

УДК 911.5

DOI 10.52575/2712-7443-2022-46-4-477-487

## Беллигеративно-вулканические и орнитогенные геосистемы Центрально-Курильских островов

Иванов А.Н.

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,  
Россия, 119234, г. Москва, ул. Ленинские горы, 1, офис 1820-А  
E-mail: a.n.ivanov@mail.ru

**Аннотация.** Обсуждаются особенности и закономерности структуры ландшафтов Центрально-Курильских островов на примере острова с действующим вулканом и крупной колонией морских птиц. В рамках концепции нуклеарных систем проведен анализ структуры острова Матуа с активным вулканом Сарычева, обосновано выделение трех зон влияния вулкана, каждая из которых делится на две подзоны. Показано, что для небольшого острова активный вулкан выступает ландшафтообразующим фактором, определяющим основные особенности структуры и функционирования островной геосистемы в целом. На острове-сателлите Топорковый в роли системообразующего фактора выступает большая колония морских птиц, под влиянием которой находится весь остров, при этом изменяется верхняя часть литогенной основы, формируется орнитогенный микрорельеф, почвенно-растительный покров, биогеохимический круговорот и формируется специфическая островная орнитогенная геосистема.

**Ключевые слова:** остров, ландшафт, структура, вулкан, беллигеративные комплексы, морские колониальные птицы

**Благодарности:** Работа выполнена в рамках темы «Факторы и процессы пространственно-временной организации природных и антропогенных ландшафтов» (госбюджет). Номер ЦИТИС: 121051300176-1.

**Для цитирования:** Иванов А.Н. 2022. Беллигеративно-вулканические и орнитогенные геосистемы Центрально-Курильских островов. Региональные геосистемы, 46(4): 477–487. DOI: 10.52575/2712-7443-2022-46-4-477-487

---

## Belligerent-Volcanic and Ornithogenic Geosystems of Central Kurils Islands

Andrey N. Ivanov

Lomonosov Moscow State University,  
office 1820-A, 1 Leninskiye Gory St, Moscow 119234, Russia  
E-mail: a.n.ivanov@mail.ru

**Abstract.** The formation of unusual belligerent-volcanic and ornithogenic geosystems of Central Kuriles is discussed. Matua is a volcanic island located in the central part of the Kurile-Kamchatka island arc. Its greater northwestern part is occupied by the edifice of Sarychev Peak Volcano, which is one of the most active volcanoes in the Kuriles. The south-eastern part of the island is an ancient abrasion-accumulative terrace, which base is formed by weakly dislocated pliocene-eopleistocene volcanic-aqueous complexes overlapped with marine deposits and solid soil-pyroclastic cover. Periodical large-scale input of pyroclastics and lava is a background for the Matua island evolution. A model of the nuclear system with a core within the volcano crater has been developed. According to the degree of volcano's influence on natural complexes three zones have been identified, i.e. strong, medium and moderate. The main components of volcano's impact are lava and pyroclastic flows, pyroclastic waves, tephra fallout, and gas emissions. It was found that in the modern period the volcano is the main system-forming factor for the majority of natural complexes of the island. Matua Island is an area with a unique anthropogenic landscape shaped by the Japan army as a result of the



construction of elaborated military fortifications in the first half of the 20th century. The main kinds of Japanese fortification constructions and their relationship with the landscape structure are examined. Conclusion is made that the belligerent-volcanic landscape of the island is unique for Russia. Formation of specific ornithogenic geosystems within the areas of concentration of colonial seabirds is discussed. The small Tufted Puffin island is an object of research. Relatively short-term (only during the nesting period) but century-lasting impact of rookeries results in the changes of upper part of the lithogenic basis, formation of specific microrelief and soil and vegetation complex, abnormal chemical composition of surface water.

**Keywords:** Island, landscape, structure, volcano, belligerent complexes, marine colonial birds

**Acknowledgements:** The work was done under the state-financed theme "Factors and processes of spatial-temporal organization of natural and anthropogenic landscapes". Number CITIS 121051300176-1.

**For citation:** Ivanov A.N. 2022. Belligerent-Volcanic and Ornithogenic Geosystems of Central Kurils Islands. Regional Geosystems, 46(4): 477–487 (in Russian). DOI: 10.52575/2712-7443-2022-46-4-477-487

## Введение

Ландшафтное пространство России изучено весьма неравномерно. В опубликованном недавно обзоре [Солодянкина и др., 2021] отмечены регионы, выделяющиеся хорошей изученностью ландшафтов, во многом благодаря сложившимся в регионах ландшафтных школах и многолетним полевым исследованиям. К их числу относятся большая часть Европейской России, Северный Кавказ, Алтай, юг Восточной Сибири и др. В то же время некоторые регионы представляют собой своеобразные «белые пятна», особенно в отношении отсутствия проводившихся здесь крупно- и средномасштабных ландшафтных работ. Один из таких районов – Центрально-Курильские острова, выделяющиеся, с одной стороны, крайней труднодоступностью, а с другой стороны – наличием своеобразных факторов ландшафтной дифференциации, отсутствующих или редко встречающихся в других регионах. К числу таких факторов относятся вулканогенный, зоогенный, милитаригенный и др.

