

## Почвы островных баров Ольской лагуны Охотского моря

© 2024 Н. С. Соболев <sup>1,2</sup>, М. И. Герасимова <sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>ФГБОУ ВО Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, Ленинские горы, д. 1, г. Москва, 119991, Россия. E-mail: [kolyhome2000@yandex.ru](mailto:kolyhome2000@yandex.ru); [maria.i.gerasimova@gmail.com](mailto:maria.i.gerasimova@gmail.com)

<sup>2</sup>ФГБНУ ФИЦ Почвенный институт имени В.В. Докучаева, Пыжжевский пер., д. 7, стр. 2, г. Москва, 119017, Россия

**Цель исследования.** Выявить специфику почвообразования на островных барах Ольской лагуны Охотского моря, обусловленную суровым климатом, динамичностью и молодостью ландшафтов, влиянием морских колониальных птиц.

**Место и время проведения.** Полевые исследования проводились в июне-июле 2022 года в прибрежной зоне Ольской лагуны в Магаданской области; камеральные – в 2022 и 2023 гг.

**Методы.** Методы включали маршрутные наблюдения с описанием почвенных профилей, мезоморфологические исследования; физико-химические анализы: кислотность почвы ( $pH_{вод}$ ), электропроводность (TDS), потери при прокаливании (ППП); дешифрирование снимков и составление почвенных карт.

**Основные результаты.** Диагностированы почвы баров как сухоторфяно-литоземы, различающиеся мощностью сухоторфяного горизонта Т<sub>1</sub> и степенью его скелетности. Показано, что сухоторфяный горизонт постепенно переходит в породу – плотный морской галечник, который встречается иногда в сухоторфяном горизонте благодаря штормовым «набросам» с моря. Установлено, что горизонт Т<sub>1</sub> состоит из остатков мезофильных растений, морфонов тёмного тонкодисперсного вещества и большого количества полуразложившихся и живых корней, проникающих в галечник.

**Заключение.** Формирование сухоторфяно-литоземов с профилем Т<sub>1</sub>-(Т<sub>1</sub>/С)-С определяется холодным морским климатом и однообразием вейниково-колосняковых лугов. Основными факторами, влияющими на свойства почв, являются динамичность баров, специфика галечника как почвообразующей породы, импัลверизация солей и функционирование колоний морских птиц. Исследования расширяют знания о малоизученных почвах региона и могут быть использованы для обоснования их положения в классификации почв России; кроме того, они полезны в формате устойчивого развития, так как данные территории являются местом гнездования морских колониальных птиц.

**Ключевые слова:** Северное Охотоморье; сухоторфяный горизонт; океанические луга; динамичность ландшафтов; галечник; морские колониальные птицы.

**Цитирование:** Соболев Н.С., Герасимова М.И. Почвы островных баров Ольской лагуны Охотского моря // Почвы и окружающая среда. 2024. Том 7. № 2. e253. DOI: [10.31251/pos.v7i2.253](https://doi.org/10.31251/pos.v7i2.253).

### ВВЕДЕНИЕ

Почвенный покров северного Охотоморья относительно слабо изучен в силу малой доступности территории и распространённости маломощных горных почв на плотных породах. На мелкомасштабных картах (Почвенная карта РСФСР, 1988; Почвенная карта Магаданской области, 1990; Почвенная карта Северо-Востока Евразии, 1993) на крутых склонах показаны подзолы и подбуры, в том числе с сухоторфяным горизонтом в соответствии с общими почвенно-географическими закономерностями. Формирование сухоторфяного горизонта обеспечивается прохладным и влажным климатом региона, но без переувлажнения почв, в сочетании с широким распространением мезофильных видов растений (Иванов и др., 2009; Иванов А.Н., Иванов А.В., 2020). Мощность профилей подзолов и подбуров редко превышает полметра, а их альфегумусовые горизонты определяются как иллювиально-гумусовые – ВНФ (Классификация ..., 2004; Полевой ..., 2008; Урусевская и др., 2019).

Почвы островных песчано-галечниковых баров в северном Охотоморье совсем не изучены; они показаны на тех же мелкомасштабных картах как подзолы охристые, в том числе надмерзлотно-глееватые, подбуры таёжные сухоторфянистые сухомерзлотные. Островные бары отличаются почвообразующими породами – галечниками, с участками песков; почти плоским ровным рельефом с превышениями над уровнем моря не более 5 м и растительностью – колосняково-вейниковыми лугами. В глобальных схемах зональности (Физико-географический ..., 1964; Географические пояса ..., 1988) бары похожи по растительности на океанические субполярные или субарктические луга,

однако имеются различия в климате. Почвы океанических лугов были названы дерново-грубогумусовыми или дерново-торфянистыми (Физико-географический ..., 1964; Глазовская, 1972). В классификации почв России (Классификация ..., 2004; Полевой ..., 2008) подобные почвы были отнесены к отделу органо-аккумулятивных.

Почвы баров испытывают сильное влияние моря: кроме импัลверизации морских солей, в весенний и осенний периоды штормов морская вода может поступать даже в центральные части баров; часто происходят забросы песка и гальки на поверхность. Влияние колоний морских птиц на ландшафты баров более заметно по сравнению с другими прибрежными территориями Охотоморья, так как колонии морских птиц занимают всю поверхность исследуемых баров. Уникальная особенность островных баров – их динамичность, выражающаяся в процессах смыва, намыва и набросов песчано-галечного материала, обуславливает особые черты почвообразования: смывы разрушают почву и уносят целые горизонты или их фрагменты в море. Намывы, напротив, создают пространство для «потенциальных» почв. Набросы увеличивают скелетность верхних горизонтов и, при большой интенсивности, приводят к погребению почв галечным материалом, который может стать почвообразующей породой для новой почвы.

Целью наших исследований было выявить специфику почвообразования на островных барах Ольской лагуны Охотского моря, обусловленную суровым климатом, динамичностью и молодостью ландшафтов, влиянием морских колониальных птиц.

### МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

Объектами исследования послужили почвы островных баров Ольской лагуны (рис. 1).



**Рисунок 1.** Объекты исследования в Ольской лагуне: 1 – кошка<sup>1</sup> Уратамлян, 2 – остров Сиякал, 3 – остров Сикулун, 4 – Нюклинская коса. Источник: Google Earth.

Лагуна представляет собой водоём площадью около 30 км<sup>2</sup>, являющийся частью Тауйской губы Охотского моря. С юга лагуна ограничена островными барами, которые состоят из морских галечников (Государственная геологическая ..., 2016, лист О-56-II). Менее распространены пески и суглинки, переслаивающиеся с плотными галечниками.

