		
	Всего	Видов	Подвидов	Всего	Видов	Подвидов
XVII	3	3	–	9	9	-
XVIII	11	8	3	9	9	-
XIX	26	18	8	68	34	34
XX	67	34	33	74	22	52
Итого	107	63	44	160	74	86

Таким образом, подытоживая вышесказанное, можно сделать вывод, что чаще всего, говоря о биоразнообразии, имеют в виду видовое разнообразие.

Процесс эволюции жизни всегда был связан с вымиранием биологических организмов, популяций и видов в целом. Считается, что средняя продолжительность существования одного вида составляет 5 – 6 млн. лет. За последние 200 млн. лет исчезло около 900 тыс. видов флоры и фауны, или в среднем меньше одного вида в год [3]. За последние 400 лет исчезло 484 видов животных и 654 видов растений, то есть в среднем более чем два вида в год.

Вымирание видов всегда было естественным и необходимым процессом эволюции – более 99 % видов, которые когда-либо существовали, уже вымерли (Leakey, 1996), однако предполагается, что сегодня виды исчезают в 100 – 1000 раз быстрее, чем до существования человека (Charin et al., 1998). Так, по экспертным оценкам, в течение следующих 20 – 30 лет 25 % общего биоразнообразия Земли будет находиться под серьезной угрозой исчезновения, почти 40 тысяч видов наверняка исчезнут.

По данным палеонтологов, за последние 500 млн. лет на Земле было пять периодов массового исчезновения видов. Для восстановления биологического богатства на

планете каждый раз необходимо было примерно 10 млн. лет [15].

В нашу эпоху есть реальная опасность еще одного периода массового сокращения биологического разнообразия. Для предсказания опасности развития процесса исчезновения видов необходимо знание закономерностей биоразнообразия.

Состояние исследований в области оценки биоразнообразия

Первые данные исследований, направленные на оценку биологического разнообразия, были опубликованы еще в начале второй половины XX века. С тех пор количество исследований в этой области значительно увеличилось, много внимания стало уделяться созданию методов изучения и построения моделей биоразнообразия, комплексной оценке состояния и распространения видов, разработке и использованию различных индексов, мер и индикаторов биоразнообразия. Анализ исследований по количественной оценке биоразнообразия выполнен в известных работах [16 – 19]. Авторы отмечают, что в этой области имеется целый ряд методологических проблем:

- существующие методы оценки биоразнообразия в значительной мере некорректны, в первую очередь потому, что никак не учитываются морфологическое,

- функциональное, экологическое сходство / различие между самими видами;
- индексы разнообразия часто основываются на экологически сомнительных концепциях: обычно в качестве эталона принимается экосистема с равными обилиями всех видов, что не вполне соответствует структуре реальных природных сообществ (другими словами – события, связанные с распространением видов, равновозможны);
 - модели разнообразия пока основаны на достаточно частных и узких гипотезах и не могут служить фундаментом для формально строгой теории оценки биоразнообразия;
 - приходится констатировать, что со времен Г. Уиттекера, заложившего вербальную основу понятий разнообразия для совокупности местообитаний, сколь угодно строгих методов количественной оценки разнообразия до настоящего времени не разработано;
 - множество комплексных индексов и мер биоразнообразия построены с использованием гипотетических и экспертных подходов, которые не несут в своей основе фундаментальных закономерностей и не используют объективный подход при анализе и описании данных.

Для того, чтобы оценить многообразие экологических систем, необходима система критериев, которые, скорее всего, будут иметь вероятностный характер. Ряд авторов считает, что наиболее важной характеристикой многообразия является показатель выравненности большого количества (обилия) видов, который отражает структуру экологического сообщества и показывает отсутствие доминантных видов. Считается, что экологическая система имеет высокое качество с точки зрения биоразнообразия, если она отличается большим количеством видов и высоким показателем выравненности. Если глубоко вникнуть в суть понятий обилия видов и выравненности обилия видов, то в терминах вероятности экологическая система, отличающаяся богатым видовым разнообразием, должна удовлетворять следующим условиям:

- иметь высокий показатель обилия видов (количество видов на единице территории);
- отличаться равномерными вероятностными распределениями количества особей каждого вида;
- иметь близкие уровни плотности распределения вероятности для каждого вида.

Вопрос о том, действительно ли такая экологическая система оптимальна с точки зрения биологической эволюции, является

крайне дискуссионным. Однако она может быть принята в качестве базовой (идеальной) модели, позволяющей сравнивать различные экосистемы по отношению к ней по критериям биоразнообразия. Принятие такой гипотезы возможно в случае, если будут построены вероятностные модели биологического разнообразия для таксонометрических групп – отрядов, семейств и т.д. Создание подобных моделей возможно только на основе анализа значительного количества опытных данных.

