

УДК 911.5:598.20 (571.65/66)

## СКОПЛЕНИЯ МОРСКИХ КОЛОНИАЛЬНЫХ ПТИЦ КАК ЛАНДШАФТООБРАЗУЮЩИЙ ФАКТОР\*

© 2013 г. А.Н. Иванов

*Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова*

Поступила в редакцию

На примере островов Северной Пацифики с крупными гнездовыми скоплениями морских колониальных птиц проанализированы особенности структурно-функциональной организации таких островных геосистем. При отсутствии наземных хищников и человека птицы могут заселять весь остров и оказывать сильное воздействие на большинство природных компонентов. Под влиянием многовекового орнитогенного пресса происходят изменения верхней части литогенной основы, почвенно-растительного покрова, “продуктивности фитоценозов малого биологического круговорота. Воздействие птиц можно рассматривать как ландшафтообразующий фактор, формирующий своеобразные орнитогенные геосистемы, значительно отличающиеся по структуре, функционированию, динамике и эволюции от материковых ландшафтов и аналогичных островов без птичьего населения.

**Введение.** В классическом ландшафтоведении основным фактором формирования структурно-функциональных особенностей геосистем (ГС) выступает литогенная основа [19]; животное население обычно фигурирует лишь в теоретических моделях, а в практике ландшафтных исследований в большинстве случаев выводится “за скобки”. Вместе с тем в последние годы появились работы, в которых показано, что зоогенные ГС распространены гораздо шире, чем это считалось ранее, а животные могут выступать системообразующим фактором не только на локальном, но и на региональном уровне ландшафтной дифференциации [6, 9]. В зарубежной ландшафтной экологии это нашло отражение в концепции “ландшафтных видов животных”, под которыми понимаются биологические виды, использующие обширные территории и влияющие на функционирование природных систем [27]. К числу таких видов относятся, например, бобры в лесных ландшафтах Евразии и Северной Америки, под контролем которых формируются особые долинные местности, которые иногда называют “бобровые ландшафты” [22], крупные стада травоядных копытных в африканских саваннах [25] и др. Ландшафтообразующая роль морских колониальных птиц, которые при отсутствии наземных хищников и человека могут полностью

заселять некоторые острова, ранее практически не рассматривалась в географической литературе, хотя изменения под воздействием морских птиц отдельных природных компонентов, главным образом растительности, отмечались для разных регионов: островов Кольской Субарктики [5], Северной Охотии [23], Шпицбергена [21]. Исследования на островах Северной Пацифики показали, что крупные многовековые скопления морских колониальных птиц могут выступать системообразующим фактором, определяющим особенности структуры и функционирования всей островной геосистемы. Работы по частным аспектам воздействия птиц на природные геосистемы отдельных островов опубликованы ранее [7–12 и др.]. Цель настоящей статьи – выявить, систематизировать и объяснить основные закономерности структуры функционирования орнитогенных геосистем, общие для всех исследованных островов.

**Объекты и методы исследований.** Полевые исследования проводились в период 2006–2010 гг. на семи островах Северной Пацифики с крупными скоплениями морских колониальных птиц: о-ва Матыкиль, Умара, Талан и Шеликан в северной части Охотского моря, о. Старичков в Авачинском заливе, о. Топорков и м. Островной в Командорском архипелаге (рисунок, табл. 1). Исследования проводились по единой методике и включали составление серии карт (ландшафтной, микрорельефа, растительности), списков

\* Исследования проводились при поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект 08-05-00162).



Рисунок. Географическое положение исследованных островов

сосудистых растений, определение запасов наземной травянистой фитомассы в сухом весе, отбор образцов растений, почв, поверхностных вод, донных осадков для последующих геохимических анализов. Полевые ландшафтные, геоморфологические и геоботанические исследования проводились по традиционной методике. Определение микроэлементного состава растений, торфяных горизонтов почв, донных осадков проведено в аналитическом центре Бронницкой геолого-геохимической экспедиции ФГУП «ИМГРЭ» методом приближенного количественного спектрального анализа. Определение ионного состава вод и содержание органического вещества выполнено в аналитической лаборатории ВНИИ 1 г. Магадана и ЗАО «Роса» (г. Москва), имеющих государственную аккредитацию. Единая методика полевых и аналитических исследований позволяет корректно использовать сравнительно-географический метод для выявления общих закономерностей.