Островные бары Ольской лагуны имеют слабопологоволнистый рельеф. Высота над уровнем моря не превышает 5 м. Островные бары являются динамичными системами, зависящими от речного и морского течений в лагуне, что проявляется в постоянных смывах, намывах и набросах субстрата. На песчано-галечниковом намывном субстрате формируются новые почвы; смывы разрушают почву,

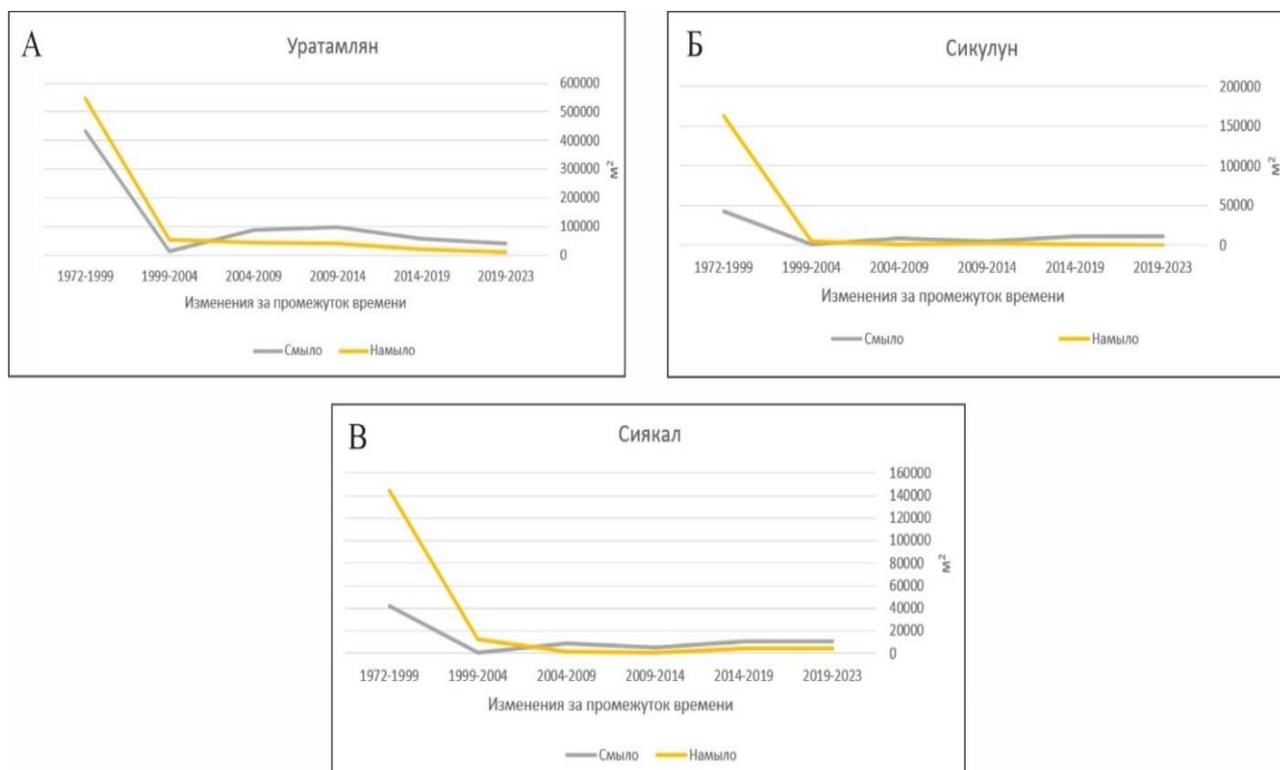
<sup>1</sup> Термин "Кошки" употребляется в прибрежных районах арктических и дальневосточных морей России и означает песчаные или галечниковые отмели на взморье, обнажающиеся при отливе (Ахромеев, 2002).

остатки которой иногда выбрасываются на бары (рис. 2). Очевидно, что наиболее динамичны побережья. Изучение спутниковых снимков Ольской лагуны за разные года позволяет сделать вывод, что в период 1972–1999 гг. преобладали намывы, однако в период 1999–2023 гг. доминировали смывы (рис. 3).



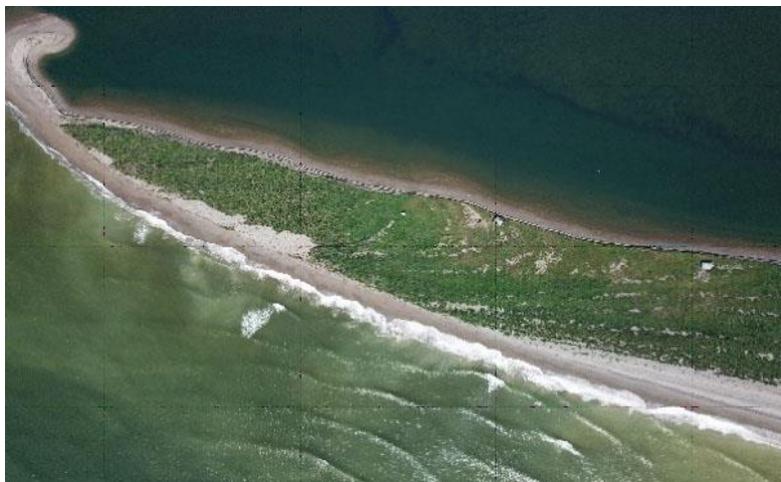
**Рисунок 2.** Смытый и впоследствии наброшенный волнами фрагмент сухоторфяного горизонта (Точка Ур-5). Фотография Н.С. Соболева.

Река Ола, одна из крупных рек Магаданской области, сильно влияет на течение и солёность воды в лагуне. Раньше река впадала в лагуну, а ее устьевая часть длиной около 5 км отделялась Ньюклинской косой от морской акватории. В результате катастрофических летних паводков 2006 г. образовался прорыв в проксимальной части косы, вызвавший активизацию приливных и отливных течений в лагуне, следовательно, процессов смыва, намыва и набросов галечно-песчаных отложений баров (Хорева и др., 2016). В целом, за исследованный период 1972–2023 гг. процессы смыва оказались равны процессам намыва, что говорит о балансе в системе. Динамичность островных баров влияет на время жизни почв и конфигурацию самих баров. Можно предположить, что петроземы успевают развиваться в литоземы, однако процессы смыва не позволяют им развиваться дальше в сухоторфяные почвы. Намывы не допускают уничтожение почвенного покрова целиком и обеспечивают условия для формирования на барах псаммоземов и петроземов, которые успевают развиваться в литоземы. Благодаря данным, полученным с помощью спутниковых снимков, можно утверждать, что большинство почв островных баров возникло в период 1972–1999 и 2004–2009 гг.



**Рисунок 3.** Динамика смывов и намывов за период 1972–2023 гг.: А – Кошки Уратамлян; Б – Остров Сикулун; В – Остров Сиякал. Примечание: высокие значения за период 1972–1999 гг. обусловлены тем, что они посчитаны за 27 лет, а не за 5 лет как в остальных периодах.

Ещё одним проявлением динамичности являются набросы песчано-галечного материала с моря в период весенне-осенних штормов, которые непосредственно влияют на скелетность верхних горизонтов, а также на присутствие в них частиц песка. Наиболее сильные набросы полностью погребают и консервируют почвы, образуя пятна и полосы белой гальки на поверхности бара (рис. 4); набросанный галечный материал может стать почвообразующей породой для новой почвы.



**Рисунок 4.** Набросы галечного материала в центральной части кошки Уратамлян. Фотография с дрона сделана М.Г. Хоревой, август 2022 г.