Вулканические ландшафты распространены в России ограниченно и встречаются только на Камчатке и Курильских островах. Ранее было предложено выделять отдельный вулканический тип ландшафтов [Быкасов, 1982], тем не менее с ландшафтной точки зрения многие структурно-функциональные особенности вулканических геосистем остаются изученными недостаточно. Особенно это касается Курильских островов, где активные вулканы на небольших островах являются системообразующим фактором, определяющим все основные черты пространственно-временной организации островной геосистемы в целом [Мархинин, 1985]. В конце 1930-х – начале 1940-х годов, когда Курильские острова принадлежали Японии, на ряде островов были созданы военные базы, имели место военные действия, что привело к формированию особого класса природно-антропогенных ландшафтов, которые Ф.Н. Мильков [1973] предложил называть бelligеративными. Часто небольшие острова бывают полностью заселены колониями морских птиц, которые способны выступать ландшафтообразующим фактором, определяющим структурно-функциональные особенности островных геосистем [Иванов, 2013]. Подобное сочетание редко встречающихся факторов, процессов и как результат – формирование очень своеобразных островных геосистем характерно для Центрально-Курильских островов. Цель настоящей работы – выявление особенностей и закономерностей ландшафтной структуры Центральных Курил на примере островов с активным вулканом и крупной колонией морских птиц.

## Объекты и методы исследований

При написании статьи использованы материалы полевых исследований, проводившихся на Курильских островах в 2016–2017 гг. Объектами исследований стали два острова, расположенные в центральной части Курильской гряды – о. Матуа (рис. 1) и небольшой остров-спутник Топорковый.



Рис. 1. Географическое положение о. Матуа  
Fig. 1. Geographical location of Matua Island



Рис. 2. Зоны влияния вулкана Сарычева на о. Матуа (пояснения в тексте)  
Fig. 2. Zones of influence of the Sarychev volcano on Matua Island (explanations in the text)

Площадь о. Матуа составляет 52,1 км<sup>2</sup>, максимальная абсолютная высота 1446 м связана с действующим вулканом Сарычева (рис. 2). В геологическом масштабе времени вулкан является молодым и очень активным [Razzhigaeva et al., 2018]. Последнее крупное извержение имело место в 2009 году и было достаточно сильным (VEI = 4) [Urail, Ishizuka, 2011], после этого еще дважды наблюдалась активизация вулкана с образованием небольших лавовых потоков. На современном этапе для вулкана характерны эксплозивные извержения, при этом пирокластические отложения имеют андезито-базальтовый состав [Rybin et al., 2011].



Остров-сателлит Топорковый (площадь 1,1 км<sup>2</sup>, максимальная абсолютная высота 70 м) находится в одном километре к востоку от о. Матуа. Предполагается, что остров представляет небольшой эруптивный центр, образовавшийся на рубеже позднего неоплейстоцена и голоцена, и наложенный на денудационный уровень морской террасы, в настоящее время подводной [Дегтерев, 2013]. Характерной чертой является единая пологовыпуклая поверхность крутизной от 3–5° до 8–10° с высотами от 70 м в наиболее высокой части до 20–40 м по периферии, ограниченная со всех сторон в разной степени выраженными абразионными уступами, выработанными в скальных породах. Топорки, давшие название острову, составляют основу птичьей колонии (90 тыс. особей), также весьма велика численность глупышей (около 50 тыс. особей). Заметно меньшую численность имеют тихоокеанские чайки (350 особей) и моевки (700). Общая численность колонии составляет около 150 тыс. особей [Артюхин и др., 2001]. Птицы гнездятся почти исключительно на скальных клифах и прибрежных склонах крутизной от 10° до 45°, на вершинной поверхности острова в настоящее время гнезда не встречаются, хотя не исключено, что гнездование здесь было в прошлом. Тем не менее через геохимический прессинг влияние птиц проявляется на весь остров [Иванов, Авессаломова, 2008; Otero et al., 2018a].

При изучении особенностей структуры островных геосистем использовали традиционные методы ландшафтного картографирования и профилирования с учетом специфики вулканических ландшафтов [Жучкова и др., 1973; Ганзей, 2010]. Нуклеарную систему острова изучали по совокупности 62 точек комплексного описания, расположенных на разном удалении от кратера действующего вулкана. Для изучения орнитогенных геосистем была разработана оригинальная методика, заключающаяся в сопряженном анализе и последующем синтезе населения птиц с привязкой к ландшафтной структуре, формам микрорельефа, почвенном и растительном покровам как на учетных площадках, так и по ходу маршрутов [Иванов, 2013]. Образцы почв и растений отбирали по типичным ландшафтно-геохимическим катенам, анализы проводили по стандартным методикам OF0F<sup>1</sup>.

### Результаты и их обсуждение

При анализе структуры вулканического ландшафта использована концепция нуклеарных систем [Ретеюм, 1988]. В этом случае выделяется ядро с активным вулканом и окружающие его зоны и подзоны влияния. Критериями проведения границ зон и подзон являются площадь и глубина воздействия основных составляющих влияния вулкана – лавовых и пирокластических потоков, пирокластических волн, лахаров, выпадения тефры, газовых эмиссий, а также особенности изменения морфолитогенной основы, характер развития геосистем, соотношение зональных факторов и вулканизма, и как следствие – особенности ландшафтной структуры (табл. 1).