**Население морских колониальных птиц и ландшафтная структура островов.** Иерархический уровень изученных островных геосистем соответствует сложным урочищам и группам

урочищ. На всех островах установлена четкая корреляция между численностью и видовым составом населения морских птиц и ландшафтной структурой. Разные виды птиц предпочитают для гнездования разные геосистемы, вследствие чего остров оказывается заселенным практически полностью, то есть влияние птиц площадное и распространяется на весь остров. Это обуславливает необходимость введения в легенды ландшафтных карт и ландшафтных профилей в подобных орнитогенных геосистемах населения птиц как важнейшей составляющей, оказывающей влияние на свойства других природных компонентов и их взаимосвязи между ними [10].

Выявленная корреляция между населением птиц и ландшафтной структурой дает также возможность использовать ландшафтные карты при решении сложной задачи – организации учетов морских колониальных птиц. Закладки учетных площадок в разных ландшафтных выделах и последующая экстраполяция данных по численности птиц и по другим параметрам использования на весь контур позволяют в отличие от компонентных карт более точно выявить численность и структуру птичьего населения.

**Таблица 1.** Характеристика исследованных островов и численности обитающих на них морских колониальных птиц

Остров	Иерархический уровень ландшафтов	Площадь, км <sup>2</sup>	Общая численность птиц (особей)	Качественная оценка влияния птиц	Особые свойства
Маты-киль	Группа урочищ	6.1	Ок. 10 000.0	Сильное	Самое крупное гнездовое скопление морских птиц в Северной Пацифике В последние годы наблюдается увеличение численности чаек и заселение ими ранее не занятой части острова Одна из самых крупных и длительно существующих птичьих колоний в Охотском море В последние 25 лет отмечено почти 3-кратное увеличение численности птичьей колонии и сильнейшая деградация почвенно-растительного покрова Многовековая колония морских птиц, описанная еще Г. Стеллером Крупное многовековое скопление морских птиц (с преобладанием топорков) на небольшом острове Соединился с о. Беринга переймой и покинут птицами
Умара	Сложное урочище	0.3	32.0 тыс.	Среднее	
Талан	Группа урочищ	1.6	Ок. 10 000.0	Сильное	
Шеликан	Сложное урочище	0.1	14.0.	Очень сильное	
Старичков	Группа урочищ	0.9	51.0	Среднее	
Топорков	Сложное урочище	0.4	97.0	Сильное	
Островной	Простое урочище	0.01	–	В настоящее время отсутствует	

Разные виды морских колониальных птиц вследствие особенностей экологии и поведения оказывают существенно разное влияние на островные геосистемы. Наиболее сильные виды-эдификаторы – крупные чайки рода *Larus* и топорки. Основные составляющие их влияния – механическое воздействие и геохимическая трансформация среды. При высокой численности также способны оказывать сильное средообразующее влияние некоторые виды чистиковых птиц (конюги, ипатки, белобрюшки), однако их воздействие проявляется только через геохимическую составляющую. У других видов птиц, гнездящихся на суше (старички, качурки и др.), вследствие особенностей их экологии и поведения влияние на природные геосистемы минимально даже при высокой численности. Для морских колониальных птиц, предпочитающих гнездиться на береговых обрывах

(кайры, моевки, бакланы) или в обвально-осыпных шлейфах в тыловой части пляжей (чистики) воздействие проявляется только на субаквальную часть островной геосистемы.

**Орнитогенный микрорельеф.** На всех изученных островах выявлено восемь видов форм и групп форм микрорельефа, созданных птицами: кочки, норы, тропы, гнездовые и “взлетные” площадки, присады, “клубы”, “лифты”, размер которых в среднем колеблется в пределах 0.5 м [12]. Наибольшее разнообразие форм рельефа обусловлено вытаптыванием, однако самый сильный геоморфологический эффект связан с рытьем нор и поступлением в ландшафт продуктов метаболизма птиц.

Все изученные орнитогенные формы рельефа, согласно систематике биогенного рельефа [4],

**Таблица 2.** Количество и параметры орнитогенных кочек на модельных площадках четырех исследованных островов

Показатели	Острова			
	Старичков	Топорков	Матыкиль	Талан
Злак, формирующий кочки	<i>Calamagrostis langsdorffii</i>	<i>Poa tatewakiana</i>	<i>Calamagrostis langsdorffii</i>	<i>Calamagrostis langsdorffii</i>
Число кочек на 25 м <sup>2</sup>	12.4	33.7	24.0	16.2
Высота, см	33	23	65	63
Диаметр, см	40	37	77	70

соответствуют современным зоогенным микро- и наноформам, преимущественно денудационным. Среди них можно выделить две группы: а) формы, образование которых наследует (использует) особенности первичного рельефа, лишь подчёркивая их, и создающиеся в основном вытаптыванием (“взлетные площадки”, “клубы”, “лифты”, присады, тропы); б) формы, которые создаются заново и усложняют земную поверхность за счёт роющей деятельности птиц (норы).