Климат оценивается как холодный, временами избыточно влажный, умеренный морской по Б.П. Алисову (1956). Средняя температура августа составляет +13 °С, января – -16 °С; среднегодовая температура воздуха – -1,8 °С; годовая сумма осадков – 376 мм (Weather Spark, дата обращения 18.02.2024). Акватория Охотского моря оказывает сглаживающее воздействие на ход годовых температур; влажность воздуха остаётся высокой и составляет 77%. В Ольской лагуне имеет место выхолаживающий эффект, обусловленный более длительным периодом сохранения ледового покрова в лагуне по сравнению с прибрежными территориями (Ушаков, 2022).

На островах и кошках Ольской лагуны М.Г. Хорева с соавторами (2016) выделили пять растительных сообществ:

1) Разреженное пионерное луговое сообщество с участием галофитов, формирующееся на недавно образованных галечниках и штормовых набросах песка и гальки. Типичные представители: мертензия приморская (*Mertensia maritima*), крестовник ложноарниковый (*Senecio pseudoarnica*).

2) Приморский луг разнотравно-бескильницевого или бескильницевого занимает небольшие по площади понижения с галечно-илистым грунтом, подтопьяемые высокими приливами. Типичные представители: бескильница ползучая (*Puccinellia phryganoides*), лебеда Гмелина (*Artiplex Gmelinii*) – растения, выдерживающие засоление почв.

3) Луг разнотравно-колосняковый – доминирует колосняк мягкий (*Leymus mollis*), распространён повсеместно.

4) Луг разнотравно-вейниковый – доминирует вейник Лангсдорфа (*Calmagrostis Langsdorfii*), распространён повсеместно.

5) Тундра разнотравно-кустарничковая – доминирует шикша (*Empetrum androgynum*). Тундровая растительность развивается на наиболее стабильных и старых частях баров.

Рассмотренные сообщества по приуроченности к основным элементам баров объединяются в три группы: (1) галофитные, относящиеся к узкой засоленной прибрежной полосе, (2) тундровые – приуроченные к старым, без влияния птиц частям баров и имеющие весьма ограниченное распространение, (3) разнотравно-злаковые луга, относящиеся к основной поверхности бара.

На состав растительных ассоциаций и почвы сильное влияние оказывают крупные колонии чайки тихоокеанской (*Larus schistisagus*), существующие на островных барах более 30 лет. Оно заключается в выпадении нитрофобных видов (например, шикша) из состава растительных ассоциаций (Зеленская, 2013).

Наиболее детальные исследования почв и почвенного покрова проводились нами на четырёх объектах, различающихся размерами и степенью орнитогенной нагрузки (табл. 1, рис. 1).

Таблица 1

## Характеристика территорий исследования

Основные характеристики	Кошка Уратамлян	Остров Сиякал	Остров Сикулун	Ньюклинская коса
Координаты	59°33'27" с.ш. 151°26'7" в.д.	59°33'56" с.ш. 151°24'36" в.д.	59°33'37" с.ш. 151°20'17" в.д.	59°33'25" с.ш. 151°20'40" в.д.
Площадь, га*	37,08	3,42	3,24	–
Почвообразующие породы	Галька, песок			Песок
Растительность (сообщества)	Колосняковый луг	Колосняковый кочкарник	Вейниково-дереновый луг	Колосняковый луг
Преобладающие почвы	Сухоторфяно-литоземы, псаммоземы	Литоземы перегнойные	Сухоторфяно-литоземы, литоземы грубогумусовые	Псаммоземы
Плотность птиц, шт./га	1689	2841	376	–

Примечание.

\* – площадь приведена по данным на лето 2022 г. Прочерк означает отсутствие точной информации.

Методы исследования включали маршрутные наблюдения с описанием почвенных профилей, мезоморфологические наблюдения на базе Центра коллективного пользования «Лаборатория радиоуглеродного датирования и электронной микроскопии» ИГ РАН. Спутниковые снимки Landsat взяты нами из открытого источника с сайта Геологической службы США (USGS, дата обращения 07.04.2024). Анализ снимков проводили в QGIS. Физико-химические анализы выполнены в эколого-геохимическом центре географического факультета МГУ. Актуальную кислотность почвы ( $pH_{вод}$ ) измерили потенциометрическим методом на pH-метре «ЭКСПЕРТ-pH»; электропроводность (TDS, как показатель количества легкорастворимых солей) – кондуктометром «SevenEasy S30» фирмы MettlerToledo при соотношении почва : вода равным 1:25 для органических горизонтов и 1:5 для минеральных. Потерю при прокаливании (ППП) в сухоторфяных горизонтах определили в соответствии с ГОСТ 11306-2013; элементный состав – рентгенофлуоресцентным методом с помощью портативного рентгено-флуоресцентного анализатора «ДЕЛЬТА ПРОФЕССИОНАЛ ЭКСПЛОРЕР» «OlympusInnov-X" SDD 25», США, в режиме «Геохимия».

Фотографии на рис. 5–12 сделаны Н.С. Соболевым.

## РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Почвы основной поверхности баров представлены сухоторфяно-литоземами (рис. 5) с профилем: сухоторфяный горизонт TJ, переходный TJ/R и плотная почвообразующая порода R на глубине не больше 30 см (Классификация ..., 2004; Полевой ..., 2008).



Рисунок 5. Профиль сухоторфяно-литозема (Разрез Ур-1).



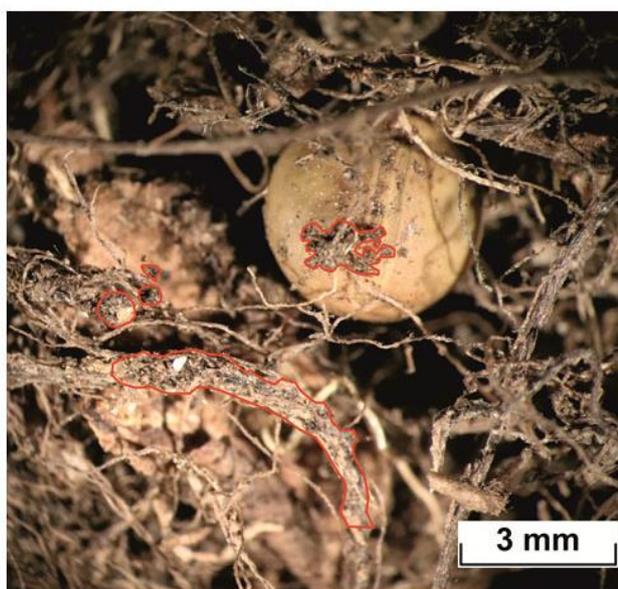
Рисунок 6. Ясная граница между сухоторфяным горизонтом и почвообразующей породой (Разрез Н-5).