Для зоны сильного влияния вулкана характерна полная трансформация морфолитогенной основы за счет формирования новых вулканических форм рельефа и отложений. Влияние вулкана абсолютно доминирует над зональными факторами. Характер развития геосистем здесь можно определить как импульсный по схеме «катастрофическая смена – восстановление – катастрофическая смена» с периодом в первые десятки лет. Для ландшафтной структуры типичны неполные природные комплексы без растительности и почв (вулканические пустыни), лишь в нижней части зоны появляются пионерные растительные сообщества, в основном представленные пеннелиантом кустарниковым (*Pennelianthus frutescens*) и остролодочником притупленным (*Oxytropis retusa*). Выделение подзон Ia и Ib проведено по границе распространения лавовых потоков вулкана в современный период.

<sup>1</sup> Хрусталева М.А. 2003. Аналитические методы исследований в ландшафтоведении. М., Технополиграфцентр, 88 с.

Таблица 1  
Table 1

Особенности геосистем в различных зонах влияния вулкана  
Peculiarities of geosystems at the zone of strong volcanic influence

Зона сильного влияния					
Под-зоны	Составляющие воздействия вулкана	Особенности изменения литогенной основы	Характер развития	Соотношение зональных факторов и вулканизма	Особенности ландшафтной структуры
а	Лавовые и пирокластические потоки, пирокластические волны, тефра, газовые эмиссии	Полное замещение, лава и тефра любой размерности	Импульсный с периодом $n \times 10^1$ лет	Вулканизм $\gg$ зональные	Вулканические пустыни с фрагментами пионерных растительных сообществ
б	Пирокластические потоки и волны, тефра, газовые эмиссии	Полное замещение, тефра любой размерности			
Зона среднего влияния					
а	Пирокластические потоки и волны, выпадение тефры, лахары, газовые эмиссии	Отдельные языки пирокластических потоков, тефра, в т. ч. крупная	Эволюционно-импульсный	Вулканизм $>$ зональные	Сочетание отдельных языков пирокластических потоков и фрагментов тундровых, луговых, стланиковых сообществ
б		Полное изменение литогенной основы в зоне транзита лахаров, тефра			Лавовые плато с тундрами и крутые склоны под ольховниками
Зона умеренного влияния					
а	Лахары, тефра (мелкий гравий, пепел, отдельные лапилли)	Зона аккумуляции лахаров, выпадение тефры	Импульсно-эволюционный	Вулканизм = зональные	Морские террасы разных уровней с наложенными пролювиальными конусами под зарослями ольховника, фрагментами тундр и лугов
б	Тефра (мелкий гравий, пепел, отдельные лапилли)	Выпадение тефры			

В зоне среднего влияния на морфолитогенную основу воздействуют краевые части пирокластических потоков, выпадение тефры и транзит вулканических селей по долинам. Пирокластические волны уничтожают часть растительного покрова, но не затрагивают морфолитогенную основу. Вулканизм по-прежнему доминирует над зональными факторами, однако если имеются продолжительные перерывы между извержениями, восстановление геосистем может дойти до зонально-островного типа растительного покрова (ольховники, тундры, луга). Почвы слабо развиты, обычно сформирован только верхний маломощный органогенный горизонт, который сменяется гравелисто-щебнистой тефрой. В подзоне Па во время сильных извержений могут выпадать отдельные языки пирокластических потоков, для подзоны Пб они не характерны.

В зоне умеренного влияния, наиболее удаленной от вулкана, трансформация морфолитогенной основы большей частью связана с аккумуляцией пирокластических

отложений в периоды наиболее сильных извержений в подзоне Шб. В краевой части (подзона Ша) кроме того наблюдается наложение конусов выноса вулканических селей на субгоризонтальные поверхности морских террас, протяженность самого большого из них после извержения 2009 года составила 750 м. Характер развития в этой зоне можно определить, как импульсно-эволюционный, при котором влияние вулкана и зональные факторы имеют примерно одинаковый вес. Для растительного покрова характерна зонально-островная растительность (сочетание ольхового стланика, лугов и луговых тундр), в почвенном покрове формируются органо-аккумулятивные почвы. Общая формула почвенного профиля имеет вид  $A - C_{\text{тефр}} - [A]$ , где  $A$  – поверхностные горизонты с высоким содержанием  $C_{\text{орг}}$ ,  $C_{\text{тефр}}$  – пачка стратифицированных отложений действующего вулкана,  $[A]$  – погребенные горизонты.

Поверхностные горизонты  $A$  весьма разнообразны, их свойства зависят от вида наземного растительного покрова. При доминировании в травяном ярусе крупнотравных и злаковых лугов формируется гумусовый горизонт, под тундровой растительностью – грубогумусовый, под папоротниковым наземным покровом – торфяной или торфяно-перегнойный, в местах нарушения растительного покрова – сухоторфяной. Больше всего  $C_{\text{орг}}$  содержится в горизонтах под крупнотравной растительностью (13,3 %), там же отмечается самый высокий pH (6,1) и содержание поглощенных оснований (40,5 мг-экв/100 г).