Кочки, по-видимому, следует относить к формам биогенного аккумулятивно-денудационного рельефа, так как с одной стороны, они создаются за счет усиленного поступления гуано, кушения злаков, но с другой стороны, могут дифференцироваться вытаптыванием и водно-эрозионными процессами.

Злаковые кочкарники – самая заметная и занимающая наибольшую площадь группа форм орнитогенного микрорельефа. На всех исследованных островах на 30 ключевых площадках число кочек меняется от 12 до 34 шт./25 м<sup>2</sup>, кочки в среднем занимают 20–25% площадок, средняя высота их колеблется в пределах 23–65 см, диаметр – 37–77 см (табл. 2). Максимальный размер кочек, обнаруженный на о. Матыкиль, достигает 1.6 м, то есть орнитогенные кочки могут иногда превышать по размерам формы микрорельефа иного происхождения, например, бугры пучения, байджерахи и др. Радиоуглеродный анализ образца торфа, взятый на о. Талан из основания кочки высотой 115 см, показал возраст  $130 \pm 30$  лет (ГИН-14176), то есть средняя скорость роста кочки составляет около 0.9 см/год.

В ходе геоморфологического картографирования выявлено, что в совокупности все формы орнитогенного микрорельефа занимают от 15–30% площади острова (о-ва Матыкиль, Старичков, Талан) до 80–90% островной площади (о-ва Шеликан, Топорков). На примере о. Топорков установлено, что объем перемещенного птицами

грунта на ключевых площадках 25 м<sup>2</sup> составляет 1.4–2.5 м<sup>3</sup>. Это позволяет утверждать, что в настоящее время в подобных орнитогенных геосистемах именно птицы выступают одним из главных экзогенных агентов рельефообразования. В целом орнитогенный микрорельеф как бы “накладывается” на исходный первичный рельеф таких островов, обуславливая их специфический внешний облик [12].

**Растительный покров.** Под влиянием птиц происходит сокращение видового разнообразия растительности. На всех изученных островах четко выражена тенденция обеднения флоры, то есть число видов сосудистых растений на островах со скоплениями морских колониальных птиц значительно ниже, чем на аналогичных островах без птичьих колоний. Основные факторы снижения видового разнообразия – постоянное механическое повреждение растений птицами (общипывание, обламывание, вытаптывание и т. п.), а также избыточное содержание в почвах N и P.

Вследствие этого наибольшее развитие на островах получают всего несколько видов, способных выносить перманентное механическое воздействие птиц и геохимический прессинг. На большинстве изученных островов наиболее типичны луга из вейника Лангсдорфа (*Calamagrostis langsdorffii*) с минимальным участием сопутствующих видов. Другие орнитофильные виды, формирующие в тех или сочетаниях орнитогенные сообщества – колосняк мягкий (*Leymus mollis*), мятлик Татеваки (*Poa tatewakiana*), дудник Гмелина (*Angelica gmelinii*), борщевик шерстистый (*Heracleum lanatum*), крапива узколистная (*Urtica angustifolia*), полыни мощная и белолистная (*Artemisia opulenta*, *A. leucophylla*) лапчатка земляниковидная (*Potentilla fragiformis*), морошка (*Rubus chamaemorus*), лигустикум шотландский (*Ligusticum scoticum*), щитовник расширенный (*Dryopteris expansa*), дерен шведский (*Chamaepericlymenum suecicum*) и некоторые другие [24]. В целом на изученных островах всего 12–15 видов могут действительно

адаптироваться к необычным условиям гнездовых колоний и выступать в качестве доминантов в фитоценозах.