К характерным чертам почвенного профиля, кроме диагностического горизонта Т<sub>1</sub>, относятся: особая почвообразующая порода – морская галька, иногда с небольшой примесью песка, залегающая плотными слоями; размер гальки варьирует от 1 до 10 см, в среднем – 5 см (Соболев, Герасимова, 2023). Переходный к породе горизонт в литоземах обычно представляет собой щелнисто-мелкоземистый элювий плотных пород (Классификация ..., 2004; Полевой ..., 2008). В нашем случае переходный горизонт состоит из умеренно плотной массы живых и отмерших корней колосняка и/или вейника, сгустков тёмного тонкодисперсного материала и гальки, занимающей более половины массы горизонта; горизонт имеет ясную нижнюю границу (рис. 6).

Сухоторфяные горизонты по критериям российской классификации почв представляют собой органический материал, состоящий из остатков мезофильных видов растений (рис. 7), формирующийся в условиях влажного холодного климата (Классификация ..., 2004; Полевой ..., 2008). Факторы почвообразования в Тауйской губе полностью соответствуют этим критериям. Средняя мощность сухоторфяного горизонта – 12 см; ППП составляют в среднем 70% (табл. 2).



**Рисунок 7.** Сухоторфяный горизонт под микроскопом (Разрез Ур-3).



**Рисунок 8.** Сухоторфяный горизонт под микроскопом (Разрез Ур-1). Примечание: красным цветом выделены чёрные сгустки



**Рисунок 9.** Галька с железисто-гумусовой кутаной (Разрез Ур-1).

Мезоморфологическими наблюдениями были выявлены некоторые детали строения горизонтов Т<sub>1</sub>. Наименее разложившиеся растительные остатки – фрагменты стеблей и корней колосняка и вейника, иногда с мелкими чистыми песчаными зёрнами разнообразного минералогического состава. Диаметр наиболее крупных растительных остатков достигает 3 мм (рис. 7). Мелкие растительные остатки (1–50 мкм) имеют нитевидную форму и пронизывают тонкодисперсный материал тёмного цвета в виде отдельных сгустков и их скоплений с минеральными зёрнами в них (рис. 8). На рисунке 7 хорошо виден крупный растительный остаток с сохранившимся строением; показанное на рисунке 8 минеральное зерно отличается очень высокой степенью окатанности. По-видимому, сгустки представляют собой остатки разнотравья и листьев злаков с лучшей степенью разложения, по сравнению с корнями, среди которых есть и живые. На некоторых остатках корней находятся такие же почти чёрные сгустки. Отмечается наличие почвенной мезофауны – при полевом обследовании были обнаружены многоножки и личинки жуков. В зависимости от деталей строения сухоторфяных горизонтов или наличия другого верхнего горизонта выделяются разные варианты литоземов.

Среди сухоторфяных горизонтов встречаются такие, где часть растительных остатков сильно разложена и сочетается со сгустками или морфонами тёмного тонкодисперсного материала. Таким горизонтам в дополнение к основному индексу Т<sub>Т</sub> присваивался индекс признака h – перегнойный. Средняя мощность горизонта составляет 5 см. Почвы классифицировались, как сухоторфяно-литоземы перегнойные (рис. 10, А). В условиях более высокой биологической активности и большего увлажнения развиваются литоземы перегнойные. Они включают слой средней мощностью 5 см, относительно тёмного гумусированного мажущегося материала с обильными включениями растительных остатков и гальки, переходящий в почвообразующую породу. ППП составляет в среднем 63%.

Таблица 2

## Основные морфологические и физико-химические свойства почв

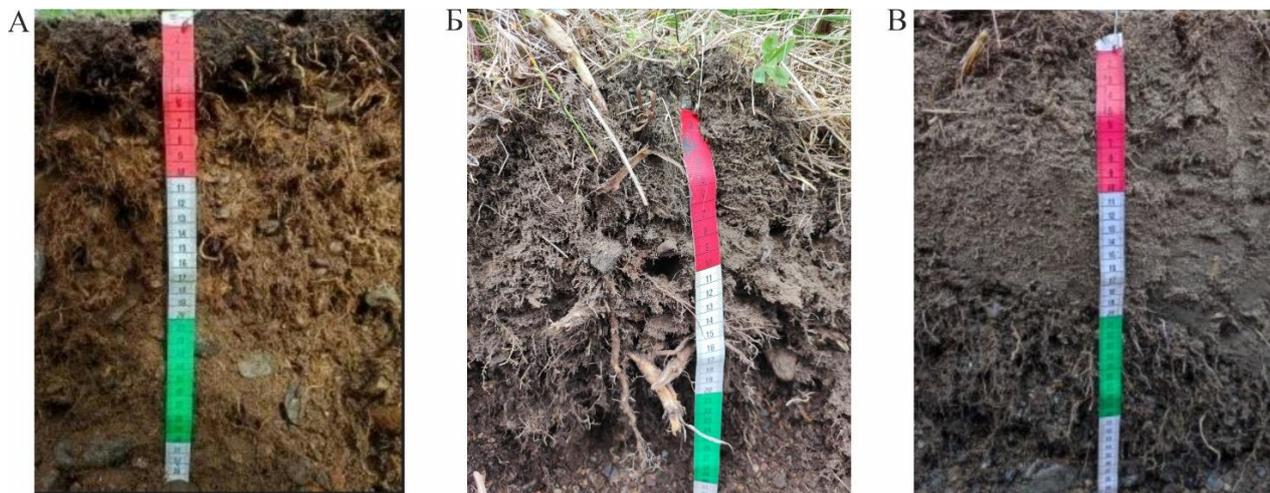
Индекс	Почва	Формула профиля*	Мощность, см	pH	TDS, (µS/cm)	ППП, %	P <sub>общ.</sub> , %	Годы начала формирования профиля*
Кошка Уратамлян								
Ур-1	Сухоторфяно-литозем на галечнике, подстилаемом песком	<b>Т<sub>Т</sub>-R-D</b>	15	6,15	468	72,47	0,10	1999-2004
Ур-2	Сухоторфяно-литозем на галечнике	<b>Т<sub>Т</sub>-Т<sub>Т</sub>/R-R</b>	7	7,50	1224	70,68	0,53	1999-2004; 2004-2009
Ур-3	Сухоторфяно-литозем перегнойный на галечнике	<b>Т<sub>Т</sub><sub>h</sub>-Т<sub>Т</sub><sub>h</sub>/R-RO</b>	4	6,62	350	80,03	0,05	1972-1999
Ур-4	Сухоторфяно-литозем перегнойный на галечнике	<b>Т<sub>Т</sub>-Т<sub>Т</sub>/R-R</b>	7	6,28	688	74,52	0,09	2004-2009
Ур-5	Сухоторфяно-литозем на галечнике «останец»	<b>Т<sub>Т</sub>-R-D</b>	20	6,50	1123	73,78	0,06	2004-2009; 2019-2023
Ур-6	Сухоторфяно-литозем на галечнике	<b>Т<sub>Т</sub>-Т<sub>Т</sub>/R-R</b>	27	5,48	967	70,68	0,17	2009-2014
Ур-7	Псаммозем на погребенном сухоторфяно-литоземе	<b>О/С-С-С/[Т<sub>Т</sub>]-[Т<sub>Т</sub>]</b>	6	6,50	51	3,75	0,11	1999-2004
Ур-8	Псаммозем на погребенном сухоторфяно-литоземе	<b>О-О<sub>h</sub>-С-С/[Т<sub>Т</sub>]-[Т<sub>Т</sub>]</b>	2	7,04	109	15,73	0,10	1972-1999
Остров Сияжал								
С-1	Перегнойно-сухоторфяный литозем на песке	<b>Н<sub>Т<sub>Т</sub></sub>-Т<sub>Т</sub>-С</b>	5	6,95	954	52,67	0,17	Раньше 1972
С-2	Литозем дернинно-перегнойный на галечнике, подстилаемым песком	<b>Orz-Н-R-D</b>	5	5,61	304	73,64	0,06	Раньше 1972
С-3	Петрозем корочковый на галечнике	<b>Корочка-R<sub>Т<sub>Т</sub></sub>-R</b>	0,5	7,87	1282	40,66	0,81	1972-1999; 2004-2009
С-4	Литозем перегнойный корочковый на галечнике	<b>Корочка-Н<sub>Т<sub>Т</sub></sub>-R<sub>Т<sub>Т</sub></sub>-R</b>	0,5	7,78	1276	54,18	0,40	1999-2004; 2004-2009
Нюклинская коса								
Н-1	Псаммозем	<b>О-С</b>	3	6,50	345	85,79	0,07	–
Н-2	Псаммозем	<b>О-О/С-С</b>	1	6,34	144	87,6	0,04	2009-2014
Остров Сикулун								
Н-3	Сухоторфяно-литозем корочковый	<b>Корочка-Т<sub>Т</sub>-R</b>	0,5	5,60	935	46,86	0,10	–
Н-4	Сухоторфяная аллювиальная	<b>Т<sub>Т</sub>-С-D-Dg-R</b>	8	5,86	254	62,77	0,04	1972-1999
Н-5	Сухоторфяно-литозем на галечнике	<b>Т<sub>Т</sub>-Т<sub>Т</sub>/R-R</b>	12	4,82	188	82,03	0,08	1972-1999
Н-6	Литозем грубогумусовый на галечнике	<b>О-АО-R</b>	16	7,32	173	29,88	0,15	1999-2004; 2004-2009
Н-7	Сухоторфяно-литозем на галечнике	<b>Т<sub>Т</sub>-R</b>	12	6,35	241	84,17	0,10	1999-2004; 2004-2009
Н-8	Сухоторфяно-литозем деградированный на галечнике	<b>Т<sub>Т</sub>/R-R</b>	10	5,31	852	67,64	0,10	1972-1999