Слой  $C_{\text{тефр}}$  представлен гравелисто-щебнистыми пирокластическими отложениями с тонкими (0,5–2,0 см) прослоями погребенных органогенных горизонтов. Суммарная мощность горизонтов  $A$  и  $C_{\text{тефр}}$  может достигать 50 см. Ниже, как правило, хорошо выражены два мощных погребенных горизонта  $[A_{\text{andic}}]$  и  $[A_{\text{п}}]$ ; для последнего характерно весьма высокое содержание  $C_{\text{орг}}$ . (в среднем 13 %).

Исходная основа вулканического ландшафта в значительной степени преобразована антропогенным фактором, связанным с милитаризованными комплексами. В конце 1930-х гг. на острове началось строительство японской военной базы, которое продолжалось несколько лет. В 1943 году на о. Матуа была размещена эскадрилья легких бомбардировщиков, весной 1944 года прибыла рота танков. В конечном итоге на острове была создана система многочисленных и разнообразных по конструкции и планировке наземных и подземных долговременных фортификационных сооружений, включающих пулеметные и артиллерийские позиции, наблюдательные и командные пункты, склады, убежища для укрытия личного состава и т. п. Особенно высокая концентрация фортификационных сооружений наблюдалась в местах возможной высадки десанта. Вследствие сравнительно небольшой площади остров был чрезвычайно насыщен объектами военной инженерии, полевой фортификации (окопы, орудийные дворники, ходы сообщения, противотанковые рвы) и военной инфраструктуры (аэродром, дороги, пирсы). Численность японского военного гарнизона на о. Матуа сильно колебалась в разные периоды в зависимости от боевой обстановки, максимальное значение превышало 7,6 тыс. чел. [Самарин, 2019]. Остров неоднократно подвергался бомбардировкам со стороны американской авиации и флота, однако высаживать десант американцы так и не решились. Тем не менее бelligеративными комплексами практически полностью трансформирована зона умеренного влияния вулкана с морскими террасами, в значительной степени изменена зона среднего влияния с вулканическими постройками древнего вулкана Матуа, единичные объекты встречаются даже в зоне сильного влияния вблизи вулкана. При этом большинство подобных объектов сохранилось до настоящего времени [Иванов, 2017]. Чрезвычайная насыщенность территории оборонительными сооружениями оказала существенное влияние на островные геосистемы. Густая сеть траншей и противотанковых рвов выступает как своеобразная дренажная система, что обуславливает формирование гигротопов в диапазоне от влажных-сырых до свежих-сухих. В структуре почвенного покрова большие площади занимают техногенно нарушенные почвы. Для растительного покрова характерны обедненные злаковые и разнотравно-злаковые луга и вересковые пустоши. Видовое разнообразие фитоценозов увеличивается только на локальных участках с незначительной нарушенностью, где появляются виды из семейства орхидных, норичниковых и др.

Сформировавшийся таким образом ландшафт с активным современным вулканом, имеющий в основе вулканическое происхождение, но структура которого значительно изменена фортификационными сооружениями и другими милитаригенными объектами, оказывающими значительное влияние на структуру и функционирование природных комплексов, можно назвать беллигеративно-вулканическим.

Другой тип геосистем сформирован на острове-сателлите Топорковый. В геосистемном аспекте остров представляет типичный образец орнитогенной геосистемы, системообразующим фактором для структурно-функциональных особенностей которой является большая колония морских птиц. Многие районы Арктики и Субарктики выделяются повышенной плотностью морских птиц [Davidson et al., 2018], если на острове отсутствуют поселения человека и хищные млекопитающие, птицы часто занимают при гнездовании весь остров. При этом возраст подобных геосистем может насчитывать несколько тысячелетий, а трансформации прослеживаются в большинстве природных компонентов и межкомпонентных отношениях [Иванов, 2013]. В данном случае принципиальным фактом является отсутствие лисиц, весьма многочисленных на о. Матуа, которые, очевидно, не могут перебраться через незамерзающий пролив между островами. Возраст птичьей колонии составляет как минимум несколько веков, поскольку еще на первой карте о. Матуа, составленной в конце XIX в. по материалам Г. Сноу [1992], о. Топорковый имеет название «Пуффинь» (*Tufted Puffine* – английское название топорков).

Многовековая деятельность птиц существенным образом изменила верхнюю часть литогенной основы. Топорки гнездятся в норах, при этом они почти каждый год роют новые норы или обновляют старые, перемещая большую массу почво-грунтов. Для того, чтобы взлететь с береговых обрывов топорки прокладывают сеть тропинок и формируют своеобразные «взлетные площадки», на которых почвенно-растительный покров вытоптан до состояния щебнистой отмостки. На поверхностях, где ежегодно происходит гнездование птиц, ведущими процессами формирования рельефа выступают орнитогенные турбации, в результате которых происходит образование нового типа отложений, состоящих из коры выветривания лав, отходов жизнедеятельности птиц и травянистых растительных остатков, а также перемещение их вниз по склонам. Этот органоминеральный слой постоянно перемешивается в результате рытья нор птицами и имеет сильно пересеченный кочковатонорный микрорельеф с перепадами относительных высот до 1 м. Средняя плотность птичьих нор на таких поверхностях составляет 0,75–1,0 шт./м<sup>2</sup>.