Продуктивность растительных сообществ в основном определяется зонально-провинциальными факторами, но в значительной степени также зависит от интенсивности орнитогенного пресса. При слабом и умеренном воздействии отмечается увеличение продуктивности луговых фитоценозов примерно в 1.5–2.5 раза по сравнению с фоновыми. Так, средние запасы надземной травянистой фитомассы на о. Матыкиль, рассчитанные по 11 площадкам, составляют 43.8 ц/га (в расчете на сухое вещество), что примерно в 1.5 раза выше показателей, приводимых для лугов южной части тундровой зоны [3]. Наибольшие запасы травянистой фитомассы (в среднем 70.4 ц/га, максимум 102.4 ц/га) характерны для нижних частей склонов, где в трансаккумулятивных звеньях катен формируется пояс монодоминантных кочкарных вейниковых лугов. Более высокая продуктивность связана с поступлением биогенных элементов от гнездящихся выше птиц. Параллельно с доминированием в травяном покрове орнитофильных видов с высокой надземной фитомассой и продуктивностью, отмечается снижение видового богатства за счет исчезновения орнитофобных видов. Наличие таких разнонаправленных тенденций сопровождается перестройкой фракционной и биогеохимической структуры травянистой фитомассы [1].

Вместе с тем при сильном влиянии птиц происходит уменьшение высоты, проективного покрытия растений и сокращение продуктивности луговых фитоценозов. Так, на о. Топорков в мятликовых кочкарниках с высоким орнитогенным прессом запасы надземной травянистой фитомассы уменьшаются до 16.0–21.8 ц/га, а на о. Шеликан, где отмечается разрушение почвенно-растительного покрова под воздействием птиц, продуктивность лугов не превышает 11 ц/га.

Одним из путей существования растений в экстремальных условиях птичьих базаров является их адаптация путем изменения внешнего облика. У большинства видов сосудистых растений отмечается аномальное ветвление, усиленное побегообразование, а также значительное разрастание корневищ, каудекса. Наиболее заметные экоморфы – уже упоминавшиеся злаковые кочкарники, образуемые чаще всего *Calamagrostis langsdorffii*, а также *Leymus mollis* и *Poa tatewakiana*. Все кочки (в отличие от большей части тундровых кочек) здесь не имеют минерального ядра и

состоят из корней, стеблей и листьев растений в разной степени разложения. Нижние части кочек образованы отмершими (частично или полностью) плотно переплетенными стеблями и побегами, которые густо пронизаны корнями, а верхняя часть состоит из плотно расположенных и переплетенных между собой узлов кущения и сильно укороченных междоузлий.

Крайне своеобразную экоморфу образует *Rhodiola rosea* на о. Матыкиль. Здесь на береговых обрывах высотой 200–300 м, опоясывающих по периметру весь остров, сформирован необычный “родиоловый пояс”: все скалы усыпаны шарообразными или эллипсоидальными подушками диаметром 20–30 см, часто используемыми глупышами для устройства гнезд. Родиоловые подушки представляют собой адаптационные экоморфы, существующие в условиях многолетнего орнитогенного пресса. Их образование связывается с отмиранием верхушечной почки в результате избыточного поступления биогенов и многократным боковым ветвлением каудекса [16].

**Почвенно-геохимические особенности.** Одной из важных составляющих влияния птиц на природные геосистемы является сильнейший геохимический прессинг. Собирая корм на обширной акватории, но постоянно возвращаясь к месту гнездования на острове, птицы концентрируют продукты своего рациона и метаболизма на сравнительно небольшой площади. При этом только одна пара чаек с потомством за гнездовой период поставляет в островной ландшафт от 85 до 170 кг продуктов метаболизма [6]. Если принять за основу среднее значение (127.5 кг), то современная популяция чаек на о. Шеликан (12.7 тыс. особей) вносит за гнездовой период около 810 т экскрементов. Отличительной особенностью этих птиц является то, что до 70% времени они проводят на гнездовом участке или (при беспокойстве) в воздухе над ним [20], вследствие чего большая часть экскрементов попадает на сушу, а не в море. Поскольку на субэвральную часть о. Шеликан оказывают воздействие практически только чайки, можно рассчитать количество разных химических элементов, попадающих на поверхность острова. 70% от 810 т составляют 567 т – такое количество экскрементов попадает в наземную часть острова, что составляет 7.1 кг/м<sup>2</sup>. По нашим данным, экскременты чаек содержат 26.3% С, 12.2% N, 0.97% S, а также большое количество тяжелых металлов. Среди последних наиболее высокая концентрация обнаруживается у Zn (305 мг/кг), далее у Cu (60 мг/кг), Pb (40 мг/кг), Cr (9.8 мг/кг) и Cd (5.8 мг/кг) [26].