Примечание.

\* – полужирным шрифтом выделены горизонты, к которым относятся аналитические данные. Представлены такие свойства почв как кислотность (pH<sub>вод</sub>), электропроводность (TDS), потери при прокаливании (ППП), общее содержание фосфора (P<sub>общ.</sub>). Прочерк в годах означает отсутствие информации.

*Литоземы грубогумусовые* (рис. 10, Б) характеризуются более активным процессом разложения органического вещества с образованием грубого гумуса, а также существенной долей минерального материала. Вместо сухоторфяного и перегнойного слоёв формируется грубогумусовый горизонт АО, мощностью в среднем 15 см; pH<sub>вод</sub> составляет 7,3, ППП варьируют около 30%. Механизм

образования грубогумусового горизонта до конца неясен, возможно, он связан с локальным ослаблением выхолаживающего эффекта. В наименее благоприятных условиях на островных барах Ольской лагуны встречаются слаборазвитые почвы: *псаммоземы* на песках (рис. 10, В) и *петроземы* на галечнике, имеющие только маломощный горизонт О (в среднем 4 см), состоящий из слаборазложившихся остатков злаков; ППП = 90%. В некоторых горизонтах присутствовали вкрапления гумусированного материала. Отдельно стоит отметить псаммоземы на кошке Уратамлян, которые развиваются на погребённых сухоторфяно-литоземах, перекрытых песчаным набросом во время штормов. Под песчаной толщей находятся остатки сухого торфа вперемешку с галькой разного размера.



**Рисунок 10.** Профили почв: А – перегнойный-сухоторфяный литозем (Разрез С-1); Б – литозем грубогумусовый (Разрез Н-6); В – псаммозем на погребенном сухоторфяно-литоземе (Разрез Ур-8).

*Сухоторфяные аллювиальные почвы* отсутствуют в классификации почв России (Полевой ..., 2008). Они состоят из сухоторфяного горизонта мощностью не больше 10 см, на аллювии со слоями разного гранулометрического состава. Нижний минеральный горизонт бывает оглеен. В Ольской лагуне встречаются крайне редко (только на острове Сикулун, в месте, где до прорыва 2006 г. находилось основное устье р. Ола) и малыми ареалами. Иногда на поверхности гальки в нижней части профиля обнаруживались фрагментарные тонкие гумусово-железистые кутаны (рис. 9). Они свидетельствуют о минимальных проявлениях альфегумусового процесса, ограниченного не только временем жизни почвы, но и значениями  $pH_{вод}$ : до 7,8, в среднем 6,4 (табл. 2).

Значения  $pH_{вод}$  в верхних горизонтах литоземов однообразны и колеблются около 6; по профилю изменяются слабо. В большинстве профилей присутствует небольшое повышение значений в почвообразующих породах. Выделяются верхние горизонты с величинами  $pH_{вод}$  больше 7, в них также повышено содержание легкорастворимых солей ( $TDS > 900-1200 \mu S/cm$ ). Соли могут быть связаны с поступлением с моря, как в набросах, так и путем импультверизации. Однако существует мнение, что верхние горизонты почв под колониями чаек подщелачиваются (Плещенко, 1992; Жарикова, 2020; Бреслина, 1987) и засоляются (Иванов и др., 2009; Domínguez et al., 2017) за счёт их помёта, что частично подтверждается нашими данными. Высокое содержание фосфора считается характерным для птичьих базаров (Иванов и др., 2008; Абакумов, 2014; Жарикова, 2020; Елпатьевский, Таргульян, 1985; и др.); в почвах Ольской лагуны оно отмечается в корочках – свежем помёте.

Основными факторами дифференциации почвенного покрова баров Ольской лагуны являются: выхолаживающий эффект, динамичность островных баров и влияние колоний морских колониальных птиц. Выхолаживающий эффект обуславливает формирование сухоторфяных горизонтов, вместо гумусовых, распространённых на соседних территориях. Локальные ослабления выхолаживающего эффекта приводят к формированию грубогумусовых горизонтов на территории баров.

Морские колониальные птицы, чьи колонии находятся на барах, оказывают определённое влияние, как на физико-химические, так и на морфологические свойства почв, в первую очередь, сухоторфяного горизонта – он подщелачивается помётом чаек. Среднее значение  $pH_{вод}$  в горизонтах

почв под колониями птиц составляет 6,4, по сравнению с фоновыми участками со средней величиной  $pH_{\text{вод}}$  4,9. В местах колоний увеличиваются значения TDS в 3–6 раз, достигая 1000–1200  $\mu\text{S}/\text{cm}$ . Также происходит увеличение содержания биофильных элементов, прежде всего, азота и фосфора (в 10–20 раз; табл. 2), что приводит к усилению микробиологической активности и, как следствие, к формированию относительно тёмных сгустков гумусированного мажущегося тонкодисперсного материала.

Влияние птиц на морфологические признаки почв обусловлено поведенческой особенностью чаек: постоянное хождение по гнездовой территории по определённым маршрутам (Зеленская, 2013). В результате, образуются тропы, на них почти пропадает растительность и переуплотняется поверхность сухоторфяного горизонта. Растения между тропами формируют органогенную корочку благодаря подкормке биофильными элементами из помёта чаек (рис. 11).



**Рисунок 11.** Вид на колонию чайки тихоокеанской на кошке Уратамлян.

**Рисунок 12.** Орнитогенная корочка под микроскопом (Разрез С-4).

В местах наиболее интенсивного влияния происходит формирование орнитогенных корочек из гуано птиц мощностью до 5–10 мм. Они имеют серовато-белёсый цвет и пористую структуру (рис. 12); со временем они разрушаются, но «скрепляют» отдельные участки сухого торфа.

### ВЫВОДЫ

1. Влажный холодный климат и характер растительности – океанических злаковых лугов – определяют преобладание почв с сухоторфяным горизонтом, что не противоречит зональным схемам. Сухоторфяные горизонты состоят из остатков мезофильных видов растений, прежде всего, злаков и густо пронизаны их корнями. Процесс гумификации органического материала проявляется в формировании отдельных сгустков тёмного тонкодисперсного материала, частично вблизи корневых остатков. Горизонты имеют высокую степень скелетности из-за гальки, которая поступает в почвенный профиль посредством набросов с моря во время штормов.

2. Преобладающими почвами баров являются сухоторфяно-литоземы на плотных галечниках с профилем ТЖ–ТЖ/Р–Р.

3. Динамичность условий почвообразования – смывы, намывы и набросы гальки определяет молодость почв. Проведённое сравнение разновременных снимков баров позволяет предположить, что большинство сухоторфяно-литоземов возникли между 1972 и 2009 годами.

4. Признаков альфегумусового процесса, предполагавшегося на основе информации с мелкомасштабных карт, в профилях почв баров практически не было обнаружено, что объясняется малым возрастом почв и составом поступающих в почву растительных остатков, хотя его минимальные проявления иногда отмечались при мезо-морфологических исследованиях.

5. Близкие к нейтральным значения  $pH_{\text{вод}}$  могут объясняться подщелачиванием почвы за счёт помёта чаек в местах их колоний, а также импульверизацией солей с моря.

6. Влияние морских колониальных птиц на почвы проявляется в уплотнении верхних горизонтов и формировании органогенных кочек, а также в изменениях физико-химических свойств почв. Птицы вносят большое количество биофильных элементов, подщелачивают верхние горизонты на 1–2 единицы  $pH_{вод}$  и увеличивают значения электропроводности в 3–6 раз по сравнению с фоновыми.

#### БЛАГОДАРНОСТИ

Авторы выражают благодарность сотрудникам Института биологических проблем Севера Дальневосточного отделения Российской академии наук (Магадан) М. Г. Хоревой и Л. А. Зеленской за помощь в проведении полевых работ и предоставлении фотографий с дрона, а также сотруднику Института географии Российской академии наук (Москва) Ю. В. Конопляниковой за помощь в проведении мезоморфологического анализа.

#### ФИНАНСОВАЯ ПОДДЕРЖКА

Работа выполнена при финансовой поддержке МГУ имени М.В. Ломоносова как часть производственной практики студентов 3 курса кафедры геохимии ландшафтов и географии почв географического факультета и темы НИР № 1.4 «Антропогенная геохимическая трансформация компонентов ландшафтов».

#### ЛИТЕРАТУРА

- Абакумов Е.В. Зоогенный педогенез как основной биогенный почвенный процесс в Антарктиде // Русский орнитологический журнал. 2014. Экспресс-выпуск № 972. С. 576–584.
- Алисов Б.П. Климаты СССР. Москва: Изд-во МГУ, 1956. 128 с.
- Ахромеев Л.М. Геоморфологический словарь-справочник / П.Г. Шевченкова (ред.). Брянск: Брянский государственный университет, 2002. 320 с.
- Бреслина И.П. Растения и водоплавающие птицы морских островов Кольской Субарктики. Ленинград: Наука. Ленинградское отделение, 1987. 199 с.
- Географические пояса и зональные типы ландшафтов мира: для высших учебных заведений. Учебная карта природных зон. Масштаб 1:15 000000 / Под ред. Е.Н. Лукашёвой. Москва: ГУГК, 1988. 4 л.
- Глазовская М.А. Почвы мира. Москва: Изд-во МГУ, 1972. 229 с.
- Государственная геологическая карта Российской Федерации. Сост. ГУГГП «Янгеология», 2016.
- Елпатьевский П.В., Таргульян В.О. Геохимические парадоксы коралловых островов Тихого океана // Известия Академии наук СССР. Серия географическая. 1985. № 4. С. 35–46.
- Жарикова Е.А. Свойства почв орнитогенных ландшафтов // Региональные проблемы. 2020. Том 23. № 1. С. 17–22. <https://doi.org/10.31433/2618-9593-2020-23-1-17-22>
- Зеленская Л.А. Колонии морских птиц Тауйской губы и п-ова Кони (Охотское море) // Вестник Северо-Восточного научного центра ДВО РАН. 2013. № 3. С. 87–100.
- 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.
- Иванов А.Н., Булочникова А.С., Полякова Ю.А., Тришин А.Ю. Влияние морских птиц на геосистемы малых островов // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: материалы IX международной научной конференции, посвященной 100-летию с начала Камчатской экспедиции Императорского Русского географического общества, снаряженной на средства Ф.П. Рябушинского (Петропавловск-Камчатский, 25–26 ноября 2008 г.). Петропавловск-Камчатский: Камчатский филиал Тихоокеанского института географии ДВО РАН, 2008. С. 142–145.
- Иванов А.Н., Иванов А.В. О специфике островного почвообразования (на примере островов Северо-Западной Пацифики) // Вестник Московского университета. Серия 17. Почвоведение. 2020. № 2. С. 10–16.
- Классификация и диагностика почв России / Авторы и составители: Л.Л. Шишов, В.Д. Тонконогов, И.И. Лебедева, М.И. Герасимова. Смоленск: Ойкумена, 2004. 342 с.
- 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.

- Полевой определитель почв. Москва: Почвенный ин-т им. В.В. Докучаева, 2008. 182 с.
- Почвенная карта Магаданской области. Масштаб 1:2500000 / Н.В. Ермакова (ред.). Москва: ГУГК, 1990.
- Почвенная карта РСФСР. Масштаб 1:2500000 / В.М. Фридланд (ред.). Москва: ГУГК, 1988.
- Почвенная карта Северо-Востока Евразии. Масштаб 1:2500000 / Наумов Е.М. (ред.). Москва: ГУГК, 1993.
- Соболев Н.С., Герасимова М.И. Сухоторфяно-литозёмы островных баров Тауйской губы // Почвы и окружающая среда [Электронный ресурс]: Сборник научных трудов Всероссийской научной конференции с международным участием, посвященной 55-летию Института почвоведения и агрохимии СО РАН (Новосибирск, 2–6 октября 2023 г.). Новосибирск: ИПА СО РАН, 2023. С. 180–183. <https://doi.org/10.31251/conf1-2023>
- Урусевская И.С., Алябина И.О., Шоба С.А. Карта почвенно-экологического районирования Российской Федерации. Масштаб 1:8000000. Пояснительный текст и легенда к карте / И.С. Урусевская (отв. ред.). Москва: ООО «МАКС Пресс», 2019. 100 с.
- Ушаков М.В. Продолжительность ледового сезона на реках Тауйской губы в условиях климатических изменений // Геополитика и экогеодинамика регионов. 2022. Том 8. № 2. С. 236–245.
- Физико-географический атлас мира / Под ред. И.П. Герасимова. Москва, 1964. 298 с.
- Хорева М.Г., Зеленская Л.А., Андриянова Е.А. Формирование растительного покрова на островных барах Ольской лагуны (Охотское море) в условиях быстрорастущей численности морских птиц // Сибирский экологический журнал. 2016. Том 23. № 3. С. 299–312. <https://doi.org/10.15372/SEJ20160302>
- Domínguez M.T., Gutiérrez E., González-Domínguez B., Román M., Ávila J.M., Ramo C., Gonzalez J.M., García L.V. Impacts of protected colonial birds on soil microbial communities: When protection leads to degradation // Soil Biology and Biochemistry. 2017. Vol. 105. P. 59–70. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2016.11.007>
- USGS [Электронный ресурс]. URL: <https://earthexplorer.usgs.gov/> (дата обращения 07.04.2024).
- Weather Spark [Электронный ресурс]. URL: <https://weatherspark.com/y/144596/Average-Weather-in-Ola-Russia-Year-Round> (дата обращения 18.02.2024).

Поступила в редакцию 05.03.2024

Принята 17.05.2024

Опубликована 06.06.2024

#### Сведения об авторах:

**Соболев Николай Сергеевич** – младший научный сотрудник отдела генезиса, географии, классификации и цифровой картографии почв ФГБНУ ФИЦ Почвенный институт имени В.В. Докучаева (г. Москва, Россия); студент кафедры геохимии ландшафтов и географии почв географического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова (г. Москва, Россия); [kolyhome2000@yandex.ru](mailto:kolyhome2000@yandex.ru)

**Герасимова Мария Иннокентиевна** – доктор биологических наук, профессор географического факультета МГУ им. М.В. Ломоносова (г. Москва, Россия); ведущий научный сотрудник отдела генезиса, географии, классификации и цифровой картографии почв ФГБНУ ФИЦ Почвенный институт имени В.В. Докучаева (г. Москва, Россия); [maria.i.gerasimova@gmail.com](mailto:maria.i.gerasimova@gmail.com)

*Авторы прочитали и одобрили окончательный вариант рукописи.*



Статья доступна по лицензии [Creative Commons Attribution 4.0 License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)

## Soils of the island bars of the Ola lagoon (Okhotsk sea)

© 2024 N. S. Sobolev <sup>1,2</sup>, M. I. Gerasimova <sup>1,2</sup>

<sup>1</sup>Lomonosov Moscow State University, Leninskie Gory, 1, Moscow, Russia. E-mail: [kolyhome2000@yandex.ru](mailto:kolyhome2000@yandex.ru); [maria.i.gerasimova@gmail.com](mailto:maria.i.gerasimova@gmail.com)

<sup>2</sup>Dokuchaev Soil Science Institute, Pyzhevsky lane 7/2, Moscow, Russia.

**The aim of the study.** The purpose of the work is investigating soil formation on the island bars of the Ola Lagoon, as soil formation there has a special character due to the severe climate, dynamism and small age of the landscapes, and the influence of marine colonial birds.

**Location and time of the study.** Field studies were conducted in June-July 2022 in the coastal zone of the Ola Lagoon of Magadan Region; laboratory and desk studies were conducted in 2022 and 2023.

**Methods.** Methods included route observations with soil profile descriptions, mesomorphological studies; soil physical and chemical analyses: pH, electrical conductivity (TDS), loss on ignition (LOI); satellite photos interpretation and soil mapping.

**Results.** The bar soils were qualified as dry-peat lithozems, differing in the thickness of the dry peat horizon TJ and the abundance of skeletal material (pebble). The dry-peat horizon is gradually merging into parent rock - dense marine pebbles, which are sometimes found in the dry-peat horizon due to storm "surges" from the sea. The TJ horizon consists of mesophilic plant residues and morphons of dark fine-disperse matter and a large number of semi-decomposed and living roots penetrating into the pebble layer. In the WRB system, soils correspond to Histic Leptosols (if shallow), or to Mawic Fibric Histosols.

**Conclusion.** Formation of the dry-peat lithozems with the TJ-(TJ/C)-C profile is determined by the dry marine climate and low plant diversity of the meadows dominated by reed grass and wild rye. The main factors, shaping soil properties, are the island bars dynamics, specific of pebbles a parent rock material, salt impulverization and marine birds colonies presence. The research expands the knowledge on poorly studied soils of the region, and may contribute to substantiating their position in the classification of soils of Russia; in addition, the data obtained are useful within the framework of sustainable development, as it serves as nesting ground for colonial seabirds.

**Keywords:** Northern part of the Sea of Okhotsk; dry-peat horizon; oceanic meadows; landscape dynamism; pebble; marine colonial birds.

**How to cite:** Sobolev N.S., Gerasimova M.I. Soils of the island bars of the Ola lagoon (Okhotsk Sea). The Journal of Soils and Environment. 2024. 7(2). e253 (in Russian with English abstract). DOI: [10.31251/pos.v7i2.253](https://doi.org/10.31251/pos.v7i2.253).

#### ACKNOWLEDGEMENTS

The authors express their gratitude to M. G. Khoreva and L. A. Zelenskaya of the Institute of the Biological Problems of the North, the Far East Branch of the Russian Academy of Sciences (Magadan, Russia), for assistance in field work and provision of drone photos, and to Y. V. Konoplyanikova of the Institute of Geography of the Russian Academy of Sciences (Moscow, Russia) for assistance in mesomorphological analysis.

#### FUNDING

The work was carried out with the financial support of the Lomonosov Moscow State University as part of the field training of the 3rd year students of the Department of Geochemistry of Landscapes and Geography of Soils, Faculty of Geography, and the research project of the Department No. 1.4 "Anthropogenic geochemical transformation of the landscape components".

#### REFERENCES

- Abakumov E.V. Zoogenic pedogenesis as the main biogenic soil process in Antarctica. The Russian Journal of Ornithology. 2014. Vol. 23. Express-issue No. 972. P. 576–584. (in Russian).
- Alisov B.P. Climates of the USSR. Moscow: Publishing House MSU, 1956. 128 p. (in Russian).
- Akhromeev L.M. Geomorphologic dictionary-reference book / P.G. Shevchenkova (ed.). Bryansk: Bryansk State University Publ., 2002. 320 p. (in Russian).
- Breslina I.P. Plants and waterfowl of the sea islands of the Kola Subarctic. Leningrad: Nauka Publ. Leningrad department, 1987. 199 p. (in Russian).
- Geographical Belts and Zonal Types of Landscape of the World Scale. Educational Map of Natural Zones. Scale 1:15 000000 / Edited by E.N. Lukashyova. Moscow: GUGK Publ., 1988. 4 sheets. (in Russian).
- Glazovskaya M.A. Soils of the World. Moscow: Publishing House MSU, 1972. 229 p. (in Russian).
- State Geological Map of the Russian Federation. Compiled by. GUGGP "Yangeologiya", 2016. (in Russian).
- Elpatyevsky P.V., Targulian V.O. Geochemical paradoxes of coral islands of the Pacific Ocean. Izvestiya Rossiiskoi akademii nauk. Seriya geograficheskaya. 1985. No. 4. P. 35–46. (in Russian).
- Zharikova E.A. Soil properties of ornithogenic landscapes. Regional Problems. 2020. Vol. 23. No. 1. P. 17–22. (in Russian). <https://doi.org/10.31433/2618-9593-2020-23-1-17-22>

- Zelenskaya L.A. Seabird colonies in the Tauysk bay and on the Koni Peninsula (Sea of Okhotsk). Bulletin of the North-East Scientific Center, Russia Academy of Sciences Far East Branch. 2013. No. 3. P. 87–100. (in Russian).
- Ivanov A.N., Avessalomova I.A., Khrustaleva M.A. Biogeochemistry of ornithogenic geosystems of the Yamskiy Islands (Sea of Okhotsk). Geografia i prirodnye resursy. 2009. No. 4. P. 100–106. (in Russian).
- Ivanov A.N., Bulochnikova A.S., Polyakova Y.A., Trishin A.Yu. Influence of sea birds on geosystems of small islands. In book: Conservation of biodiversity of Kamchatka and adjacent seas. Proceedings of the IX international scientific conference devoted to the 100th anniversary of the beginning of the Kamchatka expedition of the Imperial Russian Geographical Society, funded by F.P. Ryabushinsky (Petropavlovsk-Kamchatsky, 25–26 November, 2008). Petropavlovsk-Kamchatsky: Publishing house Kamchatka Branch of the Pacific Institute of Geography FEB RAS. 2008. P. 142–145. (in Russian).
- Ivanov A.N., Ivanov A.V. About the specifics of the island soil formations (on the example of the islands of Northwest Pacific). Vestnik Moskovskogo Universiteta. Seriya 17: Pochvovedenie. (Lomonosov Soil Science Journal). 2020. No. 2. P. 10–16. (in Russian).
- Classification and diagnostics of soils of Russian / Authors and compilers: L.L. Shishov, V.D. Tonkonogov, I.I. Lebedeva, M.I. Gerasimova. Smolensk: Oikumena Publ., 2004. 342 p. (in Russian).
- Pleshchenko S.V. Some features of soil formation in places of mass settlements of marine colonial birds on Talan Island. Coastal ecosystems of the Northern Okhotomorye: Talan Island. Magadan: IBPS FEB RAS, 1992. P. 109–115. (in Russian).
- Field guide for Russian soils. Moscow: Dokuchaev Soil Science Institute, 2008. 182 p. (in Russian).
- Soil map of Magadan oblast. Scale 1:2500000 / N.V. Ermakova (ed.). Moscow: GUGK Publ., 1990. (in Russian).
- Soil map of RSFSR. Scale 1: 2500000 / V.M. Fridland (ed.). Moscow: GUGK Publ., 1988. (in Russian).
- Soil map of the North-East of Eurasia. Scale 1:250 000 / E.M. Naumov (ed.). Moscow: GUGK Publ., 1993. (in Russian).
- Sobolev N.S., Gerasimova M.I. Dry-peat lithozems of island bars in the Tauyi bay. In book: Soils and Environment [Electronic resource]: Collection of scientific papers of the All-Russian scientific conference with international participation, dedicated to the 55th anniversary of the Institute of Soil Science and Agrochemistry SB RAS (Novosibirsk, October 2–6, 2023). Novosibirsk: SSA SB RAS, 2023. P. 180–183. (in Russian). <https://doi.org/10.31251/conf1-2023>
- Urusevskaya I.S., Alyabina I.O., Shoba S.A. Map of soil-ecological zoning of the Russian Federation. Scale 1:8000000. Explanatory text and legend to the map / I.S. Urusevskaya (ed.). Moscow: LLC “MAKS Press”, 2019. 100 p. (in Russian).
- Ushakov M.V. The duration of the ice season on the rivers of the Tauyi estuary in the context of climate change. Geopolitika i ekogeodinamika regionov. 2022. Vol. 8. No. 2. P. 236–245. (in Russian).
- Physico-geographical atlas of the world / I.P. Gerasimov (ed.). Moscow, 1964. 298 p. (in Russian).
- Khoreva M.G., Zelenskaya L.A., Andriyanova E.A. Vegetation development on the barrier islands of the Ola lagoon (the Sea of Okhotsk) in conditions of the rapidly increasing number of seabirds. Contemporary Problems of Ecology. 2016. Vol. 9. No. 3. P. 254–265. <https://doi.org/10.1134/S1995425516030069>
- Domínguez M.T., Gutiérrez E., González-Domínguez B., Román M., Ávila J.M., Ramo C., Gonzalez J.M., García L.V. Impacts of protected colonial birds on soil microbial communities: When protection leads to degradation. Soil Biology and Biochemistry. 2017. Vol. 105. P. 59–70. <https://doi.org/10.1016/j.soilbio.2016.11.007>
- USGS [Electronic resource]. URL: <https://earthexplorer.usgs.gov/> (accessed on 07.04.2024).
- Weather Spark [Electronic resource]. URL: <https://weatherspark.com/y/144596/Average-Weather-in-Ola-Russia-Year-Round> (accessed on 18.02.2024).

*Received 05 March 2024*

*Accepted 17 May 2024*

*Published 06 June 2024*

#### **About the authors:**

**Nikolay S. Sobolev** – junior researcher of the Department of Genesis, Geography, Classification and Digital Cartography of Soils, Dokuchaev Soil Institute (Moscow, Russia); student of the Department of

Geochemistry of Landscapes and Geography of Soils, Faculty of Geography, Lomonosov Moscow State University (Moscow, Russia); [kolyhome2000@yandex.ru](mailto:kolyhome2000@yandex.ru).

**Maria I. Gerasimova** – Doctor of Biological Sciences, Professor, Faculty of Geography, Lomonosov Moscow State University (Moscow, Russia); Leading Researcher, Department of Genesis, Geography, Classification and Digital Soil Cartography, Dokuchaev Soil Institute (Moscow, Russia); [maria.i.gerasimova@gmail.com](mailto:maria.i.gerasimova@gmail.com).

*The author(s) read and approved the final manuscript*



The article is available under [Creative Commons Attribution 4.0 License](https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/)