Растительные сообщества острова состоят всего из нескольких видов, способных выдержать постоянные механические повреждения со стороны птиц и сильнейший геохимический прессинг. Для береговой зоны характерны отдельные куртины дудника Гмелина (*Angelica gmelinii*) и ребросемянника уральского (*Pleurospermum uralense*) с проективным покрытием около 50 %, иногда к ним примешивается бодяк камчатский (*Cirsium kamtschaticum*) и лабазник камчатский (*Filipendula camtschatica*). Для вершинной поверхности острова типично сочетание луговых сообществ с отдельными пятнами тундровой растительности, при этом под злаковыми лугами с вейником Лангсдорфа (*Calamagrostis langsdorffii*) сформирована необычайно мощная (15–18 см) и плотная упругая дернина.

Почвенный покров о. Топорковый также сформирован при значительном влиянии птиц. На абразионных высоких берегах в местах обитания колоний птиц формируются специфические типы почв – орнитогенные литоземы, имеющие маломощный орнитогенный горизонт, сформированный на плотной вулканической породе, а также орнитогенные мощные гравелисто-щебнистые почвы. Общие характерные особенности орнитогенных почв – уменьшение pH относительно фоновых значений на 1–1,5 единицы, повышенное содержания  $S_{org}$ , N, P, K, Mg, Ca, увеличение концентрации тяжелых металлов и др. В современной классификации почв России [Шишов и др., 2004] подобные почвы не отражены.

Орнитогенные мощные гравелисто-щебнистые почвы формируются вблизи краевой части береговых уступов, обрывистых и ступенчатых берегов в местах колоний топорков на



рыхлых пирокластических отложениях общей мощностью более 50 см. Орнитогенный слой в этих почвах представляет собой рыхлую буровато-палевого цвета смесь сухоторфяного горизонта с метаболитами птиц. В подстилающей почвообразующей породе различаются отдельные единичные агрегаты в массе пирокластического материала. Включения растительных остатков различной размерности и сохранности в большом количестве можно встретить до глубины 20–25 см, ниже обнаруживаемые растительные остатки и в некоторой степени частички породы покрыты «шубой» из мелкозема, который, по всей вероятности, сцементирован гидрозолями Al и Si. Профиль орнитогенных литоземов, формирующихся на береговых обрывах, состоит из сухоторфяного горизонта мощностью 10–20 см, залегающего на щебнисто-мелкоземистой толще из элювия андезито-базальтов, обогащенного органическим веществом.

В ландшафтно-геохимическом отношении специфика о. Топорковый определяется соседством тундровых, луговых и прибрежно-скальных элементарных геохимических ландшафтов (ЭГЛ). Наибольшим разнообразием отличаются луговые ландшафты Н-класса, занимающие разные положения в структуре гетеролитных катен, сформировавшихся на позднеплейстоцен-голоценовых лавах и пирокластических отложениях. Они включают автономные ЭГЛ со злаковыми и разнотравно-злаковыми лугами и трансэлювиальные ЭГЛ склонов, обращенных к морю. Их средние части заняты колосняковыми лугами на орнитогенных петроземах и литоземах с невысоким содержанием  $C_{орг}$  (3,6 %) и развитием щелочно-кислотной зональности, проявляющейся в переходе от слабокислой среды органогенных горизонтов ( $pH = 5,5$ ) к нейтральной ( $pH = 6,2$ ) в минеральных горизонтах.

В нижних частях склонов усложняется фракционная структура травянистой фитомассы лугов за счет увеличения числа видов злаков, появления крупнотравья (дудник Гмелина) и участия орнитофильных видов. Противоречивость функционирования луговых ЭГЛ в условиях прессинга со стороны колониальных птиц проявляется в том, что при увеличении разнообразия орнитофильных растений отмечается снижение проективного покрытия и изреживание травяного покрова, формирование своеобразных орнитогенных петроземов и резкое увеличение кислотности их почвенных растворов ( $pH = 4,14$ ). Такая тенденция четко прослеживается при сравнении с ЭГЛ верхних звеньев катен. Увеличение кислотности почв связано с агрессивностью продуктов трансформации экскрементов птиц и отмечается для других островных орнитогенных геосистем Северной Пацифики [Иванов, Авессаломова, 2012]. Появление таких ЭГЛ в структуре катен провоцирует контрастность миграционных обстановок в связи с влиянием орнитогенного фактора и определяет своеобразие о. Топорковый, отличающее его от о. Матуа, где колонии птиц не имеют площадного распространения.

Одним из индикаторов влияния птиц является увеличение содержания Р в орнитогенных петроземах (0,4 %) по сравнению с почвами сопряженных с ними ЭГЛ верхних звеньев катен. По уровню его содержания эти почвы на порядок отличаются от почв о. Матуа (0,07 %) и тефры (0,08 %). Сходная ситуация отмечается и в донных отложениях ручейков в восточной части о. Топорковый, в которых концентрация Р выше (0,2 %) по сравнению с ручьями в бухте Айну, где фосфор обнаруживается не всегда. Огромное влияние птиц на химические свойства почв и донных осадков в местах гнездования обнаруживается в самых разных регионах и имеет общие черты [Parnikoza et al, 2018; Turner-Meservy et al., 2022].