Таким образом, ежегодно за гнездовой период на 1 м<sup>2</sup> островной суши чайками вносится 1870 г С, 866 г N, 69 г S, 2.2 г Zn, 0.4 г Cu, 0.3 г Pb, 0.07 г Cr и 0.04 г Cd. Это обуславливает возникновение на подобных островах и прилегающей акватории своеобразных биогеохимических аномалий.

Под влиянием жизнедеятельности птиц в островных почвах отмечается увеличение содержания С<sub>орг</sub> в 1.5–3.0 раза. На о. Топорков органическое вещество, определенное методом прокаливания, составляет от 70 до 35% в верхних горизонтах сухоторфяных почв, что примерно 1.5 раза выше, чем аналогичные показатели в фоновых ландшафтах о. Беринга. Близкие значения получены также при сравнении содержания С<sub>орг</sub> в сухоторфяной почве орнитогенной геосистемы о. Матыкиль и аналогичной почвы в окрестностях Магадана без влияния птиц: содержание С<sub>орг</sub> на о. Матыкиль оказалось выше в 2–3 раза [11].

На большей части изученных островов наблюдается формирование более кислой реакции почв с изменением рН на 1–1.5 единицы. Это обусловлено тем, что в состав птичьего помета входят разные органические соединения и соли мочевой и минеральных кислот: фосфорнокислые соли, мочевокислый и щавелевокислый аммоний и др. При воздействии дождевых вод из помета выщелачиваются легкорастворимые соединения фосфора, нитраты, сульфаты и хлориды. Быстрое разрушение солей мочевой кислоты и образование щавелевой кислоты увеличивают агрессивность продуктов преобразования помета, что создает предпосылки для формирования кислой среды.

Отмечается также увеличение в почвах подвижных форм N и P, значительно превосходящие фоновые значения [17], а также менее значительное, но четко выраженное увеличение Ca, Mg и некоторых микроэлементов (Pb, Sn и др.) [2]. Коэффициент накопления микроэлементов в сухоторфяных горизонтах почв в целом выше, чем у большинства растений.

На стадиях с высокой интенсивностью орнитогенного пресса происходит изменение направленности почвообразования, связанное со сменой растительности: альфагумусовое почвообразование, характерное для тундровых материковых и островных ландшафтов Северо-Востока Азии (подбуры и подзолы) сменяется органоаккумулятивным (сухоторфяные почвы). При этом формирующиеся в орнитогенных геосистемах сухоторфяные почвы имеют необычные свойства, не вполне типичные для сухоторфяных почв, охарактеризованных в современной “Классификации и диагностике почв России” [13]. К их числу от-

носятся большая мощность сухоторфяных горизонтов, иногда превышающая один метр даже на очень крутых склонах, кочкообразный профиль, соответствующий злаковым кочкарникам, под которыми они формируются, аномально высокое содержание N и P, некоторых микроэлементов. Вероятно, в данном случае речь может идти о выделении особых сухоторфяных орнитогенных почв на уровне подтипа, отражающих специфику миграции и аккумуляции вещества в связи с особенностями современных почвенных режимов.

**Биогеохимические особенности.** Растения в орнитогенных геосистемах отличаются повышенной зольностью. Рост зольности обеспечивается за счет увеличения трофности местообитаний, а также в связи с вероятностью внекорневого поглощения элементов, поступающих с продуктами метаболизма птиц и аэральными потоками с моря. Повышенная зольность растений-орнитофилов в сочетании с их высокой фитомассой способствует росту запасов минеральных веществ в травяном ярусе и емкости фитобарьеров. Это свидетельствует о том, что на всех изученных островах на единицу продуцируемого органического вещества тратится больше химических элементов, чем это отмечается для большинства растений гумидных регионов. При этом содержание минеральных веществ наиболее высоко у папоротников, хвощей, разнотравья, несколько ниже у осок и злаков (табл. 3). Рост зольности в растениях отмечен и на коралловых атоллах с птичьими базарами [7].

В рядах биологического поглощения на одно из ведущих мест среди элементов интенсивного накопления выходит Zn, что не характерно для наземной растительности. Очевидно, что на островах с высоким разнообразием птиц и большой плотностью гнездования это связано с орнитогенным привнесением этого элемента при его активном накоплении у морских беспозвоночных, являющихся важным пищевым ресурсом птиц. Кларк концентрации Zn в рядах биологического поглощения орнитогенных геосистем составляет 12–78, в то время как в фоновых геохимических ландшафтах он переходит в группу элементов слабого накопления (кларк концентрации от 2 до 12) [11].