Следует отметить, что теоретические работы прогностики и комплексной оценки в области биоразнообразия и экологических наук часто сводятся к гипотезам и обобщениям, оторванным от реальной статистической базы и систематического изучения опытных данных. В области теоретических исследований существует несколько проблем, которые не позволяют многочисленным научным обобщениям превратиться в общепринятые теории [19 – 21]. Во-первых, не редко изначально формулируются противоречивые теоретические концепции. Во-вторых, очень часто теоретические гипотезы высказываются на основе поверхностного обобщения данных, при этом современные методы анализа информации не используются, а результаты не проверяются на массивах информации. Все это приводит к множеству частных и противоречивых моделей или различным качественным описаниям процессов и явлений, которые не могут быть обобщены. В-третьих, уже более десяти лет существуют большие и общедоступные базы данных по биоразнообразию, но только в последние годы наметился явный интерес исследователей к обработке данной информации.

Как следствие, адекватных моделей биоразнообразия и комплексных оценок состояния и распространения видов очень мало. По утверждению авторов статьи [20] за последние 30 лет не появилось ни одной сколько-нибудь заметной публикации, вносящей что-то новое в основные концепции и фундаментальные законы экологии. По их словам экологический мир на пороге научной революции, но новая парадигма еще не проникла в умы естествоиспытателей.

Сегодня поиску системообразующих факторов и формулировке общесистемных принципов моделирования объектов и явлений различной природы уделяется значительное внимание. Это направление в моделировании сложных систем связано с системным анализом и общей теорией систем. Последние исследования в этой области связаны с феноменологическими описаниями систем, созданием теоретических методов и математического аппарата системодинамики. Работы Дж. Форрестера, П. Анохина, Уиттэкера

и др. внесли значительный вклад в технологию прикладного компьютерного и математического моделирования сложных социально-экономических систем, построение моделей биологических и экологических систем [22 – 25]. Данное направление моделирования систем связано с использованием естественнонаучных методов в описании живой природы.

На данном этапе развития науки следует признать, что в области биоразнообразия не существует фундаментальной теории, которая бы характеризовала состояние и распространение биологических видов. Однако попытки построения такой теории уже предпринимались. Еще в 30-х годах прошлого столетия известным русским ученым В.А. Костицыным концептуально был предложен подход, который позволяет построить модель распространения видов на Земле для оценки устойчивости жизни [24]. В связи с тем, что в то время невозможно было реализовать информационные модели, которые охватывают большой объем количественных и графических данных, эта идея так и осталась нереализованной. Модели распространения видов являются одним из основных инструментов построения эволюционной теории развития жизни на Земле, которая по своей сути имела бы теоретическую, а не описательную основу. Основная проблема в этой области – как построить информационные ресурсы, которые позволили бы представить данные о биологических параметрах и показателях распространения десятков тысяч видов и увязать эти данные с глобальными климатическими архивами, которые имеют объемы от 2 до 15 терабайт. Очевидно, что без использования информационных технологий данная задача решена быть не может.

В области оценки биоразнообразия при изучении процессов и объектов исследователь оперирует массивами данных, содержащими десятки показателей и индикаторов. В настоящее время имеется ряд работ, направленных на стандартизацию показателей и индикаторов биоразнообразия для комплексной оценки состояния и распространения видов и применения статистических методов при изучении данных [26 – 29].

Основные направления и тенденции исследований в этой области связаны с накоплением и созданием все более крупных баз данных по биоразнообразию, применением новых методов визуализации и оценки данных, использованием математических методов анализа данных, созданием национальных информационных систем хранения, представления и оценки данных, развитием теории и методов системной динамики в области экологических наук [2, 29, 30 – 35].

В биоразнообразии накоплены большие базы данных, однако они в своей массе пока плохо структурированы. Тем не менее, данная информация сегодня уже вполне позволяет поставить задачу оценки вероятности распространения видов на Земле. Возможным направлением исследований может быть разработка моделей, направленных на поиск закономерностей распространения видов исследуемых отрядов (подрядов) в зависимости от климатических параметров и местонахождения каждого из видов в привязке к географическим территориям. Для этого можно использовать климатические базы данных, которые представляют собой временные ряды для каждой ячейки регулярной широтно-долготной решетки множества климатических показателей и которые доступны из архива повторного анализа климата Всемирного климатического центра [35], совместно с базами данных биоразнообразия и распространения видов. Создание таких систем весьма актуально, поскольку они позволят вплотную подойти к разработке глобальных моделей биоразнообразия планеты – моделей, о которых упоминал В.А. Костицын [24]. Кроме того, данные базы данных позволят установить закономерности биоразнообразия, что даст возможность развивать практику использования в исследованиях экологических процессов и явлений естественнонаучных методов, основанных на феноменологических подходах анализа и описания опытных данных.

Данные и некоторые принципы построения моделей существования и распространения видов

Пока в экологии методов количественной оценки биоразнообразия, которые бы не являлись в своей основе субъективными, не существует. Как показывают исследования, оценка биоразнообразия путем использования различных индексов часто приводит к противоречивым выводам, которые являются следствием субъективных представлений исследователей [19].

В общем случае исследование проблем биоразнообразия связано с необходимостью изучения ареалов обитания видов, их экологических и морфологических особенностей, закономерностей распространения в зависимости от разных показателей и во времени. Приоритетным считается изучение структурных особенностей сообществ в конкретных природных условиях с учетом их видового состава, численности, продолжительности жизни и других параметров. Без обобщения множества данных, характеризующих биоразнообразие, невозможно установить

закономерности эволюции биологической жизни на Земле.

Для того, чтобы создать глобальные модели биологического разнообразия, необходимо отработать методические принципы исследования. Очевидно, что построение глобальных моделей невозможно без предварительной разработки моделей существования видов, которые бы характеризовали взаимосвязь биологических параметров организмов, а также моделей распространения видов, которые бы обобщали информацию об ареалах распространения видов на планете. Такие модели следует основывать на вероятностных подходах. Отработку моделей следует выполнить на нескольких тестовых примерах применительно к 2 – 3 крупным таксонам животных и растений. Одновременно необходимо выполнять работы по созданию структурированных баз данных биологических видов и увязке их с глобальными климатическими базами данных. Исходя из этого, актуальным является разработка геоинформационных моделей биоразнообразия, исходя из ареалов распространения видов, и установление вероятностных закономерностей существования и распространения видов.

Для изучения методических подходов были использованы массивы информации для наиболее распространенных таксонов – подотрядов мышеобразных и белкообразных самого многочисленного отряда млекопитающих – грызунов, а также отряда приматов. Для этих групп существует обширная информация в виде глобальных баз данных.

Подотряд мышеобразных отряда грызунов является одной из самых крупных таксономических единиц среди групп млекопитающих, он включает более 1 000 видов 10 существующих семейств и 3 вымерших. Представители данного подотряда населяют все природные зоны Земли. База данных мышеобразных включала информацию по 237 видам для 20 биологических показателей.

Подотряд мышеобразных удобен как объект моделирования для анализа разнообразия и оценки условий обитания животных. Жизненные популяции грызунов являются индикатором состояния окружающей среды. Мышеобразные рассматриваются как ценная биологическая модель, а также представляют интерес в эпидемиологических исследованиях и занимают важное место в цепях питания.

Белкообразные составляют самый древний подотряд грызунов и по оценкам специалистов включают в себя около 400 видов различных грызунов. Отлично приспособившаяся

к разным условиям жизни, эта группа также освоила почти все климатические зоны Земли. Имеющаяся база данных белкообразных содержала данные о 90 видах мышеобразных по 234 видам и 20 биологическим показателям этих видов.

Подотряд белкообразные использован в связи с тем, что они имеют обширный ареал распространения и являются древним видом млекопитающих.

Представители отряда приматы – полуобезьяны и обезьяны образуют многообразную группу с чрезвычайно сложными формами социальной организации. В основном приматы обитают в тропических дождевых лесах. В состав этой группы входит 356 видов 11 семейств [2]. Собранный база данных приматов содержала информацию по 174 видам.

Подотряд приматов – высший вид животных в эволюционной цепочке. В этот отряд входит также и человек.

Для изучения данных о животных в целом использовалась наиболее полная на сегодняшний день база данных позвоночных животных [32]. Нынешняя версия базы включает сведения о 4083 видах позвоночных. База данных охватывает амфибий, рептилий, рыб, птиц и млекопитающих. В базу внесены данные о максимальной продолжительности жизни, массе тела при рождении и во взрослом состоянии, скорости роста и размножения, время полового созревания, продолжительности беременности и некоторые другие характеристики (всего более 25 показателей). База данных имеет также полную информацию о систематике биологических видов.

Перечисленные выше базы данных использовались для создания вероятностных моделей существования видов.

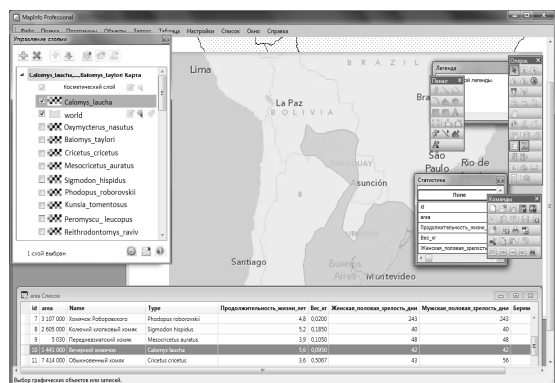
Модели распространения видов основывались на использовании геоинформационных моделей и вероятностных закономерностях формирования ареалов на территориях планеты.

Для создания геоинформационных моделей собиралась информация об ареалах распространения видов. Всего было обработано около 800 карт распространения мышеобразных, белкообразных и приматов на поверхности Земли. Пример таких моделей приведен на рисунке 1.

Для того, чтобы подойти к разработке моделей биоразнообразия планеты, подобную работу следует осуществить для всех видов животных, которые входят, например, в наиболее распространенные базы данных [32], а это минимум 4 000 видов. Аналогичная работа должна быть выполнена и для растений.

Вероятностные закономерности биоразнообразия для исследуемых биологических групп

Модели распространения видов. На основе собранных данных можно оценить вероятности распространения видов. Для этого предложено использовать геометрические вероятности, представляющие собой отношение



площади ареала распространения каждого из видов к площади сухопутной части земной поверхности. Далее вероятностные закономерности ищутся в виде зависимостей между геометрическими вероятностями и различными биологическими параметрами каждой из групп или климатическими показателями окружающей среды.

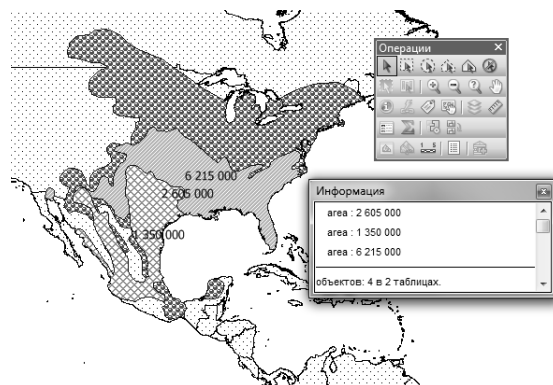


Рисунок 1. – Примеры представления ареалов распространения биологических видов с атрибутивной информацией

Для этого была применена типовая методика оценки вероятности наступления событий, которая широко используется в биологических науках. В основе этой методики лежат методы пробит-анализа, разработанные в XX веке известным энтомологом Честером Блиссом [36]. Многочисленные опытные данные, полученные в токсикологии, энтомологии, микробиологии, экологии и т.п. показывают, что зависимость между долей особей, у которых наблюдаются некоторые эффекты, например, негативные, и количеством воздействия, например, дозой, выражается вероятностной кривой, которая имеет S-образную форму. Обычно для трансформации этой кривой в прямую линию на оси абсцисс откладывают логарифмы доз, а по оси ординат – вероятностные единицы, так называемые пробиты. В биологических науках и безопасности систем пробит определяется согласно уравнению:

$$\text{Pr} = \alpha_0 + \alpha_1 \cdot \ln \rho_1 + \alpha_2 \cdot \ln \rho_2 + \dots + \alpha_n \cdot \ln \rho_n;$$

$$w = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \int_{-\infty}^{\text{Pr}} e^{-\frac{t^2}{2}} dt, \quad (1)$$

где α_i – постоянные, ρ_i – некоторые параметры; w – статистическая или геометрическая вероятность.

При построении моделей распространения видов методика обработки данных предполагает поиск связей между вероятностью распространения видов в виде геометрических вероятностей и наиболее важными показателями (масса, температура

тела, продолжительность жизни и др.) в соответствии с уравнениями (1).

В качестве безразмерных характеристик, связанных с биологическими параметрами, при поиске связей выбраны геометрические вероятности распределения этих параметров. Известно, что для одномерной случайной величины геометрическая вероятность определяется согласно уравнению:

$$\rho_i = \frac{z_i - z_{\min}}{z_{\max} - z_{\min}}, \quad (2)$$

где z_i – некоторый биологический параметр или характеристика окружающей среды; z_{\max} , z_{\min} – соответственно максимальное и минимальное значение данного параметра в группе всех видов исследуемого отряда (подотряда).

На основе собранных данных можно оценить вероятности распространения каждого вида путем установления связей вида (1), исходя из имеющихся баз данных.

Модели существования видов. Статистические вероятности существования видов с определенными биологическими параметрами (например, с продолжительностью жизни и массой тела) можно найти по формуле:

$$W = \frac{i}{m}, \quad (3)$$

где i – число видов, у которых наблюдаются определенные биологические параметры меньше некоторых заданных величин; m – общее число всех видов исследуемого отряда (подотряда). Статистические вероятности существования видов определяются

для совместного события одновременного наблюдения наблюдаемой продолжительности жизни и массы тела для определенного вида.

Для примера на рисунке 2 число видов i характеризуется количеством точек, попавших в выделенную на рисунке область, а общее число видов t характеризуется количеством всех наблюдаемых точек на диаграмме рассеивания. Исходя из этого, легко определить статистическую вероятность существования видов согласно (3).

Изучение связей между вероятностью существования видов и биологическими параметрами также осуществлялось путем построения моделей (1) на основе методов пробит-анализа.

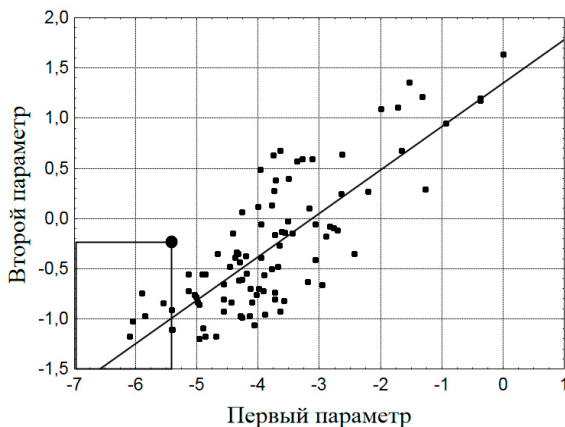


Рисунок 2. – Определение статистической вероятности существования вида для совместных событий одновременного наблюдения двух параметров

Анализ полученных результатов. Более подробно результаты обработки данных, полученные на основе вышеприведенной методики, рассмотрим на примере отдельных зависимостей, установленных для подотряда мышеобразных.

При анализе данных наиболее значимые связи статистической вероятности существования видов установлены с показателем интенсивности метаболизма, а также с продолжительностью жизни в неволе и средним весом особи. Результаты анализа зависимостей для мышеобразных представлены на рисунках 3 и 4.

Таким образом, мы ищем связи вероятности существования видов для совместного события одновременного наблюдения двух-трех основных биологических показателей с различными показателями или вероятностями других характерных событий. В данном случае рассматривалось совместное событие для одновременного наблюдения заданной продолжительности жизни и веса средней особи вида.

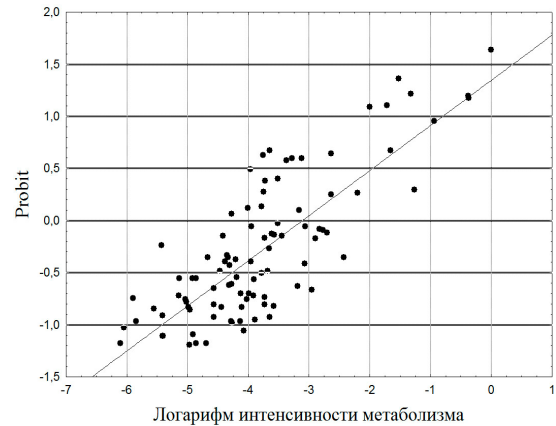


Рисунок 3. – Зависимость вероятности существования вида от интенсивности метаболизма

Установлено, что зависимость вероятности существования вида от интенсивности метаболизма мышеобразных имеет вид:

$$\text{Pr } obit = 1,1602 + 0,04 \cdot \ln \rho_M, \quad (4)$$

$$\text{где } \rho_M = \frac{Metab - Metab_{\min}}{Metab_{\max} - Metab_{\min}}; \text{ } Metab -$$

интенсивность метаболизма (Вт). Коэффициент корреляции зависимости составил 0,78.

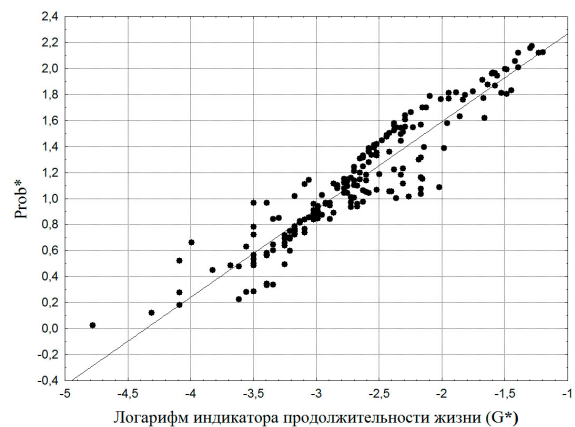


Рисунок 4. – Зависимость вероятности существования вида от продолжительности жизни в неволе: $\text{Pr } ob^* = \text{Pr } obit - 0,211 \cdot \ln \rho_v$;
 $G^* = \ln(\rho_\tau)$

В свою очередь, зависимость статистической вероятности существования вида мышеобразных от продолжительности жизни в неволе и среднего веса особи имеет вид:

$$\text{Pr } obit = 2,713 + 0,593 \cdot \ln \rho_\tau + 0,211 \cdot \ln \rho_v, \quad (5)$$

$$\text{где } \rho_\tau = \frac{\tau - \tau_{\min}}{\tau_{\max} - \tau_{\min}}, \quad \rho_v = \frac{v - v_{\min}}{v_{\max} - v_{\min}},$$

τ – время жизни в неволе (лет); v – средний вес особей вида (кг). Коэффициент корреляции данной зависимости составил 0,94.

На основе значений площади ареалов распространения видов были найдены геометрические вероятности распространения видов путем деления площади ареалов на площадь сухопутной части земной поверхности, которая равна 148940000 км². При анализе данных наиболее значимые связи вероятности распространения видов установлены с температурой тела особей вида (рис. 5).

Зависимость вероятности распространения видов мышеобразных от температуры тела имеет вид:

$$\text{Pr obit}_s = -9,326 + 0,1840 \cdot \ln t_T, \quad (6)$$

где t_T – температура тела; Pr obit_s – пробит вероятности распространения видов.

Данная зависимость является значимой, коэффициент корреляции зависимости составил 0,5.

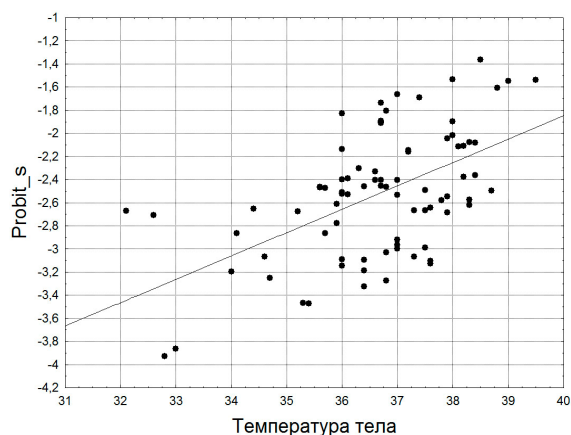


Рисунок 5. – Зависимость вероятности распространения вида мышеобразных от температуры тела особей

В результате анализа было установлено, что идентичные зависимости вида (1), связывающие между собой различные параметры, отличаются коэффициентами α_i для каждой из изучаемых групп.

Из полученных результатов вытекает особенность, что ареалы распространения видов по площади больше у тех видов, у которых температура тела особей выше.

Так как существует связь между вероятностью распространения вида и температурой тела мышеобразных, белкообразных и приматов, то естественно предположить существование связи вероятности распространения видов с климатическими показателями. Поэтому возможным направлением исследований может быть разработка моделей, направленных на поиск закономерностей распространения видов исследуемых отрядов (подотрядов) в зависимости от климатических параметров местообитания каждого из видов. Для этого можно использовать климатические базы

данных, которые представляют собой временные ряды для каждой ячейки регулярной широтно-долготной решетки множества климатических показателей, которые доступны из системы Climate Wikiense, разработанной ДонНТУ. Это возможно при совмещении баз данных по распространению видов с базами данных повторного анализа климата. Архивы данных Всемирного климатического центра позволяют построить осредненные во времени поля климатических показателей для всей планеты. Подобное осреднение можно провести за 15 лет на широтно-долготной сетке земного шара с ячейкой в 1x1 градус или 0,5x0,5 градуса. В архиве хранится информация в несколько терабайт по 80 климатическим показателям, в частности, температуре, относительной влажности, скорости и направлению ветра, освещенности, осадкам, высоте над уровнем моря и т.д. В результате одной ГИС-модели ареала распространения вида может быть поставлена в соответствие атрибутивная информация для 80 осредненных климатических показателей. С помощью применения регрессионного анализа возможно определение наиболее значимых климатических показателей, которые влияют на ареалы распространения видов. Кроме этого из базы данных животных [32] может быть взята атрибутивная информация, количественно характеризующая каждый вид. Объединение геоинформационных моделей ареалов распространения видов с базой данных животных и архивами повторного анализа климата позволит подойти к созданию моделей биоразнообразия на территории планеты. Предполагается, что в данном направлении и будут проводиться дальнейшие исследования.

Выводы

Таким образом, объединение геоинформационных моделей распространения видов с атрибутивной информацией о биологических параметрах видов и с данными архивов повторного анализа климата позволяет установить вероятностные закономерности распространения видов и разработать модели биоразнообразия. Основная сложность проблемы состоит в создании структурированных архивов данных по биоразнообразию хотя бы для одного-двух десятков тысяч основных биологических видов.

В случае, если подобным способом будет обработана значительная часть информации о существующих видах флоры и фауны на Земле и окружающих условиях их проживания или произрастания, то вполне возможно построение глобальной модели биоразнообразия планеты для оценки устойчивости жизни, о которой в свое время упоминал В.А. Костицын.

Литература

1. Вымирание биологических видов, потеря биоразнообразия и здоровье человека. – Электр. ресурс. URL: <http://base.safework.ru/iloenc?doc&nd=857100187&nh=0&ssect=0> (14.10.2013).
2. Энциклопедия «Животные» / Под ред. Д. Бёрни, пер. с англ. – М.: Астрель, АСТ, 2008. – 624 с.
3. Глобальные изменения биологического разнообразия. – Электр. ресурс. URL: <http://bibliofond.ru/view.aspx?id=432952> (15.11.2013).
4. А.А. Тишков. Сохранение биологического разнообразия в России. // Россия в окружающем мире: 2005 (Аналитический ежегодник). Отв. ред. Н.Н. Марфенин / Под ред. Н.Н. Марфенина, С.А. Степанова. – М.: Модус. К – Этерна, 2006. – 320 с. – Электр. ресурс. URL: http://www.rus-stat.ru/stat/128Russia_2005-4_82-124.pdf (20.06.2013).
5. Groombridge Groombridge B., Jenkins M.D. Global Biodiversity. Earth's living resources in the 21st century. Cambridge: World Conservation Monitoring Center. Hoechst foundation, 2000. – 247 p.
6. Электр. ресурс. URL: <http://ecoportal.su/news.php?id=39788> (20.06.2013).
7. Электр. ресурс. URL: <http://www.derev-grad.ru/dendrologiya/biologicheskoe-raznoobrazie.html> (23.04.2013).
8. Управління у сфері збереження біологічного різноманіття України // в кн. Шмандій В.М., Солошич І.О. Управління природоохоронною діяльністю: Навч. пос. – К.: Центр навч. літ-ри, 2004. – 296 с. – Электр. ресурс. URL: <http://eco.dt-kt.net/books/book-4/chapter-159/> (20.06.2013).
9. Четвертый национальный доклад «Сохранение биоразнообразия в Российской Федерации». Руководитель коллектива экспертов – проф., д.г.н. А.А. Тишков. М.: Министерство природных ресурсов и экологии РФ, Программа развития ООН. 2009. – 114 с. – Электр. ресурс. URL: <https://www.cbd.int/doc/world/ru/ru-nr-04-ru.pdf> (27.01.2013).
10. Второй национальный доклад о сохранении биоразнообразия. Национальная стратегия сохранения биоразнообразия Российской Федерации. М.: РАН, Министерство природных ресурсов РФ, Проект ГЭФ «Сохранение биоразнообразия», 2001. – 76 с.
11. Пятый национальный доклад «Сохранение биоразнообразия в Российской Федерации». Руководитель коллектива экспертов – проф., д.г.н. А.А. Тишков. М.: Министерство природных ресурсов и экологии РФ. 2014. – 114 с. – Электр. ресурс. URL: <https://www.cbd.int/doc/world/ru/ru-nr-04-ru.pdf> (20.01.2014).
12. Электр. ресурс. URL: <http://www.biofactory.ru/book/14/741.html> (21.02.2013).
13. Флинт В.Е. Сохранение редких видов в России (теория и практика). В кн.: Сохранение и восстановление биоразнообразия. М.: Проект ГЭФ «Сохранение биоразнообразия», 2002. С. 11 – 108.
14. Залепухин В.В. Теоретические аспекты биоразнообразия. Уч. пос. Волгоград: ВолГУ. 2003. – 192 с. – Электр. ресурс. URL: http://window.edu.ru/window_catalog/files/r25793/volsu374.pdf (07.10.2013).
15. Электр. ресурс. URL: <http://www.ecolife.ru/e-lib/UR.pdf> (17.09.2012).
16. Э. Мэгарран. Экологическое разнообразие и его измерение. – М.: Мир, 1992. – 184 с.
17. А.А. Протасов. Биоразнообразие и его оценка. Концептуальная диверсикоэкология. – К.: Ин-т гидробиологии НАН Украины, 2002. – 105 с.
18. А.П. Левич. Структура экологических сообществ. – М.: МГУ, 1980. – 181 с.
19. В.К. Шитиков, Г.С. Розенберг. Оценка биоразнообразия: попытка формального обобщения // Jahrbuch fur EcoAnalytic und EcoPatologic. 2004. – 39 с.
20. Г.С. Розенберг, В.К. Шитиков. О соотношении математики и биологии в экологии // Количественные методы экологии и гидробиологии / Отв. ред. чл.-корр. РАН Г.С. Розенберг. – Тольятти: СамНЦ РАН, 2005. – 404 с.
21. Аверин Г.В. Системодинамика: наука о закономерностях процессов изменения и развития систем во времени. – Palmarium Academic Publishing, 2014. – 488 с.
22. Р. Уиттекер. Сообщества и экосистемы. – М.: Прогресс, 1980. – 328 с.
23. П.К. Анохин. Узловые вопросы теории функциональной системы. – М.: Наука, 1980. – 197 с.
24. В.А. Костицын. Эволюция атмосферы, биосферы и климата / Пер. с франц. Под ред. Н.Н. Моисеева. – М.: Наука, 1984. – 96 с.
25. Мировая динамика: Пер. с англ. / Д. Форрестер. – М.: АСТ; С.-Пб.: Terra Fantastica, 2003. – 379 с.
26. Руководство по разработке и использованию национальных индикаторов биоразнообразия / UNEP: Всемирный Центр Мониторинга Сохранения, Кембридж, Великобритания, 2011. – 40 с.
27. A.V. Zviagintseva. Biological diversity: the problem of modeling the distribution of species on the Earth / Materialy IX mezinarodni vedecko – prakticka konference “Moderni vymoženosti vědy – 2013”. – Dil 59. Biologicke vědy: Praha. Publishing House “Education and Science” s.r.o. St. 12 – 20.
28. Identification, Monitoring, Indicators and Assessment. Материалы Конвенции о биоразнообразии. – Электр. ресурс. URL: <http://www.cbd.int/indicators/intro.shtml> (21.09.2013).
29. В.К. Шитиков. Интеллектуальные технологии структурного анализа экологических систем / Дис. на соиск. уч. степ. докт. биол. наук, 2007. – Электр. ресурс. URL: http://www.ievbras.ru/ecostat/Kiril/Article/A24/My_dd.htm#Vv (27.09.2013).

30. J. Gallo, C. Ertur. Exploratory Spatial Data Analysis of the distribution of regional per capita GDP in Europe, 1980 – 1995 / University of Burgundy. – Электр. ресурс. URL: <http://www.u-bourgogne.fr/LATEC> (07.10.2013).
31. Глобальная база данных по биоразнообразию – GBIF. – Электр. ресурс. URL: <http://data.gbif.org/welcome.htm/> (25.11.2013).
32. AnAge: The Animal Ageing and Longevity Database. – Электр. ресурс. URL: <http://genomics.senescence.info/species/> (25.11.2013).
33. Базы данных проекта «Биоразнообразие России». – Электр. ресурс. URL: http://www.zin.ru/BioDiv/bd_dbas.htm/ (25.11.2013).
34. База данных «Биоразнообразие Белоруссии».
- Электр. ресурс. URL: <http://florafauna.by/page/about/> (25.11.2013).
35. Архивы повторного анализа климатических данных. – Электр. ресурс. URL: http://data-portal.ecmwf.int/data/d/interim_full_moda/; <http://nomads.ncdc.noaa.gov> (20.10.2012).
36. А.Г. Платонов, М.Я. Ахалая. Применение метода пробит-анализа в радиобиологии. Расчет полулетальной дозы ЛД50. Уч.-метод. пос. – М.: НИИЯУ МФИ, 2010. – 36 с. – Электр. ресурс. URL: http://library.mephi.ru/Data-IRBIS/book-mephi/Platonov_Primeneniye_metoda_probit-analiza_v_radiobiologii_2010.pdf (09.09.2012).

Звягинцева Г.В. “Моделі існування та поширення видів тварин для кількісної оцінки біологічного різноманіття”. Дана стисла характеристика біорізноманіття Землі. Показано, що побудова глобальних моделей біорізноманіття неможлива без попередньої розробки моделей існування видів, які б характеризували взаємозв'язок біологічних параметрів організмів, а також неможлива без створення кількісних моделей розповсюдження видів на планеті. При оцінці існування видів у роботі використано статистичні ймовірності спільних подій, які пов'язано з спостереженням біологічних параметрів організмів. Для оцінки ймовірності поширення видів запропоновано використовувати геометричні ймовірності, які уявляють собою відношення площі ареалу поширення кожного з видів до площі суходутної частини земної поверхні. В якості прикладу для таксонів мишеподібних, білкоподібних і приматів розроблені моделі існування та поширення видів. Зроблено висновки, що такі моделі є одним з основних інструментів побудови еволюційної теорії розвитку життя на Землі.

Ключові слова: моделі, поширення видів, кількісна оцінка біорізноманіття.

Zviagintseva A.V. “Models of the existence and distribution of animal species for the biological diversity quantifying”. A brief description of the global biodiversity of the Earth show that the problem of biodiversity today is one of those areas of scientific knowledge, which rely primarily on descriptive methods. Despite the fact that there are many different models and quantitative assessments of biodiversity, which generalizes the theory of this phenomenon is absent, and communication of scientific methods with empirical data is not yet sufficient. The article notes that the development of theoretical methodology of biodiversity can begin with the creation and use of structured databases, which are quantitative information on key indicators of species and characteristics of their distribution in nature, and the conditions in which these species exist. Noted that today in the public domain begin to be created a database covering thousands of species and dozens of indicators and characteristics of the species and exhibited. Emphasized that, despite the fact that these data today in the mass is poorly structured, this information allows you to put the problem of estimating the probability distribution of species on Earth. Combining these databases with a re-analysis of climate archives will create an empirical basis for the search of patterns and the development of the theory of biodiversity. The analysis showed that the construction of global models of biodiversity is impossible without first modeling existence of species that have characterized the relationship of biological parameters organisms, and it is impossible without the creation of quantitative models of the distribution of species on the planet. The paper points out that such models should be based on a probabilistic approach. To estimate the probability distribution of the species proposed to use geometric probability is the ratio of the area of the distribution range of each species to the area of land of the earth's surface. Based on the available biological taxonomy, proposed approaches to building models of the existence of the species. In assessing the existence of the species used in the statistical probability of joint events related to the supervision of biological parameters organisms. As an example, developed a model of the existence and distribution of species for a taxon Muridae, Sciuromorpha and primates. It is concluded that these models are one of the main tools for constructing the theory of evolution of life on Earth.

Keywords: model, species distribution, quantifying biodiversity.

Статья поступила в редакцию 24.01.2014
Рекомендована к публикации д-р техн. наук, проф. Г.В. Авериньм