Таким образом, анализ геохимических параметров показывает, что несмотря на небольшие размеры о. Топорковый является целостной самостоятельной ландшафтно-геохимической системой, в том числе играет определенную роль в глобальных биогеохимических циклах азота и фосфора [Otero et al., 20186]. Внутренняя неоднородность сформирована под влиянием комплекса факторов, в состав которых (в отличие от ландшафтов о. Матуа) входит орнитогенный фактор. Активность зоогенеза создает предпосылки для трансформации фитоценозов и почв, и включения продуктов метаболизма птиц в водную миграцию, что способствует увеличению ландшафтно-геохимического своеобразие острова.



### Заключение

Представленные два типа геосистем – вулканогенные и орнитогенные – с одной стороны вполне типичны для Центрально-Курильских островов, с другой стороны имеют ярко выраженные специфические черты. Особенно это относится к беллигеративно-вулканическому ландшафту о. Матуа, который, вероятно, является уникальным для России, поскольку аналоги, в которых накладывались бы друг на друга вулканические и беллигеративные факторы на небольшой островной площади, в других регионах отсутствуют. Сравнительно небольшие размеры острова привели к необычайной насыщенности его территории объектами военной инфраструктуры, большинство из которых как наземные, так и подземные, сохранились до настоящего времени. Другие острова в составе Центральных Курил представляют собой либо одиночные вулканы (активные или потухшие), либо слившиеся между собой конуса вулканов, однако без беллигеративной составляющей. На большинстве островов Центральных Курил имеются колонии морских птиц, при этом на крупных островах они гнездятся обычно на береговых обрывах, оказывая влияние в основном на прилегающую акваторию. Но на малых островах большие колонии морских птиц могут выступать системообразующим фактором. Если на острове отсутствуют поселения человека и наземные хищники, птицы для гнездования часто осваивают всю островную площадь, используя различные местообитания и формируя специфические орнитогенные геосистемы. Трансформации там подвергаются практически все природные компоненты и межкомпонентные связи, формируется специфический биогеохимический круговорот, придающий черты функциональной целостности всей островной геосистеме.

### Список литературы

- Артюхин Ю.Б., Трухин А.М., Корнев С.И., Пуртов С.Ю. 2001. Кадастр колоний морских птиц Курильских островов. Биология и охрана птиц Камчатки, 3: 3–59.
- Быкасов В.Е. 1982. Вулканогенный тип ландшафта. Вопросы географии Камчатки, 8: 17–21.
- Ганзей К.С. 2010. Ландшафты и физико-географическое районирование Курильских островов. Владивосток, Дальнаука, 214 с.
- Дегтерев А.В. 2013. История эруптивной деятельности вулкана Пик Сарычева в голоцене (о. Матуа, Центральные Курильские острова). Автореф. дис....канд. геол.-минерал. наук. Владивосток, 27 с.
- Жучкова В.К., Зонов Ю.Б., Горяченков В.А. 1973. Методические приемы ландшафтных исследований вулканических районов Камчатки. В кн.: Ландшафтный сборник. М., Изд-во Московского университета: 117–137.
- Иванов А.Н. 2013. Орнитогенные геосистемы островов Северной Пацифики. М., Научный мир, 228 с.
- Иванов А.Н. 2017. Особенности ландшафтной структуры острова Матуа (Центральные Курилы). Известия Русского Географического общества, 149(5): 25–36.
- Иванов А.Н., Авессаломова И.А. 2008. Ландшафтно-геохимические особенности орнитогенных геосистем Ямских островов (Охотское море). Вестник Московского Университета. Серия 5: География, 2: 35–42.
- Иванов А.Н., Авессаломова И.А. 2012. Орнитогенные экосистемы – геохимические феномены биосферы. Биосфера, 4(4): 385–396.
- Мархинин Е.К. 1985. Вулканизм. М., Недра, 288 с.
- Мильков Ф.Н. 1973. Человек и ландшафты. М., Мысль, 220 с.
- Ретеюм А.Ю. 1988. Земные миры. М., Мысль, 266 с.
- Самарин И.А. 2019. История острова Матуа. Т. 1. Белгород, Константа, 207 с.
- Сноу Г. 1992. Записки о Курильских островах. Краеведческий бюллетень, 1: 89–127.
- Солодянкина С.В., Кошкарёв А.В., Ганзей К.С., Исаченко Г.А., Лысенко А.В., Старожилов В.Т., Хорошев А.В., Черных Д.В. 2021. Некоторые итоги и перспективы ландшафтного картографирования России. География и природные ресурсы, 42(3): 23–36.
- Шишов Л.Л., Тонконогов В.Д., Лебедева И.И., Герасимова М.И. 2004. Классификация и диагностика почв России. Смоленск, Ойкумена, 342 с.