В функционировании островных геосистем со скоплениями морских колониальных птиц важную роль играют положительные обратные связи. Синергические эффекты, обусловленные орнитогенным привнесением вещества и увеличением трофности почв, способствуют преобразованию биологического круговорота в связи с

**Таблица 3.** Содержание минеральных веществ в растениях-орнитофилах разных систематических групп

Название растения (в скобках – число проб)	Зольность растений на изученных островах, %	Зольность фоновая (по [21])
<i>Calamagrostis langsdorffii</i> (15)	10.10	6.84
<i>Leymus mollis</i> (14)	6.86	нет данных
<i>Poa tatewakiana</i> (12)	4.76	нет данных
<i>Carex sp.</i> (10)	6.57	6.36
<i>Rodiola rosea</i> (3)	18.20	нет данных
<i>Artemisia opulenta</i> (10)	16.73	10.89
<i>Urtica angustifolia</i> (11)	22.34	17.57
<i>Chamaenerion angustifolium</i> (5)	26.45	7.62
<i>Rubus chamaemorus</i> (7)	21.19	7.03
<i>Heracleum lanatum</i> (5)	21.27	9.76
<i>Angelica gmelinii</i> (9)	11.03	9.85
<i>Dryopteris expansa</i> (6)	20.18	6.60

трансформацией тундр и появлением на их месте переходных тундрово-луговых и луговых сообществ. При функционировании орнитогенных геосистем в результате автотрофного и гетеротрофного биогенеза на суше формируются два класса радиальных биогеохимических барьеров (табл. 4): 1) фитобарьер, на котором накапливаются катионогенные элементы (Ag, Zn, Mn, Cu), а также В и Мо; 2) биогеохимический барьер в торфяных горизонтах почв, где наряду с указанными закрепляются элементы с низкой биофильностью (Pb, Sn, V, Cr, Ni, Co, Zr, Ti). Кроме того, своеобразный биогеохимический барьер формирует водорослевый пояс на островном шельфе, который частично перехватывает поступающие со стоком элементы из субаэральной части островной геосистемы. Содержание минеральных веществ у фукусов на литорали о. Талан достигает 31.8%, а из элементов биологического поглощения здесь характерно интенсивное накопление Sr.

В целом орнитогенные геосистемы выступают как аккумуляторы ряда химических элементов, в том числе биогенных и тяжелых металлов, и являются важным звеном глобальных биогеохимических круговоротов между наземными и аквальные ландшафтами, объединяя их в единую систему. Цепочки островов со скоплениями морских колониальных птиц являются своеобразными диффузными латеральными биогеохимическими барьерными зонами в океане, задерживающими выход тяжелых металлов из миграционных циклов и их поступление в глубоководные осадки [2].

**Развитие орнитогенных геосистем во времени.** Возраст орнитогенных геосистем, формирующихся на изученных островах, по всей

видимости, достигает нескольких тысяч лет. На о. Талан археологические исследования на морской террасе вскрыли культурный слой с остатками птичьих костей и других включений, относящийся к “токаревской культуре”, существовавшей на охотском побережье 2–2.5 тыс. лет назад [14]. Близкий возраст, вероятно, имеют орнитогенные геосистемы о. Маткиль в Охотском море.

Равновесно-неравновесные отношения на изученных островах проявляются в трех основных вариантах: 1. *Относительно стабильные, длительно существующие, “равновесные” орнитогенные геосистемы.* Примерами их является большинство изученных островов. Здесь многовековой орнитогенный пресс – такой же прямодействующий и относительно стабильный экологический фактор, как свет, тепло, атмосферные осадки [24]. В прошлом, очевидно, происходил процесс обеднения флоры, изменений свойств почв и т.п., но сейчас подобные геосистемы находятся в состоянии относительно устойчивого равновесия, причем это равновесие поддерживается именно скоплениями птиц. 2. *Неустойчивые геосистемы с нарушенным равновесием.* Подобный тип геосистем выражен только на о. Шеликан в стадии резкого увеличения численности птиц. За последние 25 лет численность колонии тихоокеанской чайки выросла здесь почти в 3 раза. Вследствие этого отмечается массовая гибель деревьев и кустарников, замещение их травянистой растительностью, а на наиболее нарушенных участках – полное уничтожение почвенно-растительного покрова. Жизнедеятельность птиц направлена на появление новых мест, подходящих для гнездования (за счет уничтожения древостоя и зарослей кустарников), и такая трансформация

среды обитания способствует дальнейшему росту колонии. По-видимому, этот процесс может продолжаться до тех пор, пока полностью не исчезнут участки лесной растительности, тогда емкость среды далее увеличиваться не будет.

