

ОСТРОВНОЙ ЭФФЕКТ И ЕГО КОМПЛЕКСНАЯ ГЕОГРАФИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА

© 2020 г. А. Н. Иванов*

МГУ им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия

**E-mail: a.n.ivanov@mail.ru*

Поступила в редакцию 08.05.2020 г.

После доработки 16.05.2020 г.

Принята к публикации 17.05.2020 г.

В статье анализируется понятие островного эффекта. Предложено четыре переменных для комплексной географической оценки островного эффекта: степень изолированности острова, отношение периметра острова к его площади, густота речной сети и автономность флоры. На основе балльной оценки для островов в дальневосточных морях России проведена количественная оценка островного эффекта. Все острова разделились на четыре группы. В первую группу с максимальной выраженностью островного эффекта вошли небольшие по площади изолированные острова, занятые крупными скоплениями морских колониальных птиц. Формирующиеся на таких островах орнитогенные геосистемы не имеют аналогов в материковых ландшафтах. К четвертой группе с минимальной выраженностью островного эффекта отнесены крупные материковые острова, расположенные недалеко от побережья. Ландшафтная структура этих островов принципиально близка к прилегающим материковым ландшафтам. Две средние группы объединяют острова с переходными чертами.

Ключевые слова: остров, островной эффект, комплексная географическая оценка, дальневосточные моря

DOI: 10.31857/S0869607120020032

ВВЕДЕНИЕ

Термин “островной эффект” используется в разных областях знания, хотя не имеет общепринятого определения. В естественных науках понятие островного эффекта возникло в эволюционной биологии и островной биогеографии при изучении специфической природы островов [27]. Д. Фостер на примере 116 островных видов животных показал, что часть видов на островах в процессе эволюции приобрели более крупные размеры относительно материковых аналогов, а часть стали более мелкими, объяснил расхождения имеющимися на островах ресурсами и назвал это “островным эффектом” [25]. В настоящее время под островным эффектом чаще всего понимается обеднение видового состава растений и животных на островах по сравнению с аналогичными по площади участками материка [28]. В более широкой трактовке понятие островного эффекта используется для обозначения всего комплекса изменений островной биоты по сравнению с материковыми ландшафтами [4].

Позднее наряду с настоящими островами понятие островного эффекта стало применяться и при изучении других экологических изолятов — высокогорных сообществ, лесных полян, пещер, озер, фрагментированных остатков лугов, степей и лесов и т.п. К настоящему времени островной эффект хорошо изучен на примере многих групп организмов, хотя явно преобладают исследования животных. Большую популярность

понятие островного эффекта приобрело при организации особо охраняемых природных территорий, которые в староосвоенных регионах часто представляют собой своеобразные “острова” среди природно-антропогенных ландшафтов. Показано, что островной эффект может определять многолетнюю динамику условно-коренных экосистем в небольших по площади заповедниках [11, 19].

Использование комплексного подхода применительно к изолированным природным объектам позволило сформулировать более общее положение об инсुлярных геосистемах, под которыми понимаются изолированные комплексы, значительно контрастирующие с окружающей ландшафтной средой и формирующие автономные местоположения. На примере Тюменской области намечена типология подобных инсулярных геосистем, внутри которых выделены абсолютные (собственно островные), а также геологические, геоморфологические, флористические, биогеографические, криогенные и комплексные геосистемы [16]. В социально-экономической географии для оценки степени изолированности удаленных местностей (своеобразных “островов”) предложен коэффициент транспортной доступности, рассчитываемый на основе плотности транспортных путей постоянного действия и сезонности завоза товаров и используемый для определения дотаций на выравнивание бюджетной обеспеченности субъектов федерации [20]. В зарубежной географии термин “островной эффект” очень часто используется при изучении городских ландшафтов.

В целом островной эффект, возникающий за счет изолированности, существует и в природе, и в обществе, однако оценить его объективно, количественно и комплексно — сложная и в общем виде не решенная задача. Существуют различные подходы к количественной оценке островного эффекта, наиболее разработанные в островной биогеографии. Для оценки островного эффекта обычно используются корреляции между числом видов живых организмов и площадью острова, числом видов и расстоянием, видовая неполноценность сообществ, анализ степенного параметра в уравнении Арениуса и др. [1, 2]. Однако при этом анализируются лишь отдельные частные стороны островного эффекта, связанные с биотой. Наиболее часто используемый показатель — уменьшение числа видов растений и животных на острове по сравнению с близлежащими участками материка сравнимой площади.

Между тем было показано, что островной эффект проявляется в свойствах не только растительного и животного населения, но и в свойствах других природных компонентов и межкомпонентных отношениях, то есть имеет комплексный характер [7, 9, 26]. С ландшафтно-географической точки зрения выраженность островного эффекта можно было бы определить как степень отклонения ландшафтной структуры островных геосистем от близлежащих материковых ландшафтов, однако показатели, отражающие степень этого отклонения, пока не найдены. Цель настоящей работы — поиск подобных показателей и количественная оценка островного эффекта на примере островов Северо-Западной Пацифики.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В основу работы положены материалы, собранные в ходе многолетних экспедиционных исследований на островах Северо-Западной Пацифики, анализ литературных источников, топографических и навигационных карт, космических снимков, Интернет-ресурсов. Из общегеографических методов главным является сравнительно-географический, а основным методическим подходом — метод балльных оценок.

Объектом исследования выступают острова дальневосточных морей России. В регионе насчитывается около 90 островов разной площади, которые по генезису относятся к материковым и островодужным. Каждый остров оценивался по четырем переменным: коэффициент изолированности; отношение длины береговой линии к площади острова; густота речной сети; автономность флоры сосудистых растений. Выбор

переменных обусловлен тем, что они должны хорошо отражать специфику островной природы и разные грани островного эффекта, могут быть оценены количественно; также имеется возможность получения исходных данных по всем (или большинству) анализируемых островов.

Степень изолированности — один из важнейших показателей, определяющих специфику островной природы. Несмотря на кажущуюся очевидность, оценить количественно его не так просто, поскольку помимо очевидной переменной — расстояния от материка или другого острова, степень изолированности также зависит от геометрической формы острова, положения его по отношению к другим островам, ориентации относительно воздушных потоков и морских течений, миграционных маршрутов животных и т.п. В несколько упрощенном виде изолированность можно оценить через коэффициент изолированности островной геосистемы [6], рассчитываемый по формуле:

$$r = \lg\left(\frac{l_1 + l_2}{2\sqrt{S}} \times 100\right), \quad (1)$$

где l_1 — кратчайшее расстояние до материка, l_2 — кратчайшее расстояние до ближайшего острова, S — площадь острова, км².

Если $l_1 > l_2$, то используется вышеприведенная формула. Если $l_1 < l_2$, т.е. расстояние до ближайшего острова больше, чем расстояние до материка, то величиной l_2 можно пренебречь, и формула приобретает вид:

$$r = \lg\left(\frac{l_1}{2\sqrt{S}} \times 100\right). \quad (2)$$

Таким образом, чем дальше остров расположен от материка или другого острова и чем меньше его площадь, тем выше получаются значения коэффициента.

Отношение длины береговой линии к площади острова (P/S) — показатель, отражающий степень влияния окружающих морских вод на природные территориальные комплексы острова. Если отношение P/S выражено большими значениями (например, при сильно вытянутой извилистой форме острова), то среднее расстояние от любой внутренней точки острова до береговой линии невелико, и природные комплексы находятся под сильным влиянием океана. По мере снижения отношения P/S среднее расстояние от любой точки острова до береговой линии возрастает и, соответственно, влияние океана становится менее выраженным. Таким образом, предполагается, что чем более высокие значения показателя, тем сильнее влияние окружающего океана на островную природу, и соответственно, сильнее выражено отклонение структуры островных ПТК от материковых ландшафтов.

Для определения площади острова использовались в основном открытые литературные источники. В случае отсутствия данных, площадь острова, длина береговой линии, расстояние до материка и других островов определялись по космическим снимкам из сервисов Яндекс Карты и Google Earth с разрешением до 0.5 м или топографическим картам масштаба 1 : 100000 (для крупных островов).

Густота речной сети — один из важных показателей, отражающих специфику островной природы. Ограниченные размеры островов в значительной степени лимитируют развитие поверхностного стока, флювиальных форм рельефа и связанных с ними типов геосистем, что приводит к глубоким физико-географическим следствиям: выпадению (или уменьшению значения) в структуре островных ландшафтов долинных геосистем; снижению видового разнообразия за счет выпадения растений и животных, связанных с пойменными местообитаниями; отсутствию отдела аллювиальных почв; общему изменению ландшафтного рисунка; трансформации характера вещественно-энергетических потоков из субэкральной части островов в субмаринную и возникающей специфике донных природных комплексов и т.п. Многие малые острова могут быть вообще лишены постоянных водотоков, в то время как на крупных ост-

ровах густота речной сети близка к материковым ландшафтам. Оценка густоты речной сети проводилась по топографическим картам. В зависимости от площади острова использовались карты масштаба 1 : 200 000 и 1 : 100 000, для малых островов — масштаба 1 : 50 000 с уточнением по космическим снимкам. Погрешности, которые могли возникать за счет разного масштаба карт, в определенной степени нивелировались тем, что при балльной оценке принципиально важна не столько сама по себе абсолютная площадь или длина береговой линии, а принадлежность острова к той или иной градации баллов. То есть в данном случае принималось допущение, что некоторые отклонения в расчетах, возникающие при использовании карт разного масштаба, не играют принципиальной роли.

Степень автономности флоры — один из показателей, используемый для оценки соотношения автохтонных и аллохтонных тенденций во флоре тех или иных островов. Автохтонные тенденции сильны при наличии самостоятельных очагов флорогенеза, где повышено количество эндемичных видов. Соответственно, на островах, существующих в условиях изоляции в течение длительного времени, автохтонные тенденции развиты сильнее. Примером такого архипелага (вне рассматриваемого региона) является Новая Зеландия, где около 3/4 видов растений являются эндемичными, т.е. островной эффект здесь выражен в максимальной степени.

Аллохтонные тенденции сильны при малом наличии самостоятельных очагов флорогенеза: при этом новые виды в основном заносятся механизмами миграции, количество эндемичных видов понижено или отсутствует. Аллохтонные тенденции ярче всего выражены на слабо изолированных островах, которые в недавнем прошлом соединялись с материком или другими островами и в которых флора формируется за счет привноса новых видов, а не островного видообразования [13, 14]. В основу расчетов положено соотношение между числом видов и родов в островной флоре сосудистых растений, которое может служить в качестве показателя флорогенетических тенденций. Предполагается, что чем больше среднее число видов в роде, тем сильнее выражены автохтонные процессы, и наоборот, низкое значение показателя говорит о значительной роли миграционных процессов в островной флоре. Расчеты проводились по формуле [14, 21]:

$$A = \frac{S - S^0}{S}, \quad (3)$$

где A — показатель автономности флоры, S — фактическое число видов, S^0 — расчетное число видов.

Расчетное число видов определяется по формуле

$$S^0 = 314.1 + 0.0045383G^2, \quad (4)$$

где G — число родов в данной флоре.

Показатель автономности флоры может принимать как положительные, так и отрицательные значения. Считается, что чем ниже значения показателя автономности флоры, тем сильнее проявляется островной эффект. Автономность флоры сосудистых растений рассчитывалась по опубликованным литературным материалам [3, 17, 22–24 и др.]. Необходимо отметить, что не для всех островов составлен список флоры даже на уровне сосудистых растений, что вывело часть островов из расчетов. Для некоторых островов данные разных лет не совпадают, в этом случае за основу принимались более поздние материалы.

После необходимых расчетов для получения балльных оценок строилась шкала диапазонов полученных значений по каждому из выбранных параметров исходя из максимального и минимального показателей. Диапазоны разбивались на 10 интервалов, где каждый интервал соответствовал определенному баллу в зависимости от степени выраженности островного эффекта. В дальнейшем суммирование частных

балльных оценок по каждому острову давало искомый результат. Весовые коэффициенты у всех показателей были приняты равными единице.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Результаты расчетов на примере некоторых островов представлены в табличной форме (табл. 1).

Изолированность, как уже отмечалось — важнейшее свойство, определяющее особенности островной природы. Наиболее высокие значения коэффициента изолированности (от 4.29 до 4.72) получились у небольших островов, которые либо расположены в центральной части морских бассейнов (о. Ионы в Охотском море), либо входят в состав удаленных архипелагов (о-ва Топорков и Арий Камень в Командорском архипелаге), либо являются островами-сателлитами вблизи крупных островов (о. Тюлений вблизи Сахалина). Примечательно, что все четыре острова, выделяющиеся своей изолированностью, являются необитаемыми и целиком заняты крупными птичьими базарами и лежбищами морских млекопитающих. Также высокие значения коэффициента изолированности (от 3.96 до 4.08) характерны для небольших Центрально-Курильских островов: Райкоке, Чиринкотан, Броутона, Ушишир и др.

Минимальные значения коэффициента изолированности получились у о. Сахалин (0.18), а также у о. Русский, входящего в состав Владивостока (1.0), и о. Коса Мээчкын в Анадырском заливе (1.04). Это вполне объяснимо, поскольку Сахалин и Коса Мээчкын отделены от материка узкими проливами, и островная изоляция наступила относительно недавно (минимальные значения для Сахалина объясняются также большой площадью острова), а о. Русский после соединения мостом с Владивостоком может считаться островом лишь относительно.

При расчетах отношения периметра острова к его площади наиболее высокие значения P/S (от 13 до 16.5), то есть наиболее сильное влияние моря, характерны для островов, имеющих узкую и длинную вытянутую форму (о. Чихачева в Японском море, о. Шеликан в Охотском море, уже упоминавшиеся о-ва Тюлений, Коса Мээчкын и др.). В качестве примера рассмотрим о. Коса Мээчкын в Анадырском заливе. По происхождению этот остров — современный бар, самая длинная в мире коса с выположенной вершинной поверхностью слабовыпуклой формы длиной около 80 км, шириной 100–700 м и высотой 6–7 м над уровнем моря; отношение P/S равно 12.66. Большая часть природных комплексов острова подвержена штормовым нагонам, сильным ветрам и повышенной влажности воздуха, импультверизации морских солей, то есть влияние моря выражено в максимальной степени. Почвенно-растительный покров представлен в значительной степени прибрежными галофитными группировками растений на дерновых приморских субарктических почвах.

В противоположность этому расположенный относительно недалеко о. Итыгган в проливе Сенявина, входящий в состав национального парка “Берингия” и имеющий близкую площадь, имеет округлую форму, отношение P/S равно 0.67, т.е. в 19 раз ниже. Поэтому, за исключением береговой зоны, во внутренней части острова сформированы тундровые геосистемы, близкие к зональным материковым.

Наименьшие значения P/S оказались у о. Сахалин (0.04), а также у о-вов Карагинский, Б. Шантар, (0.13–0.17), то есть во внутренней части этих островов влияние моря ослаблено, соответственно, островная специфика выражена в меньшей степени и можно предположить, что на первый план выходят зональные факторы.

Коэффициент густоты рек, впадающих в Охотское море, составляет в среднем 0.8–1.2 км/км². Единственный остров, у которого густота речной сети оказалась близка к материковой, — Сахалин (1.07 км/км²). Большая площадь острова и достаточное количество осадков сформировали здесь развитую речную сеть, практически не отличающуюся от близлежащего материка. Также сравнительно высокими значениями густо-

Таблица 1. Примеры балльной оценки отдельных островов по выбранным переменным
Table 1. Examples of scoring of individual islands for selected variables

Островные дуги	Острова	Площадь, км ²	Изолированность	Баллы	Отношение P/S	Баллы	Густота речной сети, км/км ²	Баллы	Автономность флоры сосудистых растений	Баллы	Сумма баллов
Материковые	Алеутская	Беринга	2.89	7	0.15	2	0.82	3	-0.15	2	14
		Медный	3.15	7	0.89	5	0.72	4	-0.38	3	19
	Курильская	Топорков	4.51	10	3.50	7	0	10	-10.4	8	35
		Шумшу	1.55	3	0.12	2	0.46	6	-0.20	2	13
		Парамушир	1.65	4	0.13	2	0.58	5	-0.10	2	13
		Мага	3.45	8	0.81	5	0	10	-0.99	6	29
	Берингово море	Итуруп	2.81	6	0.18	2	0.73	4	-0.27	3	15
		Кунашир	2.93	7	0.23	2	0.71	4	-0.32	3	16
		Шикотан	3.36	7	0.24	2	0.70	4	-0.33	3	16
		Коса Мэзкын	1.04	2	12.66	10	0	10	-3.51	7	29
Островные	Охотское море	Каратинский	1.79	4	0.17	2	0.81	2	+0.01	1	9
		Верхотурова	2.87	6	1.81	7	0	10	-0.44	3	26
	Японское море	Маткиль	2.79	6	2.45	7	0	10	-0.89	5	28
		Завьялова	2.24	5	0.34	3	0.36	7	-0.42	3	18
		Спафарьева	2.12	5	1.22	6	0.36	7	-0.57	4	22
		Талан	2.64	6	3.69	8	0	10	-1.78	6	30
	Японское море	Ионы	4.34	10	11.9	10	0	10	-156	10	40
		Тюлений	4.72	10	16.0	10	0	10	—	10	40
		Сахалин	0.18	1	0.04	1	1.07	1	-0.09	2	5
		Монерон	3.52	8	1.22	6	0.33	7	-0.43	3	24
Островные	Японское море	Путьгина	1.51	3	1.44	6	0.12	9	-0.02	2	20
		Попова	2.23	5	2.03	7	0.24	7	+0.03	1	20
		Рикорда	2.55	6	2.43	2	0.08	9	-0.05	2	19
		Фуругельма	2.83	6	4.4	4	0.10	9	-0.14	2	21

ты речной сети отличаются крупные острова, расположенные недалеко от побережья — о. Карагинский (0.82 км/км^2) и Б. Шантар (0.81 км/км^2), а также большие по площади Курильские острова Итуруп и Кунашир (0.73 и 0.71 км/км^2).

В то же время значительное число небольших по площади островов площадью до 10 км^2 оказались совсем лишены постоянных водотоков. На Курильских островах с активными вулканами этот эффект проявляется даже на островах площадью в несколько десятков км^2 за счет того, что они сложены рыхлыми пирокластическими породами и выпадающие осадки (более 1000 мм/год) фильтруются, не приводя к формированию речной сети, поэтому ландшафтная структура подобных островов сильно отличается от материковых ландшафтов вследствие отсутствия долинных комплексов.

Показатели автономности флоры у большей части островов имеют умеренно отрицательные значения в интервале $-0.20 \dots -0.70$, что свидетельствует о преобладании аллохтонных тенденций. Выделяется только два острова, у которых показатели автономности флоры оказались положительными — о. Карагинский ($+0.01$) и о. Попова ($+0.03$). Слабо отрицательные значения получились у о. Сахалин (-0.09) и Северо-Курильских островов Парамушир (-0.10) и Шумшу (-0.20). Очевидно, что близость Сахалина к матерiku, а краевых островов Курильской дуги к Камчатке и недавние соединения в геологическом прошлом с материком усиливают значение аллохтонной тенденции во флорогенезе этих островов.

Вместе с тем выделяется две группы островов — небольшие острова с активными вулканами и крупными скоплениями морских колониальных птиц — в которых показатели автономности флоры сосудистых растений приобретают существенно отрицательные значения. Например, на острове Чиринкотан (Центральные Курилы) с одноименным вулканом получилось значение -7.15 , а на о. Шеликан в Охотском море -5.14 и т.д. На этих островах пропорции флоры в аспекте соотношения числа родов и видов существенно нарушены либо из-за влияния морских птиц (на острове произрастает ограниченное число видов-орнитофилов, иногда число видов растений равно числу родов), либо из-за частых извержений вулканов (преобладает ограниченный набор растений первичных стадий сукцессии).

Обобщенные результаты исследований по четырем переменным представлены в табл. 2.

Все изученные острова разделились на четыре группы. Наиболее выраженный островной эффект по предложенной методике (от 31 до 40 баллов) получился для небольших по площади изолированных островов, занятых крупными скоплениями морских колониальных птиц. Это вполне объяснимо, поскольку формирующиеся на таких островах орнитогенные геосистемы не имеют аналогов в материковых ландшафтах [8], т.е. островной эффект, понимаемый как степень отклонения ландшафтной структуры от зонально-материковых ландшафтов, здесь выражен в максимальной степени (рис. 1). Ранее нами уже было показано, что при отсутствии наземных хищников и человека птицы могут занимать весь остров, формируя крайне своеобразные орнитогенные геосистемы [10]. Системообразующим фактором на таких островах выступают крупные скопления морских колониальных птиц, а изменениям подвергаются практически все природные компоненты и межкомпонентные отношения (формируются орнитогенный микрорельеф и почвенно-растительный покров, специфический химический состав поверхностных и грунтовых вод, своеобразный биогеохимический круговорот и т.п.). Кроме островов с орнитогенными геосистемами, в эту группу также попали несколько небольших по площади изолированных островов-вулканов в составе Курильской островной дуги.

Следующая группа (от 21 до 30 баллов) представлена преимущественно островами, входящими в состав Центральных Курил, которые никогда не соединялись с материком и длительное время функционировали в условиях островной изоляции и пони-

Таблица 2. Группы островов по степени выраженности островного эффекта. Пояснения в тексте
Table 2. Groups of islands in terms of severity of island effect. Explanations are in the text

Сумма баллов	Острова (в алфавитном порядке)	Особенности островов
31–40	Арий Камень, Ионы, Старичков, Топорков, Тюлений, Шеликан	Орнитогенные геосистемы малых островов
21–30	Анциферова, Броутона, Райкоке, Чиринкотан	Небольшие изолированные вулканические острова Курильской дуги
	Атласова, Кетой, Маканруши, Матуа, Расшуа, Харимкотан, Шиашкотан, Экарма	Средние по площади вулканические острова Центральных и Северных Курил
	Анучина, Зеленый, Полонского, Танфильева, Юрий	Небольшие низкие острова в составе Малой Курильской гряды
11–20	Верхотурова, Коса Мээчкын, Матыкиль, Монерон, Спафарьева, Талан, Умара, Фургельма	Разные по генезису и географическому положению острова
	Беринга, Итуруп, Кунашир, Медный, Онекотан, Парамушир, Симушир, Уруп, Шикотан, Шумшу	Относительно крупные острова в составе островных дуг
	Аскольд, Б. Пелис, Беличий, М. Шантар, Медвежий, Петрова, Попова, Путятин, Рикорда, Феклистова	Материковые острова средней и малой площади в заливе Петра Великого и в Шантарском архипелаге
Менее 10	Большой Шантар, Карагинский, Русский, Сахалин	Крупные шельфовые острова, расположенные недалеко от побережья материка

женной теплообеспеченности. Почти на всех островах имеются активные вулканы, которые вследствие сравнительно небольших размеров островов выступают системообразующим фактором, определяющим особенности структуры и функционирования островных геосистем (рис. 2). Кроме того, в эту группу входят небольшие низкие острова – фрагменты морских террас в составе Малой Курильской гряды с лугово-болотными комплексами, а также группа островов, разных по генезису и географическому положению, но объединенных довольно значительной степенью отклонения ландшафтной структуры от материковых ландшафтов. Это орнитогенные геосистемы островов Матыкиль и Талан, уже упоминавшегося о. Коса Мээчкын, о. Медный в составе Командорского архипелага с горно-тундровыми геосистемами, отличными от Камчатки, где в нижнем ярусе фон образуют лесо-луговые ландшафты с березой Эрмана и т.п.

В третью группу (от 11 до 20 баллов) в основном входят острова, расположенные на шельфе, изоляция которых наступила в позднем плейстоцене или раннем голоцене (Шантарские и острова залива Петра Великого), а также относительно большие по площади островодужные острова (Беринга, Шумшу, Парамушир, Итуруп, Кунашир и др.). Специфика ландшафтной структуры сильнее проявляется в пределах островных дуг. На о. Беринга, как и на о. Медный, в отличие от Камчатки практически всю островную площадь занимают равнинные и горные тундры (рис. 3), на Южно-Курильских островах специфической чертой является формирование хвойно-широколиственных лесов с подлеском из курильского бамбука, аналоги которых отсутствуют в материковых ландшафтах. Для шельфовых островов залива Петра Великого и Шантарского архипелага изменения проявляются в основном в биоте (обеднение видового состава, наличие угнетенных низкорослых форм растений, многостольность, разреженность и т.п.) и отдельных свойствах почвенного покрова.

К четвертой группе (менее 10 баллов, то есть с минимальной выраженностью островного эффекта) относятся крупные шельфовые острова, расположенные недалеко



Рис. 1. Орнитогенная геосистема о. Шеликан (Охотское море).

Fig. 1. Ornithogenic geosystem of the Shelikan island (Sea of Okhotsk).

от побережья и недавно отделившиеся от материка (рис. 4). Ландшафтная структура этих островов принципиально не отличается от близлежащих материковых ландшафтов, хотя отдельные частные проявления островной специфики могут иметь место (например, появление бамбучников на Сахалине и формирование под ними специфических иллювиально-гумусовых буроземов, практически полное отсутствие каменно-березняков на о. Карагинский, несмотря на то, что они распространены на близлежащем материке).

Четыре переменных, на основе которых анализировался островной эффект, не являются единственно возможными, и в дальнейших исследованиях возможно включение в расчеты и других параметров. В частности, необходим дальнейший поиск различных показателей почв — “зеркала островного ландшафта”, отражающих именно островную специфику. Наши исследования показали, что на большинстве островов дальневосточного региона формируются особые свойства почвенного покрова, отличающие их от материковых ландшафтов [12]. По аналогии с островной биогеографией была даже предложена теория островной почвенной географии [26], однако универсального показателя, отражающего специфику именно островных почв, пока не найдено.

Важный показатель для природы островов — возраст, то есть время изолированного существования островной суши. Например, предполагается, что Центральные-Курильские или Командорские острова никогда не были частью материка, т.е. на них островной эффект может быть выражен в максимальной степени, острова Северных и Южных Курил соединялись с Азией во время плейстоценовых оледенений, а для шельфовых островов время островной изоляции наступило в позднем плейстоцене—голоцене



Рис. 2. О. Матуа (Центральные Курилы) с активным вулканом. Верхний ярус острова занимают вулканические пустыни, нижний ярус — заросли ольховника и луго-тундры.

Fig. 2. Matua island (Central Kuril Islands) with an active volcano. The upper tier of the island is occupied by volcanic deserts, the lower tier is covered by *Duschekia fruticosa* thickets and meadow tundra.

и варьирует от 7 до 13 тыс. лет [5]. Однако использование временного показателя лимитируется отсутствием данных по всем островам и дискуссионностью определения времени изоляции. В зависимости от того, какая кривая уровня подъема Мирового океана после оледенения используется и как оценивается скорость современных тектонических движений, результаты получаются разные. Например, для острова Завьялова в Охотском море время изолированности в разных источниках варьирует от 13 до 16 тыс. лет [18].

Необходим поиск переменных, которые могли бы характеризовать специфику островной биоты. Прежде всего, необходимо составление списка флоры сосудистых растений для всех островов региона. Показатель автономности флоры, который использовался в настоящем исследовании, вероятно, не самый удачный. Он хорошо “работает” на однотипных островах с существенно разным и длительным временем изоляции, в течение которого развиваются процессы флорогенеза, эндемизма, в то время как на островах рассматриваемого региона это выражено относительно слабо. Кроме того, на показатель автономности флоры влияет не только собственно островной эффект, но и наличие, например, на острове активных вулканов, что может иметь место и в материковых ландшафтах.

Наиболее очевидный подход — количественная оценка снижения видового разнообразия растительности на островах по сравнению с близлежащими участками материка. Например, сравнительный анализ пропорций флоры о. Спафарьева в Охотском море и Прибрежно-Охотского флористического района показал, что островной эф-



Рис. 3. Тундровые сообщества о. Беринга (Командоры).

Fig. 3. Tundra communities of the Bering island (Commander Archipelago).



Рис. 4. Широколиственные леса о. Русский мало отличаются от аналогов на материке.

Fig. 4. Broad-leaved forests of the Russian island are slightly different from analogues on the continent.

фект проявляется в снижении видового разнообразия на острове по сравнению с материком в 1.7 раза [13]; аналогичный показатель получен нами для расположенного относительно недалеко о. Завьялова. Такой подход возможен для материковых островов (при этом опять же необходимы полные списки флоры как для самих островов, так и для прибрежных флористических районов), однако непонятно, как использовать этот подход для островных дуг. Показатель пространственного разнообразия растительности в известном уравнении Аррениуса, который часто используется для количественной оценки островного эффекта в островной биогеографии, можно использовать для островов площадью более 1 км² [14, 15]. Кроме того, его корректно использовать только для ограниченной группы островов или архипелагов в пределах одной природной зоны [4], но не для всей выборки разных по происхождению островов от Берингова пролива до залива Петра Великого. Поиск подобных показателей является актуальной и не до конца решенной задачей. Вместе с тем представляется, что принципиально это не изменит получившиеся результаты, поскольку островная биота в предлагаемом подходе — лишь один из анализируемых показателей.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Количественная оценка островного эффекта позволила разделить все изученные острова на четыре группы. Ведущими факторами, как и в островной биогеографии, оказались площадь острова и степень изолированности. В максимальной степени островной эффект выражен на небольших по площади изолированных островах, занятых крупными скоплениями морских колониальных птиц и лежбищами морских млекопитающих. Особенности структуры и функционирования подобных геосистем кардинально отличаются от материковых ландшафтов.

Минимальная выраженность островного эффекта характерна для больших по площади островов, расположенных недалеко от материка и относительно недавно от него отсоединившихся. Ландшафтная структура подобных островов принципиально близка к зональным материковым ландшафтам. В этой группе островов выделяется о. Сахалин, для которого, вероятно, требуется отдельная градация. Большинство островов попали в переходные группы и в зависимости от специфики ландшафтной структуры тяготеют к тому или иному из рассмотренных полярных типов островов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Акатов В.В.* 60 лет теории динамического равновесия островной биогеографии: проблемы тестирования, результаты полевых исследований, прикладное значение // Журн. общей биологии. 2012. Т. 73. № 3. С. 163–182.
2. *Акатов В.В., Акатова Т.В.* Островной эффект и условия долгосрочного сохранения растительных сообществ // Географические основы формирования экологических сетей в России и Восточной Европе. Ч. 1. Мат-лы электронной конф. (1–28 февраля 2011 г.). М.: Товарищество научных изданий КМК, 2011. С. 18–24.
3. *Баркалов В.Ю.* Флора Курильских островов. Владивосток: Дальнаука, 2009. 468 с.
4. *Бигон М., Харпер Д., Таунсенд К.* Экология. Особи, популяции и сообщества. М.: Мир, 1989. Т. 1. 667 с.; Т. 2. 477 с.
5. *Велижанин А.Г.* Время изоляции материковых островов северной части Тихого океана // Докл. АН СССР. 1976. Т. 231. № 1. С. 205–207.
6. *Гуремина Н.В.* Коэффициент изолированности островной геосистемы и его значение в рекреационной оценке территории // Мат-лы VIII научного совещания по прикладной географии. Иркутск: Изд-во ИГ СО РАН, 2005. С. 85–87.
7. *Дьяконов К.Н., Пузаченко Ю.Г.* Теоретические вопросы островного ландшафтоведения // Горизонты географии. К 100-летию К.К. Маркова. М.: Географический фак-т МГУ, 2005. С. 14–17.
8. *Иванов А.Н.* Орнитогенные геосистемы малых островов Северной Пацифики // Вестник Московского университета. Сер. 5. География. 2006. № 3. С. 58–62.
9. *Иванов А.Н.* Проблемы островного ландшафтоведения // Вопросы географии. Сб. 138: Горизонты ландшафтоведения. М.: Изд. дом “Кодекс”, 2014. С. 138–158.

10. *Иванов А.Н., Авессаломова И.А.* Ландшафтно-геохимические особенности орнитогенных геосистем Ямских островов (Охотское море) // Вестник Московского университета. Сер. 5. География. 2008. № 2. С. 35–42.
11. *Иванов А.Н., Буторина Е.А., Балдина Е.А.* Многолетняя динамика коренных южнотаежных ельников в заповеднике “Кологривский лес” // Вестник Московского университета. Сер. 5. География. 2012. № 3. С. 74–79.
12. *Иванов А.Н., Иванов А.В.* К вопросу об островном почвообразовании (на примере островов Северо-Западной Пацифики) // Вестник Московского университета. Сер. 17. Почвоведение. 2020. № 2. С. 10–16.
13. *Кузнецова М.Г., Беркутенко А.Н.* Флора и растительность острова Спафарьева (Охотское море) // Ботанический журн. 1994. Т. 79. № 1. С. 84–95.
14. *Малышев Л.И.* Количественный анализ флоры: пространственное разнообразие, уровень видового богатства и репрезентативность участков обследования // Ботанический журн. 1975. Т. 60. № 11. С. 1537–1549.
15. *Малышев Л.И.* Современные подходы к количественному анализу и сравнению флор // Теоретические и методологические проблемы сравнительной флористики: материалы II рабочего совещания по сравнительной флористике. Л.: Наука, 1987. С. 142–148.
16. *Маршинин А.В.* Инсулярные геосистемы в ландшафтно-экологической структуре Западной Сибири. Тюмень: Изд-во Тюменского ун-та, 2007. 127 с.
17. *Мочалова О.А., Якубов В.В.* Флора Командорских островов // Владивосток: БПИ ДВО РАН, 2004. 120 с.
18. *Остров Завьялова* (геология, геоморфология, история, археология, флора и фауна). М.: ГЕОС, 2012. 212 с.
19. *Соколов В.Е., Филонов К.П., Нухимовская Ю.Д., Шадрин Г.Д.* Экология заповедных территорий России. М.: Янус-К, 1997. 576 с.
20. *Строева Г.Н., Слободчиков Д.В.* Обеспечение транспортной доступности населения как важное направление социально-экономического развития региона // Ученые заметки Тихоокеанск. гос. ун-та. 2016. № 4. С. 673–679.
21. *Толмачев А.И.* Введение в географию растений. Л.: Изд-во ЛГУ, 1974. 244 с.
22. *Хорева М.Г.* Флора Северной Охотии и островной эффект // Природа. 2002. № 10. С. 51–58.
23. *Чубарь Е.А.* Итоги инвентаризации флоры островов Дальневосточного государственного морского заповедника // Ботанический журн. 2005. Т. 90. № 3. С. 360–377.
24. *Шлотгауэр С.Д., Крюкова М.В.* Флора охраняемых территорий побережий российского Дальнего Востока: Ботчинский, Джугджурский заповедники, Шантарский национальный парк. М.: Наука, 2005. 264 с.
25. *Foster J.* The evolution of mammals on islands // Nature. 1964. V. 202. Is. 4929. P. 234–235.
26. *Ibáñez J., Effland W.* Toward a Theory of Island Pedogeography: Testing the Driving Forces for Pedological Assemblages in Archipelagos of Different Origins // Geomorphology. 2011. V. 135. № 3–4. P. 215–223.
27. *MacArthur R., Wilson E.* An equilibrium theory of insular zoogeography // Evolution. 1963. V. 17. № 4. P. 373–387.
28. *MacArthur R.H., Wilson E.O.* The theory of island biogeography. Princeton: 1967. 203 p.

Island Effect and its Integrated Geographic Assessment

A.N. Ivanov*

Moscow Lomonosov State University, Moscow, Russia

*e-mail: a.n.ivanov@mail.ru

The concept of the island effect is analyzed. Four variables are proposed for a comprehensive geographical assessment of the island effect: island isolation, the ratio of the perimeter of the island to its area, drainage density, flora autonomy. The island effect is estimated using the point method. All islands were divided into four groups. The first group with the maximum severity of the island effect includes small isolated islands. Most of them are occupied by large colonies of marine colonial birds. Ornithogenic geosystems, forming on such islands, have no analogues in continental landscapes. The fourth group with the minimal severity of the island effect includes large continental islands, located near the coast. The landscape structure of these islands is fundamentally close to the neighboring continental landscapes. Two middle groups combine islands with transitional features.

Keywords: island, island effect, integrated geographic assessment, Far Eastern seas

REFERENCES

1. Akatov V.V. 60 let teorii dinamicheskogo ravnovesija ostrovnnoj biogeografii: problemy testirovaniya, rezul'taty polevyh issledovanij, prikladnoe znachenie // Zhurnal obshhej biologii. 2012. T. 73. № 3. S. 163–182.
2. Akatov V.V., Akatova T.V. Ostrovnnoj jeffekt i uslovia dolgosrochnogo sohraneniya rastitel'nyh soobshhestv // Geograficheskie osnovy formirovaniya jekologicheskix setej v Rossii i Vostochnoj Evrope. Ch. 1. Mat-ly jelektronnoj konf. (1–28 fevralja 2011 g.). M.: Tovarishestvo nauchnyh izdanij KMK, 2011. S. 18–24.
3. Barkalov V.Ju. Flora Kuril'skix ostrovov. Vladivostok: Dal'nauka, 2009. 468 s.
4. Bigon M., Harper D., Taunsend K. Jekologija. Osobi, populjacii i soobshhestva. M.: Mir, 1989. T. 1. 667 s.; T. 2. 477 s.
5. Velizhanin A.G. Vremja izoljacii materikovyx ostrovov severnoj chasti Tihogo okeana // Doklady AN SSSR. 1976. T. 231. № 1. S. 205–207.
6. Guremina N.V. Koefficient izolirovannosti ostrovnnoj geosistemy i ego znachenie v rekreacionnoj ocenke territorii // Mat-ly VIII nauchnogo soveshhanija po prikladnoj geografii. Irkutsk: Izd-vo IG SO RAN, 2005. S. 85–87.
7. D'jakonov K.N., Puzachenko Ju.G. Teoreticheskie voprosy ostrovnogo landshaftovedeniya // Gorizonty geografii. K 100-letiju K.K. Markova. M.: Geograficheskij fak-t MGU, 2005. S. 14–17.
8. Ivanov A.N. Ornitogennye geosistemy malyx ostrovov Severnoj Pacifiki // Vestnik Moskovskogo universiteta. Serija 5. Geografija. 2006. № 3. S. 58–62.
9. Ivanov A.N. Problemy ostrovnogo landshaftovedeniya // Voprosy geografii. Sb. 138: Gorizonty landshaftovedeniya. M.: Izd. dom "Kodeks". 2014. S. 138–158.
10. Ivanov A.N., Avessalomova I.A. Landshaftno-geohimicheskie osobennosti ornitogennyh geosistem Jamskix ostrovov (Ohotskoe more) // Vestnik Moskovskogo universiteta. Serija 5. Geografija. 2008. № 2. S. 35–42.
11. Ivanov A.N., Butorina E.A., Baldina E.A. Mnogoletnjaja dinamika korennyh juzhnotaezhnyh el'nikov v zapovednike "Kologrivskij les" // Vestnik Moskovskogo universiteta. Serija 5. Geografija. 2012. № 3. S. 74–79.
12. Ivanov A.N., Ivanov A.V. K voprosu ob ostrovnom pochvoobrazovanii (na primere ostrovov Severo-Zapadnoj Pacifiki) // Vestnik Moskovskogo universiteta. Serija 17. Pochvovedenie. 2020. № 2. P. 10–16.
13. Kuznecova M.G., Berkutenko A.N. Flora i rastitel'nost' ostrova Spafar'eva (Ohotskoe more) // Botanicheskij zhurnal. 1994. T. 79. № 1. S. 84–95.
14. Malyshev L.I. Kolichestvennyj analiz flory: prostranstvennoe raznoobrazie, uroven' vidovogo bogatstva i reprezentativnost' uchastkov obsledovanija // Botanicheskij zhurnal. 1975. T. 60. № 11. S. 1537–1549.
15. Malyshev L.I. Sovremennye podhody k kolichestvennomu analizu i sravneniju flor // Teoreticheskie i metodologicheskie problemy sravnitel'noj floristiki: materialy II rabocheho soveshhanija po sravnitel'noj floristike. L.: Nauka, 1987. S. 142–148.
16. Marshinin A.V. Insuljarnye geosistemy v landshaftno-jekologicheskij strukture Zapadnoj Sibiri. Tjumen': Izd-vo Tjumenskogo un-ta, 2007. 127 s.
17. Mochalova O.A., Jakubov V.V. Flora Komandorskix ostrovov // Vladivostok: BPI DVO RAN, 2004. 120 s.
18. Ostrov Zav'jalova (geologija, geomorfologija, istorija, arheologija, flora i fauna). M.: GEOS, 2012. 212 s.
19. Sokolov V.E., Filonov K.P., Nuhimovskaja Ju.D., Shadrina G.D. Jekologija zapovednyh territorij Rossii. M.: Janus-K, 1997. 576 s.
20. Stroeve G.N., Slobodchikova D.V. Obespechenie transportnoj dostupnosti naselenija kak vazhnoe napravlenie social'no-jekonomicheskogo razvitija regiona // Uchenye zametki Tihookeansk. gos. un-ta. 2016. № 4. S. 673–679.
21. Tolmachev A.I. Vvedenie v geografiju rastenij. L.: Izd-vo LGU, 1974. 244 s.
22. Horeva M.G. Flora Severnoj Ohotii i ostrovnnoj jeffekt // Priroda. 2002. № 10. S. 51–58.
23. Chubar' E.A. Itogi inventarizacii flory ostrovov Dal'nevostochnogo gosudarstvennogo morskogo zapovednika // Botanicheskij zhurnal. 2005. T. 90. № 3. C. 360–377.
24. Shlotgaujer S.D., Krjukova M.V. Flora ohranjaemyh territorij poberezhij rossijskogo Dal'nego Vostoka: Botchinskij, Dzhugdzhurskij zapovedniki, Shantarskij nacional'nyj park. M.: Nauka, 2005. 264 s.
25. Foster J. The evolution of mammals on islands // Nature. 1964. V. 202. Is. 4929. P. 234–235.
26. Ibáñez J., Effland W. Toward a Theory of Island Pedogeography: Testing the Driving Forces for Pedological Assemblages in Archipelagos of Different Origins // Geomorphology. 2011. V. 135. № 3–4. P. 215–223.
27. MacArthur R., Wilson E. An equilibrium theory of insular zoogeography // Evolution. 1963. V. 17. № 4. P. 373–387.
28. MacArthur R.H., Wilson E.O. The theory of island biogeography. Princeton: 1967. 203 p.