- Davidson T. A., Wetterich S., Johansen K. L., Grønnow B., Windirsch T., Jeppesen E., Syväranta J., Olsen J., González-Bergonzoni I., Strunk A., Larsen N.K., Meyer H., Søndergaard J., Dietz R., Eulears I., Mosbech A. 2018. The History of Seabird Colonies and the North Water Ecosystem: Contributions from Palaeoecological and Archaeological. *Ambio*, 47(2): 175–192. DOI: 10.1007/s13280-018-1031-1.
- Otero X.L., De La Peña S., Romero D., Nobrega G.N., Ferreira T.O., Pérez-Alberti A. 2018a. Trace Elements in Biomaterials and Soils from a Yellow-Legged Gull (*Larus Michahellis*) Colony in the Atlantic Islands of Galicia National Park (NW Spain). *Marine Pollution Bulletin*, 133: 144–149. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2018.05.027.
- Otero X. L., De La Peña S., Pérez-Alberti A., Ferreira T.O., Huerta-Diaz M.A. 2018b. Seabird Colonies as Important Global Drivers in the Nitrogen and Phosphorus Cycles. *Nature communications*, 9: 246. DOI:10.1038/s41467-017-02446-8.
- Parnikoza I., Rozhok A., Convey P., Veselski M., Esefeld J., Ochrya R., Mustafa O., Braun C., Peter H.-U., Smykla J., Kunakh V., Kozheretska I. 2018. Spread of Antarctic Vegetation by the Kelp Gull: Comparison of Two Maritime Antarctic Regions. *Polar Biology*, 41: 1143–1155. DOI: 10.1007/s00300-018-2274-9.
- Razzhigaeva N.G., Ganzey L.A., Arslanov Kh.A., Mokhova L.M., Degterev A.V., Ganzei K.S., Pshenichnikova N.F., Maksimov F.E., Starikova A.A., Petrov A.Yu. 2018. Records of Late Glacial-Holocene Paleogeographical Events in Organogenic Deposits of Matua Islands (Central Kurils). *Russian Journal of Pacific Geology*, 12: 384–399. DOI: 10.30911/0207-4028-2018-37-5-48-64.
- Rybin A., Chibisova M., Webley T., Steensen T., Izbekov P., Neal Ch., Realmuto V. 2011. Satellite and Ground Observations of the Ground Observations of the June 2009 Eruption of Sarychev Peak Volcano, Matua Island, Central Kuriles. *Bulletin of Volcanology*, 73: 1377–1392. DOI: 10.1007/s00445-011-0481-0.
- Turner-Meservy C., Vilmundardóttir O.K., Lal R., Gísladóttir G. 2022. Soil Chemical Properties in Glacial Moraines Across a Chronosequence Influenced by Avifauna and Volcanic Materials: Breiðamerkurjökull, Iceland. *Catena*, 209 (2): 105836. DOI: 10.1016/j.catena.2021.105836.
- Urail M., Ishizuka Y. 2011. Advantages and Challenges of Space-Borne Remote Sensing for Volcanic Explosivity Index (VEI): The 2009 Eruption of Sarychev Peak on Matua Island, Kuril Islands, Russia. *Journal of Volcanology and Geothermal Research*, 208(3–4): 163–168.

## References

- Artyukhin Yu.B., Trukhin A.M., Kornev S.I., Purtov S.Y. 2001. Cadastre of Seabird Colonies of the Kurile Islands. *Biologiya i okhrana ptits Kamchatki*, 3: 3–59 (in Russian).
- Bykasov V.E. 1982. Vulkanogennyy tip landshafta [Volcanogenic Type of Landscape]. *Voprosy geografii Kamchatki*, 8: 17–21.
- Ganzey K.S. 2010. Landshafty i fiziko-geograficheskoye rayonirovaniye Kurilskikh ostrovov [Landscapes and Physiogeography Division of Kurile Islands]. Vladivostok, Publ. Dalnauka, 214 p.
- Degterev A.V. 2013. Istoriya eruptivnoy deyatelnosti vulkana Pik Sarycheva v golotsene (o. Matua. Tsentralnyye Kurilskiy ostrova) [The History of Eruptive Activity of the Sarychev Peak Volcano in the Holocene (the Matua Island, Central Kuril Islands)]. Abstract. dis. ... cand. geol.-min. sciences. Vladivostok, 27 p.
- Zhuchkova V.K., Zonov Yu.B., Goryachenkov V.A. 1973. Metodicheskiye priyemy landshaftnykh issledovaniy vulkanicheskikh rayonov Kamchatki [Methodological techniques for landscape studies of volcanic regions of Kamchatka]. In: *Landshaftnyy sbornik [Landscape Collection]*. Moscow, Publ. Moscow State University: 117–137.
- Ivanov A.N. 2013. Ornitogennyye geosistemy ostrovov Severnoy Patsifiki [Ornithogenic geosystems of islands of Northern Pacifica]. Moscow, Publ. Nauchnyy mir, 228 p.
- Ivanov A.N. 2017. Landscape Structure Peculiarities of Matua Island (Central Kuriles). *Proceedings of the Russian Geographical Society*, 149(5): 25–36 (in Russian).
- Ivanov A.N., Avessalomova I.A. 2008. Landscape-Geochemical Features of Ornithogenic Geosystems of the Yamsk Islands (the Sea of Okhotsk). *Moscow University Bulletin. Series 5, Geography*, 2: 35–42 (in Russian).
- Ivanov A.N., Avessalomova I.A. 2012. Ornithogenous Ecosystems as a Geochemical Phenomenon of the Biosphere. *Biosphere*, 4(4): 385–396 (in Russian).
- Markhinin E.K. 1985. Vulkanizm [Volcanism]. Moscow, Publ. Nedra, 288 p.