3. *Посторнитогенные геосистемы, находящиеся в стадии восстановления после снятия орнитогенного пресса.* Примером подобной геосистемы является м. Островной на о. Беринга, где птицы перестали гнездиться более чем 70–100 лет назад. За это время здесь исчезли все формы орнитогенного микрорельефа, за исключением кочек, которые постепенно теряют цилиндрическую форму и оседают, становятся более распластанными. Также в фитоценозах здесь сформировался второй травянистый ярус с видами, не характерными для орнитогенных геосистем. Таким образом, эффект последствия птичьих колоний сохраняется в растительном покрове десятки лет, а в микрорельефе – более 100 лет.

**Заключение.** Проведенные исследования показали, что на островах, занятых крупными скоплениями морских колониальных птиц, формируется особый вид геосистем, получивших название орнитогенных, которые по особенностям структуры, функционирования, эволюции значительно отличаются от зональных материковых ландшафтов, а также от островных ландшафтов без морских птиц. Глубина воздействия орнитогенного пресса зависит от пяти основных факторов: площади острова, численности и структуры птичьего населения, времени воздействия, особенностей ландшафтной структуры. В зависимости от сочетания этих факторов на островах складываются те или иные разновидности орнитогенных геосистем. В существующих ландшафтных классификациях подобные геосистемы не выделяются, что связано с их ограниченным распространением и слабой изученностью. Вслед за Ф.Н. Мильковым [15], выделившим особый биогенный ряд ландшафтных комплексов, вероятно, следует выделить подряд орнитогенных. Подобные геосистемы формируются на небольших островах при отсутствии там наземных хищников и человека, когда птицы полностью заселяют весь остров. В этих условиях многовековое воздействие птичьего населения затрагивает большинство природных компонентов – верхнюю часть литогенной основы, почвенный и растительный покров, влияет на химические свойства поверхностных и грунтовых вод, меняет биогеоциркуляцию, межкомпонентные отношения, то есть является ландшафтообразующим фактором.

Исследования проводились при поддержке РФФИ (проект 08-05-00162).

## СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. *Авессаломова И.А., Иванов А.Н.* Биологическая продуктивность островных ландшафтов со скоплениями морских колониальных птиц // География продуктивности и биогеохимического круговорота наземных ландшафтов: к 100-летию проф. Н.И. Базилевич. Матер. междунар. науч. конф-ции (Пушино, 19–22 апр. 2010 г.). М.: Ин-т географии РАН. 2010. Ч. 2. С. 179–183.
2. *Авессаломова И.А., Иванов А.Н.* Тяжелые металлы на биогеохимических барьерах в орнитогенных геосистемах Северной Пацифики // Тяжелые металлы и радионуклиды в окружающей среде. Матер. VI междунар. науч. конф. (Казахстан, Семей, 4–7 февр. 2010). Казахстан: Семей, 2010. Т. 1. С. 86–89.
3. *Базилевич Н.И.* Биологическая продуктивность экосистем Северной Евразии. М.: Наука, 1993. 292 с.
4. *Болысов С.И.* Биогенное рельефообразование на суше. Т. 1. М.: ГЕОС, 2006. 269 с.
5. *Бреслина И.П.* Растения и водоплавающие птицы морских островов Кольской Субарктики. Л.: Наука, 1987. 200 с.
6. Восточноевропейские леса: история в голоцене и современность. Кн. 1. М.: Наука, 2004. 479 с.
7. *Добровольский В.В.* Биогеохимия атоллов // Природные и антропогенные биогеохимические циклы. Тр. Биогеохим. лаб. М.: 1990. Т. 21. С. 5–34.
6. *Зеленская Л.А., Хорева М.Г.* Увеличение численности гнездовой колонии тихоокеанской чайки и деградация растительного покрова на о. Шеликан (Тауйская губа, Охотское море) // Экология. 2006. № 2. С. 140–148.
7. *Иванов А.Н.* Орнитогенные геосистемы малых островов Северной Пацифики // Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5. География. 2006. № 3. С. 31–39.
8. *Иванов А.Н.* Орнитогенные геосистемы Ямских островов (Охотское море) // Изв. рус. геогр. об-ва. 2007. Т. 139. Вып. 5. С. 66–71.
9. *Иванов А.Н.* Зоогенные геосистемы в ландшафтоведении // Изв. рус. геогр. об-ва. 2008. Т. 140. Вып. 2. С. 1–6.
10. *Иванов А.Н., Авессаломова И.А.* Ландшафтно-геохимические особенности орнитогенных геосистем Ямских островов (Охотское море) // Вестн. моск. ун-та. Сер. 5. География. 2008. № 2. С. 35–42.
11. *Иванов А.Н., Авессаломова И.А., Хрусталева М.А.* Биогеохимия орнитогенных геосистем Ямских островов (Охотское море) // География и природные ресурсы. 2009. № 4. С. 100–106.
12. *Иванов А.Н., Булочникова А.С., Романенко Ф.А.* Скопления морских колониальных птиц как рельефообразующий фактор // Геоморфология. 2010. № 1. С. 7–15.

13. Классификация и диагностика почв России. Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.
14. Лебединцев А.И. Древняя стоянка на острове Талан // Прибрежные экосистемы Северного Охотоморья: остров Талан. Магадан: ИБПС ДВО РАН, 1992. С. 215–222.
15. Мильков Ф.Н. Общее землеведение. М.: Высш. Шк., 1990. 336 с.
16. Мочалова О.А., Хорева М.Г. Биоморфологические адаптации сосудистых растений в колониях морских птиц Северной Охотии // Биоморфологические исследования в современной ботанике. Владивосток: БПИ ДВО РАН, 2007. С. 309–313.
17. Плещенко С.В. Некоторые особенности почвообразования в местах массовых поселений морских колониальных птиц на острове Талан // Прибрежные экосистемы Северного Охотоморья: остров Талан. Магадан: ИБПС ДВО РАН, 1992. С. 109–115.
18. Сергеев А.В. Особенности химизма растений Северо-Востока СССР // Тр. Магадан, зонал. НИИ сел. хоз. Северо-Востока. 1970. Вып. 1. С. 255–262.
19. Солнцев Н.А. Учение о ландшафте (избранные труды). М.: Изд-во моск. ун-та, 2001. 384 с.
20. Татаринкова И.П. Количественная характеристика экскреторной деятельности крупных чаек и влияние ее на растительность // Роль животных в функционировании экосистем. М.: Наука, 1975. С. 107–110.
21. Тишков А.А. Экосистемы западного побережья Шпицбергена (архипелаг Свальбард) // Изв. АН СССР. Сер. геогр. 1983. № 6. С. 99–109.
22. Фадеев Е.В. Бобр и ландшафт // Природа и сельскохозяйственное районирование СССР. М.: 1981. С. 110–113.
23. Хорева М.Г. Флора островов Северной Охотии. Магадан: ИБПС ДВО РАН, 2003. 173 С.
24. Хорева М.Г., Мочалова О.А. Растительный покров в колониях морских птиц в Северной Пацифике // Чтения памяти акад. К. В. Симакова (Магадан, 25–27 ноября 2009). Магадан: СВНЦ ДВО РАН. С. 210–211.
25. Haynes G. Elephant landscape: human foragers in the world of mammoths, mastodons and elephants // The World of Elephants. Roma: 2001. P. 571–576.
26. Otero Pérez X.L. Effects of nesting yellow-legged gulls (*Larus cachinnans Pallas*) on the heavy Metal Content of Soils in the cites Islands (Galicia, Northwest Spain) // Marine Pollution Bulletin. 1998. V. 36. Issue 4. P. 267–272.
27. Sanderson E., Redford K., Veder A. et al. A conceptual model based on landscape species requirements // Landscape and Urban Planning. 2002. V. 58. P. 41–56.

## Aggregations of colonies of sea birds as landscape-forming factor

A.N. Ivanov

*Lomonosov Moscow State University*

Using the seven islands of the North Pacific with a large breeding aggregations of sea bird colonies, features of structural and functional organization of island geosystems are analyzed. In the absence of terrestrial predators and humans birds may colonize the whole island and have a major impact on most natural components. Under the influence of centuries of ornithogenic pressure, the top part of the lithogenic base, land cover, soils, and productivity of plant communities of small biological cycle had been changed, forming biogeochemical anomalies and establishing new inter-component relationships. Ornithogenic influence can be seen as a landscape-forming factor, creating peculiar ornithogenic geosystems significantly different in structure, function, and evolution from continental landscapes and similar islands without the bird population.