- Milkov F.N. 1973. Chelovek i landshafty [Man and Landscapes]. Moscow, Publ. Mysl, 220 p.
- Reteyum A.Yu. 1988. Zemnyye miry [Terrestrial worlds]. Moscow, Publ. Mysl, 266 p.
- Samarin I.A. 2019. Istoriya ostrova Matua [History of Matua Island]. Vol. 1. Belgorod, Publ. Constant, 207 p.
- Snow G. 1992. Zapiski o Kurilskikh ostrovakh [Notes about the Kuril Islands]. Kraevedcheskiy bjulleten, 1: 89–127.
- Solodyankina S.V., Koshkarev A.V., Ganzei K.S., Isachenko G.A., Lysenko A.V., Starozhilov V.T., Khoroshev A.V., Chernykh D.V. 2021. Some Results and Prospects of Landscape Mapping of Russia. Geography and Natural Resources, 42(3): 211–224 (in Russian). DOI: 10.1134/S1875372821030112.
- Shishov L.L., Tonkonogov V.D., Lebedeva I.I., Gerasimova M.I. 2004. Klassifikatsiya i diagnostika pochv Rossii [Classification and diagnostics of soils in Russia]. Smolensk, Publ. Oykumena, 342 p.
- Davidson T.A., Wetterich S., Johansen K.L., Grønnow B., Windirsch T., Jeppesen E., Syväranta J., Olsen J., González-Bergonzoni I., Strunk A., Larsen N.K., Meyer H., Søndergaard J., Dietz R., Eulears I., Mosbech A. 2018. The History of Seabird Colonies and the North Water Ecosystem: Contributions from Palaeoecological and Archaeological. Ambio, 47(2): 175–192. DOI:10.1007/s13280-018-1031-1.
- Otero X.L., De La Peña S., Romero D., Nobrega G.N., Ferreira T.O., Pérez-Alberti A. 2018a. Trace Elements in Biomaterials and Soils from a Yellow-Legged Gull (*Larus Michahellis*) Colony in the Atlantic Islands of Galicia National Park (NW Spain). Marine Pollution Bulletin, 133: 144–149. DOI: 10.1016/j.marpolbul.2018.05.027.
- Otero X. L., De La Peña S., Pérez-Alberti A., Ferreira T.O., Huerta-Diaz M.A. 2018b. Seabird Colonies as Important Global Drivers in the Nitrogen and Phosphorus Cycles. Nature communications, 9: 246. DOI:10.1038/s41467-017-02446-8.
- Parnikoza I., Rozhok A., Convey P., Veselski M., Esefeld J., Ochrya R., Mustafa O., Braun C., Peter H.-U., Smykla J., Kunakh V., Kozeretska I. 2018. Spread of Antarctic Vegetation by the Kelp Gull: Comparison of Two Maritime Antarctic Regions. Polar Biology, 41: 1143–1155. DOI: 10.1007/s00300-018-2274-9.
- Razzhigaeva N.G., Ganzei L.A., Arslanov Kh.A., Mokhova L.M., Degterev A.V., Ganzei K.S., Pshenichnikova N.F., Maksimov F.E., Starikova A.A., Petrov A.Yu. 2018. Records of Late Glacial-Holocene Paleogeographical Events in Organogenic Deposits of Matua Islands (Central Kurils). Russian Journal of Pacific Geology, 12: 384–399. DOI: 10.30911/0207-4028-2018-37-5-48-64.
- Rybin A., Chibisova M., Webley T., Steensen T., Izbekov P., Neal Ch., Realmuto V. 2011. Satellite and Ground Observations of the Ground Observations of the June 2009 Eruption of Sarychev Peak Volcano, Matua Island, Central Kuriles. Bulletin of Volcanology, 73: 1377–1392. DOI: 10.1007/s00445-011-0481-0.
- Turner-Meservy C., Vilmundardóttir O.K., Lal R., Gísladóttir G. 2022. Soil Chemical Properties in Glacial Moraines Across a Chronosequence Influenced by Avifauna and Volcanic Materials: Breiðamerkurjökull, Iceland. Catena, 209(2): 105836. DOI: 10.1016/j.catena.2021.105836.
- Urail M., Ishizuka Y. 2011. Advantages and Challenges of Space-Borne Remote Sensing for Volcanic Explosivity Index (VEI): The 2009 Eruption of Sarychev Peak on Matua Island, Kuril Islands, Russia. Journal of Volcanology and Geothermal Research, 208(3–4): 163–168.

Поступила в редакцию 07.10.2022;  
поступила после рецензирования 03.11.2022;  
принята к публикации 30.11.2022

Received October 07, 2022;  
Revised November 03, 2022;  
Accepted November 30, 2022

**Конфликт интересов:** о потенциальном конфликте интересов не сообщалось.

**Conflict of interest:** no potential conflict of interest related to this article was reported.

## ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

**Иванов Андрей Николаевич**, кандидат географических наук, доцент, доцент кафедры физической географии и ландшафтоведения МГУ имени М.В. Ломоносова, г. Москва, Россия

## INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

**Andrey N. Ivanov**, Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Associate Professor of the Department of Physical Geography and Landscape Science of the Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia