

ISSN 2782-1978

# БИОТА И СРЕДА ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

НАУЧНЫЙ РЕЦЕНЗИРУЕМЫЙ ЖУРНАЛ

**2025, Т. 13, № 4**

Журнал основан в 2011 г., регулярно издаётся с 2014 г. В 2014–2017 гг. именовался «Биота и среда заповедников Дальнего Востока» (ISSN 2227-149X); в 2018–2020 гг. – «Биота и среда заповедных территорий» (ISSN 2618-6764).

*Учредители:* ФГБУ «Дальневосточное отделение Российской академии наук» (ДВО РАН) и ФГБУН «Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии» Дальневосточного отделения Российской академии наук (ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН).

## РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ

*Главный редактор* – В. В. Богатов, академик РАН, д-р биол. наук, ДВО РАН, Владивосток

*Заместитель главного редактора* – А. А. Гончаров, член-корреспондент РАН, д-р биол. наук, ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН, Владивосток

*Заместитель главного редактора (ответственный редактор)* – Л. А. Прозорова, канд. биол. наук, ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН, Владивосток

### *Российские члены редколлегии:*

Ш. Р. Абдуллин, д-р биол. наук, ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН, Владивосток

В. Ю. Баркалов, д-р биол. наук, ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН, Владивосток

Е. А. Беляев, д-р биол. наук, ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН, Владивосток

А. В. Богачева, д-р биол. наук, ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН, Владивосток

Л. Я. Боркин, канд. биол. наук, ЗИН РАН, Санкт-Петербург

С. М. Голубков, член-корреспондент РАН, д-р биол. наук, ЗИН РАН, Санкт-Петербург

Е. А. Жарикова, канд. биол. наук, ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН, Владивосток

Ю. Н. Журавлёв, академик РАН, д-р биол. наук, ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН, Владивосток

И. В. Картавцева, д-р биол. наук, ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН, Владивосток

В. М. Локтионов, канд. биол. наук, ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН, Владивосток

М. В. Павленко, канд. биол. наук, ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН, Владивосток

О. А. Радченко, член-корреспондент РАН, д-р биол. наук, ИБПС ДВО РАН, Магадан

Н. Г. Разжигаета, д-р геогр. наук, ТИГ ДВО РАН, Владивосток

Г. С. Розенберг, член-корреспондент РАН, д-р биол. наук, ИЭВБ РАН, Тольятти

Т. Я. Ситникова, д-р биол. наук, ЛИН СО РАН, Иркутск

Е. В. Сундукова, канд. хим. наук, ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН, Владивосток

Р. С. Сурмач (редактор английского языка), ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН, Владивосток

В. Ю. Цыганков, д-р биол. наук, ТИГ ДВО РАН, Владивосток

Г. Н. Челомина, д-р биол. наук, ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН, Владивосток

М. В. Черепанова, канд. геол.-минерал. наук, ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН, Владивосток

Е. Н. Чернова, д-р биол. наук, ТИГ ДВО РАН, ДВФУ, Владивосток

В. М. Шулькин, д-р геогр. наук, ТИГ ДВО РАН, Владивосток

Д. Ю. Щербаков, д-р биол. наук, ИГУ, ЛИН СО РАН, Иркутск

С. М. Ямалов, д-р биол. наук, ЮУБСИ УФИЦ РАН, Уфа

### *Иностранные члены редколлегии:*

Ю. Мории, д-р наук (PhD), Университет Киото, Киото, Япония

Т. Накано, д-р наук (PhD), Университет Киото, Киото, Япония

С. Чибэ, д-р наук (DSc.), Университет Тохоку, Центр изучения Северо-Восточной Азии, Сендай, Япония

К. К. Нго, д-р наук (DSc.), Институт тропической биологии ВАНТ, Хошимин, Вьетнам

Т. Сайто, д-р наук (PhD), Амстердамский свободный университет, Амстердам, Нидерланды

Д. Слат, д-р наук (PhD), Общество охраны дикой природы (WCS), Нью-Йорк, США

ISSN 2782-1978

# BIOTA and ENVIRONMENT of NATURAL AREAS

SCIENTIFIC PEER-REVIEWED JOURNAL

**2025, vol. 13, no. 4**

The journal was founded in 2011, began to be regularly published from 2014. In 2014–2017 the journal was named *Biodiversity and Environment of Far East Reserves* (ISSN 2227-149X); during 2018–2020 – *Biodiversity and Environment of Protected Areas* (ISSN 2618-6764).

*Founders:* Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences and Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences (FSCEATB FEB RAS).

## EDITORIAL BOARD

*Editor-in-Chief* – Viktor V. Bogatov, Academician of the Russian Academy of Sciences, FSCEATB FEB RAS, Vladivostok

*Deputy editor-in-chief* – Andrey A. Gontcharov, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, FSCEATB FEB RAS, Vladivostok

*Deputy editor-in-chief (executive editor)* – Larisa A. Prozorova, FSCEATB FEB RAS, Vladivostok

### *Russian members of the editorial board:*

Shamil R. Abdullin, FSCEATB FEB RAS, Vladivostok

Vyacheslav Yu. Barkalov, FSCEATB FEB RAS, Vladivostok

Evgeny A. Beljaev, FSCEATB FEB RAS, Vladivostok

Anna V. Bogacheva, FSCEATB FEB RAS, Vladivostok

Leo J. Borkin, Zoological Institute RAS, St. Petersburg

Sergey M. Golubkov, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Zoological Institute RAS, St. Petersburg

Elena A. Zharikova, FSCEATB FEB RAS, Vladivostok

Yuri N. Zhuravlyev, Academician of the Russian Academy of Sciences, FSCEATB FEB RAS, Vladivostok

Irina V. Kartavtseva, FSCEATB FEB RAS, Vladivostok

Valery M. Loktionov, FSCEATB FEB RAS, Vladivostok

Marina V. Pavlenko, FSCEATB FEB RAS, Vladivostok

Olga A. Radchenko, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Institute of Biological Problems of the North FEB RAS, Magadan

Nadezhda G. Razjigaeva, Pacific Geographical Institute FEB RAS, Vladivostok

Gennady S. Rozenberg, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, Institute of Ecology of Volga Basin RAS, Tolyatti

Tatiana Ya. Sitnikova, Limnological Institute SB RAS, Irkutsk

Elena V. Sundukova, FSCEATB FEB RAS, Vladivostok

Rada S. Surmach, (editor of the English text), FSCEATB FEB RAS, Vladivostok

Vasiliy Yu. Tsygankov, Pacific Geographical Institute FEB RAS, Vladivostok

Galina N. Chelomina, FSCEATB FEB RAS, Vladivostok

Marina V. Cherepanova, FSCEATB FEB RAS, Vladivostok

Elena N. Chernova, Pacific Geographical Institute FEB RAS, Far Eastern Federal University, Vladivostok

Vladimir M. Shulkin, Pacific Geographical Institute FEB RAS, Vladivostok

Dmitry Yu. Sherbakov, Limnological Institute SB RAS, Irkutsk

Sergey M. Yamalov, South Ural Botanical Garden-Institute UFSC RAS, Ufa

### *Foreign members of the editorial board:*

Yuta Morii, Kyoto University, Kyoto, Japan

Takafumi Nakano, Kyoto University, Kyoto, Japan

Satoshi Chiba, Tohoku University, Center for Northeast Asian Studies, Sendai, Japan

Xuan Quang Ngo, Institute of Tropical Biology VAST, Ho Chi Minh, Vietnam

Takumi Saito, Vrije University, Amsterdam, Netherlands

Jonathan C. Slaght, Wildlife Conservation Society, New York, USA

© Дальневосточное отделение Российской академии наук, 2025

© ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН, 2025



# БИОТА И СРЕДА ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

2025, Т. 13, № 4

## СОДЕРЖАНИЕ

### МИКОБИОТА

- Богачева А. В., Костомарова И. В.** Дополнение к видовому списку сумчатых грибов порядка Pezizales (Ascomycota: Pezizomycotina) Ботчинского заповедника (Хабаровский край) ..... 5

### ФАУНА

- Израильская А. В., Беспрозванных В. В.** Обнаружение церкарий рода *Diplo-discus* Diesing, 1836 (Platyhelminthes, Trematoda, Diplodiscidae) с выростами на тегументе ..... 12
- Саенко Е. М.** О взаимоотношениях горчаков рода *Rhodeus* Agassiz, 1832 (Cyprinidae) и двустворчатых моллюсков семейства Unionidae в бассейне р. Раздольная (Приморский край) ..... 17

### ЭКОЛОГИЯ

- Тимофеева Я. О., Бурдуковский М. Л.** Различные формы хрома в загрязнённых и незагрязнённых почвах: содержание и вертикальное распределение ..... 30
- Гришин С. Ю., Перепёлкина П. А., Бурдуковский М. Л.** Формы поражающего воздействия вулканов на древесную растительность Камчатки и Курильских островов ..... 38

### ИСТОРИЯ НАУКИ

- Вшивкова Т. С.** К 80-летию юбилею профессора Джона К. Морза – выдающегося энтомолога, исследователя пресных вод ..... 57

### ЭКСПЕДИЦИИ

- Боркин Л. Я.** Экспедиция Санкт-Петербургского союза учёных в Кумаонские Гималаи (штат Уттаракханд, Индия, апрель–май 2025 г.) ..... 62
- Богатов В. В.** Кругосветные плавания Отто Коцебу (к 210-летию начала первого научного кругосветного плавания) ..... 77

CONTENTS

MYCOBIOTA

<b>Bogacheva A. V., Kostomarova I. V.</b> Addition to the species list of ascomycetes of the order Pezizales (Ascomycota: Pezizomycotina) of the Botchinsky Nature Reserve (Khabarovsk Krai) .....	5
--	---

FAUNA

<b>Izrailskaia A. V., Besprozvannykh V. V.</b> Detection of cercariae of the genus <i>Diplodiscus</i> Diesing, 1836 (Platyhelminthes, Trematoda, Diplodiscidae) exhibiting outgrowths on the tegument .....	12
<b>Sayenko E. M.</b> On the relationship between bitterlings of the genus <i>Rhodeus</i> Agassiz, 1832 (Cyprinidae) and unionid bivalve mollusks in the Razdolnaya River basin (Primorsky Krai) .....	17

ECOLOGY

<b>Timofeeva Ya. O., Burdukovskii M. L.</b> Different forms of chromium in soils with and without contamination: content and vertical distribution .....	30
<b>Grishin S. Yu., Perepelkina P. A., Burdukovskii M. L.</b> Forms of damaging effects of volcanoes on woody vegetation in Kamchatka Peninsula and the Kuril Islands ....	38

HISTORY OF SCIENCE

<b>Vshivkova T. S.</b> On the 80th birthday of Professor John C. Morse, an outstanding entomologist and freshwater researcher .....	57
---	----

EXPEDITIONS

<b>Borkin L. J.</b> Expedition of the St. Petersburg Association of Scientists and Scholars to the Kumaon Himalaya (Uttarakhand, India, April–May 2025) .....	62
<b>Bogatov V. V.</b> Otto Kotzebue’s circumnavigations (on the 210th anniversary of the beginning of the first scientific circumnavigation) .....	77



УДК 582.282.16(571.6)

DOI: 10.25221/2782-1978\_2025\_4\_1

<https://elibrary.ru/autzjn>

## Дополнение к видовому списку сумчатых грибов порядка Pezizales (Ascomycota: Pezizomycotina) Ботчинского заповедника (Хабаровский край)

Анна Вениаминовна Богачева<sup>1✉</sup>, Ирина Викторовна Костомарова<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии  
ДВО РАН, Владивосток, 690022, Российская Федерация

<sup>2</sup>Государственный природный заповедник «Ботчинский», 682800, Советская Гавань,  
Российская Федерация

✉ Автор-корреспондент, e-mail: [bogacheva@biosoil.ru](mailto:bogacheva@biosoil.ru)

Получена 2 августа 2025 г.; принята к публикации 14 ноября 2025 г.

**Аннотация.** В ходе микологического мониторинга летом 2025 г. на территории Ботчинского заповедника обнаружен новый для микобиоты Хабаровского края вид сумчатого гриба *Caloscypha fulgens* (Pers.) Boud. Этот голарктический вид на Дальнем Востоке России встречается редко. Новая находка позволила уточнить распространение *Caloscypha fulgens* в дальневосточном регионе. На сегодняшний день видовое разнообразие сумчатых грибов порядка Pezizales в растительных сообществах Ботчинского заповедника (43 вида) является наибольшим среди изученных нами охраняемых природных территорий Хабаровского края.

**Ключевые слова:** *Caloscypha fulgens*, Pezizales, сумчатые грибы, видовое разнообразие, Ботчинский природный заповедник, Хабаровский край.

## Addition to the species list of ascomycetes of the order Pezizales (Ascomycota: Pezizomycotina) of the Botchinsky Nature Reserve (Khabarovsk Krai)

Anna V. Bogacheva<sup>1✉</sup>, Irina V. Kostomarova<sup>2</sup>

<sup>1</sup>Federal Scientific Center of the East Asian Terrestrial Biodiversity, Far Eastern Branch of the  
Russian Academy of Sciences, Vladivostok, 690041, Russian Federation

<sup>2</sup>Botchinsky Nature Reserve, 682800, Sovetskaya Gavan, Russia

✉ Corresponding author, e-mail: [bogacheva@biosoil.ru](mailto:bogacheva@biosoil.ru)

Received August 2, 2025; accepted November 14, 2025

**Abstract.** During mycological monitoring in the summer of 2025, a new species of ascomycete fungus, *Caloscypha fulgens* (Pers.) Boud., was discovered in the Botchinsky Nature Reserve. This Holarctic species is rare in the Russian Far East. This new discovery allowed us to clarify the distribution of *Caloscypha fulgens* in the Far East. To date, the species diversity of ascomycetes of the order Pezizales in the plant communities of the Botchinsky Nature Reserve (43 species) is the highest among the protected areas we studied in Khabarovsk Krai.

**Keywords:** *Caloscypha fulgens*, Pezizales, species diversity, Botchinsky Nature Reserve, Khabarovsk Krai.

## Введение

Порядок Pezizales J. Schröt. объединяет весьма разнообразную по морфологическим и экологическим характеристикам группу сумчатых грибов с оперкулятными сумками (Kirk et al. 2008). На территории Дальнего Востока России они встречаются повсеместно – от остывших пирокластических потоков Камчатки, моховых болот Сахалина, до различных рудеральных, лесных, степных и пойменных сообществ региона. Как и все грибы в целом, представители этого порядка являются активными участниками процессов деструкции растительных остатков и структуризации

почвы. Ряд видов относится к оппортунистическим фитопатогенам (Schumacher, Holst-Jensen 1997; Ролл-Хансен, Ролл-Хансен 1998). Небольшое количество видов способно вступать в симбиотические связи с высшими растениями (Шемаханова 1962; Каратыгин 1993).

Исследования этой группы грибов на территории государственного природного заповедника «Ботчинский» ведутся с 2010 г. Ранее нами было установлено, что микобиота заповедника включает 42 вида сумчатых грибов с оперкулятными сумками из порядка Pezizales (Сосудистые растения... 2015; Богачева 2019; Rebriev et al. 2023). Это существенно превышает разнообразие группы на других близлежащих охраняемых территориях Хабаровского края. В Большехехцирском природном заповеднике отмечено 30 оперкулятных видов (Богачева 2008), в Комсомольском – 6 (Bogacheva, Vochkareva 2024), Национальном парке «Шантарские острова» – 11 (Богачева 2021). Надо отметить, что соотношение числа выявленных видов на данных ООПТ неточно отражает реальную картину вследствие разной степени изученности микобиоты указанных территорий.

В июне 2025 г. в рамках ежегодного микологического мониторинга нами были проведены полевые исследования в природном государственном заповеднике «Ботчинский» для уточнения сведений о видовом разнообразии и распространении оперкулятных сумчатых грибов.

### Район исследований

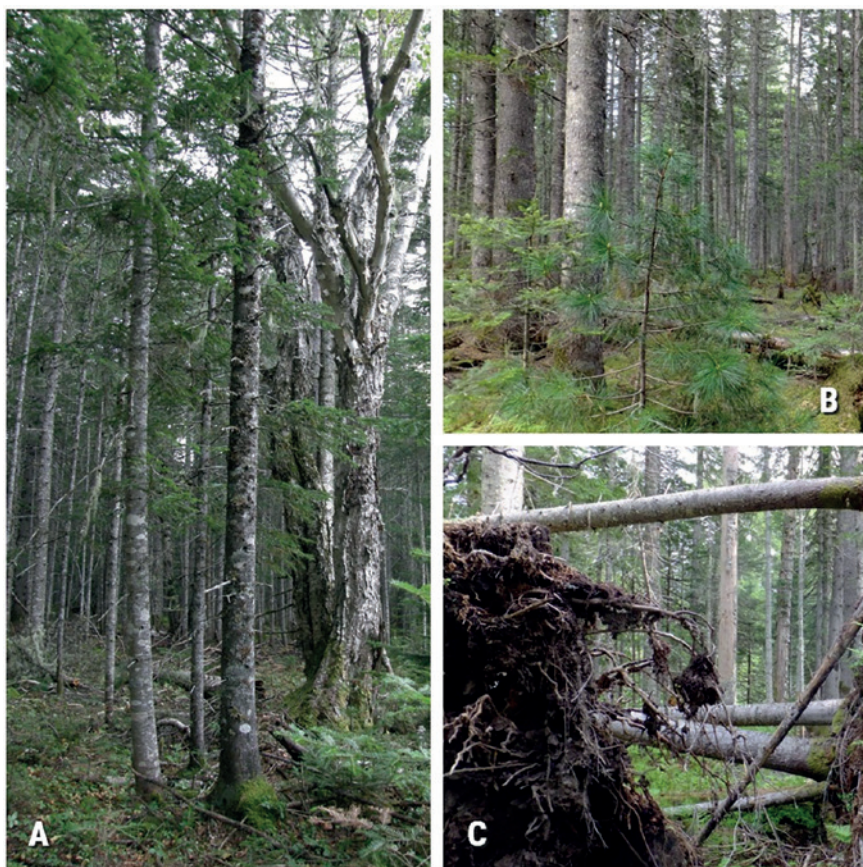
Поисковые работы были проведены в пихтово-еловых лесах в северо-восточной части заповедника «Ботчинский» в верхнем течении ручьев Спокойный и Солончаковый (рис. 1А, 1В). Долина первого водотока располагается на высоте около 540 м над ур. м., второго – около 208 м над ур. м. Для обоих участков характерна неоднородность рельефа, определяющая мозаичность растительного покрова (Сосудистые



**Рис. 1.** Карта Ботчинского заповедника: А – район поисковых работ в верхнем течении ручья Солончаковый; В – район поисковых работ в долине ручья Спокойный.

**Fig. 1.** Map of the Botchinsky Nature Reserve: A – survey area in the upper reaches of Solonchakovy Stream; B – survey area in the valley of Spokoyny Stream.

растения... 2015). В долине ручья Спокойный (N48°18'00.00", E139°40'35.60") обследован валёж, видимые повреждения листов и хвои в пихтово-еловом папоротниковом лесу с березой каменной (*Betula lanata* (Regel) V. Vassil.) (рис. 2А). В долине ручья Солончаковый (N48°17'83.00", E139°34'48.20") был обследован пихтово-еловый лес с лиственницей Каяндера (*Larix cajanderi* Mayr), березой каменной (*Betula lanata*) и плосколистной (*B. platyphylla* Sukacz.), кедром корейским (*Pinus koraiensis* Siebold et Zucc.) (рис. 2В). В кустарниковом ярусе обоих участков были осмотрены формирующие его растения – шиповник даурский (*Rosa davurica* Pall.), спирея березолистная (*Spirea betulifolia* Pall.), подбел многолистный (*Andromeda polifolia* L.), а также моховой покров с диффузно распределенным по нему таёжным мелкотравьем. Особое внимание при этом уделялось участкам с нарушенным растительным покровом из-за неоднозначного вывала некоторых возрастных деревьев как лиственных (береза миддендорфа (*Betula middendorffii* Trautv. et C. A. Mey.) и береза каменная (*B. lanata*)), так и хвойных (пихта белокорая (*Abies nephrolepis* (Trautv.) Maxim.) и ель аянская (*Picea ajanensis* (Lindl. et Gord.) Fisch. ex Carr.) (рис. 2С).



**Рис. 2.** Растительность в местах проведения микологического мониторинга: А – пихтово-еловый лес в долине ручья Спокойный; В – пихтово-еловый лес в долине ручья Солончаковый; С – вывал взрослых хвойных древесных растений в долине ручья Спокойный (фото авторов).

**Fig. 2.** Vegetation in areas where mycological monitoring was conducted: А – fir-spruce forest in the valley of the Spokoiny Stream; В – fir-spruce forest in the valley of the Solonchakovy Stream; С – fallen mature coniferous trees in the valley of the Spokoiny Stream (photo by the authors).



## Материал и методы

Микологические изыскания были проведены на северо-западном участке заповедника, занимаемом пихтово-еловыми лесами с различным подлеском в период с 6 по 15 июня 2025 г. Возможные сроки для сбора видов весеннего сезона плодоформирования весьма коротки. Гидротермические условия, стимулирующие половой процесс у грибов этого сезона, изменяются быстро, с повышением температуры. Поэтому был сделан выбор участков, находящихся на разных высотах над уровнем моря – от 280 м над ур. м. в долине ручья Солончаковый до 540 м над ур. м. в долине ручья Спокойный. Различный температурный режим участков позволил провести сбор образцов, находящихся практически на одном этапе развития плодовых тел. На участках вывала возрастных деревьев была обследована почва на предмет наличия плодовых тел грибов, а также изучены стволы выпавших растений и их корневые комы.

Собранные дегидрированные образцы грибов (в количестве 15 штук) с протоколами описаний плодовых тел, места сбора, субстрата и других экологических характеристик были переданы для последующей камеральной обработки в лабораторию ботаники Федерального научного центра биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии (ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН). Морфометрические исследования анатомического строения плодовых тел и генеративных структур были проведены с использованием микроскопов Nikon Eclipse E200 (Nikon, Japan) при увеличении  $\times 400$  и  $\times 1500$  и МБИ-10 (ЛЗОС, Россия) при увеличении  $\times 28$ . Срезы для микропрепаратов производились скальпелем в поперечном направлении через восстановленный в дистиллированной воде апотеций. Полученные срезы рассматривались также в дистиллированной воде. Реакция амилоидности сумок определялась реактивом Мельцера (Baral 1987, 1992). Таксономически значимые параметры измерялись в 10 повторностях (Роскин, Левинсон 1957; Hawksworth 1974; Барыкина и др. 2000; Благовещенская 2017). Изученные образцы каталогизированы и помещены в фонд регионального гербария VLA. Видовые названия грибов приведены, согласно Index Fungorum (2025).

Цитируемые образцы хранятся в гербарии (VLA), Биоресурсная коллекция ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН (регистрационный номер 2797657).

## Результаты и обсуждение

В ходе сезонного микологического мониторинга на территории Ботчинского заповедника были зарегистрированы весенние виды *Donadinia nigrella* (Seaver) M. Carbone, Agnello et P. Alvarado (рис. 3A), *Pseudoplectania melaena* (Fr.) Sacc. (рис. 3B), *P. nigrella* (Pers.) Fuckel (рис. 3C) из семейства Sarcosomataceae и гелвелловые виды *Paragyromitra infula* (Schaeff.) X. C. Wang et W. Y. Zhuang (рис. 3D), *Helvella elastica* Bull. (рис. 3E), *H. lacunosa* Afzel. (рис. 3F), которые отмечались там и ранее (Богачева, Бухарова 2020). Все указанные виды имеют сапротрофный тип питания, разлагают растительный опад.

Кроме вышеуказанных видов в сборах 2025 г. обнаружены апотеции довольно редкого, хотя и широко распространенного в умеренных широтах Евразии и Северной Америки, сумчатого гриба *Caloscypha fulgens* (Pers.) Boud. (рис. 4). Микологи в европейской части России регистрируют весной его плодоформирование почти ежегодно (GBIF 2025). На территории же Дальневосточного региона он имеет ограниченное количество подтвержденных образцами мест сбора. Два образца были собраны



**Рис. 3.** Весенние виды оперкулятных сумчатых грибов, отмеченных на территории заповедника Ботчинский: А – *Donadinia nigrella*; В – *Pseudoplectania melaena*; С – *P. nigrella*; D – *Paragyromitra infula*; E – *Helvella elastic*; F – *H. lacunosa* (фото авторов).

**Fig. 3.** Spring species of operculate ascomycetes recorded in the Botchinsky Nature Reserve: A – *Donadinia nigrella*; B – *Pseudoplectania melaena*; C – *P. nigrella*; D – *Paragyromitra infula*; E – *Helvella elastic*; F – *H. lacunosa* (photo by the authors).

в 1961 г. М. М. Назаровой в окрестностях Владивостока (VLA D-89) и в Уссурийском заповеднике (VLA D-90). После довольно длительного перерыва, в 2023 г. гриб был отмечен в Партизанском районе (коллектор Ю. В. Бочкарёва, VLA D-4656). Кроме Приморского края есть сведения о нахождении этого вида на территории Магаданской области. В лиственничниках Магаданского природного заповедника он был собран осенью на обожженной торфянистой почве (Сазанова 2009). В настоящей работе приводится первое подтвержденное свидетельство обнаружения *C. fulgens* не только в Ботчинском заповеднике, но и на территории Хабаровского края в целом.

Таким образом, на сегодняшний день микобиота государственного природного заповедника «Ботчинский» включает 43 вида грибов с оперкулятными сумками, объединенными в порядок Pezizales, подраздел Pezizomycotina отдела Ascomycota. Среди ООПТ Хабаровского края видовое разнообразие этой группы грибов выявлено наиболее полно.



**Рис. 4.** Апотеции гриба *Caloscypha fulgens* в мохово-осоковом покрове пихтово-елового леса (фото авторов).

**Fig. 4.** Apothecia of the fungus *Caloscypha fulgens* in the moss-sedge layer of a fir-spruce forest (photo by the authors).

### Благодарности

Авторы благодарят директора государственного природного заповедника «Ботчинский» С. В. Костомарова и инспектора охраны Д. М. Медведева за организацию и помощь в проведении полевых исследований.

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (тема № 124012400285-7).

### Литература (References)

- Барыкина Р. П., Веселова Т. Д., Девятов А. Г., Джалилова Х. Х., Ильина Г. М., Чубатова Н. В. 2000. Основы микротехнических исследований в ботанике. Справочное руководство. – М.: МГУ. 127 с. (Barykina R. P., Veselova T. D., Devyatov A. G., Dzhaililova K. K., Ilyina G. M., Chubatova N. V. 2000. Fundamentals microtechnique studies in botany. The reference manual. Moscow: Publishing company MGU, 127 pp. [In Russian].)
- Богачева А. В. 2008. Дискомицеты Большеехцирского заповедника // Материалы II съезда микологов России. Современная микология в России. Т. 2. – М.: Национальная академия микологии. С. 51–52. (Bogacheva A. V. 2008. Discomycetes of the Bolshehekhtsirsky Nature Reserve In: Proceedings of the II Congress of Mycologists of Russia. Modern mycology in Russia. Vol. 2. Moscow: National Academy of Mycology, pp. 51–52. [In Russian].)
- Богачева А. В. 2019. Дополнительные сведения о микобиоте Хабаровского края // Микология и фитопатология. Т. 53, № 3. С. 140–145. (Bogacheva A. V. 2019. New Data on the Khabarovsk Krai Mycobiota. *Mikologiya i Fitopatologiya* 53 (3): 140–145. [In Russian].) <https://doi.org/10.1134/S002636481903005X>
- Богачева А. В. 2021. Сведения о дискомицетах Шантарских островов (Хабаровский край) // Микология и фитопатология. Т. 55, № 3. С. 157–164. (Bogacheva A. V. 2021. Information on the discomycetes of the Shantar Islands (Khabarovsk Krai). *Mikologiya i Fitopatologiya* 55(3): 157–164. [In Russian].) <https://doi.org/10.31857/S002636482103003X>
- Богачева А. В., Бухарова Н. В. 2020. Весенние грибы елово-пихтовых лесов Ботчинского заповедника (Хабаровский край) // Микология и фитопатология. Т. 54, № 3. С. 157–161. (Bogacheva A. V., Bukharova N. V. 2020. Spring Fungi of Spruce-Fir Forests from the Botchinsky Nature Reserve (Khabarovsk Territory). *Mikologiya i Fitopatologiya* 54(3): 157–161. [In Russian].) <https://doi.org/10.31857/S0026364820030058>
- Благовещенская Е. Ю. 2017. Микологические исследования: основы лабораторной техники: Учебное пособие. – М.: ЛЕНАНД. 96 с. (Blagoveshchenskaya E. Yu. 2017. Mycological research: fundamentals of laboratory technology: Textbook. Moscow: LENAND, 96 pp. [In Russian].)



- Каратыгин И. В.** 1993. Козволюция грибов и растений // *Труды Ботанического института им. В. Л. Комарова* Вып. 9. 118 с. (**Karatygin I. V.** 1993. Coevolution of fungi and plants // *Proceedings of the V. L. Komarov Botanical Institute* Issue 9, 118 pp. [In Russian].)
- Сазанова Н. А.** 2009. Макромицеты Магаданской области. – Магадан: СВНЦ ДВО РАН, 196 с. (**Sazanova N. A.** 2009. Macromycetes of Magadan Region. Magadan: SVNTS FEB RAS, 196 p. [In Russian].)
- Сосудистые растения, водоросли и грибы государственного природного заповедника «Ботчинский».* 2015. – Владивосток: Дальнаука. 136 с. (*Vascular plants, algae and mushrooms of the Botchinsky State Nature Reserve.* 2015. Vladivostok: Dalnauka. 136 pp. [In Russian].)
- Ролл-Хансен Ф., Ролл-Хансен Х.** 1998. Болезни лесных деревьев. – СПб: СПб ЛТАб, 120 с. (**Roll-Hansen F., Roll-Hansen H.** 1998. Diseases of forest trees. St. Petersburg: St. Petersburg LTAb, 120 pp. [In Russian].)
- Роскин Г. И., Левинсон Л. Б.** 1957. Микроскопическая техника. – М.: Советская Наука. 476 с. (**Roskin G. I., Levinson L. B.** 1957. Microscopic technique. Moscow: Sovetskaya Nauka. 476 pp. [In Russian].)
- Шемаханова Н. М.** 1962. Микотрофия древесных пород. – М.: АН СССР. 375 с. (**Shemakhanova N. M.** 1962. Mycotrophy of tree species. M.: USSR Academy of Sciences. 375 pp. [In Russian].)
- Baral H. O.** 1987. Lugol's solution/IKI versus Melzer's reagent: hemiamyloidity, a universal feature of the ascus wall. *Mycotaxon* 29: 399–450.
- Baral H. O.** 1992. Vital versus herbarium taxonomy; morphological differences between living and dead cells of ascomycetes, and their taxonomic implications. *Mycotaxon* 46 (2): 333–390.
- The Global Biodiversity Information Facility.* 2025. <https://www.gbif.org/species/2593405> (accessed on 14 July 2025)
- Bogacheva A. V., Bochkareva Yu. V.** 2024. New data from the discomycetes mycobiota of the Komsomolsky natural reserve (Khabarovsk Region, Russia). *Mikologiya i Fitopatologiya* 58(2): 118–123. <https://doi.org/10.31857/S0026364824020035>
- Hawksworth D. L.** 1974. Mycologist's handbook: An Introduction to the Principles of Taxonomy and Nomenclature in the Fungi and Lichens. Surrey: CAB International, 231 pp.
- Index Fungorum.* 2025. <https://www.indexfungorum.org/names/names.asp> (accessed on 14 July 2025)
- Kirk P. M., Cannon P. F., Minter D. W., Stalpers J. A.** 2008. Ainsworth et Bisby's Dictionary of the fungi. Wallingford: CABI, 771 pp.
- Rebriev Yu. A., Bogacheva A. V., Bukharova N. V.** et al. 2023. New species of macromycetes for regions of the Russian Far East. 4. *Mikologiya i Fitopatologiya* 57(4): 281–290. <https://doi.org/10.31857/S0026364823040104>, <https://elibrary.ru/vvgaqb>
- Schumacher T., Holst-Jensen A.** 1997. A synopsis of the genus *Scleromitrella* (= *Verpatinia*) (Ascomycotina: Helotiales: Sclerotiniaceae) *Mycoscience* 38: 55–69.



УДК 576.89

DOI: 10.25221/2782-1978\_2025\_4\_2

<https://elibrary.ru/xqebbn>

## Обнаружение церкарий рода *Diplodiscus* Diesing, 1836 (Platyhelminthes, Trematoda, Diplodiscidae) с выростами на тегументе

Анна Владимировна Израильская<sup>✉</sup>, Владимир Владимирович Беспрозванных  
Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН,  
Владивосток, 690022, Российская Федерация

<sup>✉</sup> Автор-корреспондент, e-mail: Anna.kharitonova92@yandex.ru

Получена 23 сентября 2025 г.; принята к публикации 14 ноября 2025 г.

**Аннотация.** На юге российского Дальнего Востока у моллюсков *Gyraulus centrifugops* обнаружены церкарии рода *Diplodiscus*, имеющие роговидные выросты на поверхности тегумента. Для этих церкарий получены морфометрические и молекулярно-генетические характеристики, на основании которых они отнесены к виду *Diplodiscus mechrai*. Обсуждаются возможные причины образования нехарактерных для церкариев рода *Diplodiscus* выростов на тегументе.

**Ключевые слова:** трематоды, церкарии, *Diplodiscus mechrai*, морфология, юг Дальнего Востока России, 28S рРНК.

## Detection of cercariae of the genus *Diplodiscus* Diesing, 1836 (Platyhelminthes, Trematoda, Diplodiscidae) exhibiting outgrowths on the tegument

Anna V. Izrilskaia<sup>✉</sup>, Vladimir V. Besprozvannykh

Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity, Far Eastern Branch of Russian Academy of Sciences, Vladivostok, 690022, Russian Federation

<sup>✉</sup> Corresponding author, e-mail: Anna.kharitonova92@yandex.ru

Received September 23, 2025; accepted November 14, 2025

**Abstract.** In the southern Russian Far East, cercariae of the genus *Diplodiscus* possessing horn-like projections on the tegument surface were discovered in the mollusks *Gyraulus centrifugops*. Morphometric and molecular genetic data were obtained for these cercariae. Based on this analysis, the trematodes were identified as belonging to the species *Diplodiscus mechrai*. Possible reasons for the emergence of these tegumental projections, which are atypical for cercariae of the genus *Diplodiscus*, are discussed.

**Key words:** Trematoda, cercariae, *Diplodiscus mechrai*, morphology, southern Russian Far East, 28S rRNA.

## Введение

Трематоды *Diplodiscus mechrai* Pande, 1937 и *Diplodiscus japonicus* (Yamaguti, 1936) – паразиты кишечника лягушек *Rana* spp. и других земноводных, а также змей и пресноводных моллюсков. Эти сосальщики обнаруживались в Индии и на территории Восточноазиатского региона (Sey 1991). Данные о жизненном цикле и морфологии стадий развития были изучены В. В. Беспрозванных с соавторами для *D. mechrai* и *D. japonicus* с юга Дальнего Востока России (Besprozvannykh et al. 2018). Кроме того, в работе В. В. Беспрозванных с соавторами (Besprozvannykh et al. 2018) на основании молекулярных исследований установлена валидность этих видов трематод, что в дальнейшем было подтверждено в исследовании других авторов (An et al. 2022).

Нами, при обследовании на инфицированность трематодами пресноводного водоёма, расположенного в пределах города Владивосток, был обнаружен моллюск *Gyraulus centrifugops* (Prozorova & Starobogatov, 1997), выделяющий церкарии рода *Diplodiscus* Diesing 1836. Ранее у указанного вида моллюсков в том же водоёме В. В. Беспрозванных с соавторами (Besprozvannykh et al. 2018) выявили церкарии

*D. mechrai* и *D. japonicus*. Церкарии из нашего материала имели нехарактерную для *Diplodiscus* особенность структуры тегумента – небольшие выросты на его поверхности, по форме и расположению напоминающие рога и поэтому названные здесь роговидными. Цель данной работы – идентификация этих необычных церкарий (размер шрифта). Для этого нами были получены морфологические и молекулярные данные, представленные в данной статье.

### Материал и методы

Моллюски *G. centrifugops*, выделяющие церкарий рода *Diplodiscus*, были обнаружены в водоёме у железнодорожной станции Чайка (г. Владивосток) в сентябре 2024 г. Всего было обследовано 30 моллюсков, один из которых был заражен трематодами рода *Diplodiscus*.

Морфология церкарий изучалась на живых особях. Промеры церкарий осуществлялись на особях, фиксированных горячим формалином. Все проведенные измерения приведены ниже (таблица). Изучение морфологии трематод проходило под бинокулярными микроскопами Микромед MC1 вариант 2С и ЛабоМед-4 вариант 4.

ДНК была выделена из двух церкарий с помощью метода HotSHOT (Truett et al. 2000). Частичная последовательность гена 28S рРНК (28S) амплифицирована методом полимеразной цепной реакции (ПЦР) с использованием праймеров digl2 (5'-AAGCATATCACTAAGCGG-3') и 1500R (5'-GCT ATC CTG AGG GAAACTTCG-3') (Tkach et al. 2003). Продукты ПЦР секвенировали методом терминирующего синтеза по Сэнгеру с применением набора BigDye v. 3.1 Terminator Cycle Sequencing kit фирмы Applied Biosystems, США. Считывание продуктов секвенальной реакции осуществлялось с помощью генетического анализатора ABI 3500 на базе Федерального научного центра биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН. Обработка последовательностей проводилась с использованием программ FinchTV 1.4 и MEGA 5.0 (Tamura et al. 2011). Полученные нуклеотидные последовательности зарегистрированы в National Center for Biotechnology Information (NCBI) (<https://www.ncbi.nlm.nih.gov>) под номерами PX387889–PX387890.

### Результаты

#### Морфологические характеристики «рогатых» церкарий рода *Diplodiscus*

Церкарий (по пяти живым экземплярам) (таблица; рисунок С–Е). Тело листовидное, слабо прозрачное, из-за пигмента серое. Тегумент с выраженными роговидными выростами. По обе стороны тела, на уровне пищевода, расположены пигментные глазки. На переднем конце тела находятся длинные, чувствительные волоски. Фаринкс терминальный, с двумя придатками. Пищевод короткий, с бульбусом. Бифуркация кишечника на уровне границы передней и средней трети тела. Ветви кишечника доходят до уровня середины брюшной присоски. Брюшная присоска расположена терминально размещается на заднем конце тела. В полости брюшной присоски есть дополнительная присоска. Зачаток семенника поперечно-овальный, находится сразу перед брюшной присоской. Зачаток яичника лежит справа от медианной линии тела на уровне семенника. Цистогенные железы занимают пространство от заднего конца тела до придатков фаринкса. Мочевой пузырь Т-образный. Два главных собирательных канала экскреторной системы располагаются слева и справа от медианной линии тела и достигают пигментных глазков, где поворачивают и тянутся в направлении заднего конца тела. На середине тела каждый из них разделяется на два канала второго порядка. Один из этих каналов достигает фаринкса, а второй – брюшной

**Таблица.** Размеры церкарий рода *Diplodiscus* (μm).

**Table.** Measurements of cercariae of the genus *Diplodiscus* (μm).

Признаки Characteristics	«рогатые» <i>Diplodiscus</i> "horned" <i>Diplodiscus</i>	<i>D. mechrai</i> (Besprozvannykh et al. 2018)	<i>D. japonicus</i> (Besprozvannykh et al. 2018)
Длина тела Body length	327–339*	510–670	300–360*
Ширина тела Body width	270–289*	300–370	190–260*
Длина фаринкса с придатками Length of pharynx with appendages	96–142	120–140	84–127
Ширина фаринкса с придатками Width of pharynx with appendages	81–116**	89–95**	61–72
Длина бульбуса Length of bulb	42**	38–45**	33–35
Ширина бульбуса Width of bulb	23–27**	28–34**	14–19
Длина брюшной присоски Ventral sucker length	85–108*	120–150	112–140*
Ширина брюшной присоски Ventral sucker width	158–173*	220–300	150–178*
Длина зачатка семенника Length of the testicular rudiment	46–65	59–62	55–58
Ширина зачатка семенника Width of the testicular rudiment	73–77**	89–91**	61–63
Длина хвоста Tail length	847–1.155**	1.120–1.160**	720–830
Ширина хвоста Tail width	108–139**	110–130**	78–89

**Примечания.** \* – показатели метрического сходств «рогатых» церкарий *Diplodiscus* и церкарий *D. japonicus*; \*\* – показатели метрического сходства «рогатых» церкарий *Diplodiscus* и церкарий *D. mechrai*.

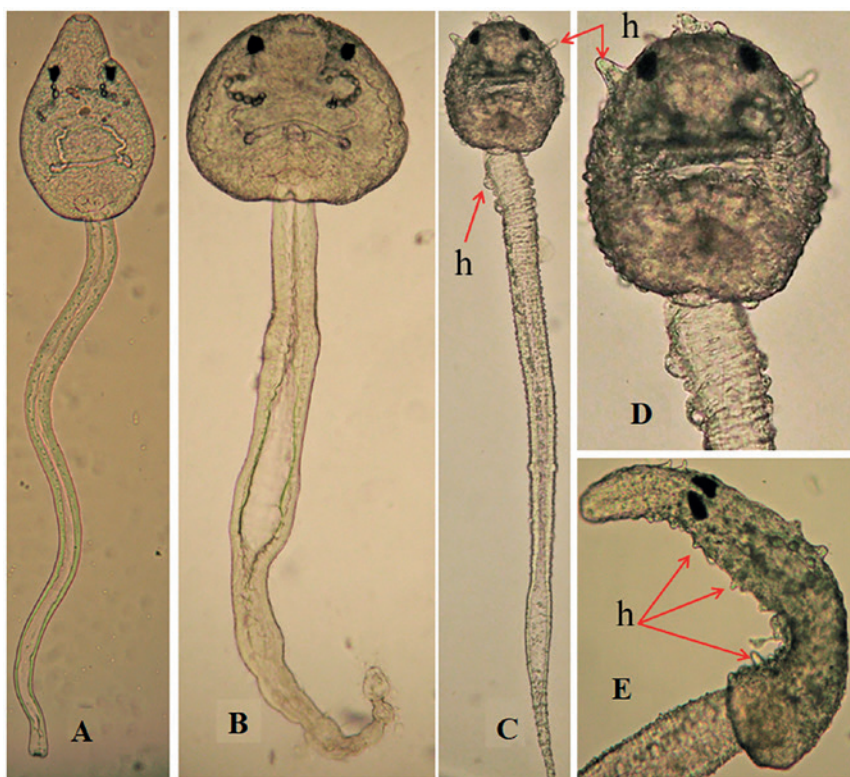
**Note.** \* – morphometric similarity between the “horned” *Diplodiscus* cercariae and *D. japonicus* cercariae;

\*\* – morphometric similarity between the “horned” *Diplodiscus* cercariae and *D. mechrai* cercariae.

присоски. В районе брюшной присоски канал разделяется на три ветви, каждая из которых, в свою очередь, включает три канальца, заканчивающихся небольшими расширениями. В главных собирательных каналах находится 20–21 гранула. Хвост церкарий в два–три раза длиннее тела.

#### Генотипирование

Длина полученных нами нуклеотидных последовательностей составила 1196 пар нуклеотидов. Их сравнение с имеющимися в базе данных Genbank (NCBI) последовательностями показало их идентичность у обсуждаемых образцов и KX506856–KX506857 *D. mechrai* у церкарий, собранных в том же водоёме в 2017 г. (Besprozvannykh et al. 2018).



**Рисунок.** Церкарии рода *Diplodiscus*: (A) церкарий *Diplodiscus japonicus* (по Besprozvannykh et al. 2018); (B) церкарий *Diplodiscus mechrai* (по Besprozvannykh et al. 2018); (C–E) «рогатые» церкарии *Diplodiscus mechrai*. Условные обозначения: h – роговидные выросты.

**Figure.** Cercariae of the genus *Diplodiscus*: (A) *Diplodiscus japonicus* cercaria (after Besprozvannykh et al. 2018); (B) *Diplodiscus mechrai* cercaria (after Besprozvannykh et al. 2018); (C–E) «horned» *Diplodiscus mechrai* cercariae. Abbreviations: h – horn-shaped outgrowths.

### Обсуждение

За исключением выростов на тегументе обнаруженные церкарии по морфологическим характеристикам идентичны церкариям видов *D. mechrai* и *D. japonicus* (рисунок). Какие-либо публикации о находках «рогатых» церкарий у трематод рода *Diplodiscus* нам не известны. Что касается метрических данных, «рогатые» церкарии имеют сходство и различия как с видом *D. mechrai*, так и с *D. japonicus* (таблица). Кроме того, наблюдение за поведением обнаруженных церкарий показало, что они, в отличие от церкарий известных видов рода, не образуют метацеркарий. Формирование метацеркарий после продолжительного активного плавания характерно как для *D. mechrai*, так и для *D. japonicus*. Таким образом, особенности структуры тегумента у обнаруженных нами церкарий, а также неспособность их к инцистированию и различия в метрических показателях с церкариями видов *D. mechrai* и *D. Japonicas*, дают основание считать трематод, имеющих «рогатых» церкарий, не принадлежащими этим видам. Однако, несмотря на морфометрические и биологические различия между трематодами, обнаруженными нами и *D. mechrai*, молекулярно-генетические характеристики уверенно указывают на принадлежность этих червей к одному виду.

На основании вышеизложенного возникает вопрос о причине выраженных изменений в структуре и поведении церкарий *D. mechrai*. Первая причина, по нашему мнению, – это отсутствие возможности осуществления трематодой полного жизненного цикла. Как известно, в условиях российского Дальнего Востока роль окончательных хозяев этого вида исполняют представители рода *Rana* spp., которые инфицируются на стадии головастика, заглатывая церкарии либо метацеркарии в процессе питания. Трематоды оказываются в кишечнике головастика, где и достигают половозрелой стадии по мере взросления лягушки (Besprozvannykh et al. 2018). Моллюски, выделяющие «рогатых» церкарий *D. mechrai*, были обнаружены осенью, когда в водоёмах уже не встречались головастики. То есть механизм продуцирования церкарий продолжал работать уже вхолостую из-за отсутствия возможности инфицирования окончательного хозяина. В таких условиях возможно предположить вырождение трематод, проявляющееся в новообразованиях тегумента церкарий *D. mechrai* и отсутствии формирования метацеркарной стадии развития.

Вторая возможная, по нашему мнению, причина изменения морфологии церкарий – токсическое воздействие загрязняющих веществ на хозяина и, опосредованно, на трематод, поскольку водоём, где собраны моллюски, сильно замусорен и расположен вблизи железнодорожных путей и станций.

Однако для выяснения, с чем действительно связано образование выростов тегумента у церкарий *D. mechrai*, необходимы дополнительные исследования, включающие определение качества воды и грунта указанного водоёма и, возможно, более глубокое изучение молекулярных характеристик таких трематод.

### Финансирование

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (тема № 121031000154-4).

### Литература (References)

- An Q., Qiu Y. Y., Lou Y. et al. 2022. Characterization of the complete mitochondrial genomes of *Diplodiscus japonicas* and *Diplodiscus mehari* (Trematoda: Diplodiscidae): Comparison with the members of the superfamily Paramphistomoidea and phylogenetic implication. *International Journal for Parasitology: Parasites and Wildlife* 5(19): 9–17. <https://doi.org/10.1016/j.ijppaw.2022.07.009>
- Besprozvannykh V. V., Rozhkov K. V., Ermolenko A. V. et al. 2018. *Diplodiscus mehari* Pande, 1937 and *D. japonicus* (Yamaguti, 1936): morphology of developmental stages and molecular data. *Helminthologia* 55(1): 60–69. <https://doi.org/10.1515/helm-2017-0049>
- Sey O. 1991. CRC Handbook of the zoology of Amphistomes. Boston, 480 pp.
- Tamura K., Peterson D., Peterson N. et al. 2011. MEGA5, Molecular evolutionary genetic analysis using maximum likelihood, evolutionary distance and maximum parsimony methods. *Molecular Biology and Evolution* 28: 2731–2739. <https://doi.org/10.1093/molbev/msr121>
- Tkach V. V., Littlewood D. T. J., Olson P. D. et al. 2003. Molecular phylogenetic analysis of the Microphalloidea Ward, 1901, (Trematoda, Digenea). *Systematic Parasitology* 56: 1–15. <https://doi.org/10.1023/a:1025546001611>
- Truett G. E., Heeger P., Mynatt R. L. et al. 2000. Preparation of PCR-quality mouse genomic DNA with hot sodium hydroxide and tris (HotSHOT). *BioTechniques* 29: 52–54. <https://doi.org/10.2144/00291bm09>



УДК 597.554.3; 594.1

DOI: 10.25221/2782-1978\_2025\_4\_3

<https://elibrary.ru/tajplm>

## О взаимоотношениях горчаков рода *Rhodeus* Agassiz, 1832 (Cyprinidae) и двустворчатых моллюсков семейства Unionidae в бассейне р. Раздольная (Приморский край)

Елена Михайловна Саенко

Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН,  
Владивосток, 690022, Российская Федерация  
E-mail: [sayenko@biosoil.ru](mailto:sayenko@biosoil.ru)

Получена 29 августа 2025 г.; принята к публикации 14 ноября 2025 г.

**Аннотация.** Обсуждаются новые данные о взаимоотношениях горчаков рода *Rhodeus* и унионид *Sinanodonta schrenkii* и *Nodularia douglasiae*, обитающих в бассейне р. Раздольная. Впервые для этого бассейна икра горчаков обнаружена в жабрах беззубок *S. schrenkii* из оз. Лотос (Уссурийский городской округ, Приморский край). Приводятся морфологические признаки разных этапов развития предличинки *R. sericeus* в *Nodularia douglasiae* в сравнении с литературными данными.

**Ключевые слова:** моллюски, *Sinanodonta schrenkii*, *Nodularia douglasiae*, рыбы-остракофилы, *Rhodeus*, предличинки, бассейн р. Раздольная.

## On the relationship between bitterlings of the genus *Rhodeus* Agassiz, 1832 (Cyprinidae) and unionid bivalve mollusks in the Razdolnaya River basin (Primorsky Krai)

Elena M. Sayenko

Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity, Far Eastern Branch of the  
Russian Academy of Sciences, Vladivostok, 690022, Russian Federation  
E-mail: [sayenko@biosoil.ru](mailto:sayenko@biosoil.ru)

Received August 29, 2025; accepted November 14, 2025

**Abstract.** New data on the relationships of bitterlings of the genus *Rhodeus* with species of the family Unionidae *Sinanodonta schrenkii* and *Nodularia douglasiae* from the Razdolnaya River basin are discussed. In this basin, bitterling eggs were discovered for the first time in the gills of *S. schrenkii* from Lake Lotos (Ussuriysk Urban District, Primorsky Krai). The morphological features of different stages of the *R. sericeus* prelarvae development in mussels *N. douglasiae* are presented in comparison with published data.

**Keywords:** mollusks, *Sinanodonta schrenkii*, *Nodularia douglasiae*, bitterlings, *Rhodeus*, prelarvae, Razdolnaya River basin.

## Введение

Среди отличающихся разными особенностями нереста экологических групп рыб особое место занимают остракофилы – это рыбы, откладывающие икру при нересте в пресноводных двустворчатых моллюсков (Крыжановский 1949; Крыжановский и др. 1951; Aldridge 1999; Макеева и др. 2011). Основную часть остракофилов (далее таксономия приводится по FishBase <<https://www.fishbase.se/search.php>> и Eschmeyer's Catalog of Fishes <<https://researcharchive.calacademy.org/research/ichthyology/catalog/fishcatmain.asp>>) составляют горчакоподобные Acheilognathidae, большинство видов которых обитает на территории Восточной Азии: это колючие горчаки *Acheilognathus* Bleeker, 1860, горчаки танакия *Tanakia* Jordan et Thompson, 1914 и паратанакия *Paratanakia* Chang, Chen et Mayden 2014, а также обыкновенные горчаки *Rhodeus* Agassiz, 1832. Также к остракофилам относятся некоторые виды пескариевых Gobionidae, а именно: пескари-лени *Sarcocheilichthys* Bleeker, 1860

(Kondo et al. 1984; Барабанщиков 2004; Smith et al. 2004; Liu et al. 2006; Reichard et al. 2007a, 2007b; Хлопова 2009 и др.).

Эмбриональный период развития рыб, когда питание идет за счет желтка, можно упрощенно разделить на этап икринки (до вылупления зародышей) и предличинки (после вылупления), при этом в моллюсках основное время развития остракофильных рыб занимает именно эмбриональный период (икринка и предличинка), а следующий, личиночный период развития, характеризующийся переходом на экзогенное питание фито- и зоопланктоном, наступает только перед самым выходом из моллюска (Макеева 1992). У горчаков зародыши вылупляются из оплодотворенных икринок в течение нескольких дней, а затем предличинки развиваются в жабрах моллюсков около месяца (Li et al. 2022 и др.).

Если у горчаков икра сразу должна попасть в пространство между жаберными нитями, где и происходит дальнейшее развитие эмбрионов, то у пескарей-леней *Sarcocheilichthys lacustris* (Dybowski, 1872) икра вначале развивается в мантийной полости моллюска и лишь затем предличинки крепятся к жаберным филаментам с помощью развитых грудных плавников (Крыжановский и др. 1951; Барабанщиков 2004; Smith et al. 2004; Sayenko, Khloпова 2009).

В бассейне Раздольной на данный момент отмечают несколько видов горчаков, это обыкновенный горчак *Rhodeus sericeus* (Pallas, 1776) и два вида колючих горчаков рода *Acheilognathus* – *A. chankaensis* (Dybowski, 1872) и *A. asmussii* Dybowski, 1872 (Шедько 2001; Барабанщиков, Магомедов 2002; Новиков и др. 2002; Таразанов 2003; Колпаков 2008; Максимов и др. 2025).

Сведений по остракофильному нересту рыб с использованием беззубок рода *Sinanodonta* Modell, 1944 в бассейне Раздольной до настоящего времени не было. Для унioniда бассейна р. Раздольная икру и предличинки остракофильных рыб указывали только в перловицах *Nodularia douglasiae* (Griffith et Pidgeon, 1834), при этом были получены первые данные по остракофильному нересту горчаков (Саенко, Палатов 2023; Вайнутис, Богатов 2024).

Данное исследование является продолжением ранее начатых работ по взаимоотношениям унioniда и горчаков в бассейне р. Раздольная.

### Материал и методы

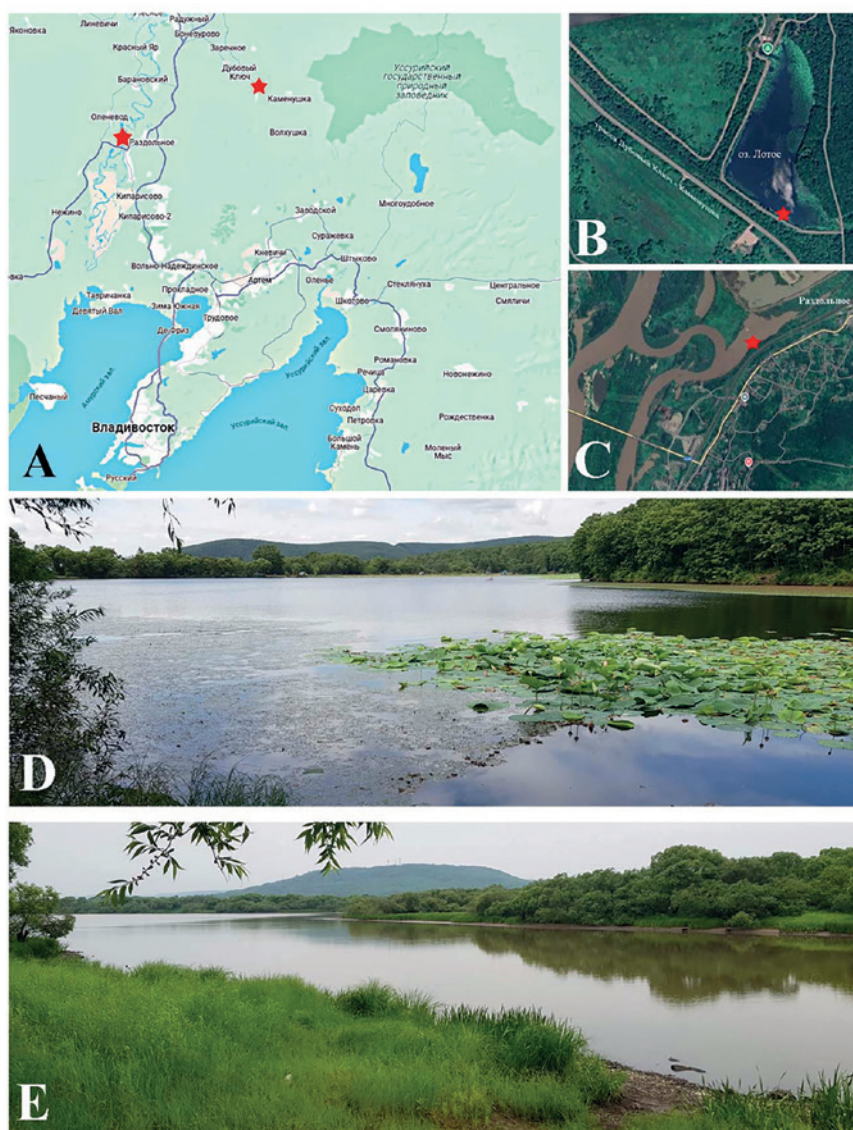
Материалом для работы послужили двустворчатые моллюски из бассейна р. Раздольная (сборщики Е. М. Саенко, И. А. Родионов) (рис. 1, 2): 1) беззубки *Sinanodonta schrenkii* Lea, 1870, сборы 2021, 2023 и 2024 гг. в оз. Лотос за селом Дубовый Ключ Уссурийского городского округа Приморского края (координаты 43°38'48.7" N, 132°09'22.0" E); 2) перловицы *Nodularia douglasiae*, сборы 2023 г. в старице р. Раздольная у железнодорожной станции «Раздольное» (координаты 43°33'26.2" N, 131°54'35.8" E).

Беззубок *S. schrenkii* проверяли в 2021 и 2023 гг. с июня по сентябрь, а в 2024 г. – с апреля по ноябрь включительно. В 2023 г. сбор перловиц *Nodularia douglasiae* в старице р. Раздольная провели только в июне и июле, т. к. весной была очень высокая вода.

Предварительный осмотр моллюсков проводили на месте, экземпляры с обнаруженными икрой и предличинками фиксировали 75% этиловым спиртом.

Видовые названия моллюсков даются согласно последним ревизионным данным (Bolotov et al. 2020; Lopes-Lima et al. 2020).

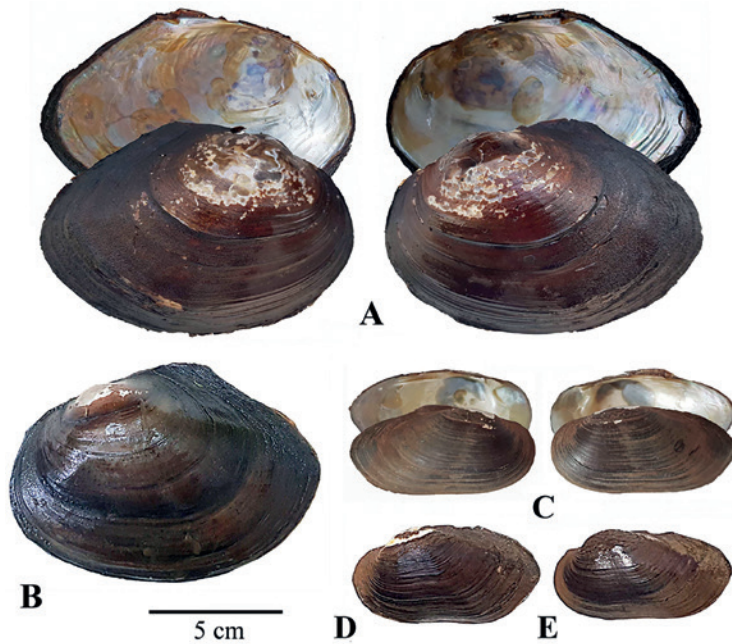




**Рис. 1.** Места сбора материала (обозначены звездочкой): А – карта-схема части бассейна р. Раздольная; В – спутниковое фото оз. Лотос; С – спутниковое фото старицы р. Раздольная у железнодорожной станции «Раздольное»; D – фотография оз. Лотос в месте сбора моллюсков; E – фотография старицы р. Раздольная.

**Fig. 1.** Sampling sites (indicated by an asterisk): A – map of a section of the Razdolnaya River basin; B – satellite image of Lake Lotos; C – satellite image of an oxbow of the Razdolnaya River near the Razdolnoye railway station; D – photograph of Lake Lotos at the mollusk sampling site; E – photograph of the Razdolnaya River oxbow.

Для описания локализации икры в синанодонтах применялась следующая методика (по: Baek, Song 2005): вертикальная линия условно делит каждую полужабру на переднюю и заднюю (сифональную) половины, а две горизонтальные линии – на дорсальный (граничащий с наджаберной камерой), средний и вентральный (брюшной) участки, так что каждая полужабра в итоге разделялась на 6 фрагментов.



**Рис. 2.** Раковины моллюсков, в которых обнаружены икра и предличинки горчаков: А, В – *Sinanodonta schrenkii* из оз. Лотос; С–Е – *Nodularia douglasiae* из старицы р. Раздольная.

**Fig. 2.** Shells of unionid mussels containing bitterling eggs and prelarvae: А, В – *Sinanodonta schrenkii* from Lake Lotos; С–Е – *Nodularia douglasiae* from an oxbow of the Razdolnaya River.

Для описания размеров икринок используется понятие длинного и короткого диаметров. Для предличинок измеряли стандартную длину (L), длину желточного мешка, высчитывали процент длины желточного мешка от длины предличинки.

Описание икры и определение предличинок рыб делалось по опубликованным ранее исследованиям (Крыжановский 1949; Крыжановский и др. 1951; Balon 1962; Макеева 1976; Smith et al. 2004; Макеева и др. 2011). При описании икры учитывали следующие признаки: место локализации (в жабрах как у горчаков, а не в мантийной полости, как у пескарей-леней), форма и размеры.

Промеры икры и предличинок, их фотографии выполнены в Центре коллективного пользования «Биология и генетическая инженерия» (ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН) на бинокуляре AxioCam MRc (Carl Zeiss, Германия) с использованием камеры AxioCam HRc и программы Axiovision 4.6, а также в лаборатории пресноводной гидробиологии (ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН) на бинокулярном микроскопе МБС-10 и световом микроскопе Nikon.

### Результаты и обсуждение

**Икра горчаков в беззубках *Sinanodonta schrenkii*.** В 2021 и 2023 гг. икра и предличинки горчаков в синанодонтах не были обнаружены. Только 24 апреля 2024 г. в 5-ти беззубках из 12-ти просмотренных была найдена икра, по признакам принадлежащая горчакам рода *Rhodeus*. В июньских (15 экз.) и более поздних сборах того же года предличинки обнаружены не были, поэтому, учитывая обитание обыкновенного горчака *R. sericeus* в бассейне р. Раздольная, можно предположить, что найденная икра относится к данному виду горчаков.

Длина раковин беззубок, содержащих икру горчаков, составила 11–13.5 см (рис. 2А, В). Максимальное количество икринок на одну беззубку – 23 штуки. Согласно опубликованным сведениям по Европе, количество икринок горчаков составляло не менее 100 штук на одну двустворку (Mills, Reynolds 2003) и эти результаты, на первый взгляд, существенно превышают как опубликованные ранее данные по дальневосточному региону (Клишко 2012; Саенко, Палатов 2023; Вайнутис, Богатов 2024), так и вновь полученные. Однако при сравнении следует учитывать такие факторы, как размер моллюсков, численность моллюсков, численность горчаков и т. п., а также недостаточную степень изученности взаимоотношений моллюсков и горчаков в водоемах Дальнего Востока.

Икринки горчаков были локализованы во всех полужабрах моллюсков, наружных и внутренних, а именно – в задней половине полужабр в их средней и нижней частях (рис. 3, табл. 1). Ни одной икринки в дорсальной, граничащей с наджаберной камерой, части и в передней половине полужабр не обнаружено.

По форме найденные в синанодонтах икринки продолговато-удлиненные: эллипсовидные и грушевидные (в английской литературе используются термины «reag» – грушевидная, либо «bulb like» – в виде лампочки) с оттянутым заууженным концом, на котором находится анимальный полюс (рис. 3). Овальная и грушевидная формы ооцитов и икринок характерны для колючего и обыкновенного горчаков. Грушевидная форма яйцеклетки особенно выражена у колючего горчака, что связывают с его большей плодовитостью, следовательно, икринки развиваются в условиях худшего снабжения кислородом (Соин 1968; Чмилевский 2009).

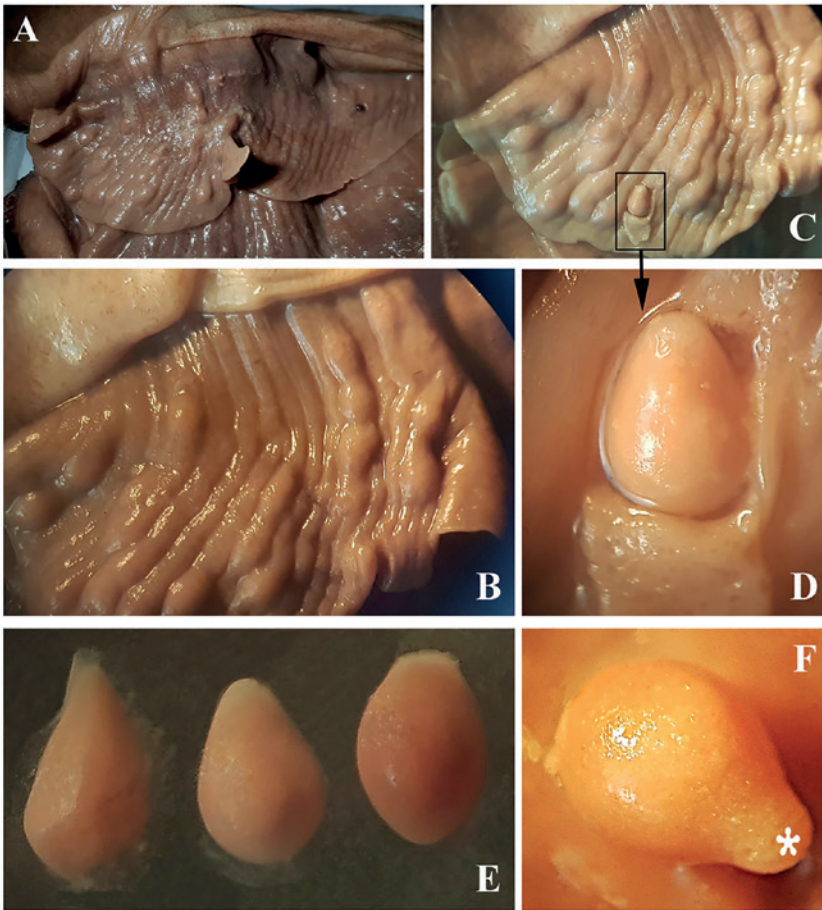
Длинный диаметр собранных в синанодонтах икринок составил 2.7–3.35 мм, короткий диаметр – до 1.85 мм. Разброс величин и разная форма икринок свидетельствуют о том, что эмбрионы находились на разных стадиях развития.

Согласно опубликованным данным, у обыкновенного горчака *Rhodeus sericeus* размер ооцитов и икринок сразу после оплодотворения составляет 2.1–2.6 мм по длинному диаметру (Aldridge 1999; Smith et al. 2004; Саенко, Хлопова 2009; Макеева и др. 2011; Саенко, Палатов 2023), что меньше размера икринок, обнаруженных в синанодонтах из оз. Лотос. Это может быть связано с идущим процессом обводнения найденных икринок, либо они принадлежат другому виду горчаков. Опубликованные указания на остракофильный нерест представителями других видов рода *Rhodeus* с использованием синанодонт на данный момент отсутствуют.

Согласно опубликованным данным, икру и предличинки рыб в жабрах беззубок *Sinanodonta schrenkii* на территории Дальнего Востока России находили только в моллюсках из бассейна Амура. Так, для синанодонт р. Амур отмечены предличинки обыкновенных и колючих горчаков *Rhodeus sericeus*, *R. amurensis* (Vronsky, 1967), *Acheilognathus asmussii* (Хлопова 2009; Sayenko, Khloпова 2009; Барабанщиков 2022), для синанодонт р. Уссури – икра и предличинки обыкновенных и колючих горчаков *R. sericeus*, *R. amurensis*, *A. asmussii*, а также икра пескаря-леня *Sarcocheilichthys lacustris* (Барабанщиков 2022), для синанодонт оз. Ханка – предличинки горчаков и икра пескаря-леня *S. lacustris* (Барабанщиков 2004) (табл. 2).

В Корее размер икринок горчаков *Acheilognathus signifer* Berg, 1907, извлеченных из полужабр перловиц *Nodularia sinuolata* Martens, 1905 (= *Unio douglasiae sinuolatus*), составил по длинному диаметру 2.09–3.39 мм (Baek, Song 2005). В Забайкалье икринки обыкновенного горчака, извлеченные из жабр перловиц *N. douglasiae*, имели размеры до 4.3 мм (длинный диаметр) и 2.3–2.6 мм (короткий диаметр) (Клишко 2012).





**Рис. 3.** Жабры беззубки *Sinanodonta schrenkii* с икрой горчака внутри (A–C) и извлеченная икра горчака *Rhodeus sericeus* (D–F): A – наружная полужабра моллюска с инкапсулированными икринками горчака; B – передняя часть наружной полужабры с инкапсулированными икринками горчака; C – задняя (сифональная) часть наружной полужабры с инкапсулированными икринками горчака; D – фрагмент полужабры с вскрытой капсулой, в которой находится икринка горчака; E, F – икра горчака из жабр моллюсков с вариациями размеров и формы, звездочкой обозначен анимальный полюс.

**Fig. 3.** Gills of the anodontine bivalve *Sinanodonta schrenkii* with encapsulated bitterling eggs (A–C) and extracted eggs of *Rhodeus sericeus* (D–F): A – outer demibranch of the mollusk with encapsulated bitterling eggs; B – anterior part of the outer demibranch with encapsulated bitterling eggs; C – posterior (siphonal) part of the outer demibranch with encapsulated bitterling eggs; D – fragment of a demibranch with an opened capsule containing a bitterling egg; E, F – bitterling eggs extracted from the mollusk gills, showing variations in size and shape; the asterisk indicates the animal pole.

Размер моллюска-хозяина может быть важным фактором, определяющим выбор горчака. Ранее в ходе экспериментов было показано, что горчаки предпочитают использовать более крупных хозяев в качестве нерестилища, т. е. вероятность нереста у рыб возрастала с увеличением размера подсаженных двустворок (Choi, Lee 2024). Крупные раковины беззубок *Sinanodonta* по сравнению, например, с более

**Табл. 1.** Количество собранной икры горчака *Rhodeus sericeus* в полужабрах моллюсков *Sinanodonta schrenkii*.

**Tab. 1.** Number of bitterling (*Rhodeus sericeus*) eggs found in the gill demibranchs of the anodontine bivalve *Sinanodonta schrenkii*.

N	Правые полужабры моллюска Bivalve right demibranchs		Левые полужабры моллюска Bivalve left demibranchs	
	Наружная Outer	Внутренняя Inner	Наружная Outer	Внутренняя Inner
23	17	3	1	2
17	2	2	10	3
13	4	1	6	2
12	8	2	0	2
21	4	2	12	3

**Примечание.** N – общее количество икры горчака в моллюске.

**Note.** N – total number of bitterling eggs per mollusk.

**Табл. 2.** Литературные данные по местам находок унионид в Приморском крае с икрой и предличинками рыб в жабрах моллюсков.

**Tab. 2.** Published records of unionid mussels in Primorsky Krai found with fish eggs and prelarvae in their gills.

Моллюск-хозяин Host bivalve	Рыба-остракофил Ostracophile fish	Место сбора Locality	Ссылка Reference
<i>Lanceolaria</i> spp.	пескарь-лень <i>Sarcocheilichthys lacustris</i> (= <i>S. sinensis</i> )	оз. Ханка, юго-западное побережье у канала Астраханской насосной станции	Барабанщиков 2004
<i>Sinanodonta</i> spp.	горчак <i>Rhodeus</i> spp.		
<i>Lanceolaria</i> spp., <i>Sinanodonta</i> spp.	пескарь-лень <i>Sarcocheilichthys lacustris</i>	р. Уссури, залив Эндопал	Барабанщиков 2022
<i>Nodularia douglasiae</i> , <i>Sinanodonta</i> spp., <i>Buldotskia</i> spp.	обыкновенные горчаки рода <i>Rhodeus</i> , колючий горчак <i>Acheilognathus asmusii</i>	р. Уссури, от заливов Эндопал и Олейника ниже слияния рек Уссури и Арсеньевка до залива Первого выше по р. Уссури от г. Дальнереченска	Барабанщиков 2022
<i>Nodularia douglasiae</i>	обыкновенный горчак <i>Rhodeus sericeus</i>	р. Раздольная, старица у железнодорожной станции «Раздольное»	Саенко, Палатов 2023
<i>Nodularia douglasiae</i>	обыкновенный горчак <i>Rhodeus sericeus</i>	р. Раздольная, искусственное озеро	Вайнутис, Богатов 2024

мелкими беззубками *Buldotskia* Moskvicheva, 1973 или перловицами *Nodularia* Conrad, 1853, обитающими вместе с синанодонтами в бассейне Раздольной, в этом случае должны бы быть более привлекательны для горчаков как потенциальное место нереста. Однако в случае с синанодонтами все не так однозначно. Проведенные на европейских видах двустворчатых моллюсков эксперименты показали, что в случае выбора горчаки полностью избегали раковины *Sinanodonta woodiana* Lea, 1834, предпочитая другие виды беззубок (*Anodonta anatina* (Linnaeus, 1758)) и перловиц (*Unio pictorum* (Linnaeus, 1758), *U. crassus* Philipsson, 1788, *U. tumidus* Philipsson, 1788), а вот среди используемых для нереста моллюсков (анодонт и унио) икра откладывалась в первую очередь и чаще в более крупных анодонт, чем в мелких

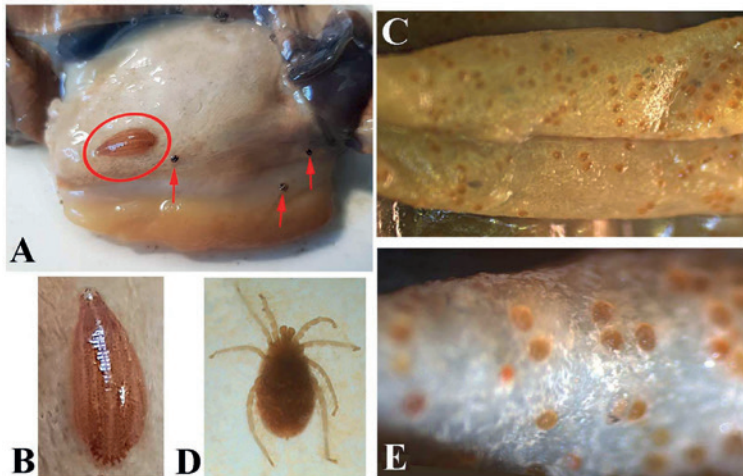
унию (Marčić et al. 2024). Итак, синанодонты не являются привлекательным местом для нереста горчаков, даже несмотря на крупный размер моллюсков.

Отсутствие предличинок горчаков в синанодонтах из оз. Лотос можно объяснить, во-первых, выбросом икринок и ранних предличинок в результате усиленной прокачки воды через жабры беззубки, как это описано для многих видов моллюсков (Smith, Hartel 1999; Mills, Reynolds 2003; Smith et al. 2004; Kitamura 2005); во-вторых, нападением ассоциированных с моллюсками пиявок рода *Hemiclepsis* Vejdovský, 1884, которые питаются эмбрионами горчаков (Bolotov et al. 2019; Nishino et al. 2023; Nishino, Yoshiyama 2025). В беззубках из оз. Лотос нами отмечена высокая зараженность моллюсков не только пиявками *Hemiclepsis kasmiana* Oka, 1910, которых находили в мантийной полости у более половины проверенных моллюсков, но также клещами рода *Unionicola* Haldeman, 1842 (рис. 4).

Для ответов на вопрос: что именно стало причиной отсутствия предличинок горчаков в синанодонтах из оз. Лотос менее чем через месяц после обнаружения икры (за этот срок икра горчаков не может полностью развиваться до подвижной стадии и успеть выйти из моллюска в виде мальков) – необходимы дополнительные исследования.

**Предличинки горчаков в перловицах *Nodularia douglasiae*.** Предличинки горчаков *R. sericeus* были обнаружены 02 июня 2023 г. в 3-х моллюсках из 8-ми проверенных. Всего в перловицах собран 41 экземпляр предличинок. В начале июля у проверенных 9-ти нодулярий предличинок в полужабрах не было.

Длина раковин перловиц с предличинками равнялась 5.5–7 см (рис. 2С–Е). У всех трех перловиц предличинки рыб были локализованы только во внутренних полужабрах, в то время как наружные были заполнены созревающими глохидиями.

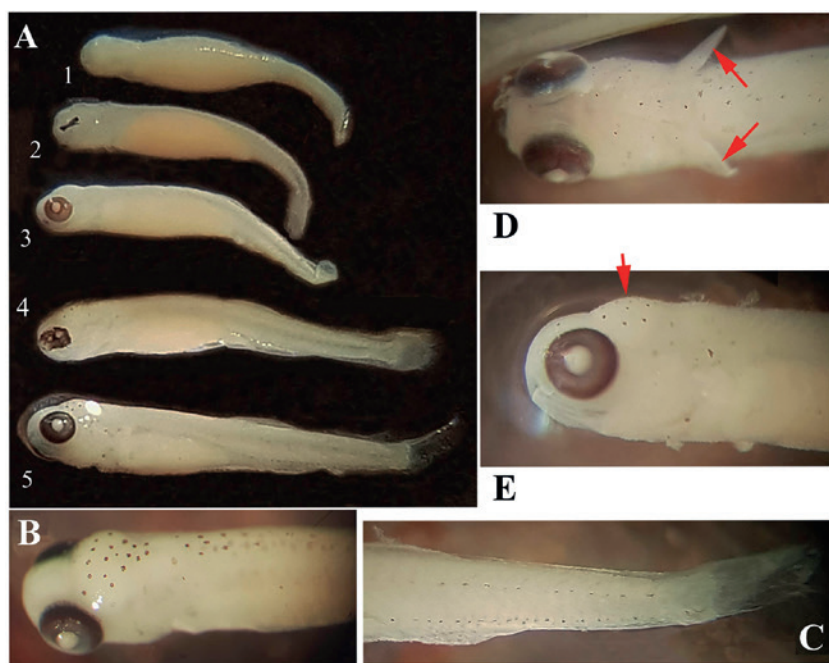


**Рис. 4.** Паразиты беззубок *Sinanodonta schrenkii* из оз. Лотос: А, В – пиявка *Hemiclepsis kasmiana* (выделена овалом) на ноге моллюска; А, D – имаго клещей *Unionicola* sp. (указаны стрелками) на ноге моллюска; С, Е – нимфы клещей *Unionicola* sp. в жабрах моллюска.

**Fig. 4.** Parasites of the anodontine mussel *Sinanodonta schrenkii* from Lake Lotos: А, В – the leech *Hemiclepsis kasmiana* (outlined by an oval) on the host's foot; А, D – imago water mites *Unionicola* sp. (indicated by arrows) on the host's foot; С, Е – nymphs of the water mite *Unionicola* sp. in the host's gills.

Согласно опубликованным ранее данным по нодуляриям из Раздольной, предличинки также были найдены либо только во внутренних полужабрах, в то время как наружные были заняты собственными личинками (глохидиями) перловиц (Саенко, Палатов 2023), либо исключительно в наружных (Вайнутис, Богатов 2024). Считается, что заполненные глохидиями марсупии (участки жабр, приспособленные к вынашиванию глохидиев) препятствуют попаданию икры в эти полужабры (Mills, Reynolds 2003).

Предличинки от 5.5 до 7.95 мм длиной (рис. 5). По морфологическим особенностям собранные предличинки можно разделить на несколько групп, соответствующих разным этапам развития личинок (рис. 5А): 1) общая длина  $L = 5.5\text{--}5.7$  мм, меланобласты отсутствуют, желточный мешок составляет 48–50% от длины предличинки; 2)  $L = 5.75\text{--}5.8$  мм, на месте глаз появляются первые пятна пигментации, желточный мешок составляет 45–46% от длины предличинки; 3)  $L = 6\text{--}7$  мм, глаза с большим количеством пигмента, желточный мешок не более 43% от длины предличинки;



**Рис. 5.** Предличинки *Rhodeus sericeus*, извлеченные из жабр перловицы *Nodularia douglasiae*: А – внешний вид предличинок, соответствующих разным этапам (1–5) развития (их морфологические характеристики приводятся в тексте); В – меланофоры на голове и вдоль позвоночника предличинки; С – меланофоры по брюшному краю и вдоль боковой линии хвостовой части предличинки; D – брюшные плавники (указаны стрелками) предличинки; Е – характерный для горчаков выступ (указан стрелкой) на голове предличинки.

**Fig. 5.** Prelarvae of the bitterling *Rhodeus sericeus* extracted from the gills of the mussel *Nodularia douglasiae*: A – external view of prelarvae representing different developmental stages (1–5); B – melanophores on the head and along the spine of a prelarva; C – melanophores along the ventral edge and lateral line of a prelarva tail; D – ventral fins (indicated by arrows) of a prelarva; E – protrusion on the head of a prelarva (indicated by an arrow), typical for bitterlings.



4)  $L = 7.4\text{--}7.8$  мм, на верхней части головы появляются меланофоры, формируются брюшные плавники (рис. 5D), желточный мешок составляет не более 35% от длины предличинки; 5)  $L = 7.85\text{--}7.95$  мм, меланофоры на верхней части головы между глаз, по спине вдоль позвоночника, вдоль брюшного края тела, а также вдоль боковой линии (рис. 5B, 5C), на голове заметен характерный для рода *Rhodeus* выступ (рис. 5E), желточный мешок почти исчез и составляет не более 20% от длины предличинки.

Согласно литературным данным, у обыкновенного горчака пигментация глаз предличинок отмечена при их длине 7.4 мм; появление меланофоров происходило при длине предличинок 7.9 мм; движения предличинок внутри полужабр моллюска отмечали при длине 8.2 мм, а выход из моллюска наступал при длине предличинок 10.5 мм, когда полностью исчезал желточный мешок (Aldridge 1999).

Обнаружение находящихся на разных стадиях развития предличинок в одном хозяине говорит в пользу неоднократного нереста горчаков в одну и ту же особь двустворчатого моллюска (Mills, Reynolds 2003; Клишко 2012). Годом ранее, 29 мая 2022 г., в той же старице Раздольной в перловицах были собраны предличинки длиной 5.3–7.5 мм; при этом в одном моллюске также можно было найти предличинок на разных стадиях развития – от имеющих большой желточный мешок и с неразвитыми глазами без пигментации до предличинок с сильно уменьшившимся желточным мешком, развитыми глазами и меланофорами по телу (Саенко, Палатов 2023).

Полученные данные позволили уточнить сроки развития предличинок обыкновенного горчака и установить факт остракофильных взаимоотношений горчаков с синанодонтами в бассейне Раздольной.

### Благодарности

Автор выражает свою благодарность И. А. Родионову (ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН) за неоценимую помощь в сборе моллюсков, а также чл.-корр. РАН, д. б. н. И. Н. Болотову (ФГБУН ФИЦКИА УрО РАН) за помощь в определении пиявок.

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (тема № 124012400285-7).

### Литература (References)

- Барабанщиков Е. И.** 2004. Обнаружение икры пескаря-леля *Sarcocheilichthys sinensis* (Cyprinidae) в мантийной полости двустворчатых моллюсков рода *Lanceolaria* (Bivalvia, Unionidae) // *Вопросы ихтиологии*. Т. 44, № 4. С. 565–566. (**Barabanshchikov E. I.** 2004. Finding the eggs of the Scarlet carp *Sarcocheilichthys sinensis* (Cyprinidae) in the mantle cavity of bivalve mollusks of the genus *Lanceolaria* (Bivalvia, Unionidae). *Journal of Ichthyology* 44(4): 565–566. [In Russian].)
- Барабанщиков Е. И.** 2022. Новые виды двустворчатых моллюсков, используемых пескарем-ленем *Sarcocheilichthys lacustris* (Dybowski, 1872) при остракофильном нересте // *Труды СахНИРО: Биология, состояние запасов и условия обитания гидробионтов в Сахалино-Курильском регионе и сопредельных акваториях*. Т. 18. С. 223–226. (**Barabanshchikov E. I.** 2022. New species of bivalves used by the lake gudgeon *Sarcocheilichthys lacustris* (Dybowski, 1872) for ostracophilic spawning. *Transactions of the SakhNIRO: Water life biology, resources status and condition of inhabitation in Sakhalin-Kuril region and adjoining water areas* 18: 223–226. [In Russian].)
- Барабанщиков Е. И., Магомедов Р. А.** 2002. Состав и некоторые черты биологии рыб эстуарной зоны рек Южного Приморья // *Известия ТИНРО*. Т. 131. С. 179–200. (**Barabanshchikov E. I., Magomedov R. A.** 2002. [Composition and some biological features of fish in the estuarine zone of the rivers of Southern Primorye]. *Izvestiya TINRO* 131: 179–200. [In Russian].)
- Вайнугис К. С., Богатов В. В.** 2024. Личинки горчакоподобных карповых как паразиты жабр моллюсков *Nodularia douglasiae* (Gray, 1833) на юге Приморского края // Моллюски: биология, экология, эволюция и формирование малакофаун. Материалы 2-й международной

- научной конференции 17–20 сентября 2024, ФИЦКИА УрО РАН, г. Архангельск. С. 34–38. (Vainutis K. S., Bogatov V. V. 2024. Larvae of acheilognathin cyprinids as parasites of the gills of the mussel *Nodularia douglasiae* (Gray, 1833) in the South of Primorsky territory. In: Mollusks: biology, ecology, evolution and formation of malacofauna. Proceedings of the 2<sup>nd</sup> scientific conference 17–20 September 2024, FECIAR UrB RAS, Arkhangelsk, pp. 34–38. [In Russian].)
- Клишко О. К.** 2012. Некоторые данные по репродуктивной биологии двустворчатых моллюсков (Margaritiferidae, Unionidae) и их взаимоотношениях с горчаками (Cyprinidae) в водоемах Забайкалья // *Бюллетень Дальневосточного малакологического общества*. Вып. 15/16. С. 31–55. (Klishko O. K. 2012. Some data on reproductive biology of the freshwater mussels (Margaritiferidae, Unionidae) and their relationships with bitterlings (Cyprinidae) in Transbaikalye. *Bulletin of the Russian Far East Malacological Society* 15/16: 31–55. [In Russian].)
- Колпаков Н. В.** 2008. Новые данные по распределению рыб в эстуариях Южного Приморья. 1. Река Раздольная // *Известия ТИНРО*. Т. 153. С. 155–166. (Kolpakov N. V. 2008. New data on species composition and distribution of fishes in estuaries of souther Primorye. 1. Razdolnaya River. *Izvestia TINRO* 153: 155–166. [In Russian].)
- Крыжановский С. Г.** 1949. Эколого-морфологические закономерности развития карповых, вьюновых и сомовых рыб (Cyprinoidei и Siluroidei) // Труды ИМЖ АН СССР. Вып. 1. – М.-Л.: Изд-во АН СССР. С. 5–332. (Kryzhanovsky S. G. 1949. [Ecomorphological principles of development of carp, loach and catfish (Cyprinoidei and Siluroidei)]. In: [Transactions of A. N. Severtsov Institute of Animal Morphology RAS. Vol. 1. Moscow-Leningrad: Publishing House of the USSR, pp. 5–332 p. [In Russian].)
- Крыжановский С. Г., Смирнов А. И., Соин С. Г.** 1951. Материалы по развитию рыб р. Амура // Труды Амурской ихтиологической экспедиции 1945–1949 гг. Т. II. – М.: Изд-во МОИП. С. 5–222. (Kryzhanovsky S. G., Smirnov A. N., Soin S. G. 1951. [Materials on fish development in the Amur River]. In: [Proceedings of the Amur Ichthyological Expedition 1945–1949]. Vol. II. М.: Publishing House of the Moscow Institute of Nature Protection, pp. 5–222. [In Russian].)
- Макеева А. П.** 1976. Особенности развития нового в ихтиофауне СССР вида горчака – *Rhodeus ocellatus ocellatus* (Kner) // *Вопросы ихтиологии*. Т. 16, № 5. С. 823–845. (Makeeva A. P. 1976. [Development of *Rhodeus ocellatus ocellatus* (Kner), a new species of bitterling in the ichthyofauna of the USSR]. *Journal of Ichthyology* 16(5): 823–845. [In Russian].)
- Макеева А. П.** 1992. Эмбриология рыб. – М.: Изд-во МГУ. 216 с. (Makeeva A. P. 1992. [Fish embryology]. Moscow: Moscow State University Press, 216 pp. [In Russian].)
- Макеева А. П., Павлов Д. С., Павлов Д. А.** 2011. Атлас молоди пресноводных рыб. – М.: Товарищество научных изданий КМК. 383 с. (Makeeva A. P., Pavlov D. S., Pavlov D. A. 2011. Atlas of larvae and juveniles of freshwater fishes of Russia. Moscow: KMK Scientific Press Ltd., 383 pp. [In Russian].)
- Максимов Р. А., Вайнутис К. С., Богатов В. В.** 2025. Видовая идентификация предличинок горчакоподобных рыб семейства карповых Cyprinidae на основе методов молекулярной генетики // Комплексные исследования в рыбохозяйственной отрасли. Материалы Национальной научно-технической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых 28–29 ноября 2024, Дальрыбвтуз. – Владивосток: Дальрыбвтуз. С. 131–135. (Maksimov R. A., Vainutis K. A., Bogatov V. V. 2025. Species identification of pre-larvae of acheilognathine fish of Cyprinidae based on molecular genetics methods. In: Integrated research in the fisheries industry. Proceedings of the National Scientific and Technical Conference of students, postgraduates and young scientists 28–29 November, 2024, Far East Fisheries Technical University. Vladivostok: Far East Fisheries Technical University, pp. 131–135. [In Russian].)
- Новиков Н. П., Соколовский А. С., Соколовская Т. Г., Яковлев Ю. М.** 2002. Рыбы Приморья. – Владивосток: Дальрыбвтуз. 552 с. (Novikov N. P., Sokolovsky A. S., Sokolovskaya T. G., Yakovlev Yu. M. 2002. The fishes of Primorye. Vladivostok: Far East Fisheries Technical University, 552 pp. [In Russian].)
- Саенко Е. М., Палатов Д. М.** 2023. Новые данные о взаимоотношениях рыб (Cyprinidae) и моллюсков (Bivalvia: Margaritiferidae, Unionidae) российского Дальнего Востока // *Чтения памяти проф. В. Я. Леванидова*. Вып. 10. С. 226–234. (Sayenko E. M., Palatov D. M. 2023. New data on relationships between fishes (Cyprinidae) and mollusks (Bivalvia, Margaritiferidae, Unionidae) in the Russian Far East. *Vladimir Ya. Levanidov's Biennial Memorial Meetings* 10: 226–234. [In Russian].) <https://doi.org/10.25221/levanidov.10.19>

- Саенко Е. М., Хлопова А. В. 2009. Новые данные по репродуктивным взаимоотношениям горчаков (Cyprinidae: Acheilognathinae) и перловиц (Unionidae: Nodulariinae) бассейна реки Амур // X съезд Гидробиологического общества при РАН. Тезисы докладов 28 сентября-2 октября 2009, Владивосток: Дальнаука. С. 349–350. (Sayenko E. M., Khlopova A. V. 2009. [New data on reproductive relationships of bitterlings (Cyprinidae: Acheilognathinae) and freshwater mussels (Unionidae: Nodulariinae) in the Amur River basin. In: Proceedings of the X Congress of the Hydrobiological Society of the Russian Academy of Sciences 28 September-02 October 2009, Vladivostok: Dalnauka, pp. 349–350. [In Russian].)
- Соин С. Г. 1968. Приспособительные особенности развития рыб. – М.: Изд-во МГУ. 89 с. (Soin S. T. 1968. [Adaptive features of fish development]. Moscow: Moscow University, 89 pp. [In Russian].)
- Таразанов В. И. 2003. Особенности ската молоди рыб в эстуарной части реки Раздольной (Приморский край) // Чтения памяти В. Я. Леванидова. Вып. 2. С. 454–459. (Tarzanov V. I. 2003. Quality of the seaward migration of the juvenile fishes to the estuary of the Razdolnaya River (Primorye Territory). *Vladimir Ya. Levaniidov's Biennial Memorial Meetings* 2: 454–459. [In Russian].)
- Хлопова А. В. 2009. Морфофункциональная характеристика репродуктивной системы горчаков (Cyprinidae, Acheilognathinae) и пескарей-леней (Cyprinidae, Gobioninae) бассейна реки Амур: автореф. дис. ... канд. биол. наук. Владивосток. 25 с. (Khlopova A. V. 2009. [Morphofunctional characteristics of the reproductive system of bitterlings (Cyprinidae, Acheilognathinae) and gudgeons (Cyprinidae, Gobioninae) of the Amur River basin: PhD thesis]. Vladivostok, 25 pp. [In Russian].)
- Чмилевский Д. А. 2009. Параллелизмы в организации морфологических структур развивающихся ооцитов костистых рыб // Вестник Санкт-Петербургского университета Сер. 3, вып. 3. С. 69–81. (Chmilyevsky D. A. 2009. [Parallelism in organization of morphological structures of developing oocytes of ostei fishes]. *Bulletin of St. Petersburg University* 3(3): 69–81. [In Russian].)
- Шедько С. В. 2001. Список круглоротых и рыб пресных вод побережья Приморья // Чтения памяти В. Я. Леванидова. Вып. 1. С. 229–249. (Shedko S. V. 2001. [List of cyclostomes and fishes of the freshwater coastal basins in Primorye]. *Vladimir Ya. Levaniidov's Biennial Memorial Meetings* 1: 229–249. [In Russian].)
- Aldridge D. C. 1999. Development of European bitterling in the gills of freshwater mussels. *Journal of Fish Biology* 54: 138–151.
- Baek H.-M., Song H.-B. 2005. Spawning in mussel adaptation strategy of *Acheilognathus signifer* (Cyprinidae: Acheilognathinae). *Korean Journal of Ichthyology* 17(2): 105–117. [In Korean].
- Balon E. K. 1962. Note on the number of Danubian bitterlings developmental stages in mussels. *Věstník Československé Společnosti Zoologické* 26: 250–256.
- Bolotov I. N., Klass A. L., Kondakov A. V., Vikhrev I. V. et al. 2019. Freshwater mussels house a diverse leech assemblage. *Scientific Reports* 9(16449): 1–12. <https://doi.org/10.1038/s41598-019-52688-3>
- Bolotov I. N., Kondakov A. V., Konopleva E. S. et al. 2020. Integrative taxonomy, biogeography and conservation of freshwater mussels (Unionidae) in Russia. *Scientific Reports* 10(3072). <https://doi.org/10.1038/s41598-020-59867-7>
- Choi Hk., Lee H. J. 2024. Host size matters for reproduction: evolution of spawning preference and female reproductive phenotypes in mussel-symbiotic freshwater Bitterling fishes. *Ecology and Evolution* 14: e11142. <https://doi.org/10.1002/ece3.11142>
- Kitamura J. 2005. Factors affecting seasonal mortality of rosy bitterling (*Rhodeus ocellatus kurumeus*) embryos on the gills of their host mussel. *Population Ecology* 47: 41–51. <https://doi.org/10.1007/s10144-004-0201-0>
- Kondo T., Yamashita J., Kano M. 1984. Breeding ecology of five species of bitterling (Pisces: Cyprinidae) in a small creek. *Physiology and Ecology Japan* 21: 53–62.
- Li F., Smith C., Kawamura K., Vetešník L., Arai R., Reichard M. 2022. Unusual egg shape diversity in bitterling fishes. *Ecology* 103: e3816. <https://doi.org/10.1002/ecy.3816>
- Liu H.-Zh., Zhu Yu., Smith C., Reichard M. 2006. Evidence of host specificity and congruence between phylogenies of bitterling and freshwater mussels. *Zoological Studies* 45(3): 428–434.
- Lopes-Lima M., Hattori A., Kondo T. et al. 2020. Freshwater mussels (Bivalvia: Unionidae) from the rising sun (Far East Asia): phylogeny, systematics, and distribution. *Molecular Phylogenetics and Evolution* 146(106755): 1–27. <https://doi.org/10.1016/j.ympev.2020.106755>
- Marčić Z., Prenz P., Horvatić S., Mustafić P., Zanella D., Čaleta M., Buj I., Karlović R., Lajtner J. 2024. Is bitterling (*Rhodeus amarus* (Bloch, 1782)) threatened by the invasive unionid species

- Sinanodonta woodiana* (Lea, 1834)? *Biological Invasions* 26: 3417–3431. <https://doi.org/10.1007/s10530-024-03381-8>
- Mills S. C., Reynolds D. C.** 2003. The bitterling–mussel interaction as a test case for co-evolution. *Journal of Fish Biology* 63(Suppl. A): 84–104. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2003.00209.x>
- Nishino D., Nishida T., Yoshiyama K.** 2023. Feeding of mussel-associated leeches *Hemiclepsis kasmiana* on bitterling embryos: Novel interaction between parasites in a shared host. *Journal of Fish Biology* 103(5): 1232–1236. <https://doi.org/10.1111/jfb.15510>
- Nishino D., Yoshiyama K.** 2025. Mussel preferences of two spring-spawning bitterling species are differently affected by the presence of mussel-associated leeches. *Environmental Biology of Fishes* 108: 279–289. <https://doi.org/10.1007/s10641-024-01664-6>
- Reichard M., Liu H., Smith C.** 2007a. The co-evolutionary relationship between bitterling fishes and freshwater mussels: insights from interspecific comparisons. *Evolutionary Ecology Research* 9: 239–259.
- Reichard M., Przybylski M., Kaniewska P., Liu H., Smith C.** 2007b. A possible evolutionary lag in the relationship between freshwater mussels and European bitterling. *Journal of Fish Biology* 70: 709–725. <https://doi.org/10.1111/j.1095-8649.2007.01333.x>
- Sayenko E. M., Khlopova A. V.** 2009. Some new data on reproductive interrelations between cyprinid fishes (Cyprinidae: Acheilognathinae) and freshwater bivalves (Unionidae) in the Amur river, Russia. In: Abstracts of the 10<sup>th</sup> International Congress on Medical and Applied Malacology. 26–29 August 2009, Busan, Korea, pp. 54.
- Smith C., Reichard M., Jurajda P., Przybylsk M.** 2004. The reproductive ecology of the European bitterling (*Rhodeus sericeus*). *Journal of Zoology* 262: 107–124. <https://doi.org/10.1017/S0952836903004497>
- Smith D. G., Hartel K. E.** 1999. Margaritiferidae (Mollusca: Unionida): host for *Rhodeus* (Pisces: Cyprinidae). *Polish Archives of Hydrobiology* 46: 272–281.

## Different forms of chromium in soils with and without contamination: content and vertical distribution

Yana O. Timofeeva<sup>✉</sup>, Maksim L. Burdukovskii

*Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity, Far Eastern Branch of the  
Russian Academy of Sciences, Vladivostok, 690022, Russian Federation*

<sup>✉</sup> Corresponding author, e-mail: [timofeeva@biosoil.ru](mailto:timofeeva@biosoil.ru)

Received July 24, 2025; accepted November 14, 2025

**Abstract.** This study aimed to investigate the concentration levels, vertical distribution, and association of various forms of chromium (Cr) with reactive phase carriers in Dystric Cambisols in natural soil-forming environments and in remediated dumpsite areas. Soil samples were collected from two sites and analyzed using a combination of advanced analytical methods. The mean Cr content in the uncontaminated soils was similar to global and regional background levels. In these soils, Cr was mainly bound in stable soil compounds and accumulated in the middle and lower parts of the soil profile. The contents and distributions of total and potentially environmentally available Cr forms depended largely on the clay content and on soil compounds enriched by Al and Fe. The distribution of the water-soluble Cr form was largely dependent on the content of organic, Ca-, and Mn-containing soil compounds. Compared to the uncontaminated soil, significant increases in the content and accumulation of all studied Cr forms were observed in remediated dumpsite soil. This was accompanied by an increase in the proportion of extractable Cr forms and stronger associations of Cr with clay, organic, and Fe- and Mn-rich soil phases. These soil phases act as geochemical microbarriers, effectively stabilizing Cr ions in contaminated soils.

**Key words:** Dystric Cambisols, chromium, soil contamination, municipal waste, organic and mineral soil phases.

## Различные формы хрома в загрязнённых и незагрязнённых почвах: содержание и вертикальное распределение

Яна Олеговна Тимофеева<sup>✉</sup>, Максим Леонидович Бурдуковский

*Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН,  
Владивосток, 690022, Российская Федерация*

<sup>✉</sup> Автор-корреспондент, e-mail: [timofeeva@biosoil.ru](mailto:timofeeva@biosoil.ru)

Получена 24 июля 2025 г.; принята к публикации 14 ноября 2025 г.

**Аннотация.** Изучено содержание и вертикальное распределение различных форм хрома (Cr) во взаимосвязи с реакционно-активными фазами бурозёмов, сформированных в естественных условиях и на территории рекультивированной свалки бытового мусора. Отобранные на этих двух участках образцы почв проанализированы с использованием комбинации современных аналитических методов. Содержание Cr в незагрязнённых почвах оказалось сходным с уровнями мирового и регионального фоновых значений. В незагрязнённых почвах Cr преимущественно входил в состав стабильных почвенных соединений и накапливался в средней и нижней частях почвенного профиля. Концентрация и распределение общих и потенциально-доступных форм Cr в основном определялись содержанием глины и соединений, обогащённых Al и Fe. Распределение водорастворимой формы Cr зависело от наличия органических, Ca- и Mn-содержащих соединений. По сравнению с незагрязнённой почвой, в почве рекультивированной свалки отмечено значительное увеличение всех изученных форм Cr и более высокий уровень статистически значимой положительной связи уровня концентрации потенциально-доступных форм Cr с глинистыми, органическими и обогащёнными Fe и Mn почвенными фазами. Отмеченные почвенные фазы представляют собой геохимические микробарьеры, способные эффективно стабилизировать ионы Cr в загрязнённых почвах.

**Ключевые слова:** бурозёмы, хром, загрязнение почв, муниципальные отходы, органические и минеральные почвенные фазы.



## **Introduction**

Geochemical surveys of the diffuse input of toxic and potentially toxic elements into dumpsite soils are increasing due to growing environmental risk awareness. Increased waste generation has not always been commensurate with waste management capacity. One consequence of improper waste management is trace element contamination of soils underlying and surrounding waste dumpsites (Agbeshie et al. 2020). The presence of high concentrations of trace elements in soils is a major concern because these elements do not undergo degradation (chemical, physical, or microbial) and tend to accumulate in organic and mineral soil phases, thus being retained in the soil for long periods (Timofeeva et al. 2021).

Among trace elements, chromium (Cr) is one of the most common elements accumulating in dumpsite soils due to its widespread use in various industries (metallurgical, refractory, and chemical), resulting in large quantities of Cr-containing compounds in industrial, residential, and municipal waste (Kotas, Stasicka 2000; Bavaresco et al. 2017). The Cr content in municipal and industrial wastes from various sources can be as high as 10200 mg kg<sup>-1</sup>, with an average of 1993 mg kg<sup>-1</sup> (Kabata-Pendias 2010). Chromium is also a potentially toxic trace element that, at concentrations above threshold levels, is phytotoxic to plants and toxic to humans (Anjum et al. 2017; Babula et al. 2008; Kotas, Stasicka 2000).

Numerous studies have shown that the Cr content in natural soils is largely dependent on the mineralogical composition of the parent material (Bavaresco et al. 2017; Kabata-Pendias 2010; Kotas, Stasicka 2000). Chromium contents have been examined in various soil types, demonstrating that natural baseline total Cr content varies greatly (from 2 to 1100 mg kg<sup>-1</sup>) (Kabata-Pendias 2010). Soils in urban and industrial regions worldwide contain high Cr levels, posing a risk to the local natural environment (Kabata-Pendias, Szeke 2021). Based on criteria for contaminated land, Cr concentrations in soil above 100 mg kg<sup>-1</sup> indicate contamination. Recent research suggests that a Cr content of 100 mg kg<sup>-1</sup> in soil is a threshold above which plant antioxidant potential is suppressed and plant growth is reduced (Levizou et al. 2019).

The phytoavailability, toxicity, mobility, accumulation, and distribution of Cr in soils, and hence its environmental contamination potential, are influenced by soil physical, chemical, and mineralogical properties. Soil-specific studies have shown that Cr ions are mainly associated with soil organic matter, Fe- and Mn-rich compounds (mostly oxides), and clay minerals (Bavaresco et al. 2017; Kabata-Pendias, Szeke 2021; Kotas, Stasicka 2000). The relationship of Cr with different soil phases and compounds varies depending on soil acidity, Cr oxidation state, and environmental conditions (Kabata-Pendias, Szeke 2021; Levizou et al. 2019). Nonetheless, the main trends of Cr behavior in soils remain unclear because of location-specific environments and different pedogenic processes that affect both the association of Cr ions with reactive phase-carriers and the natural Cr content, as well as the dynamics of soil system sorption activity for Cr under anthropogenic influence.

In this context, we conducted research focused on the concentration, vertical distribution, accumulation, and association of Cr ions with reactive phase-carriers in soils (Dystric Cambisols) formed both without (natural soil-forming environment) and with direct anthropogenic impact (contamination with municipal waste).

The principal aims of this study were (i) to quantify the total Cr content and the concentrations of potentially environmentally available and water-soluble forms of Cr; (ii) to identify the main factors controlling the vertical distribution and accumulation of Cr

ions in soils from a conditionally pollution-free natural environment and in soils contaminated with municipal waste.

### **Materials and Methods**

The uncontaminated site was located in a coniferous broad-leaved forest massif, considered a natural area (43°37'23" N, 131°51'49" E). The contaminated site was located on a remediated municipal waste dumpsite (43°35'47" N, 131°37'24" E). Remediation of the dumpsite consisted of removing the contaminated upper part of the soil profiles, followed by allowing natural self-overgrowing with native plant associations over 16 years.

The soil used in this study is typical for the southern part of the Russian Far East. It is classified as a Dystric Cambisol according to the World Reference Base for Soil Resources (2006). The Dystric Cambisol consists of four horizons (A, Bw1, Bw2, BC). The soil location favors regular saturation from atmospheric precipitation and surface runoff. The soils from both study sites are characterized by significant weathering processes that increase the accumulation of clay in the middle and lower parts of the soil profiles.

Soils were collected from four soil profiles, sampling the main genetic horizons. After carefully removing roots and stones, the soil samples were ground to a powder.

Soil clay content was analyzed using the recommendations of Pansu and Gautheyrou (2006). Soil organic carbon (SOC) content was determined on dried (105 °C) samples using a TOC-L analyzer (Shimadzu) with a CSN configuration and an SSM-5000A solid sample measurement module.

Total Cr, SiO<sub>2</sub>, Al<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, Fe<sub>2</sub>O<sub>3</sub>, MnO, and CaO contents were determined via energy dispersive X-ray fluorescence spectrometry (EDX) using a Shimadzu EDX-800HS-P instrument as previously described (Timofeeva et al. 2021). To measure the concentration of potentially environmentally available Cr-containing compounds (PEAC), soil samples were completely dissolved in HF and HNO<sub>3</sub> based on Pansu and Gautheyrou (2006). Chromium in soil water-soluble components (WSC) was extracted at a 1:10 soil-to-water ratio. Chromium concentrations in the suspensions were analyzed by atomic absorption spectrometry (Atomic Absorption Spectrophotometer AA-7000, Shimadzu) as previously described in detail (Timofeeva et al. 2021).

Each chemical analysis was performed with three parallel replicates. Analysis of variance was used to determine significant differences and to generate correlation matrices for the concentrations of different Cr forms and selected soil properties. The significance level (P) did not exceed 0.05.

Chromium contamination levels in soils from the contaminated site were evaluated using the contamination factor (CF), calculated from the total Cr content as the ratio of the element's concentration in contaminated soils to its concentration in uncontaminated pristine soils, based on Antoniadis et al. (2017).

### **Results**

The total Cr content in the studied soils was compared with previously determined mean background Cr contents for surface soils worldwide (59.5 mg kg<sup>-1</sup>), as reported by Kabata-Pendias (2010). Additionally, we compared our results with the regional mean background Cr content in soils of the Primorsky Krai (66.0 mg kg<sup>-1</sup>) (Golov 2004). The mean concentrations and standard deviations of Cr in the studied Dystric Cambisols are given in the table.

The total Cr content in uncontaminated soils was lower than or similar to the world-soil background value and the regional mean background content throughout the studied



**Table.** Chromium content and contamination factor of Cr in the Dystric Cambisols.

**Таблица.** Содержание хрома и коэффициент загрязнения в буроземах.

Form	Horizons (depth, cm)			
	A	Bw1	Bw2	BC
	mg kg <sup>-1</sup>			
Uncontaminated soils				
Total	54.82 ± 2.29	61.93 ± 2.70	64.05 ± 2.66	64.42 ± 2.93
PEAC*	19.19 ± 0.94	24.80 ± 1.16	26.59 ± 1.26	18.03 ± 0.51
WSC**	1.06 ± 0.14	1.59 ± 0.16	1.61 ± 0.17	0.67 ± 0.06
Contaminated soils				
Total	187.17 ± 10.03	342.55 ± 16.81	406.93 ± 17.60	161.92 ± 7.09
PEAC	152.39 ± 6.99	267.66 ± 11.32	355.00 ± 14.60	113.24 ± 5.50
WSC	14.54 ± 0.59	19.08 ± 0.85	18.92 ± 0.77	5.65 ± 0.16
CF	3.41	5.53	6.35	2.51

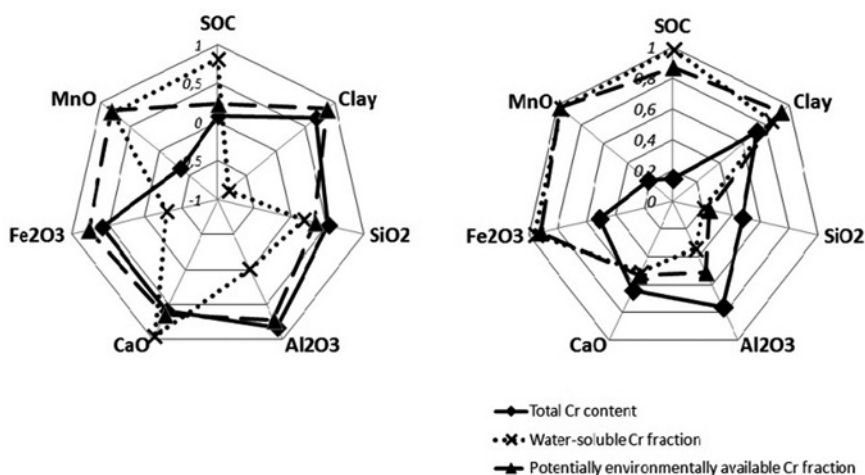
\* PEAC – concentrations of potentially environmentally available Cr form; \*\* WSC – concentrations of water-soluble Cr form; values are means (n = 6), with standard deviations.

soil profiles. Analysis of the vertical distribution of total Cr content revealed an increase with depth. Pronounced peaks of Cr were found in the Bw2 and BC horizons, where the total Cr content was equivalent to the global and regional background values. The concentrations of Cr ions after acid and water extractions, expressed as percentages of the total content, indicate that the PEAC and WSC forms accounted for 36.13% and 2.01% (median values), respectively (table). The results of Cr fractionation showed that the PEAC and WSC forms were dominant in the middle part of the soil profiles (40.04% and 41.51% of the total Cr content in the Bw1 and Bw2 horizons) and lower (27.99%) in the BC horizon. In general, the vertical distribution of Cr in the studied uncontaminated soils reflects the cycling of elements in the soil-plant system of the natural environment.

Significant correlations were observed between Cr (all forms) and soil compounds enriched by Ca ( $r_{Cr-Ca}$  from 0.59 to 0.95) (figure).

The total Cr content and concentration of the PEAC form were mainly associated with clays and with soil compounds enriched by Al and Fe ( $r_{Clay-Cr}$  0.68 and 0.87;  $r_{Al-Cr}$  0.83 and 0.72;  $r_{Fe-Cr}$  0.59 and 0.77, respectively). In contrast, the relationship between these components and the concentration of the Cr WSC form was negative (figure). This result suggests that Cr ions associated with clay and Al- and Fe-enriched soil compounds represent forms of Cr that are less available for mobilization. The combination of SOC and soil compounds enriched by Ca and Mn best explained the variability of the WSC Cr form ( $r_{SOC-Cr}$  0.81;  $r_{Ca-Cr}$  0.95;  $r_{Mn-Cr}$  0.78). Additionally, positive correlations were observed between the Cr PEAC form and soil Mn-containing compounds ( $r_{Mn-Cr}$  0.83). This suggests the formation of complexes of Cr ions mainly with Ca and Mn colloids.

The values in Table 1 indicate that the Cr concentrations varied considerably between the two study sites. The total Cr content in soils previously contaminated with municipal waste was elevated relative to the uncontaminated soils, the world-soil background value, and the regional mean background value, by factors ranging from 2.43 to 6.87. This indicates enrichment of Cr throughout the entire soil profile. The calculated contamination factor (CF) values indicated that Cr is a major contributor to soil contamination (table). The total contents and contamination factors of Cr were highest in the middle soil horizons and decreased with increasing depth. Our results suggest that past intensive input of Cr



**Figure.** Correlation coefficients between the Cr concentration and chemical and physical properties of soils.

**Рисунок.** Коэффициенты корреляции между содержанием Cr и химическими и физическими свойствами почв.

from waste has resulted in the formation of a geochemical anomaly, and Cr poses a high ecological risk to the surrounding ecosystems in the studied contaminated area.

Our work demonstrates increased Cr mobilization after water and acid extractions in the soils of the former municipal waste dumpsite compared to uncontaminated soils. In terms of percentage values, the mean PEAC and WSC Cr form concentrations were 80.68% and 5.44%, respectively. The vertical distribution of absolute concentrations of these Cr forms confirmed the distribution of total Cr content. However, the percentage levels show enrichment of the WSC form of Cr in the upper horizons (7.76% of total Cr content). The percentage levels of the PEAC Cr form had a relatively distinct peak in the A and Bw<sub>2</sub> horizons. The enrichment of the surface horizon with water- and acid-soluble Cr-containing compounds resulted from contamination with municipal waste associated with the corrosion of Cr-containing materials and the migration of decomposition components in the soils.

The vertical distribution of total and PEAC forms of Cr indicated a strong affinity for clay and soil compounds enriched with Ca, Al, and Fe ( $r$  Clay-Cr 0.72 and 0.93;  $r$  Ca-Cr 0.64 and 0.53;  $r$  Al-Cr 0.76 and 0.51;  $r$  Fe-Cr 0.51 and 0.92, respectively). A similar relationship between Cr and soil compounds was observed in soils from uncontaminated areas (figure). Compounds enriched by Mn and Fe ions, and SOC, were the soil factors that best explained the distribution and accumulation of the WSC and PEAC forms of Cr ( $r$  SOC, Fe, and Mn - Cr from 0.87 to 0.99). Our results show an increased affinity of SOC and soil Fe- and Mn-rich compounds for retaining Cr ions in soils previously contaminated with municipal waste compared to uncontaminated soils.

## Discussion

In natural soils, Cr is a lithophile element, and maximum Cr contents are generally found in the lower soil horizons, which contain weathered parent materials (Kabata-Pendias, Szteke 2021). Furthermore, the significant positive correlation between Cr and Al and Fe oxides confirms the high affinity of Cr for the parent material in different soil types (Wang et al. 2009). We also observed an increase in Cr content in the lower part of

the uncontaminated soil profiles (BC horizon). Our data indicate that in uncontaminated soils, Cr associated with clay and Al- and Fe-containing soil compounds largely represents Cr ions embedded in the crystal lattice of these compounds, where Cr is less available for remobilization. The enrichment of the studied contaminated soils with Cr throughout all horizons is direct evidence of past contamination with municipal waste. This is supported by the increased amounts of Cr in both industrial and municipal wastes and by the wide use of Cr in the production of metal alloys, electroplating, leather tanning, and wood preservation (Bavaresco et al. 2017; Kabata-Pendias 2010).

Our work demonstrates that in uncontaminated soils, SOC and Ca- and Mn-containing soil compounds regulated the concentrations of the Cr form most available to the surrounding environment (plants, groundwater). The capacity of SOC and Mn oxides and hydroxides for Cr retention is well-known. However, the combination of different mechanisms (such as surface adsorption, co-precipitation, substitution, and complexation with organic ligands) controlling the interactions of Cr with SOC and Mn-containing soil compounds depends on specific soil properties, especially the redox status (Sparks 2003; Trebien et al. 2011). A study of Cr behavior in soils with alternate wetting and drying periods indicated that co-precipitation and substitution of Cr with Mn were predominant due to the association of Cr with freshly precipitated Mn oxides (Essington 2003). Despite the presence of contrasting redox cycles, the association of Cr with Mn in the soils from both study fields was related to both surface precipitation of Cr and the formation of outer-sphere complexes, as well as to the adsorption of Cr and the formation of strong chemical bonds between Cr-containing compounds and Mn. Fendorf and Zasoski (1992) suggested that surface complexes of Cr ions on Mn oxides and hydroxides are formed before electron transfer during Mn reduction by organic compounds. In general, increased organic matter content enhances the soil's ability to absorb Cr (Bavaresco et al. 2017).

The affinity of Cr for SOC and Mn-containing soil compounds has a significant ecological aspect (Timofeeva et al. 2021). Manganese oxides and hydroxides have high redox activities and can oxidize significant amounts of Cr(III), which has relatively low toxicity and mobility, to Cr(VI), which is highly toxic, soluble, and mobile, during their reduction (Leita et al. 2009). Trebien et al. (2011) found that the amount of Cr (III) oxidation depended on the concentration of easily reducible Mn oxides and that soluble organic compounds in soil decreased Cr (VI) formation due to Cr (III) complexation. Literature data on the stability of Cr-organic matter complexes are contrasting. Studies in soils with different organic matter contents have shown that organic compounds promote the reductive dissolution of easily reducible Mn oxides and form stable, low-redox-activity complexes with Cr (III) (Bavaresco et al. 2017). However, Cr (III) bound to both humic acids and fulvic acids is easily mobilized (Kabata-Pendias 2010). The close relation of the water-soluble Cr forms to SOC in the soils from both study sites points to the formation of unstable complexes, most likely due to electrostatic interaction of Cr with negatively charged functional groups of the organic matter, from which Cr may be easily replaced by other cations such as Ca.

The vertical distribution of Cr in contaminated soils indicates accumulation of this element in the middle part of the soil profiles. This also has an ecological aspect, because accumulation of Cr in the Bw1 and Bw2 horizons helps prevent element transport to deeper soil layers and subsequent input into groundwater. The enrichment of contaminated soils by potentially environmentally available and water-soluble forms of Cr, and the increase in their association with clay, SOC, and Mn- and Fe-containing compounds, can most likely be explained by the presence of Cr originating from municipal waste in compounds

that were available for transformation and complexation with clay, organic, and Fe- and Mn-rich soil phases.

## Conclusion

The levels of Cr content and its vertical distribution in the uncontaminated soils depend on natural environmental conditions, especially the composition of the mineral parent material. The Cr values were lower than or similar to the world-soil background value and the regional mean background content. The concentrations of total and potentially environmentally available forms of Cr were strongly positively related to the clay content and to different soil compounds enriched by Al and Fe. The results of this study indicate that only small portions of Cr ions are available to plants in uncontaminated soils. The distribution of the water-soluble Cr form was largely dependent on the mobilization and distribution of SOC and Ca- and Mn-containing soil compounds in soils from the uncontaminated area.

Soil contamination with municipal waste is a factor that increases the content, accumulation, and mobility of Cr. Despite remediation over 16 years, the studied contaminated soils continued to have elevated Cr concentrations compared to the world-soil background value and the regional mean background content. Our results indicate that clay, organic, and Fe- and Mn-rich soil phases are the main reactive phases that influence Cr precipitation and complex formation. Chromium originating from the decomposition of municipal waste was primarily transformed by these soil phases into a potentially environmentally available form (which is less available for mobilization compared to water-soluble forms).

## Acknowledgments

The analyses described in this work were performed using equipment from the Instrumental Centre for Biotechnology and Gene Engineering at the Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity FEB RAS.

Research was carried out within the state assignment of Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (theme No. 124012400285-7).

## References

- Agbeshie A. A., Adjei R., Anokye J., Banunle A.** 2020. Municipal waste dumpsite: Impact on soil properties and heavy metal concentrations, Sunyani, Ghana. *Scientific African* 8: e00390. <https://doi.org/10.1016/j.sciaf.2020.e00390>
- Timofeeva Y. O., Karabtsov A., Ushkova M., Burdukovskii M., Semal V.** 2021. Variation of trace element accumulation by iron-manganese nodules from Dystric Cambisols with and without contamination. *Journal of Soils and Sediments* 21(3): 1064–1078. <https://doi.org/10.1007/s11368-020-02814-w>
- Kotas J., Stasicka Z.** 2000. Chromium occurrence in the environment and methods of its speciation. *Environmental Pollution* 107(3): 263–283. [https://doi.org/10.1016/S0269-7491\(99\)00168-2](https://doi.org/10.1016/S0269-7491(99)00168-2)
- Bavaresco J., Fink J. R., Rodrigues M. L. K., Gianello C., Barron, V. Torrent J.** 2017. Chromium Adsorption in Different Mineralogical Fractions from Subtropical Soils. *Pedosphere* 27(1): 106–111. [https://doi.org/10.1016/S1002-0160\(17\)60300-X](https://doi.org/10.1016/S1002-0160(17)60300-X)
- Kabata-Pendias A.** 2010. Trace elements in soils and plants (4rd ed.). Boca Raton: CRC Press, 548 pp.
- Anjum S. A., Ashraf A., Khan I., Tanveer M., Shahid M., Shakoar A., Wang L.** 2017. Phyto-Toxicity of Chromium in Maize: Oxidative Damage, Osmolyte Accumulation, Anti-Oxidative Defense and Chromium Uptake. *Pedosphere* 27(2): 262–273. [https://doi.org/10.1016/S1002-0160\(17\)60315-1](https://doi.org/10.1016/S1002-0160(17)60315-1)
- Babula P., Adam V., Opatrilova R., Zehnalek J., Havel L., Kizek R.** 2008. Uncommon heavy metals, metalloids and their plant toxicity: a review. *Environmental Chemistry Letters* 6: 189–213. <https://doi.org/10.1007/s10311-008-0159-9>
- Kabata-Pendias A., Szeke B.** 2021. Trace Elements in Abiotic and Biotic Environments. Boca Raton: CRC Press, 468 pp.
- Levizou E., Zanni A. A., Antoniadis V.** 2019. Varying concentrations of soil chromium (VI) for the exploration of tolerance thresholds and phytoremediation potential of the oregano (*Origanum*



- vulgate). *Environmental Science and Pollution Research* 26(1): 14–23. <https://doi.org/10.1007/s11356-018-2658-y>
- World reference base for soil resources*. 2006. A framework for international classification, correlation and communication. International World Soil Resources Reports 103. Rome: FAO, 145 pp.
- Pansu M., Gautheyrou J.** 2006. Handbook of soil analysis mineralogical, organic and inorganic methods. Berlin: Springer-Verlag, 993 pp. <https://doi.org/10.1007/978-3-540-31211-6>
- Antoniadis V., Golia E. E., Shaheen S. M., Rinklebe J.** 2017. Bioavailability and health risk assessment of potentially toxic elements in Thriasio Plain, near Athens, Greece. *Environmental Geochemistry and Health* 39(2): 319–330. <https://doi.org/10.1007/s10653-016-9882-5>
- Golov V. I.** 2004. Cycle of sulfur and trace elements in the main agroecosystems of the Far East. Vladivostok: Dalnauka, 316 pp. [In Russian].
- Wang X., Cheng G., Zhong X., Li M-H.** 2009. Trace elements in sub-alpine forest soils on the eastern edge of the Tibetan Plateau, China. *Environmental Geology* 58(3): 635–643. <https://doi.org/10.1007/s00254-008-1538-z>
- Sparks D. L.** 2003. Environmental Soil Chemistry. 2nd ed. San Diego: Academic Press, 352 pp. <https://doi.org/10.1016/B978-012656446-4/50001-3>
- Trebiën D. O. P., Bortolon L., Tedesco M. J., Bissani C. A., Camargo F. A. O.** 2011. Environmental factors affecting chromium-manganese oxidation-reduction reactions in soil. *Pedosphere* 21(1): 84–89. [https://doi.org/10.1016/S1002-0160\(10\)60082-3](https://doi.org/10.1016/S1002-0160(10)60082-3)
- Essington M. E.** 2003. Soil and Water Chemistry: An Integrative Approach. Boca Raton: CRC Press, 552 pp.
- Fendorf S. E., Zasoski R. J.** 1992. Chromium (III) oxidation by  $\delta$ -MnO<sub>2</sub>: 1. Characterization. *Environmental Science Technology* 26(1): 79–85. <https://doi.org/10.1021/es00025a006>
- Timofeeva Y., Purtova L., Emelyanov A., Burdukovskii M., Kiseleva I., Sidorenko M.** 2021. Contents, distribution, and fractionation of soil organic carbon and trace elements in soils under a green manure application. *Soil and Water Research* 16(1): 50–58. <https://doi.org/10.17221/65/2020-SWR>
- Leita L., Margon A., Pastrello A., Arcon I., Contin M., Mosetti D.** 2009. Soil humic acids may favour the persistence of hexavalent chromium in soil. *Environmental Pollution* 157(6): 1862–1866. <https://doi.org/10.1016/j.envpol.2009.01.020>

## Формы поражающего воздействия вулканов на древесную растительность Камчатки и Курильских островов

Сергей Юрьевич Гришин<sup>✉</sup>, Полина Александровна Перепёлкина,  
Максим Леонидович Бурдуковский

*Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН,  
Владивосток, 690022, Российская Федерация*

<sup>✉</sup> Автор-корреспондент, e-mail: [alaid@bk.ru](mailto:alaid@bk.ru)

Получена 15 августа 2025 г.; принята к публикации 14 ноября 2025 г.

**Аннотация.** На примере извержений последних десятилетий и другой вулканической активности на Камчатке и Курильских островах рассматривается ряд выявленных форм вулканического воздействия на экосистемы, эффект проявления которых может быть увязан с механическим, термическим, химическим и другими факторами поражения древесной растительности. Перечень форм воздействия сопровождается краткой информацией и иллюстрируется photographиями древесных растений и их сообществ, испытавших проявления конкретных вулканических событий.

**Ключевые слова:** вулканические воздействия, лавовые потоки, пирокластические потоки и волны, пеплопады, лахары, эмиссии газа, разрушение растительности, Камчатка, Курилы.

## Forms of damaging effect of volcanoes on woody vegetation in Kamchatka Peninsula and the Kuril Islands

Sergey Yu. Grishin<sup>✉</sup>, Polina A. Perepelkina, Maksim L. Burdukovskii

*Federal Scientific Center of the East Asian Terrestrial Biodiversity, Far Eastern Branch of the  
Russian Academy of Sciences, Vladivostok, 690041, Russian Federation*

<sup>✉</sup> Corresponding author, e-mail: [alaid@bk.ru](mailto:alaid@bk.ru)

Received August 15, 2025; accepted November 14, 2025

**Abstract.** Drawing on eruptions of recent decades and other volcanic activities in Kamchatka and the Kuril Islands, this study identifies approximately thirty different forms of volcanic impact damaging woody plants. The mechanisms of damage are associated with mechanical effects (e. g., tephra fallout, pyroclastic density currents, lahars), thermal effects (e. g., pyroclastic surges, lava contact, red-hot bombs and lapilli), and chemical effects (e. g., acid deposition from volcanic gases and ash leachates). Most of these impact types are briefly described and illustrated with photographs of affected tree species and forest stands that experienced the consequences of specific volcanic events.

**Key words:** volcanic impact, lava flows, pyroclastic flows and surges, tephra fallout, lahars, gas emissions, vegetation destruction, Kamchatka, Kuril Islands.

## Введение

В ходе вулканических извержений происходит вынос из эруптивных центров значительных количеств материала в виде расплава пород, взорванных обломков породы и газов. В большинстве случаев эти материалы имеют высокую температуру – до 1000 °С и выше. Извергнутые материалы на земной поверхности вступают в контакт с наземными экосистемами. При крупных извержениях огромный объём материала (десятки и сотни миллионов кубометров) приводит к погребению наземных экосистем (а в островных условиях – часто и аквальных экосистем), после чего возникает новая природная среда. На её поверхности начинаются первичные сукцессии. При ряде форм вулканического воздействия полного погребения не происходит, либо оно незначительное, однако экосистемы подвергаются мощному повреждающему воздействию (ударное кинетическое воздействие летящего, катящегося или

движущегося в водно-грязевом потоке материала, резкое давление газово-песчаной смеси, непосредственный контакт с массой движущегося материала и др.). В большинстве случаев извергающийся материал насыщен магматическими газами и имеет высокую температуру. Помимо воздействия ювенильных высокотемпературных материалов и газов, нередко воздействие оказывается ранее извергнутыми материалами, либо сторонними материалами, которые были вовлечены в динамические процессы на вулканах. Есть ряд форм воздействия, при которых вулканический материал является холодным и химически относительно инертным (обвалы постройки вулкана с последующими обломочными лавинами, лахары, замывание новых территорий размытыми и переотложенными материалами и др.). Таким образом, компоненты экосистем подвергаются интенсивному механическому, термическому и химическому воздействию, в результате которого возникают эффекты повреждения и поражения древесной растительности (Del Moral, Grishin 1999). Поскольку сильные и существенные (по критерию объема извергнутых продуктов) извержения – относительно редкие природные события, которые зачастую происходят в удалённых и труднодоступных районах, возможность изучить их последствия обычно представляется спустя месяцы, а нередко годы и даже десятилетия после их завершения. В этих условиях особенно важно изучать древесные растения, которые, испытав воздействие, несут на себе его отпечаток и позволяют реконструировать параметры вулканического нарушения экосистем. Другой важный аспект исследования биоты районов активного вулканизма – изучение устойчивости разных видов древесных растений, доминантов растительного покрова региона, к разным формам и различной интенсивности вулканического воздействия. В предлагаемой статье кратко рассмотрены основные формы вулканического воздействия и вызываемые ими факторы поражения древесной растительности на примере извержений последних десятилетий на Камчатке и Курилах.

### **Районы исследований**

Полевые исследования проводились в районах более 20 сильных и существенных извержений, которые произошли в XX-начале XXI вв. на семи камчатских вулканах (Шивелуч, Ключевской, Безымянный, Толбачик, Карымский, Авачинский, Ксудач) и на четырёх курильских вулканах (Алаид – о-в Атласова, Чикирачки – о-в Парамушир, Пик Сарычева – о-в Матуа, Тятя – о-в Кунашир) (рис. 1). Помимо них изучены данные российских исследователей (главным образом, вулканологов) о воздействии на растительность и на других вулканах. Важно отметить, что последствия большинства извержений изучались нами, как правило, через несколько лет или несколько десятилетий после событий, лишь в отдельных случаях удалось застать проходившее извержение и наблюдать непосредственно некоторые формы воздействия на растительность (лавовые потоки вулканов Карымский, 1996–1998 гг. и Толбачик, 2013 г., небольшие пеплопады вулканов Ключевской, Карымский, Шивелуч, пылевые штормы на тех же вулканах, водно-грязевые потоки на вулканах Ключевской и Шивелуч, сольфатары на вулканах Менделеева (о-в Кунашир) и Эбеко (о-в Парамушир), газовые эмиссии вулканов Пик Сарычева и Эбеко). Для полноты охвата разнообразия вулканических проявлений привлечены данные по воздействиям на растительность в вулканических регионах Северной Пацифики – в тихоокеанских районах США и Японии. Далее в тексте при указании какого-либо извержения оно указывается как (Шивелуч, 1964 г.), где первое – название вулкана, второе – год извержения.



Рис. 1. Наиболее активные вулканы Камчатки и Курил.

Fig. 1. The most active volcanoes of Kamchatka and Kuriles.

## Материал и методы

Основой метода был учет состояния древесных растений в зонах поражения. На трансектах и пробных площадках учитывались растения с разными формами повреждений (усыхание деревьев: изменение доли усохших/живых стволов по градиенту воздействия; обугливание, опаливание; высота опаливания по стволу, ориентация воздействия по опалинам и изгибам кроны, ствола; усыхание части кроны; облом и изгибание ветвей, части ствола, угол крена ствола и др.). При этом фиксировалось распределение вулканических отложений. Для выявления зон поражения использовались спутниковые снимки и результаты съёмки с квадрокоптера; для сравнения с ситуацией до извержения в ряде случаев применялись архивные аэрофотоснимки.

**Природные условия и растительность районов исследования.** Районы активного вулканизма российского Дальнего Востока находятся в широком диапазоне природных условий: от субарктических приокеанических до южно-бореальных умеренно-морских на Курилах и до северо-бореальных умеренно континентальных на Камчатке (Grishin 1995). Доминанты растительности более теплообеспеченных районов (Южные Курилы, Центральная Камчатка) представлены темнохвойными породами (*Picea jezoensis* Siebold et Zucc., *Abies sakhalinensis* (F. Schmidt) Mast., локально также *Picea glehnii* (F. Schmidt) Mast.); в Центральной Камчатке широко распространены леса из лиственницы *Larix cajanderi* Cham. В более холодных восточной и южной частях Камчатки доминирует берёза *Betula ermanii* Cham., образующая также пояс в горах центральной Камчатки и южных островов Курильского



архипелага. В наиболее холодных районах (Средние и Северные Курилы, прибрежные и горные районы Камчатки) доминантами растительного покрова становятся ольховый и кедровый стланики (*Alnus fruticosa* Pall., *Pinus pumila* (Pall.) Regel). Количество атмосферных осадков превышает 1000 мм/год на Курилах и в приокеанических частях (а также в высокогорьях) Камчатки, что в сочетании с низкой температурой воздуха означает длительное, до полугода, залегание снежного покрова. Минимальное количество осадков (< 500 мм/год) выпадает в южной половине «хвойного острова» Центральной Камчатки, что означает относительно маломощный снежный покров и периодические стрессовые условия для растительности, включая повышенный уровень пожарной опасности в хвойных лесах.

**Основные формы вулканических проявлений.** Это излияния лавовых потоков, пеплопады (в широком смысле, т. е. выпадение тефры; тефра – совокупность рыхлого извергнутого материала: бомб, лапилли, вулканического пепла), пирокластические потоки и пирокластические волны, обвалы вулканических сооружений и обломочные лавины, лахары, газовые эмиссии. Продукты первых четырех категорий представлены высокотемпературными материалами; материалы обвалов и обломочных лавин могут быть холодными (например, при извержении вулканов Шивелуч, 1964 г., и Безымянный, 1956 г.) и высокотемпературными (обвалы активных куполов: Шивелуч, 2010, 2023 гг.). Выпадение тонких фракций тефры (пеплопад в узком смысле) означает быстрое остывание падающего пепла, который приземляется холодным. Масса лахаров, формирующихся при контакте высокотемпературных извергнутых материалов со снегом и льдом высокогорий («горячие» лахары), может исходно иметь повышенную температуру, но при дальнейшем движении лахара его температура снижается. Материал «холодных» лахаров, образующихся при выпадении особо интенсивных атмосферных осадков или прорыве высокогорного озера на неактивном (на момент образования лахара) вулкане, имеет исходно невысокую температуру, соответствующую окружающей среде.

## Результаты

### **Формы вулканического воздействия, приводящие к механическому повреждению и поражению древесных растений**

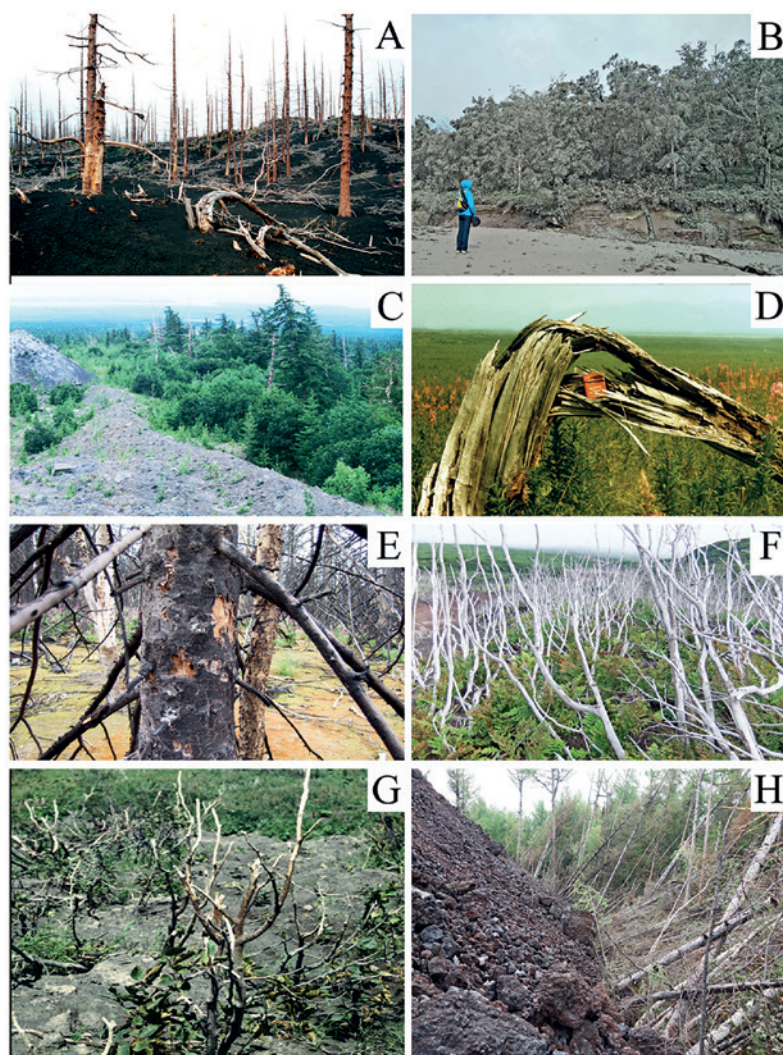
**Поражение бомбами и крупными лапилли.** Вулканические бомбы (фрагменты вулканических пород размером более 64 мм) разлетаются по баллистической траектории на сравнительно небольшом расстоянии. Так, крупные бомбы (диаметром более 30 см) разлетались на расстояние до 3 км от эруптивного центра в ходе извержения Северного прорыва Толбачинского извержения (1975 г.) (Большое...1984). Они падают на землю, как правило, в раскалённом состоянии. Крупные лапилли (вулканические обломки размером 2–64 мм) могут перемещаться на расстояния десять и более километров. Падение с большой высоты и с большой скоростью приводит к ударному воздействию на кроны деревьев и стлаников. Происходит обламывание ветвей, верхушек деревьев, обдирание коры и эрозия прилегающих тканей, почек, листы, генеративных органов (рис. 2А). Ситуация усугубляется при интенсивной бомбардировке (всего около получаса в ходе плинианской стадии извержения вулкана Шивелуч в 1964 г.) (Горшков, Дубик (размер шрифта?) 1969; Гришин и др. 2000). Факторы поражения – главным образом механическое воздействие, в ограниченных случаях – термическое воздействие. Разрушения усугубляются быстрым (от нескольких часов до нескольких недель) погребением оснований стволов (ветвей, побегов), тефрой, насыщенной газами и легкорастворимыми компонентами, высвобождение

которых приводит к негативному химическому воздействию на растения и корнеоби-таемый слой почвы. Погребение почв даже относительно небольшим (10–20 см) слоем отложений заметно меняет их свойства (режимы температуры, влажности, аэрации).

*Выпадение пепла из эруптивной тучи (пеплопады).* Наиболее широко распро-страненный тип вулканического воздействия на экосистемы. Поражение вызывают длительные и/или интенсивные пеплопады, в результате которых нарастает мощность отложений тефры. Степень поражения древесных растений коррелирует с мощно-стью отложений. Имеется ряд факторов, которые могут влиять на критический уровень мощности, при котором происходит поражение (вид древесного растения, его размеры, жизненное состояние, сезон года, фенофазы, наличие снегового покрова, дожди в период выпадения тефры и др.). Повреждения вызывают нагрузка на крону, что влечёт за собой изгибание, облом части кроны, обрыв листвы, абразию тканей (рис. 2В). (Гришин и др. 2021). Тефра, особенно тонкозернистая, является хорошим адсорбентом газов и легкорастворимых веществ, что приводит к отравлению растений в ходе пеплопадов. Так, наблюдалось опадение листвы ольховника в разгар изверже-ния вулкана Алайд в 1972 г. (личное сообщение В. А. Костенко), хвои лиственницы в ходе Толбачинского извержения 1975 г. (Большое...1984; Гришин, Шляхов 2009). Факторы поражения – механическое воздействие, в меньшей степени – химическое воздействие и последствия от ухудшения условий местообитания.

*Обвальные отложения, как горячие, так и холодные.* Массы обвальных отложе-ний с большой скоростью скатываются по склонам вулкана, погребая многометро-выми толщами растительность на обширных территориях (до нескольких десятков квадратных километров). Отложения могут быть как холодными, так и горячими, как результат обрушения построек вулкана, или же активных куполов, соответственно. За последние 65 лет на Камчатке произошло шесть масштабных обвалов. Пострадав-шая растительность находится на контакте с обвальными отложениями, представля-ющими навал из грубообломочных отложений (рис. 2С). Деревья на контакте накре-нены, сломаны, надломлены, некоторые вырваны с корневой системой; стволы несут следы мощного воздействия – обломанную древесину, ободранную кору (Шивелуч, 1964 г.). При обширной территории погребения леса количество стволов на контакте может составлять несколько тысяч. Фактором поражения является исключительно механическое воздействие. Осложняющим фактором может быть резкое измене-ние мезорельефа в зоне контакта, вызывающее эффект «пьяного» леса (Шивелуч, 1964 г.), а также ухудшение условий произрастания деревьев, у которых произошло погребение оснований ствола.

*Воздействие пирокластических волн.* Отмечено в ходе ряда извержений вулканов Камчатки и Курил (Шивелуч, Безымянный, Кизимен, Пик Сарычева и др.). Пиро-кластические волны – скоростные высокотемпературные потоки из газов и тонкого пирокластического материала. Они являются вариацией пирокластического потока (и фактически его частью, окаймляя зону прохождения пирокластического потока), отличаясь пониженным содержанием твердого материала и движением часто неза-висимо от рельефа. Погребения лесной и стланиковой растительности отложениями волн не происходит, но скоростное прохождение турбулентного раскаленного вихря через лес приводит к механическому и термическому воздействию на деревья. Так, при извержении вулкана Шивелуч в феврале 2005 г. погибшие деревья в хвойном лесу имели существенные повреждения: изгибание и облом скелетных ветвей, обдирание коры, вмятины на стволах от ударов летевших камней и глыб (рис. 2Е), обрыв хвои и тонких ветвей, а также опаливание и обугливание коры (Гришин и др. 2017).



**Рис. 2.** А – Лес из лиственницы после длительного воздействия градом лапилли (Толбачик, 1975 г., фото 1998 г.). В – Лес из берёзы каменной после пеплопада (Шивелуч, извержение 29.08.2019, фото 30.08.2019). С – Отложения обломочной лавины на контакте с лесом (Шивелуч, 1964 г., фото 1995 г.). D – Берёза каменная, сломанная воздействием извержения (Безымянный, 1956 г., фото 1998 г.). E – Кора ели, разбитая крупными фрагментами пород при прохождении пирокластической волны (Шивелуч, 2005 г., фото 2008 г.). F – ольховник, ободраный лахаром (Пик Сарычева, 2009 г., фото 2010 г.). G – ольховник, ободраный обломками вулканических взрывов и цунами (Карымское озеро, извержение и фото 1996 г.). H – Лиственницы на контакте с лавовым потоком (Толбачик, 2012 г., фото 2013 г.). Фото А. Г. Лазарева (В), А. Б. Белоусова (D), С. Ю. Гришина (С, E–H).

**Fig. 2.** A – Larch forest after prolonged lapilli bombardment (Tolbachik, 1975, photo from 1998). B – *Betula ermanii* forest after tephra fallout (Shiveluch, eruption on August 29, 2019, photo from August 30, 2019). C – Debris avalanche deposits at the forest boundary (Shiveluch, 1964, photo from 1995). D – *Betula ermanii* tree broken by eruptive activity (Bezymianny, 1956, photo from 1998). E – Spruce bark shattered by large rock fragments during a pyroclastic surge (Shiveluch, 2005, photo from 2008). F – *Alnus fruticosa* stripped by a lahar (Sarychev Peak, 2009, photo from 2010). G – *Alnus fruticosa* stripped by volcanic explosion debris and tsunamis (Karymsky Lake, eruption and photo from 1996). H – Larch trees at the contact with a lava flow (Tolbachik, 2012, photo from 2013). Photos by A. G. Lazareva (B), A. B. Belousov (D), S. Yu. Grishin (C, E–H)



*Воздействие пирокластической волны направленного взрыва.* Редкое, но особо масштабное и катастрофическое по последствиям природное явление. Произошло в ходе извержения вулкана Безымянный на Камчатке в марте 1956 г. и вулкана Сент-Хеленс (США) в мае 1980 г. На Безымянном на расстоянии 10 км от центра извержения стланиковая растительность, прикрытая мощным снежным покровом, была буквально содрана вместе с почвенным покровом. На расстоянии ~20 км волна, движущаяся со скоростью  $> 60$  м/с (Белоусов, Белоусова 2000), снесла лес, ломая деревья берёзы каменной диаметром до 50–80 см (рис. 2D). Остались только пни, высота которых с удалением от вулкана увеличивалась. В складках рельефа, экранированных от прямой экспозиции источнику взрыва, уцелели невысокие древесные растения (кустики стлаников, подрост деревьев) (Гришин 2019). На расстоянии около 29 км деревья устояли, но погибли уже вследствие термического воздействия. Таким образом, на обширной территории воздействия пирокластической волны (500 км<sup>2</sup>) древесная растительность была уничтожена (снесена) мощным механическим воздействием, а там, где оно ослабло – погибла от термического воздействия (Горшков, Богоявленская 1965; Белоусов, Белоусова 2000). На вулкане Сент-Хеленс масштабы вывала леса были еще больше, а стволы устоявших хвойных деревьев имели вмятины от ударов летящих камней; глубина вмятин коррелировала с расстоянием от центра извержения (The 1980 Eruptions... 1981).

*Воздействие лахаров.* Лахары – водогрязекаменные потоки, вулканогенные сели; образуются во время извержения, обычно при контакте высокотемпературных вулканитов и снежного (ледового) покрова. «Холодные» лахары возникают и в межэруптивный период, при контакте водных масс (особо интенсивные дожди, прорывы горных озёр и т. п.) и обширных толщ рыхлых отложений вулкана. Водно-грязевая масса лахара с высокой скоростью сходит по руслу на склонах вулкана и растекается широким шлейфом на пологих подножиях. В руслах происходит обдирание дна и бортов русла, иногда до скальной основы, весь почвенный и растительный покров там срывается; остаётся лишь полоса погибшей древесной растительности с ошкуренными и ободранными стволами (рис. 2F), отделяющая зону полного разрушения в русле от неповреждённой растительности на более высоких склонах. Ниже, в зоне выполаживания рельефа, лахар замедляется, растекаясь широким шлейфом; отложения погребают территорию этой зоны сравнительно маломощным слоем из грязи, глыб, снега, льда, древесных стволов и обломков. При относительно невысоком содержании твёрдого вещества в массе лахара он может пройти через участки лесной растительности, как водный поток, оставив на стволах грязевые следы, содранную кору, обломанные ветви и другие повреждения. Нередко лахар забрасывает на деревья небольшие глыбы, которые застревают между ветвей на высоте до 2 м над землей. Таким образом, воздействие лахаров на древесную растительность является преимущественно механическим, а диапазон воздействия меняется от погребения/уничтожения отложениями, через ряд, меняющийся по интенсивности воздействия, до умеренного разрушения и частичного повреждения деревьев и стлаников. Даже в зоне полного погребения начавшаяся сукцессия имеет, по-видимому, характер вторичной, поскольку на поверхности отложений остается немало растительных фрагментов, захваченных лахаром, включая диаспоры растений, а также компонентов почвенного покрова, вкрапленных в отложения.

*Воздействие на растительность вулканогенных цунами.* Сравнительно редкая форма вулканического воздействия. Цунами возникло в ходе извержения вулкана Севергина (о-в Харимкотан, Курилы) в 1933 г. (Мархинин 1967). В миниатюре



явление наблюдалось на оз. Карымское в ходе подводного извержения в январе 1996 г. (Белоусов, Белоусова 2011). На озере Карымское волны цунами, образованные мощными подводными взрывами, обрушились на близлежащий берег и содрали со склона растительный покров, в котором доминировал ольховый стланик (Grishin et al. 2000). Воздействие на древесную растительность было, безусловно, механическим, но специфика этого события в том, что растительность была поражена (рис. 2Г) одновременно и цунами (водой с глыбами льда), а также, видимо, глыбами породы со дна озера, и глыбами льда, вынесенными взрывами и разлетевшимися на сотни метров от центра извержения.

*Воздействие лавовых потоков.* Лавовые потоки масштабно воздействовали на лесную и стланиковую растительность на вулканах Ключевской и Толбачинский, а также, но в значительно меньшей степени – на курильских вулканах Алаид, Пик Сарычева, Сноу и др. Лавовые потоки, растекаясь на значительной территории, мощной толщей полностью покрывают древесную растительность, включая высокоствольные леса, меняя и рельеф местности. Поэтому обсуждается состояние деревьев только на контакте с лавой. Воздействие в основном механическое, напоминающее эффект обвалных отложений, но с частыми следами термического поражения. Подножия деревьев были погребены лавовой осыпью и глыбами, большая часть стволов наклонена (рис. 2Н), часть опалена. Некоторые были переломлены или перегорели в комле. Выявлено, что в большинстве случаев (73.3%) контакт с лавой вызвал гибель деревьев. Большинство погибших деревьев были сильно повреждены механически.

*Воздействие взрывных осколков и разлетевшихся фрагментов горной породы.* Случается в ходе извержений при взрывах разной природы (магматических, фреатомагматических, фреатических, метановых), в результате которых происходит разлёт обломков породы. Воздействие бывает на относительно близком расстоянии (десятки метров – первые сотни метров). Примеры: взрывы на северном склоне вулкана Тятя (о-в Кунашир) в 1973 г. (Мархинин 1985), взрывы на оз. Карымское в ходе подводного извержения в январе 1996 г. (разлёт обломков породы по баллистической траектории), метановые взрывы возле лавовых потоков Толбачинского извержения 2012–2013 гг. (Гришин 2015).

*Эродирующее воздействие вторичного переноса частиц пирокластики.* Широко распространенная и масштабно проявляющаяся форма воздействия. Для древесных растений в первую очередь влияет на листья, почки, молодые побеги с тонкой корой. Листья становятся жёлтыми, бурыми, отчасти перфорированными, верхушки древесных побегов на высоте 1–2 м теряют кору, обточены и засыхают. Ухудшает жизненное состояние молодых растений. Как правило, явление возникает на контакте стены древесной растительности с открытой вулканической пустыней, представленной обширными полями пирокластики, где возникают сильные ветры, нередко сопровождаемые небольшими смерчами (вулкан Чикурачки – о-в Парамушир, вулкан Алаид – о-в Атласова, камчатские вулканы Шивелуч, Толбачик, Ключевской, Карымский и др.). Зимой происходит перенос частиц тефры по снегу и насту.

### ***Термическое воздействие***

*Поражение на контакте с раскаленными лавовыми потоками: возгорание и обугливание древесных растений.* Взаимодействие высокотемпературного материала лавового потока при контакте с деревьями имеет сложный характер, как было изучено нами на обширных лавовых потоках Толбачинского извержения, вторгшихся

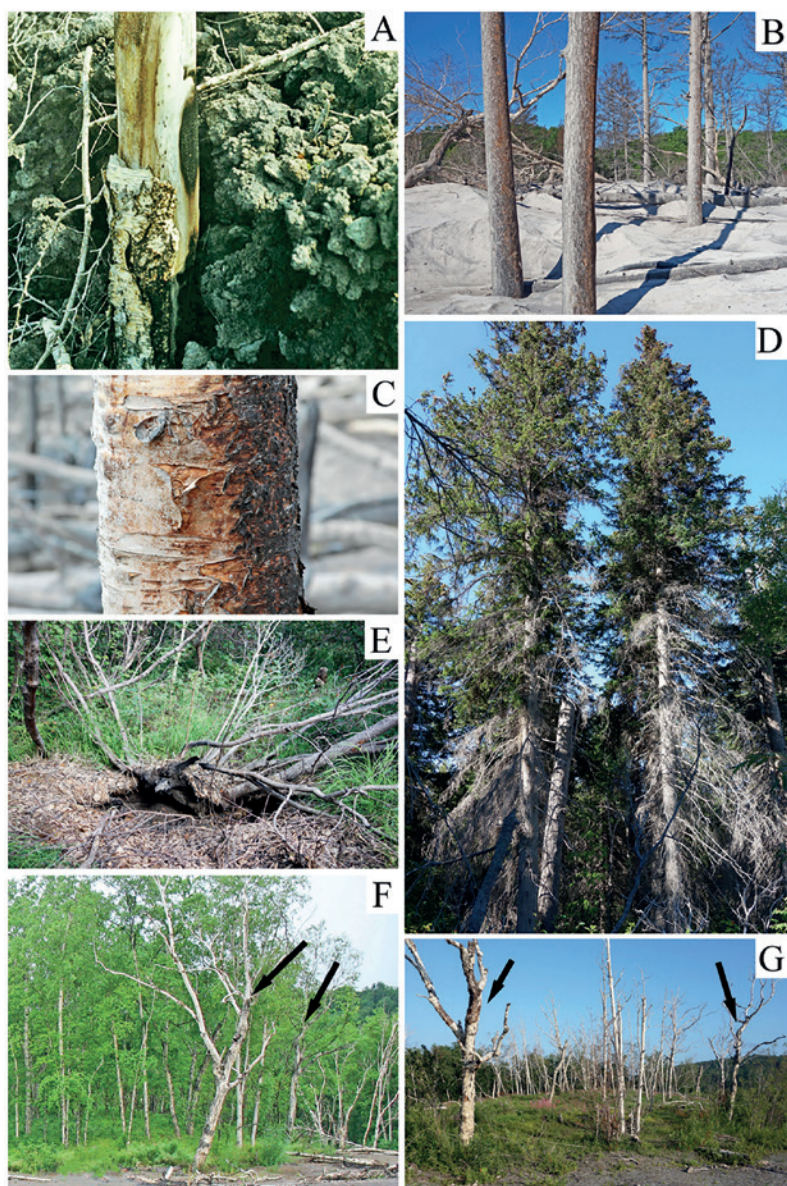
в декабре 2012 г. на несколько километров в лесную зону. В ходе учёта состояния стволов на контакте с лавой 2012 г. на вулкане Толбачик выявлено, что около 25% стволов имеют признаки термического воздействия – опал коры и древесины, следы опаливания крон, обугливание и перегорание стволов. Часть стволов загоралась. Пожаров при этом не возникало: горение в зимних условиях достаточно быстро прекращалось из-за погребения лавой надвигающегося фронта потока (Гришин и др. 2015).

Опаливание, обжигание, обугливание стволов (рис. 3А) и крон деревьев, а также стлаников и кустарников происходило и в период Толбачинского извержения 1975–1976 гг., которое имело два центра и обширные зоны излияний (общей площадью 45 км<sup>2</sup>). Возгорания деревьев и кустарников летом 1975 г. случались неоднократно, при этом лава Северного прорыва поджигала деревья лишь до определённых пределов от центра излияния; при движении лавы далее вниз возгорания уже не отмечались (Большое... 1984). Лавовые потоки внедрялись в лесной пояс в ходе извержений вулкана Ключевского (извержения 1932, 1938, 1946, 1951 и 1966 гг.), поражая леса из берёзы каменной и заросли стлаников, преимущественно ольховника. На Курилах воздействие на стланиковую растительность было отмечено на очень небольших территориях (извержение вулкана Алаид, 1972 г., вулкана Пик Сарычева, 1976 и 2009 гг.).

*Погребение шлейфами пирокластических потоков.* Пирокластические потоки – одни из наиболее опасных и разрушительных вулканических явлений. Мощный тяжело нагруженный раскалённой пирокластикой вихрь стекает с большой скоростью по понижениям рельефа, обычно по руслам, разрушая все на своем пути и погребая многометровыми толщами. Отложения потока 2005 г. на вулкане Шивелуч превысили по мощности 50 м и остаются (в толщах) горячими 20 лет после извержения. На периферии обширного поля отложений пирокластики мощность ее выклинивается и сходит на нет. При малой мощности (~1–2 м) стволы, захлестнутые раскалёнными отложениями (рис. 3В), подвергались сильному термическому воздействию, даже если стволы не перегорали. Фактором поражения, помимо погребения основания дерева, был и раскалённый газово-песчаный вихрь, который воздействовал на всё дерево, включая ветви и хвою у елей.

*Воздействие пирокластических волн.* Волны – более динамичный и газонасыщенный вариант пирокластических потоков, с меньшим содержанием твёрдого материала. Они сопровождают потоки, являясь их краевой частью, либо двигаясь как облако над ними. Поскольку они очень подвижны, они могут отрываться от потоков и двигаться самостоятельно, преодолевая некоторые препятствия рельефа.

Несмотря на то, что волны оставляют значительно меньшее количество отложений по сравнению с пирокластическими потоками (как правило, от нескольких сантиметров до первых десятков сантиметров), высокая температура (сотни градусов) и насыщенность раскалённым пеплом делают волны смертельно опасными для всех живых организмов. По полученным нами данным, (извержения вулкана Шивелуч 2005 и 2010 гг.) наиболее интенсивное действие волны (насыщенность твердым материалом, давление и температура) проявляется с приближением к поверхности земли (волна «прижимается» к земле). Изучен диапазон воздействия от максимального до минимального. В зоне максимального воздействия отмечены высокий уровень отложений (более 20 см), сильное механическое и сильное термическое воздействие, оставляющее следы опаливания на коре ствола (рис. 3С) и ветвей. Последние также обильно покрыты тонкими отложениями волны (рис. 4D). В зоне минимального



**Рис. 3.** А – Берёза каменная, опаленная и обугленная на контакте с лавовым потоком (Толбачик, 1975 г.). Фото 1985 г. В – Стволы лиственниц частично погребены горячими отложениями; кора опалена (Шивелуч, 2023 г.). Фото 2023 г. С – Кора берёзы каменной опалена пирокластической волной (Шивелуч, 2005 г.). Фото 2005 г. D – Нижняя половина крон елей погибла вследствие опаливания пирокластической волной (Шивелуч, 2005 г.). Фото 2014 г. E – Ветви ольховника, обугленные в струе пламени горевшего метана (Толбачик, 2012 г.). Фото 2013 г. F, G – Лес из берёзы каменной, погибший вследствие подземного нагрева почв (Шивелуч). Фото 2009 и 2017 гг. Стрелки показывают одни и те же деревья. Фото С. Ю. Гришина.

**Fig. 3.** A – *Betula ermanii* scorched and charred at the contact with a lava flow (Tolbachik, 1975). Photo taken in 1985. B – Larch trunks partially buried by hot deposits; bark scorched (Shiveluch, 2023). Photo taken in 2023. C – *Betula ermanii* bark scorched by a pyroclastic surge (Shiveluch, 2005). Photo taken in 2005. D – The lower half of the spruce tree crowns died from scorching by a pyroclastic wave (Shiveluch, 2005). Photo taken in 2014. E – *Alnus fruticosa* branches charred in a methane flame jet (Tolbachik, 2012). Photo taken in 2013. F, G – *Betula ermanii* forest killed by subsurface soil heating (Shiveluch). Arrows indicate the same trees. Photos by S. Yu. Grishin.



воздействия отсутствуют следы механического воздействия, почти не видны следы термического воздействия, отмечено небольшое количество отложений на деревьях. Погибшие и выжившие деревья отделяет довольно резкая граница, причём у деревьев, последних по профилю падения интенсивности воздействия, контактирующих с первыми внешне неповреждёнными живыми деревьями, как правило, большая часть кроны (обычно нижняя часть – от 1/3 до 3/4) погибает, а верхняя остаётся живой (рис. 3D).

*Поражение раскаленными бомбами и крупными лапилли.* Выпадение крупного магматического материала на небольшом расстоянии от эруптивного центра приводит к тому, что пластичные раскалённые бомбы не успевают остыть во время полета, и лишь покрываются тёмной остывающей коркой, которая трескается при ударе о землю, открывая светящуюся красным раскалённую массу. Такие бомбы могут воспламенять древесную растительность, как отмечено при извержении прорыва Туйла, возникшего на склоне вулкана Ключевской в 1932 г. (Новограбленов 1933). Засыпание оснований стволов горячими лапилли могут привести к поражению и гибели древесных растений. Зафиксированных свидетельств нет, но очень вероятно, что такие ситуации возникали также при извержениях вулканов Ключевской в 1938 и 1951 гг., Толбачик в 1975–1976 гг., Алаид в 1972 г., Тятя в 1973 г., Пик Сарычева в 1946 г.

*Воздействие теплового излучения из латерального эруптивного центра.* Когда эруптивный центр находится в пределах пояса древесной растительности, непрерывно действующие эксплозии, которыми выносятся обычно бомбы и тефра, представляют собой мощный локальный источник теплового излучения. Такие ситуации возникали при извержении Ключевского вулкана в 1932, 1938, 1951 гг., вулкана Алаид в 1972 г., вулкана Тятя в 1973 г., Северного и Южного прорывов Толбачинского извержения в 1975–1976 гг. Так, очевидец извержения 1932 г. отмечал сильное тепловое излучение от кратера, при этом листва берёз в радиусе 500 м пожелтела (Новограбленов 1933); в этих же пределах деревья погибли, как было выяснено более полувека спустя (Гришин 2007). В последнем случае, несомненно, присутствовал фактор механического, и, весьма вероятно, химического воздействия.

*Воздействие теплового излучения метановых возгораний.* Сравнительно редкое явление, зафиксированное на Камчатке впервые у края лавовых потоков Толбачинского извержения 2012–2013 гг. Погребённая раскаленной лавой древесина в процессе пиролиза генерировала метан, который по подземным трещинам в подстилающей древней лаве (возраста ~ 1000 лет) выходил за пределы зоны погребения и либо взрывался (в смеси с воздухом), либо выгорал, опаливая и обугливая (рис. 3Е) древесную растительность (Гришин 2015). Явление так широко распространено при излиянии жидких базальтовых лав на Гавайских островах, что было включено в список опасностей для туристов (Heggie 2009).

*Воздействие на древесную растительность через прогрев субстрата вследствие прохождения подземного теплового потока.* Уникальное явление, изученное нами на вулкане Шивелуч (Камчатка): выявлен случай поражения лесной растительности, находящейся вне прямого контакта с материалом вулканического извержения, причем через восемь лет после извержения. В результате извержения 2005 г. высокотемпературная 50-метровая толща отложений пирокластического потока погребла одно из старых русел р. Байдарная. Взаимодействие мощной раскаленной толщи и подтекающих под нее грунтовых вод генерировало перегретый пар, который под давлением нашел себе выход через подземные горизонты древней



базальтовой тефры, выходящие в прирусловых склонах. Пар прошел по этим горизонтам (лежавшим до извержения в грунте на глубине несколько метров) перпендикулярно руслу на расстояние в несколько сотен метров. Участок разгрузки пара по условиям рельефа оказался на краю долины под зрелым лесом из берёзы каменной (рис. 3F). Выявлено, что разгрузка началась в 2013 г. и вызвала прогрев субстрата над горизонтами тефры, включая почвенный профиль. Нагрев корнеобитаемого горизонта привел к гибели древесные растения (в первую очередь деревья) в 2014 г. К 2017 г., вероятно, после частичного разрушения грибами корневых систем стволы деревьев вывалились (рис. 3G). В августе 2018 г. температура почвы на глубине 0.5 м достигала 50 °C; структура растительности на участке разгрузки была связана со степенью нагрева субстрата: от мертвого покрова над каналом прохождения пара до малоизмененного травяно-кустарникового покрова на слабо прогретых окраинах участка.

### ***Химическое воздействие***

Вынос большого количества химических веществ происходит в ходе всех извержений, а также в межэруптивный период. Полевые исследования требуют специального оборудования для учета эмиссии газов, сбора образцов и лабораторного анализа. Нами эти исследования не проводились, однако была описана одна из форм поражения, явно связанная с химическим воздействием. Остальные формы кратко перечислены по публикациям вулканологов и экологов, исследовавших данный аспект на вулканах мира.

*Газы и легкорастворимые вещества, поступающие в экосистемы вместе с тефрой.* Массовая форма поступления химических веществ в экосистемы. Тефра, особенно тонкозернистая, содержит значительное количество водорастворимых компонентов, сорбированных на поверхности частиц пепла (Товарова 1958). Даже при умеренном пеплопаде (5–10 см отложений тефры) у некоторых древесных растений, как у берёзы каменной и кедрового стланика в ходе Толбачинского извержения 1975–1976 гг., происходит опад листвы и смена хвои (Быкасов 1981). При выпадении большого количества тефры (слоем в десятки сантиметров), листва или хвоя деревьев и кустарников желтеет и опадает в разгар вегетативного сезона. Сами древесные растения (по крайней мере, их значительная часть), затем погибают. Здесь добавляется фактор механического воздействия, а также фактор ухудшения условий местобитания. Явление зафиксировано при извержении вулкана Алаид (о-в Атласова) в 1972 г. (листва ольховника пожелтела и опала, по наблюдениям В. А. Костенко (Гришин и др. 2009)) и Толбачинского извержения 1975–1976 гг., когда летом 1975 г. хвоя лиственницы пожелтела и опала (Большое ... 1984), но, вероятно, бывает выражено повсеместно, при всех существенных пеплопадах.

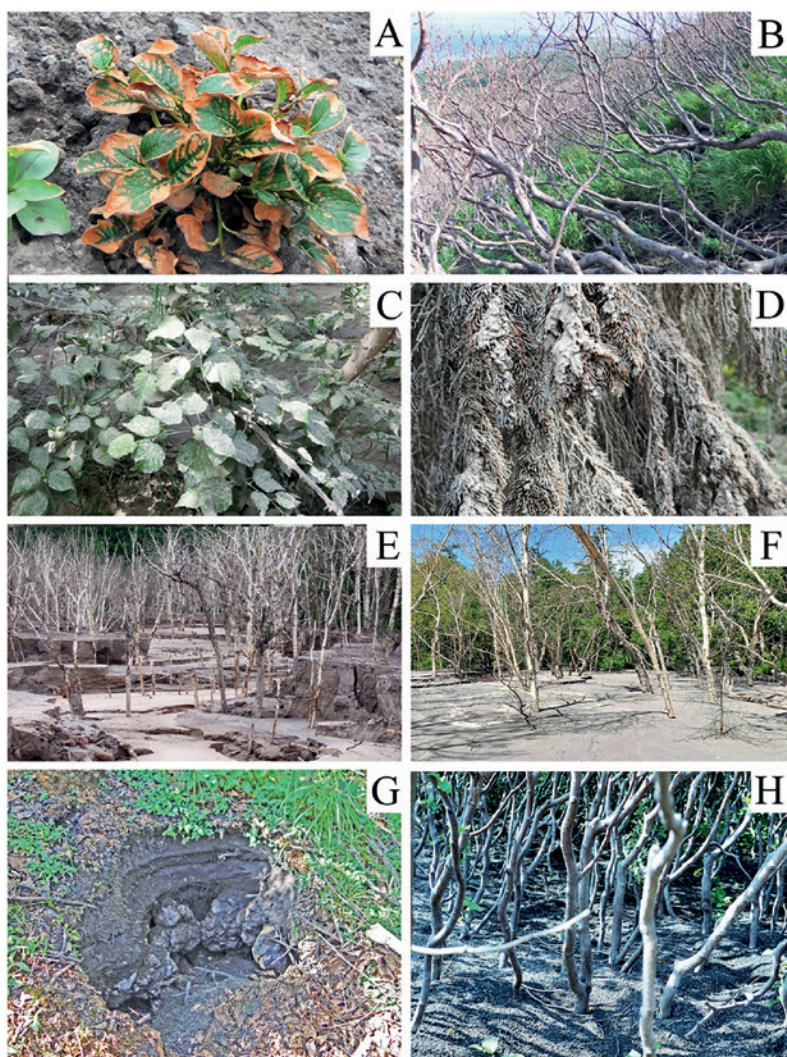
*Газы эруптивного облака и формируемые ими кислотные дожди.* В ходе извержений выносятся огромное количество газов. При крупнейших извержениях зафиксированы колоссальные выбросы газа; например, в ходе Толбачинского извержения 1975 г. было вынесено 1.6 млн т (Большое... 1984), а при извержении вулкана Пинатубо (Филиппины) в 1991 г. – 20 млн т (Guo et al. 2004). Большинство из них эруптивным столбом уносится в атмосферу и рассеивается там на огромной площади. Однако некоторая их часть попадает в наземные экосистемы (непосредственно, а также с туманами, низкой облачностью и осадками, особенно морозящими). В некоторых случаях, поражение лесной растительности может быть масштабным, как в ходе извержения вулкана Miyake-jima в Японии в 2000 г. (Kamijo, Hashiba 2003).

*Газовые эмиссии из кратеров в периоды между извержениями.* Относительно редко фиксируемое явление на Камчатке и Курилах. Выявлено на склонах вулкана Пик Сарычева (о-в Матуа, Курилы); произошло летом 2007 г., в результате заросли ольхового стланика погибли на площади  $\sim 1.5 \text{ км}^2$  и пострадали на существенной территории острова (Гришин 2013). Поражение нанесено облаком двуокиси серы, которое в условиях безветрия и, возможно, тумана скатилось из кратера и зависло на склоне, трансформировавшись в аэрозольное облако серной кислоты. Воздействие вызвало масштабную дефолиацию и затем гибель древесной растительности (рис. 4 В). Подтверждением в ходе работ в 2010 г. были наблюдаемые на склонах конуса растения с пораженными листьями (рис. 4А) и периодически наблюдаемые интенсивные парогазовые выносы из кратера, сопровождаемые резким запахом сернистого газа (запах отмечался, как правило, выше 400 м над ур. м., на расстоянии до 3 км от кромки кратера). Аналогичное поражение ольховника отмечено в 2006 г. на склонах вулкана Августин (Алеутские о-ва) (<http://www.avo.alaska.edu/images/image.php?id=10885>). Интенсивность даже рядовых эмиссий может быть весьма высока: запах сернистого газа из кратера вулкана Эбеко (о-в Парамушир) мы чувствовали на расстоянии 15 км, находясь на соседнем острове Шумшу в августе 2004 г. На Гавайских островах вулканический смог (vog), образующийся в результате взаимодействия  $\text{SO}_2$  с кислородом воздуха и водяным паром при участии солнечного излучения, повреждает растительность и является объектом постоянного мониторинга (Nelson, Sewake 2008).

*Газы сольфатар и фумарол* – постоянный источник поступления газов в экосистемы активных вулканов. Из-за ограниченного объема поступающих газов воздействие достаточно локально (десятки метров–первые километры от источника), как показано на примере сольфатарного поля вулкана Менделеева на острове Кунашир (Ворошилов, Сидельников 1978). Типично образование стабильной концентрической структуры растительности вокруг источников загазованности. Но в отдельных случаях вынос газа может иметь разрушительный характер. Так, сильные ветры тайфуна «Робин» вынесли в августе 1994 г. газы из зоны фумарол вулкана Кудрявого (о-в Итуруп) и повредили растительность в полосе шириной  $\sim 500 \text{ м}$  (Соловьев 1995). Ранее (в 1946 г.) там же зафиксированы обширные заросли мертвого кедрового стланика, по мнению автора, погибшие от химического воздействия (Ефремов 1951).

*Газы, выделяющиеся при взаимодействии раскалённой лавы и пирокластике с морской водой.* На Гавайских о-вах выявлено, что при контакте лавы с морской водой происходят химические реакции с образованием соляной кислоты. В результате, над местом контакта поднимается мощный столб пара, обогащенного  $\text{HCl}$  (pH 1.5–2.0) и солёностью, превышающей солёность морской воды в 2–3 раза (Sutton, Elias 1993). В условиях Курил за последнее столетие произошло четыре извержения с истеканием лавовых потоков в море (Гришин 2015), причем одно извержение длилось 3.5 года (вулкан Сноу – о-в Чирпой, 2012–2016 гг.); в ходе шести извержений в воду поступали горячие отложения пирокластических потоков. Воздействие образовавшихся при этом газов на наземную растительность было, по-видимому, локальным.

*Газы, поступающие из глубин через трещины в почву.* Описаны у подножия потухшего вулкана Mammoth в Калифорнии, США, где участками погиб хвойный лес; исследования показали, что это результат выноса  $\text{CO}_2$  через глубинные трещины в почву и воздействия газа через корневые системы на хвойные деревья, что вызвало их гибель (Farrar et al. 1995). Некоторая аналогия наблюдается в «Долине смерти»



**Рис. 4.** А – Ива Накамуры *Salix nakamura*; листья пострадали от выносов сернистого газа (Пик Сарычева). Фото 2010 г. В – ольховник, погибший в 2007 г. от воздействия сернистого газа (Пик Сарычева). Фото 2010 г. С – Запыление листьев берёзы плосколистной *Betula platyphyla* Sukacz. в лесу пылевыми штормами (Шивелуч, 2023 г.). Фото 2023 г. D – Пепел пирокластической волны на ветвях погибшей ели (Шивелуч, 2005 г.). Фото 2005 г. E, F – Берёзовый лес, погибший вследствие частичного погребения размытой и переотложенной пирокластикой (Шивелуч, 2005 и 2023). Фото 2008 и 2024 г. G – Воронка метанового взрыва, около 1 м в поперечнике и 0.5 м в глубину (Толбачик, 2012 г.). Фото 2013 г. H – Стволики ольховника, подвергающиеся ветровой абразии и частичному погребению тефрой (Чикурачки, 1986 г.). Фото 2003 г. Фото F – П. А. Перепёлкиной, остальные – С. Ю. Гришина.

**Fig. 4.** A – *Salix nakamura* leaves damaged by sulfur dioxide emissions (Sarychev Peak). Photo taken in 2010. B – *Alnus fruticosa* died in 2007 due to sulfur dioxide exposure (Sarychev Peak). Photo taken in 2010. C – *Betula platyphyla* Sukacz. leaf dusting from ash storms (Shiveluch, 2023). Photo taken in 2023. D – Pyroclastic surge ash on the branches of a dead spruce (Shiveluch, 2005). Photo taken in 2005. E, F – Birch forest died due to partial burial by eroded and redeposited pyroclastics (Shiveluch, 2005 and 2023). Photos taken in 2008 and 2024. G – Methane explosion pit, approximately 1 m in diameter and 0.5 m deep (Tolbachik, 2012). Photo taken in 2013. H – *Alnus fruticosa* stems subjected to wind abrasion and partial burial by tephra (Chikurachki, 1986). Photo taken in 2003. Photo F by P. A. Perepelkina, others by S. Yu. Grishin.



в Кроноцком заповеднике на Камчатке, где была отмечена высокая концентрация  $\text{CO}_2$ , приводящая к гибели животных (Карпов и др. 1983). Ботаник В. Ю. Баркалов (личное сообщение) наблюдал на Курилах два труднообъяснимых явления: непрекращающееся затухание разводимого костра в локальной низине у подножия вулкана Немо (о-в Онекотан), и взрыв разведённого костра на западном склоне вулкана Эбеко (о-в Парамушир). Эти случаи, возможно, связаны с просачиванием из недр углекислого газа в первом случае и метана – во втором.

### ***Сопутствующие факторы повреждения и поражения растительности***

Сопутствующие факторы являются следствием извержений, иногда опосредованными, иногда удалёнными во времени от активных проявлений вулканизма. Как правило, усугубляют негативное воздействие трех перечисленных выше факторов. Кратко перечислим их.

*Запыление листьев, хвои, ветвей, стволов тонкозернистой тефрой (пирокластикой)* (рис. 4А). Возникает как во время извержения, так и в межэруптивный период (следствие переноса и переотложение вулканической пыли в ходе сильных ветров в районах, контактирующих или близких к открытым вулканическим пустыням; происходит, как правило, в бесснежный период). Приводит к угнетению физиологического состояния растений, снижению фотосинтеза и др.

*Налипание и частичное цементирование тонкой тефры на ветвях и стволах деревьев и кустарников.* Возникает в условиях морозящих осадков, приводит к изгибанию крон деревьев, облому ветвей, по-видимому, ухудшает физиологическое состояние растений. Тефра на ветвях и изгибание стволов молодых деревьев могут сохраняться годами; это наблюдалось С. Ю. Гришиным через три года после сильного пеплопада, в зоне отложений 5–10 см тефры (Толбачик, 1975 г.). Другой вариант – тонкий материал пирокластической волны, который в зимних условиях, при участии снега, захваченного вихрем волны и превращенного в брызги воды, также закрепляется на кронах (рис. 4D).

*Изменение эдафических условий (аэрация, режимы температуры, влажности, промерзания и оттаивания почв).* Следствие аккумуляции значительных толщ тефры (десятки сантиметров), отложенной во время пеплопадов.

*Замывание и погребение оснований стволов деревьев и стлаников переотложенной пирокластикой.* Происходит посредством временных (сезонных) водотоков (рис. 4Е, 4F). Возникает через некоторое время (от нескольких месяцев до нескольких лет) после извержения. В зависимости от масштаба извержения и величины вулканического сооружения, территория зоны воздействия может составлять ~1 км<sup>2</sup> (Чикурачки, 1986 г., Шивелуч, 2005 г., Жупановский, 2015 г.), в отдельных случаях достигая ~20 км<sup>2</sup> (Безымянный, 1956 г.).

*Образование воронок метановых взрывов, приводящее к разрушению почвенного и растительного покрова, локальному повреждению и гибели древесных растений* (рис. 4G). Явление, сравнительно редкое в наших условиях, отмечено возле лавы извержения 2012 г. вулкана Толбачик (Гришин 2015). Широко распространено на вулканах Гавайских о-вов и, возможно, в других районах обширных базальтовых излияний, где лавы контактируют с древесной растительностью (Heggie 2009).

*Погребение растительного покрова переотложенными вулканическими отложениями вследствие эрозии, дюнного эффекта, пылевыми вихрями.* Эффект не столь сильно выражен, поскольку возникает без посредства водотоков, но происходит на значительных пространствах (рис. 4H).



## Обсуждение

**Другие формы воздействия на древесную растительность вулканических районов.** Мы не учитывали такие распространённые на вулканах формы воздействия на растительность, как деятельность «сухих» рек – явление, затрагивающее обширные участки подножий активных вулканов. Сюда же можно включить оползни на склонах вулканов, возникновение молний в электризованном облаке тефры, и вызываемые ими возгорания леса; последствия сольфатарной и гидротермальной деятельности. Все они являются вторичными, по отношению к вулканизму, и в той или иной степени опосредованными явлениями, не говоря о морских цунами, являющихся следствием сейсмических событий, эпицентр которых находится вне суши. Мы специально остановились на этом, поскольку ряд из этих явлений включался в перечень вопросов, изучаемых в рамках проблемы «вулканизм и растительность» (Манько, Сидельников 1989), с чем вряд ли можно согласиться. Не учитывалось нами также воздействие на растительность изменений условий среды, возникших вследствие извержений, таких как изменение рельефа (образование складок в мезорельефе: извержение Безымянного в 1956 г., Шивелуча в 1964 г.), разрушение и гибель древесной растительности в очагах эрозии (Шивелуч, 2005 г.), подтопление растительности водами озёр, образовавшимися из-за подпруживания долин горных рек извергнутыми отложениями (Кизимен, 2010–2013 гг., Шивелуч, 2010, 2023 гг.) и др.

**Факторы поражения, доминирующие при различных формах вулканических проявлений.** Оценка роли факторов поражения растительности показывает, что, как правило, они действуют совместно, но при выраженном доминировании какого-либо фактора, либо вклад факторов меняется при разном уровне воздействия (разном удалении от центра извержения). Так, выше было показано, что в результате сильного пеплопада к нескольким десяткам сантиметрам отложений тефры, падение которой подвергло сильному механическому воздействию и разрушению кроны деревьев, добавилось предполагаемое химическое отравление растений и подкисление почв (химическое воздействие), а также изменение режимов температуры, влажности и аэрации почв (сопутствующие факторы). При нахождении растений в зоне бомбопада могло возникнуть и поражающее термическое воздействие. Там, где деревья и стланики погибли, видимо, свою роль сыграли все перечисленные факторы, но основным из них был фактор сильного механического разрушения.

В отдельных случаях сложно выбрать доминирующий фактор поражения. Так, при прохождении пирокластической волны направленного взрыва вулкана Безымянный в марте 1956 г., двигающейся с огромной скоростью и имеющей температуру несколько сотен градусов, интенсивность воздействия была столь высока, что в приземном слое сносило не только растительный, но и почвенный покров (Белюсов, Белоусова 2000). Это происходило в ближней (к центру извержения) зоне; в средней зоне волна ломала в комле зрелые деревья берёзы каменной; в дальней зоне деревья устояли, но были опалены и погибли. Очевидно, термическое воздействие присутствовало и в средней зоне, причём более интенсивное, чем в дальней зоне, но обсуждать его как причину гибели дерева нет смысла – после динамического удара волной дерева уже не существует, оно мгновенно погибло в результате переламывания ствола (но одновременно оно получило столь интенсивное высокотемпературное опаливание, что выжить бы не смогло, если бы даже устояло, и крона уцелела).

Лишь в одном случае мы выявили единственный фактор поражения – химическое воздействие в результате газовой эмиссии из кратера (Пик Сарычева, 2007 г.).

**Распространенность (частота встречаемости) разных форм воздействия на растительность.** Частота встречаемости зависит от типа извержения (эксплозивное, эффузивное и др.), его масштаба и ряда событий, произошедших в ходе каждого конкретного извержения. Так, извержение вулкана Безымянный в 1956 г. состояло из ряда событий, которые привели к пяти формам вулканических проявлений (обвал постройки вулкана и обломочная лавина, сход пирокластических потоков, образование гигантской пепловой тучи с последующим пеплопадом, прохождение пирокластической волны направленного взрыва, сход лахаров), которые вызвали до 10 различных форм воздействия на растительный покров на склонах вулкана. В целом можно отметить, что наиболее часто встречаются такие широко распространённые формы воздействия на древесные растения, как пеплопады и связанные с ними изменения эдафических условий; ещё чаще можно встретить запыление листьев и хвои тонким пеплом. Ряд форм являются достаточно распространёнными, присутствующими при соответствующих типах вулканических проявлений: например, механическое воздействие на растения при излиянии лавовых потоков, сходе пирокластических потоков и волн, при прохождении лахаров и др. Ряд форм являются редкими, для их проявления должны сложиться определённые условия (они встречаются при воздействии вулканогенных цунами, метановых взрывов; газов, поступающих через глубинные трещины в почву и др.). И наконец, некоторые формы можно оценить как уникальные, например, выявленный нами прогрев субстрата под участком леса вследствие воздействия подземного теплового потока, генерированного отложениями пирокластического потока. При этом не исключено, что представленный в данной статье список форм воздействия на растительность со временем может быть пополнен как в ходе анализа экологических последствий будущих извержений, так и в результате исследований на тех неизученных активных вулканах российского Дальнего Востока, которые извергались в XX-первой четверти XXI вв.

### Благодарности

Искренне благодарим А. Г. Лазарева (г. Петропавловск-Камчатский), участвовавшего с нами в полевых исследованиях на ряде вулканов, а также вулканологов М. Г. Белоусову и А. Б. Белоусова (Институт вулканологии и сейсмологии ДВО РАН), обсуждавших с нами широкий ряд вопросов, связанных с вулканизмом и предоставивших свои фотографии из разных вулканических районов Дальнего Востока России, а также зоолога В. А. Костенко и ботаника В. Ю. Баркалова (ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН) за предоставленные наблюдения, сделанные в вулканических районах.

### Финансирование

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (тема № 124012400285-7).

### Литература (References)

- Белоусов А. Б., Белоусова М. Г. 2000. Отложения и последовательность событий извержения вулкана Безымянный 30 марта 1956 г. (Камчатка): отложения направленного взрыва // *Вулканология и сейсмология*. № 2. С. 3–17. (Belousov A. B., Belousova M. G. 2000. Deposits and Sequence of Eruptive Events at Bezymianny Volcano on 30 March 1956. Directed Blast Deposits. *Journal of Volcanology and Seismology* 2: 3–17. [In Russian].)
- Белоусов А. Б., Белоусова М. Г. 2011. Вулканические цунами: от Кракатау до Карымского // *Природа*. № 6. С. 26–34. (Belousov A. B., Belousova M. G. 2011. Volcanic tsunamis: from Krakatau to Karymsky. *Priroda* 6: 26–34. [In Russian].)

- Большое трещинное Толбачинское извержение (1975–1976 гг., Камчатка). 1984. – М.: Наука. 638 с. ([*The Great Tolbachik Fissure Eruption (1975–1976, Kamchatka)*]. 1984. Moscow: Nauka, 638 pp. [In Russian].)
- Быкасов В. Е. Шлаково-пепловый чехол извержения 1975 г. и поражение растительности Толбачинского дола // *Вулканология и сейсмология*. 1981. № 1. С. 76–78. (Bykasov V. E. Slag-ash cover of the 1975 eruption and damage to vegetation of the Tolbachinsky Dol. *Journal of Volcanology and Seismology* 1: 76–78. [In Russian].)
- Ворошилов В. П., Сидельников А. Н. 1978. Особенности размещения растительности в районе сольфатарного поля вулкана Менделеева // *Экология*. № 6. С. 30–35. (Voroshilov V. P., Sidelnikov A. N. 1978. Vegetation distribution patterns in the solfatara field of Mendelevov Volcano. *Russian Journal of Ecology* 6: 30–35. [In Russian].)
- Горшков Г. С., Богоявленская Г. Е. 1965. Вулкан Безымянный и особенности его последнего извержения. – М.: Наука. 170 с. (Gorshkov G. S., Bogoyavlenskaya G. E. 1965. *Bezymianny Volcano and features of its last eruption*. Moscow: Nauka, 170 pp. [In Russian].)
- Горшков Г. С., Дубик Ю. М. 1969. Направленный взрыв на вулкане Шивелуч // Вулканы и извержения. – М.: Наука. С. 3–37. (Gorshkov G. S., Dubik Yu. M. 1969. [Directional explosion on the Shiveluch volcano. In: *Volcanoes and eruptions*. Moscow: Nauka, pp. 3–37. [In Russian].)
- Гришин С. Ю. 2007. Влияние на растительность извержения группы Туйла на Ключевой сопке (Камчатка) // *Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле*. № 2. С. 9–16. (Grishin S. Yu. 2007. Influence of the eruption of the Tuyla group on the vegetation of the Klyuchevskaya Sopka (Kamchatka). *Vestnik KRAUNTS. Nauki o Zemle* 2: 9–16. [In Russian].)
- Гришин С. Ю. 2013. Поражение древесной растительности на острове Матуа (Курилы, 2007 г.) под воздействием газовой эмиссии вулкана Пик Сарычева // *Вестник КРАУНЦ. Серия: Науки о Земле*. № 1. С. 66–76. (Grishin S. Yu. 2013. The impact on woody vegetation on Matua Island (The Kurils, 2007) caused by gas emissions from Sarychev Peak volcano. *Vestnik KRAUNTS. Nauki o Zemle* 1: 66–76. [In Russian].)
- Гришин С. Ю. 2015. Воронки взрывов у края лавового потока Толбачинского извержения (Камчатка, 2012–2013 гг.) // *Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле*. № 4. С. 72–79. (Grishin S. Yu. 2015. Craters from explosions near the edge of the lava flow from the Tolbachik eruption (Kamchatka, 2012–2013). *Vestnik KRAUNTS. Nauki o Zemle* 4: 72–79. [In Russian].)
- Гришин С. Ю., Крестов П. В., Верхолат В. П., Якубов В. В. 2000. Восстановление растительности на вулкане Шивелуч после катастрофы 1964 г. // *Комаровские чтения*. Вып. 46. С. 73–103. (Grishin S. Yu., Krestov P. V., Verkhohat V. P., Yakubov V. V. 2000. Recovery of vegetation on the Shiveluch volcano after catastrophe of 1964. *V. L. Komarov Memorial Lectures* 46: 73–103. [In Russian].)
- Гришин С. Ю., Овсянников А. А., Перепёлкина П. А. 2015. Возгорание древесной растительности и опасность лесных пожаров в ходе Толбачинского извержения (Камчатка, 2012–2013 гг.) // *Вестник ДВО РАН*. № 5. С. 63–69. (Grishin S. Yu., Ovsyannikov A. A., Perepelkina P. A. 2015. Ignition of woody vegetation and wildfire hazards during the Tolbachik eruption (Kamchatka, 2012–2013). *Vestnik of the Far East Branch of the Russian Academy of Sciences* 5: 63–69. [In Russian].)
- Гришин С. Ю., Перепёлкина П. А., Бурдуковский М. Л., Лазарев А. Г. 2021. Пеплопад вулкана Шивелуч (Камчатка) 29 августа 2019 г. и его воздействие на растительность // *Известия Русского географического общества*. Т. 153. № 5. С. 34–47. (Grishin S. Yu., Perepelkina P. A., Burdukovsky M. L., Lazarev A. G. 2021. Ashfall of Shiveluch volcano (Kamchatka) on August 29, 2019 and its impact on vegetation. *Proceedings of the Russian Geographical Society* 153(5): 34–47. [In Russian].) DOI: 10.31857/S0869607121050049
- Гришин С. Ю., Перепёлкина П. А., Бурдуковский М. Л., Яковлева А. Н. 2017. Начало восстановления лесной растительности после воздействия пирокластической волны вулкана Шивелуч (Камчатка) 27 февраля 2005 г. // *Вестник КРАУНЦ. Науки о Земле*. № 4. С. 28–38. (Grishin S. Yu., Perepelkina P. A., Burdukovskii M. L., Yakovleva A. N. 2017. The beginning of restoration of forest vegetation after the February 27, 2005 pyroclastic surge from Sheveluch volcano (Kamchatka). *Vestnik KRAUNTS. Nauki o Zemle* 4: 28–38. [In Russian].)
- Гришин С. Ю., Яковлева А. Н., Шляхов С. А. 2009. Воздействие извержения вулкана Алаид (Курильские острова) в 1972 г. на экосистемы // *Вулканология и сейсмология*. № 4. С. 30–43. (Grishin S. Yu., Yakovleva A. N., Shlyakhov S. A. 2009. The impact of the 1972 eruption of Alaid volcano in the Kuril Islands on ecosystems. *Journal of Volcanology and Seismology* 4: 246–259. [In Russian].)

- Гришин С. Ю. 2019. Основные тенденции динамики растительного покрова на территории, испытавшей воздействие катастрофического извержения вулкана Безымянный 30 марта 1956 г. (Камчатка). // *Известия Русского географического общества*. Т. 151. Вып. 5. С. 32–47. (Grishin S. Yu. The main trends in the dynamics of vegetation on the territory affected by the catastrophic eruption of Bezymyanny Volcano on March 30, 1956 (Kamchatka). *Proceedings of the Russian Geographical Society* 151 (5): 32–47. [In Russian].)
- Ефремов Ю. К. 1951. *Курильское ожерелье*. – М.-Л.: Детгиз. 224 с. (Efremov Yu. K. 1951. *The Kuril Necklace*. Moscow-Leningrad: Detgiz, 224 pp. [In Russian].)
- Карпов Г. А., Миллер Ю. М., Заварзин Г. А. 1983. Состав воздуха и спонтанных газов в Долине смерти на Камчатке // *Вулканология и сейсмология*. № 4. С. 107–110. (Karpov G. A., Miller Yu. M., Zavarzin G. A. 1983. Composition of air and spontaneous gases in the Valley of Death, Kamchatka. *Journal of Volcanology and Seismology* 4: 107–110. [In Russian].)
- Манько Ю. И., Сидельников А. Н. 1989. Влияние вулканизма на растительность. – Владивосток: ДВО АН СССР. 161 с. (Manko Yu. I., Sidelnikov A. N. 1989. *Impact of Volcanism on Vegetation*. Vladivostok: DVO AN SSSR, 161 pp. [In Russian].)
- Мархинин Е. К. 1967. Роль вулканизма в формировании земной коры: на примере Курильской островной дуги. – М.: Наука. 256 с. (Markhinin E. K. 1967. *The Role of Volcanism in Earth's Crust Formation: Case Study of the Kuril Island Arc*. Moscow: Nauka, 256 pp. [In Russian].)
- Мархинин Е. К. 1985. *Вулканизм*. – М.: Недра. 288 с. (Markhinin E. K. 1985. *Volcanism*. Moscow: Nedra, 288 pp. [In Russian].)
- Новограбленов П. Т. 1933. Извержение Пацана и Фаины на Камчатке // *Известия Государственного географического общества*. Т. 65. Вып. 5. С. 387–401. (Novograbenov P. T. 1933. *Eruption of Patsan and Faina volcanoes in Kamchatka*. *Izvestiya Gosudarstvennogo Geograficheskogo Obshchestva* 65(5): 387–401. [In Russian].)
- Соловьев А. В. 1995. Экспедиция в кальдеру Медвежья // *Вестник Сахалинского областного краеведческого музея*. № 1. С. 163–167. (Solovyev A. V. 1995. *Expedition to Medvezhya Caldera*. *Vestnik Sakhalinskogo Oblastnogo Kraevedcheskogo Muzeya* 1: 163–167. [In Russian].)
- Товарова И. И. 1958. О выносе водорастворимых веществ из пирокластики вулкана Безымянного // *Геохимия*. № 7. С. 686–688. (Tovarova I. I. 1958. On removal of water-soluble substances from pyroclastics of Bezymyanny Volcano. *Geochemistry International* 7: 686–688. [In Russian].)
- Alaska Volcano Observatory: Rapid Volcano Response Communication. <http://www.avo.alaska.edu/images/image.php?id=10885> (дата обращения 10 августа 2025)
- Del Moral R., Grishin S. 1999. Volcanic disturbance and ecosystem recovery. In: *Ecosystems of Disturbed Ground*. Amsterdam: Elsevier, pp. 137–160.
- Heggie T. W. 2009. Geotourism and volcanoes: Health hazards facing tourists at volcanic and geothermal destinations. *Travel Medicine and Infectious Disease*. 5: 257–261.
- Farrar C. D., Sorey M. L., Evans W. C. et al. 1995. Forest-killing diffuse CO<sub>2</sub> emission at Mammoth Mountain as a sign of magmatic unrest. *Nature* 376: 675–678. <https://doi.org/10.1038/376675a0>.
- Grishin S. Yu. 1995. The boreal forests of north-eastern Eurasia. *Vegetatio* 121: 11–21.
- Grishin S. Yu., Krestov P. V., Verkholat V. P. 2000. Influence of 1996 Eruption in the Karymsky volcano group, Kamchatka, on vegetation. *Natural History Research* 7: 39–48.
- Guo S., Bluth G., Rose W. et al. 2004. Re-evaluation of SO<sub>2</sub> release of the 15 June 1991 Pinatubo eruption using ultraviolet and infrared satellite sensors. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems* 5(4): 1–31. <https://doi.org/10.1029/2003GC000654>.
- Kamijo T., Hashiba K. 2003. Island Ecosystem and Vegetation Dynamics before and after the 2000-Year Eruption on Miyake-jima Island, Japan, with Implications for Conservation of the Island's Ecosystem. *Global Environmental Research* 7: 69–78.
- Nelson S., Sewake K. 2008. *Volcanic Emissions Injury to Plant Foliage* (Plant Disease PD-47). Honolulu, HI: University of Hawaii, 11 pp.
- Sutton A. J., Elias T. 1993. Volcanic gases create air pollution on the Island of Hawaii. *Earthquakes and Volcanoes* 24: 178–196.
- The 1980 Eruptions of Mount St. Helens*. Professional Paper 1250. Washington, DC: US Government Printing Office, 844 pp.



УДК 595.7+574.5

DOI: 10.25221/2782-1978\_2025\_4\_6

<https://elibrary.ru/giapkv>

## On the 80th birthday of Professor John C. Morse, an outstanding entomologist and freshwater researcher

Tatyana S. Vshivkova

<sup>1</sup>*Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences, Vladivostok, 690022, Russian Federation*

<sup>2</sup>*Vladivostok State University, Vladivostok 690014, Russian Federation*

*E-mail: vshivkova@biosoil.ru*

Received October 23, 2025; accepted November 14, 2025

**Abstract.** The article presents a brief biographical essay on the activities and achievements of the famous American entomologist, Doctor of Philosophy, Professor, John C. Morse (Clemson University, South Carolina, USA). An assessment is given of his contribution to the development of global aquatic entomology and the training of a new generation of personnel in the field of freshwater ecology. Throughout his time, J. Morse has devoted himself to the study of aquatic insects, especially the order Trichoptera, as well as to the development of international scientific relations, especially with experts in the field of trichopterology, young scientists and educational centers of Asian countries. Dr. Morse's scientific collaboration with Asian trichopterists spans more than 40 years and with Russian trichopterists over 30 years. This publication commemorates the anniversary of this outstanding scientist, who made an invaluable contribution to the development of trichopterology in Asia and worldwide.

**Keywords:** Aquatic entomology, trichopterology, environmental education, Clemson University, Professor, Dr. John C. Morse, anniversary.

## К 80-летию юбилею профессора Джона К. Морза – выдающегося энтомолога, исследователя пресных вод

Татьяна Сергеевна Вшивкова

<sup>1</sup>*Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии  
ДВО РАН, Владивосток, 690022, Российская Федерация*

*Владивостокский государственный университет, Владивосток 690014,  
Российская Федерация*

*E-mail: vshivkova@biosoil.ru*

Получена 23 октября 2025 г.; принята к публикации 14 ноября 2025 г.

**Аннотация.** В статье представлен краткий биографический очерк о деятельности и достижениях известного американского энтомолога, Ph.D., профессора Джона К. Морза (Клемсоновский университет, Южная Каролина, США). Дана оценка его вклада в развитие мировой водной энтомологии и воспитание кадров нового поколения в области пресноводной экологии. В течение всего времени академических исследований Дж. Морз уделяет внимание изучению водных насекомых, особенно отряда ручейников (Trichoptera), а также развитию международных научных связей, особенно с экспертами в области трихотерологии, научной молодёжью и научно-образовательными центрами Азии. Научное сотрудничество д-ра Морза с российскими трихотерологами насчитывает более 30 лет. Публикация приурочена к юбилею выдающегося ученого, внесшего неоценимый вклад в изучение отряда Trichoptera в Азии и мире.

**Ключевые слова:** водная энтомология, трихотерология, экологическое образование, Клемсоновский университет, профессор Джон К. Морз, юбилей.

October 12, 2025 marks the 80th anniversary of the birth of the outstanding scientist, entomologist, professor, Dr. John C. Morse, a mentor of a huge number of students (masters, doctoral students) from around the world. J. Morse devoted almost his entire fruitful professional life to Clemson University, where he rose through the university's

career ranks, from visiting assistant professor (1974–1975), assistant professor (1975–1978), associate professor (1978–1983), to professor (1983–2008), and after retirement – professor emeritus to the present day.

In the scientific world, Professor J. Morse is widely known as an outstanding scientist in the field of aquatic entomology and, in particular, trichopterology, the science of aquatic insects from the order caddisflies. However he gained even greater fame as a specialist in training professionals of the highest level in the specialty of entomology. Clemson University is a leading center for training aquatic entomologists and an international center for trichopterology education. Students also study methods for monitoring freshwaters using aquatic insects. Colleagues call J. Morse the “Asian gardener” because he has planted, cultivated, and harvested many students from Asian countries. He is rightfully considered the leader of the world Trichopterological school, being a follower of the outstanding American entomologist Herbert Ross (1908–1978). He considers Dr. Glenn Wiggins (1927–2013), the Canadian trichopterologist, and Dr. Oliver S. Flint, Jr. (1931–2019), Curator at the US National Museum of Natural History, to be two of his other significant teachers and mentors.

Dr. Morse’s first interest in science began in early childhood. He says: “As a child, I loved playing in streams, building dams, chasing crayfish and frogs, and watching water striders and whirligigs. When I was studying biology in college, my uncle showed me caddis flies and the fascinating portable cases and stationary filternets they make, telling me that “there are not many people studying this group of insects and I predict that they will become important for the environment.” I’ve loved learning about them ever since’. He grew up in Winston-Salem, North Carolina, where he attended R. J. Reynolds High School.

Dr. Morse began his professional career with degrees in Biology (Davidson College, BS, 1968), his Master of Science degree in Entomology at Clemson University, Clemson, SC (1970), and the Doctor of Philosophy degree in Entomology at the University of Georgia, Athens, GA (1974) under Dr. Herbert Ross. Then he joined the faculty at Clemson in 1974 and “retired” officially in 2008. Since then he has continued his academic activities (teaching, research, public outreach) as a volunteer. So far he has served in academia at Clemson University for more than 51 years: non-tenure-track faculty 1974–1975, tenure-track faculty 1975–2008, post-retirement volunteer 2008–present. While on faculty, his appointment was divided among teaching, research, public outreach, and administration. Besides courses in insect systematics, insect larvae, etc., he has taught courses related to aquatic insects at Clemson, at Highlands Biological Station in North Carolina, in several other states, and in 9 countries so far in East Asia for more than 50 years. A publicly available documentary video about his teaching at Highlands Biological Station has been recorded (<https://www.waterbear.com/watch/caddisfly>). Since 1967, his research specialization has been the identification, biology, and historical development of caddisflies. Together with his students, he also studies other aquatic insects, river ecology and conservation, and river biomonitoring.

A big part of his academic activities has been to serve as Director for the Clemson University Arthropod Collection, maintaining the collection in excellent order and expanding it with interesting materials from around the world to over 2 million specimens. As a result, the insect collection, especially for aquatic insects, is very interesting for entomological scholars around the world, specifically with regard to Trichoptera.

Dr. Morse’s professional work focuses on five main objectives: training master’s and doctoral students in entomology; teaching students and specialists from Asian countries

the principles and methods of systematic entomology; promoting research in the field of systematic biology among high school students, increasing young people's knowledge of biodiversity; creating and maintaining an infrastructure for scientific research in the field of Trichoptera taxonomy; and professional development of taxonomic skills for water quality monitoring in the United States and around the world. During his teaching career, Dr. Morse was Major Advisor for 43 graduate students (28 M.S., 15 Ph.D.; with 10 M.S. and 4 Ph.D. since retirement); Advisory Committees for 27 other graduate students (12 M.S., 19 Ph.D.; with 1 M.S. and 5 Ph.D. since retirement); Advisor for 7 post-doctoral Visiting Scholars (3 since retirement), and Advisor for undergraduate researchers: 6 Honors Researchers (2 since retirement) and 1 Summer Scholar. He has served and continues to serve on various expert commissions and is an advisor and consultant to dozens of researchers, research students and specialists in the field of freshwater biomonitoring. For 19 years (1990–2008) he was the Coordinator of the postgraduate program in entomology at Clemson.



Dr. Morse's contribution to the training of students and specialists from Asian countries and to the development of freshwater monitoring in Asia should be particularly highlighted. He was one of the first to attempt to unite the efforts of scientists from Asian countries to develop and implement international methods for monitoring freshwater using macroinvertebrates, so that specialists could learn to “speak the same language” for effective assessment of freshwater quality during biomonitoring of internal and transboundary river basins (Morse et al. 2007).

He was a Major Advisor for 5 Asian PhD students (1 since retirement), 1 MS: Taiwan, China, Russia, S. Korea, Mongolia X2; a Mentor for 7 Visiting Scholars: Israel, China X3 (2 since retirement), Thailand X3 (1 since retirement), Brazil (1 since retirement); a Teacher for courses in aquatic entomology and taxonomy in PR China (1994, 2011, 2018), Mongolia (1998, 2001, 2002, 2008), Far East Russia (1999, 2000), Thailand (2002), Indonesia (2005), India (2007), Singapore (2009, 2024), Iraq (2010), and Philippines (2018).

He was repeatedly awarded honorary titles both in his own country and in the countries where he carried out his educational activities. For instance, since 2012 he has been an Honorary Member of the Hydrobiological Society of Russia Zoological Institution, Saint-Petersburg, Russia); in 2011 he was recognized as The Best Scientist for Nature and Environment in Mongolia, with a presentation by the Mongolian Ambassador, Mongolian Embassy, Washington, DC (Mongolian Ministry of Nature, Environment, and Tourism); since 2003 he has been an Honorary Expert, Public Clean Water Center (Vladivostok, Russia).

Dr. Morse collaborates closely with scientists from Asian countries. He has been directly involved in initiating and organizing more than 30 international events: symposia, conferences, and scientific and practical seminars on entomology and freshwater resource monitoring, conducted, among others, with Russian scientists. Dr. Morse and James Stribling (Tetra Tech Inc., Center for Ecological Sciences, Owings Mills, MD, USA) in 2008 were invited by Primorye Government to participate in the III Ecological Forum and also took part in the International Symposium “Biomonitoring of Land and Freshwater



**Figure.** Dr. John Morse and James Stribling – invited speakers at the International Forum “Nature Without Borders” (Vladivostok, 2008).

**Рисунок.** Доктор Джон Морз и Джеймс Стриблинг – приглашённые докладчики на международном форуме «Природа без границ» (Владивосток, 2008 г.).

Systems in Zones of International Economic Cooperation and Intensive Exploration of Natural Resources in East Asia” (figure).

Dr. Morse is an author of more than 215 research publications (130 refereed papers, 8 books, 62 book chapters; 2 bulletins, 5 reviews, etc.) and he is a co-organizer of 4 WWW Databases. Eighty-seven of his publications were co-authored with Asian colleagues.

One of Dr. Morse’s most important contributions was the creation of the very useful information platform: The Trichoptera World Checklist (TWC) (Morse, 1999, 2019). The TWC is a project of the successful International Symposia on Trichoptera, with the responsibility for its policy and maintenance assigned to the international Trichoptera Checklist Coordinating Committee (TCCC). This project has rightfully made Dr. Morse “Trichopterologist of the World”, and the TWC has become the world’s go-to guide for experienced and novice taxonomists in the field of trichopterology.

The TWC was initiated by Morse about 1990 with data from the Trichopterorum Catalogus (Fischer, 1960–1973), Zoological Record (1961–2008), and publications received in exchanges from colleagues. In 1995, it was transliterated from its original WordPerfect software (Corel WordPerfect® version 5.1) to FileMaker Pro software (Claris® FileMaker Pro® version 3.0) with support from the Integrated Taxonomic Information System (ITIS, <http://www.itis.gov/>). The work on the TWC was reported in 1995 to the participants in the 8th International Symposium on Trichoptera. At that same meeting, the original Taxonomic Checklist Coordinating Committee was elected. Records in the TWC concern names of extant and extinct (fossil) taxa that are regulated by the International Code of Zoological Nomenclature (International Commission on Zoological Nomenclature 1999), i. e., family-group, genus-group, and species-group names, as well as more-inclusive taxa of Amphiesmenoptera in orders †Protomeropina, †Tarachoptera, and Trichoptera. Records are provided for these orders and all descendant categories through subspecies. The purpose



of the TWC is to promote and facilitate scientific investigation in Trichoptera, helping scientists throughout the world to initiate biosystematic studies, investigate biodiversity and distribution, serve as a reference for Trichoptera names and literature, provide key words for information storage and retrieval, and build catalogues, bibliographies, and other uses. The TWC is intended neither to impose a standard classification for Trichoptera nor to restrict scientific opinion. Advantages for providing the TWC on the worldwide web, rather than as a printed work, include making it more readily accessible and without cost to scientists and natural history scholars throughout the world, more readily searchable for data combinations, more amenable for continual updating, and more readily reviewable by the TCCC and other experts.

Due to Dr. Morse' efforts, a total of more than 17384 extant species and 559 fossil species of Trichoptera have been recorded in the World (Morse et al. 2019 and personal communication), making Trichoptera the seventh most speciose order of all insects (Adler 2017) and with more species than the combined total of all the other primarily aquatic insect orders: mayflies (Ephemeroptera, 3436 spp.), dragonflies and damselflies (Odonata, 5956 spp.), stoneflies (Plecoptera, 3562 spp.), and dobsonflies and alderflies (Megaloptera, 350 spp.) (Morse 2007, 2017). Only the primarily terrestrial order Diptera (51197 spp.) has more known freshwater species (Morse 2017; 2019). The extant caddisfly species are classified in 609 genera of 51 families of two suborders: Annulipalpia and Integripalpia. In addition, there are 559 fossil species of caddisflies, some of which are included in 133 fossil genera and 12 fossil families (Morse et al. 2019 and personal communication).

To support the scientific activities of students and young scientists, Dr. Morse, together with his wife Suzanne Morse and Dr Y. Jae Bae, founded a special fund (John Morse Student Award, Asian Society for Hydrobiology, 2024), thereby promoting talented youth in their desire to follow the best traditions of entomological science, in studying the "secrets" of "flying over water"—amazing creatures, created, probably, to understand the greatness of Life and its uniqueness on Earth.

Dr. Morse is a shining example of an outstanding Teacher and Scientist who contributes to the development of science, educating generations of young scientists in the best traditions of world science – unifying, but not divisive; making scientific research accessible and interesting to a wide audience, which is the key to preserving the environment, as well as attracting young people's interest in Science.

Happy birthday, dear Dr. Morse, happiness and prosperity to you and your family, and talented students who will continue your Life's Work!

### References

- Adler P. H., Footitt R. G.** 2017. Introduction. In *Insect Biodiversity: Science and Society*, 2nd ed., volume 1. Footitt, R. G., Adler, P. H., Eds. NJ, USA: JohnWiley & Sons: Hoboken, pp. 1–7.
- Morse J. C.** 1997. Phylogeny of Trichoptera. *Annual Review of Entomology* 42: 427–450.
- Morse J. C.** (Ed.) 1999. Trichoptera World Checklist. <http://entweb.clemson.edu/database/trichopt/index.htm>, version 1, 22 May 1999; Version 2, 28 July 2000; Version 3, 8 January 2001; etc.
- Morse J. C., Bae Y. J., Munkhjargal G., Sangpradub N., Tanida K., Vshivkova T. S., Wang B., Yang L., Yule C. M.** 2007. Freshwater biomonitoring with macroinvertebrates in East Asia. *Frontiers in Ecology and the Environment* 5(1): 33–42.
- Morse J. C.** 2017. Biodiversity of aquatic insects. In: *Insect Biodiversity: Science and Society*, 2nd ed., volume 1. Footitt, R. G., Adler, P. H., Eds. NJ, USA: JohnWiley & Sons: Hoboken, pp. 205–227.
- Morse J. C.** (Ed.). 2019. Trichoptera World Checklist. <http://entweb.sites.clemson.edu/database/trichopt/> (accessed on 25 January 2019)
- Morse J. C., Frandsen P. B., Graf W., Thomas J. A.** 2019. Diversity and ecosystem services of Trichoptera. *Insects* 10: e125. <https://doi.org/10.3390/insects10050125>

УДК 574.9.081(235.243-15)

DOI: 10.25221/2782-1978\_2025\_4\_7

<https://elibrary.ru/jaqdfz>

## Экспедиция Санкт-Петербургского союза учёных в Кумаонские Гималаи (штат Уттаракханд, Индия, апрель–май 2025 г.)

Лев Яковлевич Боркин

Зоологический институт РАН, Санкт-Петербург, 199034, Российская Федерация

E-mail: [Leo.Borkin@zin.ru](mailto:Leo.Borkin@zin.ru)

Получена 3 сентября 2025 г.; принята к публикации 14 ноября 2025 г.

**Аннотация.** Кратко описан ход комплексной биогеографической экспедиции в Кумаонские Гималаи, штат Уттаракханд (Индия) в апреле – мае 2025 г. Она была организована Центром гималайских научных исследований Санкт-Петербургского союза учёных (СПбСУ), а также прошла под флагом Российской ассоциации исследователей Гималаев и Тибета. По счёту это была 8-я комплексная экспедиция СПбСУ в Западные Гималаи и 3-я в штат Уттаракханд. Участники обследовали западную часть Кумаона на высотах от Индо-Гангской равнины до южного подножья Больших Гималаев (горный массив Нанда-Девы, 3560 м). Были проведены наблюдения и собран материал для ботанических и зоологических (насекомые, водные беспозвоночные, амфибии, пресмыкающиеся) исследований согласно имеющимся разрешениям.

**Ключевые слова:** Западные Гималаи, Кумаон, Уттаракханд, Индия, растительность, животный мир, биогеография.

## Expedition of the St. Petersburg Association of Scientists and Scholars to the Kumaon Himalaya (Uttarakhand, India, April–May 2025)

Leo J. Borkin

Zoological Institute, Russian Academy of Sciences, Saint Petersburg, 199034, Russian Federation

E-mail: [Leo.Borkin@zin.ru](mailto:Leo.Borkin@zin.ru)

Received September 3, 2025; accepted November 14, 2025

**Abstract.** This paper provides a brief account of an interdisciplinary biogeographical expedition to the Kumaon Himalaya, Uttarakhand State, India, conducted in April–May 2025. The expedition was organized by the Center for Himalayan Research of the St. Petersburg Association of Scientists & Scholars (SPASS) and was also conducted under the auspices of the Russian Association of Himalaya and Tibet Researches. It was the 8th comprehensive SPASS expedition to the Western Himalayas and the 3rd to Uttarakhand State. Participants surveyed the western part of Kumaon, from the Indo-Gangetic Plain to the southern foothills of the Great Himalaya (the Nanda Devi Massif, 3560 m a. s. l.). Observations were conducted and material was collected for botanical and zoological (insects, aquatic invertebrates, amphibians, reptiles) research in accordance with existing permits.

**Keywords:** Kumaon Himalaya, Uttarakhand, India, vegetation, fauna, biogeography.

## Введение

Начиная с 2011 года, Санкт-Петербургский союз учёных (СПбСУ) последовательно проводит комплексные биогеографические экспедиции преимущественно в Западные Гималаи, продвигаясь по их территории в Индии с запада на восток (Сапелко 2024). Помимо этого, нам удалось посетить также центральный Непал (2017, 2018 гг.) и юго-запад Тибета в Китае (2018 г.). В 2019 г. Центр гималайских научных исследований СПбСУ перешёл к обследованию штата Уттаракханд (Uttarakhand). Этот штат был образован в 2000 г. из северной (гималайской) части штата Уттар-Прадеш (Uttar Pradesh) и первоначально назывался Уттаранчал (Uttaranchal), в 2006 г. сменив это название на нынешнее. Он размещается на востоке Западных Гималаев между штатом Химачал-Прадеш и Непалом и состоит из двух административных частей (divisions), известных как Гархвал (Garhwal) и Кумаон (Kumaon). Последний

занимает восточную часть штата и по р. Кали граничит с Непалом, на севере доходит до Тибета (Китай), а на юге соседствует с Уттар-Прадешом. Территория Кумаона имеет горный характер, кроме небольшой равнинной полосы на самом юге в зоне тераев – заболоченных древесно-кустарниковых зарослей.

Некогда регион назывался Курманчал, что означает *земля Курмы*, т. е. черепахи, в которую якобы здесь превратился Вишну, одно из главных божеств индуизма. По другой, менее популярной версии, слово *Кумаон* связано с далёкой территорией Kummah на берегу Евфрата, откуда одно из скотоводческих племён касситов в V в. до н. э. двинулось на восток и поселилось на севере нынешней Индии. Сейчас население Кумаона относится к этнической группе кумаонцев (Kumaoni), говорящих на кумаонском языке, который вместе с *гархвали* и *непали* образует одну из горных групп (*пахари*) северных индоарийских языков.

Долгое время Кумаон был самостоятельным государством, которым управляли династии Катьюри и Чанд. В 1790 г. королевство, как и Гархвал, было захвачено с востока воинственными горкхами, которые, кстати, создали современный Непал. Однако после поражения в англо-непальской войне (1814–1816 гг.) горкхи уступили регион британцам, которые в 1816 г. образовали Кумаонский дивизион.

По сравнению с Химачал-Прадешом и Гархвалом Кумаон в биогеографическом отношении изучен в меньшей степени. Российские исследователи изредка посещают Кумаон. Первым в городах Алмора и Найнитал летом 1875 г. побывал петербургский востоковед проф. И. П. Минаев (1840–1890), признанный впоследствии основателем отечественной школы индологии.

### Ход экспедиции и предварительные результаты

Экспедиционный отряд включал 15 человек, в том числе 9 кандидатов наук и 1 доктора наук; среди них 11 членов СПбСУ и 5 членов РАИГиТ, главным образом из Санкт-Петербурга: В. Р. Алексеев, Л. Я. Боркин (руководитель), А. А. Волков, Е. А. Гребельная, Г. И. Дубенская, Д. М. Жарков, Т. В. Крестовская, Е. Б. Лопатина, Н. И. Неупокоева (координатор), А. И. Павленко, Н. В. Сергейчик, Д. В. Скоринов, Н. М. Сухих, Н. В. Терёхина, Г. И. Фурманов (рис. 1).

Экспедиция продолжила решать общие задачи в области биогеографии, которые были сформулированы ещё в 2011 г. в ходе первой экспедиции СПбСУ в Западные Гималаи. Они включали идентификацию южной границы Палеарктики в Гималаях, изучение распространения палеарктических видов растений и животных на южном макросклоне Гималаев, анализ вертикальной поясности фауны и флоры.

По ходу маршрута нами обследовались речные долины, озёрные впадины и горные склоны в целях понимания биологического разнообразия в различных ландшафтах в градиенте высот от Индо-Гангской равнины до Больших Гималаев (210–3560 м над ур. м.). Как и ранее, комплексная



**Рис. 1.** Участники Кумаонской экспедиции СПбСУ, Фото Г. И. Дубенской, округ Алмора, 21.04.2025.

**Fig. 1.** Participants of the Kumaon expedition organized by SPASS. Photo by G. I. Dubenskaya, Almora District, April 21, 2025.

экспедиция 2025 г. носила рекогносцировочный характер. Исследования проводились в области зоологии (герпетология, энтомология), ботаники, биогеографии и гидро-биологии. По дороге планировалось посещение знаменательных мест, интересных в историческом и/или религиозном плане. Длительность экспедиции на территории Индии составила 22 дня, с 18 апреля по 10 мая 2025 г. Маршрут полностью пролегал в пределах бассейна великой р. Ганг.

Согласно административному делению Индии, в первый (из Дели) и последний (в Дели) дни экспедиция прошла по равнине штата Уттар-Прадеш. Остальное время мы находились в Кумаоне, пересекая следующие его округа: Удхам-Сингх-Нагар (Udham Singh Nagar District), Найнитал (Nainital District), Алмора (Almora District), Багешвар (Bageshwar District) и Питхорагарх (Pithoragarh District).

В высотном отношении экспедиция двигалась от Индо-Гангской равнины (210 м над ур. м.) через предгорную зону тераев в Предгималаи (хребет Шивалик), Малые и Большие Гималаи. Маршрут частично совпал со старинными торговыми и паломническими путями в Тибет (район Кайласа).

Маршрут, намеченный ещё в Санкт-Петербурге на основании изучения различных путеводителей, статей, карт и научных интересов, был реализован с небольшими изменениями (рис. 2). Ранее никто из нас в Кумаоне не был. Тем не менее маршрут логистически оказался успешным. Иностранный туризм в регионе развит слабо, что отражается на гостевой инфраструктуре, далеко не везде можно найти место для ночлега.

Следует иметь в виду, что в Индии нет строгой унификации в написании географических названий и в указании высот над уровнем моря. В разных источниках, на картах и даже дорожных указателях для одного и того же места можно найти подчас заметно различающиеся варианты. В нижеследующем перечне пунктов (как и далее в тексте) высоты над уровнем моря даны на основании справочников для туристов (Fonia 2009; Agarwala 2018–2019), различных индийских карт, а также измерений, сделанных участниками экспедиции с помощью системы глобального позиционирования (GPS).

Описание маршрута в Индии (звёздочками отмечены места и число ночёвок, в метрах указана высота над уровнем моря):

Дели (Delhi, 237 м, 18.IV)\*\* – Газиабад (Ghaziabad, 209 м, 20.IV) – Хапур (Hapur, 213 м) – Гаджраула (Gajraula, 257 м) – Морадабад (Moradabad, 198 м) – Кашипур (Kashipur, 218 м) – Рамнагар (Ramnagar, 345 м; 241 км от Дели) – Раникхет (Ranikhet, 1830 м) – Маджкхали (Majkhali, 1900 м, 20–21.IV)\*\* – Чаукхутия (Chaukhutiya, 1000 м, 22.IV)\* – Манила (Manila, 1820 м) – Чаукхутия (23.IV)\* – Каусани (Kausani, 1890 м, 24.IV)\* – Гуолдэм (Gwaldam, 1940 м) – Каусани (25.IV) – Байджнатх (Bajjnath, 1125 м) – Каусани (26.IV)\* – Капкот (Kapkot, 1150 м) – Теджам (Tejam, 2190 м) – водопад Бёрти (Birithi Falls, 2000 м) – Мунсияри (Munsiyari, 2276 м, 27–29.IV)\*\*\* – Теджам (Tejam, 2190 м) – Чаукори (Chaukori, 2010 м, 30.IV)\* – Беринаг (Berinag, 2134 м) – Патал-Бхубанешвар (Patal Bhuvaneshwar, 1350 м) – Чаукори (2010 м, 1.V)\* – Багешвар (Bageshwar, 975 м, 2–4.V)\*\*\* – Алмора (Almora, 1650 м, 5.V)\* – Джагешвар (Jageshwar, 1870 м) – Алмора (1650 м, 6.V)\* – Найнитал (Nainital, 2084 м, 7–8.V)\*\* – Катхгодам (Kathgodam, 518 м) – Дели (Delhi, 237 м, 9.V)\* – аэропорт Ташкент (430 м, 10.V) – Пулково, Санкт-Петербург (24 м, 11.V).

Особенностью Кумаонской экспедиции стало то, что её участники добирались до международного аэропорта имени Индиры Ганди в Дели несколькими партиями в разные даты и через разные города. 19 апреля все, наконец, собрались в Дели.





Рис. 2. Маршрут Кумаонской экспедиции СПбСУ, Уттаракханд, Индия (апрель–май 2025 г.). Составлено Н. И. Неупокоевой.

Fig. 2. Route of the Kumaon expedition organized by the St. Petersburg Association of Scientists & Scholars, Uttarakhand, India (April–May 2025). Compiled by N. I. Neupokoeva.

Часть участников использовали даже краткое пребывание в столице Индии с пользой для своих научных интересов, осмотрев парки и пруды. Утром следующего дня наша группа на комфортабельном автобусе с кондиционером по хорошей асфальтированной дороге (хайвэй) направилась на северо-восток в сторону Кумаона, пересекая жаркую Индо-Гангскую равнину. Температура воздуха днём была под 40 °С, поскольку наша поездка совпала с сухим и жарким сезоном (перед муссонами в июне).

Через несколько часов мы подъехали к Кумаону, где по карте располагалась зона *западных тераев* (Western Terai) – часть особого экорегиона, узкой полосой протянувшегося между Индо-Гангской равниной и подножьями Гималаев (10–50 км в ширину и до 300 м над ур. м.). Регион особенно хорошо выражен в Уттаракханде и Непале, где получил название «саванна и луга Тераи-Дуара» (The Terai-Duar savanna and grasslands). Физиономически тераи представляют собою мозаичное сочетание заболоченных лугов, саванны, кустарников, вечнозелёных и листопадных субтропиче-

ских (иногда пишут – тропических) лесов, образуя настоящие джунгли с необычайно высокой травой, речными протоками и озерами.

Благодаря своему переходному характеру от равнины к горам, тераи вместе со следующим более сухим и лесным поясом *бхабар* (Bhabar, Bhabhar) шириной 8–16 км характеризуются очень высоким биоразнообразием. Именно здесь находится целый ряд заповедников, где спасаются от полного уничтожения индийские носороги, тигры, слоны, различные олени, множество птиц, крокодилы и многие другие животные, которыми гордятся Индия и Непал. Однако одновременно в зоне *тераи-бхабар* расположен ряд крупных городов, и наблюдается высокая плотность населения.

Для осмотра западных тераев Кумаона мы свернули с хайвэя в сторону города Кашипур, решив пересечь этот пояс с юга на север. По обеим сторонам дороги мелькали сельскохозяйственные поля, селения и т. д. От былых тераев остались лишь весьма незначительные участки, также трансформированные в разной степени (рис. 3).



**Рис. 3.** Остатки тераев у города Кашипур, район Западные Тераи. Фото Д. В. Скорина, 20.04.2025.

**Fig. 3.** Remnant Terai vegetation at the Kashipur city, Western Terai region. Photo by D. V. Skorinov, April 20, 2025.

Вскоре мы оказались около национального парка имени Джима Корбетта (Jim Corbett National Park), раскинувшегося на территории Шиваликского хребта, так называемых внутренних тераев и южных отрогов Малых Гималаев на высотах 400–1220 м. Этот парк, основанный в 1936 г., в независимой Индии (1956) был переименован в честь знаменитого британского полковника и охотника Джима Корбетта (1875–1955).

Джим Корбетт прославился избавлением местного населения от тигров и леопардов-людоедов. Непростое выслеживание этих опасных хищников он увлекательно описал в своих книгах, в том числе «Кумаонские людоеды»

(первое английское издание 1944 г.), получивших всемирную известность (Корбетт 1959, 1991). В зрелые годы Корбетт стал активным защитником дикой природы Индии.

Растительность национального парка варьирует от низинных лугов с высокими злаками (10% территории) до густого леса (около 75%) из преимущественно саловых деревьев (*Shorea robusta* C. F. Gaertn., семейство Dipterocarpaceae), акации *Senegalia catechu* (L.f.) Willd. и дальбергии *Dalbergia sissoo* Roxb. из семейства Fabaceae, а также терминалии (*Terminalia anogeissiana* Gere & Boatwr., семейство Combretaceae) с примесью бамбуков, адины сердцелистной (*Adina cordifolia* (Roxb.) Brandis, семейство Rubiaceae) и других бросающихся в глаза растений. Всего в парке площадью около 521 км<sup>2</sup> (с буферной зоной около 1288 км<sup>2</sup>) обнаружено 617 видов растений, в том числе 110 видов деревьев. Визитной карточкой парка являются тигры (более 260 особей), слоны (более 600) и носороги. Из позвоночных здесь обитает 50 видов млекопитающих, 586 видов птиц, 33 вида рептилий, по 7 видов амфибий и рыб.

При подъезде к парку мы увидели огромную очередь из джипов с туристами. Проехав вдоль его восточного края, мы поднялись вверх по правому горнолесному

берегу р. Коси (Kosi River). Ландшафт внутри парка на низких высотах выглядел безжизненно: голые стволы тиковых деревьев, лишённые листья; сухая почва без зелёной травы. Такая же картина наблюдалась несколькими днями ранее (16 апреля) в небольшом заповеднике (Orchha Wildlife Sanctuary) в штате Мадхья-Прадеш (центральная Индия) при температуре около 43 °С. Это связано с тем, что широколиственные породы сбрасывают листву в жаркий сухой период.

По дороге бросилось в глаза множество термитников разной величины от 0.5 до 1.5 м. Позднее на больших высотах (до 1800 м) термиты нам также встречались, однако явно другие виды, которые не строят термитники вообще, а живут в почвенных подземных гнёздах. Вероятно, поэтому они могут так высоко подниматься в горы (Е. Б. Лопатина, личное сообщение). К вечеру по серпантину подъехали к городу Раникхет (Almora District), но остановились в 11–12 км к северо-востоку от него в одиночном отеле (высота 1900 м) близ селения Маджкхали (см. рис. 1). Хорошее здание с ухоженным газоном и садиком, в котором летали крупные красивые тропические бабочки, было окружено тенистой растительностью, среди которой выделялись огромные дубы высотой около 20–30 м (*Quercus leucotrichophora* A. Camus, семейство Fagaceae). Их жёлуди округлой формы стали добычей ботаников. Куманское название дуба – «бандж» (banj). Не менее внушительным был и одиночно стоявший индийский конский каштан, *Aesculus indica* (Wall. ex Cambess.) Hook. (семейство Sapindaceae).

Через дорогу от отеля мы обнаружили спуск в овраг, заросший плотным кустарником и травянистыми растениями, включая очень высокие (2 м и выше) заросли чертополоха (*Carduus* sp., семейство Asteraceae) и гималайской гигантской крапивы, *Girardinia diversifolia* (Link) Friis, семейство Urticaceae. Последняя оказалась гораздо более жгучей, чем наша восточноевропейская крапива двудомная, *Urtica dioica* Linnaeus. После случайного прикосновения к ней мне пришлось испытать довольно сильную боль, и на пальце быстро возникли волдыри. Среди этих джунглей на влажном дне оврага со следами коров протекал скромный ручеёк, местами образующий неглубокие лужи с водой ржавого цвета. На террасированном склоне раскинулся лес из сосны Роксбурга (*Pinus roxburghii* Sarg., семейство Pinaceae) и дуба *Quercus leucotrichophora* с подлеском из колючей пираканты городчатой (*Pyracantha crenulata* (D. Don) M. Roem.), именуемой жителями Кумаона «ghingharu», кизильника *Cotoneaster* sp. и принцепии *Princepia utilis* Royle (все из семейства Rosaceae).

Листовой опад образовал густую подстилку, в которой шныряли юркие ящерицы двух видов: гологлазы, ранее относимые к роду *Asymblepharus* Lichtenstein, 1823 из семейства Scincidae, и небольшие япалуры (*Japalura* sp.) из семейства Agamidae. В одном месте в гуще сухой опавшей листвы под пологом леса мне удалось увидеть сразу трёх гологлазов. Немного поодаль на открытом участке в траве гологлаз и япалура находились в паре десятков сантиметров друг от друга, т. е. буквально на одном «пяточке». В целом, за три часа неспешной прогулки по заброшенным террасам, окаймлённым заборчиками из камней и кустарника, мне удалось насчитать 17 гологлазов и двух япалур. На берегу ручья Д. В. Скоринов обнаружил лягушек рода *Nanorana* Günther, 1896 из семейства Dicroglossidae. В общем, окрестности нашей гостиницы оказались весьма интересны для работы зоологов, гидробиологов и ботаников.

22 апреля вся группа на микроавтобусе “Tempo Traveller” и легковом автомобиле “Toyota Innova” по горному серпантину переехала на север в городок Чаукхутия (Chaukhutiya, местные жители произносят как *Чокутия*; Almora District). Команда



экспедиции поселилась в двух местах: в центре города и на его окраине. Чаукхуття расположена на р. Рамганга (Ramganga River). В тот же день по узкой цементированной дорожке через заросли мы спустились к реке с довольно широкой поймой (высота 976 м над ур. м.). Уровень воды был невысок, и, помимо основного потока, были видны многочисленные узкие речные рукава и старицы, разделённые отложениями крупных камней и гальки, пятнами зелёной травы и кустарником. По берегам реки и боковых притоков выделялись густые заросли завезённой бругмансии *Brugmansia aurea* Lagerh. (семейство Solanaceae) с яркими золотистыми цветками; её родина – Эквадор (!).

В пойме раздавались крики многочисленных небольших лягушек (*Minervaria* sp. и *Euphlyctis adolfi* (Günther, 1860), семейство Dicroglossidae). На обширной сухой части поймы шёл сбор урожая. Женщины серпами срезали колосья пшеницы, вязали в снопы и уносили на головах. Подростки рядом играли в волейбол. Увидев нас, они с нескрываемым любопытством подбежали и стали громко предупреждать, чтобы мы ни в коем случае не приближались к зарослям по краю поймы, где якобы живут тигр и анаконда (?!). Возможно, мальчишки имели в виду питона; два вида рода *Python* Daudin, 1803 (семейство Pythonidae) известны в Уттаракханде (Bahuguna 2010). Пожилой мужчина, выкапывавший неподалёку мотыгой камни из водотока, сообщил мне, что здесь водятся кобры.

На следующий день группа участников, включая меня, отправилась к селению Манила (1820 м над ур. м., Almora District). Сначала путь лежал на юго-запад через селение Манси (Mansi) вверх по р. Рамганга в поясе хвойного леса (сосна Роксбурга, *Pinus roxburghii*), а затем на запад в сторону Гархвала. В 2023 г. мы побывали близ городка Lansdowne и связать наши прежний и нынешний маршруты было одной из целей этой поездки.

В одном месте, на заросшей каменной кладке близ моста через речку, мелькнула япалура. Дорога петляла среди бесконечных горных преимущественно сосновых лесов. Время от времени мы делали остановки для обследования горных ручьев. Нас удивило немалое число возгораний на склонах, заметных издали по дыму и запаху гари. Скорее всего, эти пожары были результатом планового сжигания местными жителями пожухшей прошлогодней растительности, хотя нельзя исключать и случаи самовозгорания по разным причинам. Из-за этого в местных горных лесах (по крайней мере, на несколько сотен метров от дорог) практически отсутствуют подлесок и подстилка из листового опада. Деревья растут почти на голой почве, и лес выглядит прозрачным.

Храм *Manila Devi Temple*, находящийся на горном хребте Manila Range, окружён прекрасным дубово-сосновым или сосновым лесом. Около самого храма были кипарисы. На навершии одной невысокой колонны внутри храмового двора беспечно сидела крупная агама (скорее всего, *Laudakia tuberculata*, семейство Agamidae). Следует заметить, что особи этого вида, как и другие горные агамы рода *Laudakia* Gray, 1845, предпочитают обитать в скалистых местах с трещинами, полостями, разбросанными камнями, колючими кустами, в том числе по берегам водоёмов, но избегают осадочных рыхлых и плотных глинистых участков. Поэтому их лучше называть скальными агамами, что соответствует английскому названию rock agamas.

Несмотря на свою осторожность и пугливость в природе, лаудакии часто встречались в различных храмах Кумаона, Гархвала, в Химачал-Прадеше, Ладакхе, где они используют каменные строения в качестве мест обитания, в том числе для кормёжки. Иногда их можно встретить даже в деревнях. В целом, это можно рассматривать как начальный шаг к синантропизации.



Другая группа участников обследовала окрестности Чаукхутии, посетив на горе Дунагири (Dunagiri Mountain, по другим данным Pandukholi Mountain) пещеру Бабаджи (Mahavatar Babaji Cave) в 3 км от деревни Кукучина (Kukuchina). На склоне, по которому шла вымощенная каменная тропа к пещере, располагался лес из дубов *Quercus leucotrichophora* и древесного рододендрона *Rhododendron arboreum* Sm. (семейство Ericaceae). У дороги заметили агаму (скорее всего, *Laudakia tuberculata*), а у подножья горы отсняли на видео схватку молодой кошки с полозом Ходжсона, *Elaphe hodgsonii* (Günther, 1860) (семейство Colubridae).

24 апреля экспедиция перебралась в Каусани (Kausani, 1890 м над ур. м., Bageshwar District), где мы остановились на краю селения в новом неплохом отеле с видом на сосновый лес и горные окрестности. В ясную погоду отсюда открывается вид на гималайские вершины Тришул (Trisul, 7120 м), Нанда-Деви (Nanda Devi, 7816 м) и пять пиков Панччули (Panchchuli, максимальная высота 6904 м). Махатма Ганди называл это место «индийской Швейцарией».

Молодой менеджер гостиницы (ботаник по образованию) посоветовал нам не ходить по одному, и особенно в темноте, в соседний лес, так как якобы там обитает леопард, нападающий на собак и людей. По его словам, за три дня до нашего приезда нашли человека с перекушенной гортанью, а собака, охранявшая отель, еле отбилась от нападения леопарда. Так же в апреле, в штате Мадхья-Прадеш были зарегистрированы пять атак леопардов на жителей деревень близ лесного заповедника Куно (Kuno National Park); были убиты подросток и женщина (Nareen 2025).

Собравшись все вместе, мы всё-таки отправились в лес с целью обследовать небольшой водоём, как выяснилось, искусственного происхождения, рядом с посадками культурных растений (что-то вроде ботанической площадки) и осмотреть местность, полагая, что днём нападений на такую большую группу не будет. От водоёма асфальтированная дорога серпантином поднималась вверх. Все склоны были заняты сосняками (*Pinus roxburghii*), которые явно подвергались частым низовым пожарам. Это было заметно по обожжённым стволам, отсутствию травяного покрова и угнетённым экземплярам рододендронов. По склонам были выложены невысокие каменные гряды, по-видимому, для защиты от распространения огня.

Вместе с ботаниками я поднялся на вершину одной из сопок. Спускаясь с неё, мы встретили встревоженного коллегу-энтомолога, который заявил, что, похоже, он наткнулся на убежище леопарда. Последовав за ним по крутому склону, мы вышли к причудливым скоплениям выходов скальных пород. Однако даже самая большая полость под одним из них, на наш взгляд, для леопарда была маловата. Вечером все живо обсуждали индийскую прессу и дневной поход, который, к счастью, обошелся без происшествий. Позже, уже в темноте, зоологи вновь отправились к знакомому водоёму, где им удалось обнаружить в воде и рядом на берегу сразу несколько видов амфибий. Это были лягушки родов *Nanorana*, *Minervarya* Dubois, Ohler et Biju, 2001 и *Euphlyctis* Fitzinger, 1843 (семейство Dicroglossidae), а также жабы рода *Duttaphrynus* Frost et al., 2006 (семейство Bufonidae).

На 25 апреля был намечен выезд из Каусани на северо-запад-запад с конечной остановкой в деревне Тхарали (Tharali, Chamoli District) для связки с регионом Гархвал. Эта деревня расположена на р. Пиндар (Pindar River), берущей начало от ледников (Kaphni Glacier) горного массива Нанда-Деви (к северо-западу от Мунси-яри). Для этого надо было проехать селение Гуолдэм (Gwaldam, 1940 м над ур. м., Chamoli District), которое находится на границе Гархвала и Кумаона в 20 км от Байдженатха. Оно было основано британцами как горная станция (hill station) с комфортным

климатом, в том числе для расквартирования военных. Дорога к Гуолдэму серпантинном виляла в поясе хвойного леса; местами были видны возгорания с дымом. На полицейском посту сразу за Гуолдэмом нас остановили. Выяснилось, что для въезда в Гархвал кумаонским машинам требуется специальное разрешение, а наш молодой водитель этого не знал.

Мы решили дальше пойти пешком с целью осмотреть местность и попробовать спуститься к реке. Ландшафт был уже для нас привычный и довольно однообразный. Анализ имеющихся у нас бумажных географических карт, а также электронных навигаторов показал, что Гуолдэм расположен на седловине хребтов Gwaldam-Shisakhani Ridge и Gwaldam-Badhangarhi Ridge и спускаться к речной долине довольно далеко. Поэтому мы повернули назад, бегло обследовали ближайшую часть посёлка и его окраину и, не найдя ничего интересного, но заметив военное учреждение, решили уехать. По пути домой сделали остановку в пойме и на правом берегу реки Гомати (Gomati River) близ деревни Паджена (Pajena, 1183 м; Bageshwar District).

На восьмой день экспедиции в субботу, 26 апреля, вся группа отправилась на север. Целью нашей короткой поездки (всего 19 км) было посещение городка Байджнатх (Bajjnath, 1130 м над ур. м.; Bageshwar District), расположенного в долине Катюр (Katyur Valley) на левом берегу р. Гомати. Этот городок знаменит комплексом старинных храмов IX–XII вв., отнесённых к памятникам национального значения (рис. 4). Рядом расположено небольшое искусственное озеро (Bajjnath Lake), созданное в 2007–2008 гг., которое заселили гималайским, или золотым махсиром, *Tor putitora* (Hamilton, 1822) из семейства карповых (Cyprinidae). Этот характерный для Гималаев вид рыб – один из символов штата Уттаракханд, максимально достигающий 2.75 м в длину и 54 кг в массе, считается исчезающим, и его вылов в озере запрещён.

Вернувшись в Каусани, группа, передвигавшаяся на легковой машине, проехала дальше примерно 20 км в сторону небольшого водопада с храмом Рудрадхари (Rudradhari, 1891 м над ур. м.), расположенного в глубине густого леса в километре от дороги вверх по тропинке.



**Рис. 4.** Старинные храмы Байджнатха IX–XII столетий, 1130 м над ур. м. Фото Д. В. Скоринова, 26.04.2025.

**Fig. 4.** The ancient Bajjnath temples (9–12th centuries) at an elevation of 1130 m. Photo by D. V. Skorinov, April 26, 2025.

В храмовом пруду и вдоль ручья по соседству обитали головастики и лягушки характерного для Гималаев рода *Nanorana* (семейство Dicroglossidae). На камне заметили агаму *Laudakia tuberculata*.

Утром 27 апреля стартовал наш длинный путь на север к посёлку Мунсияри (Munsiyari, Pithoragarh District). Не доезжая до него 33 км, около деревни Бёрти (Birthis village; Pithoragarh District) расположен одноимённый водопад высотой 148 м (Birthis Falls, 2000 м над ур. м.). Считается, что в ширину он достигает 10 м, однако в наш приезд водоток был поуже (сухой

период). У подножья были проведены гидробиологические наблюдения (ракообразные, амфибии).

В Мунсияри мы провели три ночи, поселившись в отеле на окраине посёлка на высоте 2200 м. Это бывший горный курорт британцев у подножья Большого Гималайского хребта близ р. Гориганга (Gori Ganga River). Здесь оканчивается автомобильная дорога на север, далее идут только треки к ледникам Ралам (Ralam Glacier) и Милам (Milam Glacier); из последнего вытекает р. Гориганга. Её долина известна как Джохар (Johar Valley, Milam Valley или Gori Ganga Valley). Ранее это был важный караванный путь в Тибет.

Местность вблизи Мунсияри характеризуется разнообразными горными ландшафтами с реками и прудами. Помимо леса, неподалеку от посёлка расположен большой высокогорный луг Бог-Удияр (Bog Udiyar, 2610 м над ур. м.). Такие луга («только трава и камни», по словам хозяина отеля) в Уттаракханде обозначают специальным словом *бугъял* (bugyal), и наиболее крупные из них имеют даже свои собственные названия (Боркин 2024а: 85). Благодаря большому разнообразию птиц (319 видов, почти четверть от всей орнитофауны Индии) район Мунсияри получил от международной организации Birdlife International статус Important Bird Area.

28 апреля трое участников экспедиции отправились с ночёвкой на вершину горы Кхалия-Топ (Khaliya Top, 3500 м), что в 8 км от Мунсияри; начало трека от высоты 2633 м. При подъёме они встретили заросли красивых цветущих рододендронов. Все склоны у начала тропы, начиная с высоты 2600 м, заняты лесом из дуба бурого (*Quercus semecarpifolia* Sm.) со значительно трансформированным травяным покровом.

Часть группы направилась вниз вдоль р. Гориганга к небольшой деревне Мадкот (Madkot, 14 км к юго-востоку от Мунсияри), рядом с которой находятся термальные источники (1213 м над ур. м.) с температурой воды 34–38 °С (измерения Н. М. Сухих), извилистыми ручейками стекающие к реке (рис. 5). В тёплой воде зеленоватого цвета из-за обилия нитчатых водорослей встречались чёрные мелкие головастики жаб *Duttaphrynus himalayanus* (Günther, 1864), а также маленькие жабыта, пытавшиеся по нитям водорослей выбраться на твердь. Ещё бóльшие скопления головастики образовывали в ваннах между большими камнями, а также в небыстрых водотоках недалеко от основного русла реки, где влияние термальных источников было меньше. Головастиков и сеголеток каких-либо лягушек мы не видели. На берегу среди камней и бетонных обломков около купальни, а также в прибрежных кустах было замечено множество агам (вероятно, *Laudakia tuberculata*) разной величины.

На следующий день в этом же месте другая группа участников экспедиции, помимо агам, видела калота с красной головой (*Calotes* sp., семейство Agamidae), а также шакала (по данным



**Рис. 5.** Термальные источники у деревни Мадкот, берег р. Гориганга. Фото Д. В. Скоринова, 28.04.2025.

**Fig. 5.** Thermal springs near the village of Madkot, on the bank of the Goriganga R. Photo by D. V. Skorinov, April 28, 2025.

Н. И. Неупокоевой). В Гималаях представлен особый подвид золотистого шакала, известный как индийский, или гималайский шакал (*Canis aureus indicus* Hodgson, 1833; семейство Canidae). Он отличается от евразийских и африканских шакалов по кариотипу и занимает не последнее место в фольклоре Индии и Непала.

В 2 км от Мадкота, как гласил придорожный щит, вниз по реке расположена Долина орхидей (Orchid Valley, 1139 м над ур. м.). Проехав указанное расстояние, мы обнаружили два водопада, один из которых по нависающему скальному выступу изливался прямо на дорогу. В канавке вдоль скальной стенки среди нитчатых водорослей плавали многочисленные головастики жаб.

Живность не обошла вниманием и наш отель. На отвесной каменной стенке охотились гологлазы (ранее *Asymblepharus*). 29 апреля мы обнаружили пару этих небольших сцинков также среди камней в нижней части горы Кхалия-Топ. Во второй половине дня к отелю пришла семья лангуров, включавшая самок с детёнышами. Они лакомились листьями, перемещаясь по ветвям крупной берёзы ольховидной (*Betula alnoides* Buch.-Ham. ex D. Don, семейство *Betulaceae*), растущей около входа в отель. Кора этой берёзы, называемой по-английски «Himalayan birch» и произрастающей от Восточных Гималаев до штата Химачал-Прадеш на западе, используется в качестве лекарства при вывихах, а также вместе с горячим маслом при укусе змей (Shaw et al. 2014). Внутренняя часть коры съедобна и применяется для приготовления пирогов и хлеба.

Известные мне опубликованные данные о лангурах (или гульманах, семейство Cercopithecidae) Уттаракханда противоречивы. Упоминают три вида: собственно гульман, или хануман, *Semnopithecus entellus* (Dufresne, 1797) (см. Sati, Tak 2010: 38), гульман-гектор, *Semnopithecus hector* (Pocock, 1928) и гималайский гульман, *Semnopithecus schistaceus* Hodgson, 1840 (см. Kumar et al. 2022: 5). Русские названия двух последних видов были предложены мною (Боркин и др. 2021: 142). Однако ареал ханумана лежит южнее Гималаев (Kumara et al. 2020: 2–3, map). Гульман-гектор, который по международной шкале оценивается как вид, близкий к уязвимому положению, Singh et al. 2020a: 3–4, map), и лишь гималайский гульман встречается на высотах 1500–4000 м (Singh et al. 2020b: 1 и 3, map). Таким образом, лангуров Мунсияри следует причислить к виду *Semnopithecus schistaceus*. Ранее гималайский гульман в статусе подвида *Semnopithecus entellus schistaceus* был включён в список фауны биосферного заповедника Нанда-Деви (Tak 1997: 153).

В районе Мунсияри, как и в других частях Кумаона, живут также и макаки, которых обычно относят к виду макак-резус, *Macaca mulatta* (Zimmermann, 1790), семейство Cercopithecidae (например, Tak 1997: 153). Однако в Кумаоне вполне может попасться и западный подвид ассамского макака, или горного резуса, *Macaca assamensis pelops* Hodgson, 1840, который водится в соседнем Непале на высотах до 1800 м и упоминается для штата Уттаракханд (Boonratana et al. 2020: 2; Kumar et al. 2022: 5).

Любопытный случай взаимодействия между группами гималайского гульмана и макака-резуса, т. е. представителей разных родов, наблюдался в окрестностях г. Найнитал. Самка гульмана кормила грудью малыша резуса, другой малыш резус забрался на спину самца гульмана, а самцы обоих видов держали дозор (Das, Sharma 1981).

Мунсияри стало самым северным и переломным пунктом нашей экспедиции. 30 апреля начался обратный путь. В этот день мы спустились на юг до высоты 2010 м к курортному местечку Чаукори (1984 м над ур. м., Chaukori, Choukori, hill station;



Pithoragarh District). Неподалёку от нашей гостиницы участницы экспедиции столкнулись со змеей, висевшей на ветке кустарника. Судя по фотографии, это была не ядовитая куфия, как подумали первоначально, а полоз Ходжсона (определение Н. Л. Орлова).

1 мая через курортный городок Берилаг (Berinag, 1895 м) мы поехали к деревне Бхубанешвар (Bhubaneshwar, 1350 м над ур. м.; Pithoragarh District). Она известна благодаря большой известняковой пещере (Patal Bhubaneshwar), находящейся по соседству на склоне горы на высоте 1630 м (по данным Г. И. Дубенской). Её длина около 160 м, глубина более 27 м, вход в виде узкого круто наклонного лаза с гладкими стенами длиной порядка 20 м, который мы преодолели, спускаясь в положении полулёжа, ногами вперёд и крепко держась за массивные железные цепи, вбитые по краям.

Осмотрев первый огромный зал, мы прошли босыми ногами по влажному полу, местами скользкому глинистому и ребристому, как стиральная доска, в полутёмные нижние залы, которые немного освещались электричеством. В конце пути по подземелью (далее проход был замурован) устроен небольшой алтарь. Распевая мантры, жрец-гид провёл для нас небольшую пуджу, окропив нас водой, названной им *амритой* (божественным нектаром), из небольшого естественного чашевидного углубления в стене. Д. В. Скоринов усмотрел в этой ванночке мелких ракообразных.

Он и энтомолог Д. М. Жарков также обследовали расположенную рядом меньшую по размерам пещеру глубиной 10 м. Здесь они обнаружили ночных бабочек, которые сидели за изгибом стены, куда не проникал солнечный свет. Лепидоптеролог А. Г. Татаринов (личное сообщение), которому была послана фотография (рис. 6), сообщил, что эта бабочка похожа на *Triphosa dubitata* (Linnaeus, 1758) из подсемейства волнистых пядениц (Larentinae), семейство пядениц (Geometridae). Однако из-за изменчивости рисунка на крыльях точно утверждать нельзя.

Этот вид пядениц считается троглофилом, любит пережидать дневное время в тёмных местах на каменистых субстратах: в подвалах, туннелях, подземных переходах, в том числе и в пещерах. Она встречается по всей Палеарктике: в горах Европы, Кавказа, южной Сибири и Японии, но указания для Гималаев неизвестны. Помимо пядениц, на стене меньшей пещеры сидели двукрылые (рис. 6), а на дне копошилось множество пауков среди остатков съеденных ими муравьёв. В обеих пещерах Д. В. Скоринов (личное сообщение) заметил также и летучих мышей.

На обратном пути начался сильный дождь, перешедший в мощный ливень с крупным градом, из-за которого дорога побелела и стала скользкой. На одном её участке упало дерево, которое успели оттащить на обочину, оставив узкий проезд. Несмотря на всё это, нам повезло доехать до гостиницы невредимыми. На следующий день в национальной газете *Hindustan Times* я прочитал, что



**Рис. 6.** *Triphosa cf. dubitata* и двукрылые на стене пещеры Патал-Бхубанешвар. Фото Д. В. Скоринова, 01.05.2025.

**Fig. 6.** *Triphosa cf. dubitata*, and dipterans on the wall of Patal Bhubaneshwar cave. Photo by D. V. Skorinov, May 1, 2025.

шторм накрыл весь штат Уттаракханд, был объявлен оранжевый уровень опасности, и погибло семь человек.

2 мая из Чаукори мы переехали на запад в Багешвар (Bageshwar, 935 м над ур. м.). Это административный центр одноимённого округа, расположенный в месте слияния рек Сарью (Sarayu, или Sarju River) и Гомати (Gomati River). Город окружён горами Bhileshwar на востоке и Nileshtar на западе, Suraj Kund на севере и Agni Kund на юге (Малые Гималаи). Ранее он был важным пунктом на торговом пути в Тибет. В месте слияния рек находится шиваитский храм Багнатх (Bagnath Temple, 1004 м над ур. м.), существующий с VII в. и перестроенный в 1450 г. Вокруг преимущественно хвойный лес с примесью разных пород деревьев.

3 мая автобус повёз нас вверх по серпантину вдоль р. Сарью к Гаури-Удияр (Gauri Udiyar), крупной пещере естественного происхождения, расположенной в густом лесу в 8 км от города и посвящённой Шиве. На языке кумаони словом *udiyar* обозначают пещеры, где обитают тигры и другие дикие животные, а *Gauri* – одно из имён богини Парвати, супруги Шивы. Таким образом, Гаури-Удияр означает убежище (пещеру) Парвати. Спуск с дороги к этой пещере открытого типа занял около 1 км и шёл через небольшую деревню с роскошными банановыми посадками, а затем по лесному склону. Пещера оказалась немалой: её размеры 20 × 90 м. Внутри множество сталагмитов, верхушки которых были украшены красными лентами. Часть нижней поверхности и ступеньки окрашены в красный цвет. Крутая тропа немного ниже пещеры протискивалась сквозь узкое ущелье с целой серией небольших водопадов. Далее она выходила на светлый травянистый склон и, петляя, где-то далеко внизу достигала речной долины.

5 мая мы покинули Багешвар. На пути под камнем обнаружили геккона (1200 м над ур. м.). Из-за неисправности автобуса далее мы ехали в Алмору (Almora, 1651 м над ур. м.) без остановок. Город раскинулся на южной оконечности Кумаонских Гималаев (южный макросклон Малых Гималаев) на невысоком горном хребте, имеющем вид седла. Восточная часть Алмору известна как Талифат (Talifat), а западная как Селифат (Selifat). В пределах города текут реки Коси (Koshi, = Kaushiki) и Суял (Suyal, = Salmale), вокруг произрастает густой хвойный лес (сосна, деодар, ель).

Следующим утром отправились в деревню Джагешвар в 36 км на северо-восток от Алмору. Здесь находится знаменитый комплекс из множества старинных индуистских храмов VII–XIV веков (Jageshwar Valley Temples). Храмы расположены в долине небольшой реки Джатаганга (Jataganga River), рядом чудесный деодаровый лес. В Джагешваре один из участников (А. И. Павленко) отснял видео с самцом агамы *Laudakia tuberculata*, имевшем синие передние и задние лапы.

7 мая участники переехали на юго-запад в Найнитал (Nainital, 2084 м над ур. м.). Этот город является административным центром Кумаона и округа Найнитал. Здесь мы провели последние дни экспедиции, остановившись на две ночи в гостинице на горном лесном склоне. Город расположен на берегу красивого пресноводного озера в глубокой долине, окружённой горами, из которых самые высокие Наина (Naina Peak 2615 м) на севере, Деопатха (Deopatha, 2438 м) на западе и Аярпатха (Ayarpatha, 2278 м) на юге.

Леса вокруг озера состоят из широколиственных и хвойных пород деревьев и кустарников. Среди них дуб бандж (*Quercus leucotrichophora*), индийский конский каштан (*Aesculus indica*), грецкий орех (*Juglans regia* L.), гималайский тополь *Populus ciliata* Wall. ex Royle, ясень *Fraxinus micrantha* Lingelsh., платан восточный (*Platanus orientalis* L.), малина майсорская, или снежная (*Rubus niveus* Thunb.), шиповник

мускусный (*Rosa moschata* Mill.), барбарис *Berberis asiatica* Roxb. ex DC., кипарис гималайский (*Cupressus torulosa*), а на больших высотах рододендрон древесный (*Rhododendron arboreum*), кедр гималайский или деодар (*Cedrus deodara* (Roxb. ex D. Don) G. Don, семейство Pinaceae) и другие.

Озеро Найни (Naini Lake, 1938 м над ур. м.) – одно из четырёх наиболее важных озёр Кумаона. Оно было обнаружено англичанами в 1839 г., которые решили основать здесь европейскую колонию. На северном берегу озера находится индуистский храм, посвящённый Нанда-Девы (Naina Devi Temple или Naini Mata Temple); при входе встречает огромная фигура Ханумана. Рядом буддийский центр, а также мусульманский информационный центр и мечеть. С городом была тесно связана жизнь знаменитого полковника Джима Корбетта, который родился неподалёку.

Озеро тектонического происхождения имеет почти округлую форму при максимальной длине 1432 м; площадь поверхности составляет около 49 гектаров. Местные жители уверяют, что его максимальная глубина равна 175 м, но на самом деле чуть более 30 м. На информационном щите у аэрационной станции указано, что дафнии составляют основное население эпилимниона – верхней части водной толщи. Водные макрофиты представлены пятью видами родов *Potamogeton* L. и *Polygonum* L. В озере обитает ряд рыб из семейства карповых, в том числе два вида весьма крупных махилов: усач-тор, *Tor tor* (Hamilton, 1822) и золотой махил, *Tor putitora* (Hamilton, 1822), и три вида махилов рода *Schizothorax* Heckel, 1838. Водоём был дополнительно заселён зеркальным карпом (*Cyprinus carpio* Linnaeus, 1758) и гамбузией *Gambusia affinis* (S. F. Baird et Girard, 1853); последнюю, поедающую водных личинок комаров, завезли для борьбы с малярией. Поскольку озеро привлекает разнообразных птиц, в районе Найнитала их отмечено около 700 видов.

9 мая мы покинули Найнитал, спустившись по серпантину на машинах к городку Катхгодам (Kathgodam, 518 м над ур. м.) к подножию Шивалика. Вместе с Халдвани (Haldwani, 424 м над ур. м.) он получил название «Ворота в Кумаон». Здесь располагается железнодорожная станция, откуда на скоростном поезде за несколько часов мы домчались до Дели и вечером в отеле отметили День Победы. 10 мая из-за военного конфликта Индии с Пакистаном наш рейс «Узбекских авиалиний» Дели–Ташкент был задержан, в результате чего мы опоздали на стыковочный рейс в Ташкенте, в аэропорту которого нам пришлось провести всю ночь. Лишь утром 11 мая мы вылетели домой в Санкт-Петербург.

### Заключение

По общему мнению участников, Кумаонская экспедиция была очень успешной во всех отношениях. Удалось ознакомиться с необычными природными условиями этого малоизученного региона, разнообразными представителями его растительности и животного мира, а также историей и культурой. В настоящее время ведётся обработка собранных материалов, новых находок, оригинальных наблюдений и других выявленных фактов в области ботаники и зоологии, на основании которых будут уточнены важные биогеографические границы.

### Благодарности

Я благодарен коллегам, принявшим участие в экспедиции. Н. И. Неупокоева любезно составила карту маршрута. В статье использованы фотографии и/или сведения, любезно предоставленные Н. И. Дубенской, Н. И. Неупокоевой, Д. В. Скориновым, Н. В. Терёхиной (Санкт-Петербург, если не указано иное) и А. И. Павленко (Краснодар). Я признателен также Н. Л. Орлову за консультации. Н. И. Дубенская, Н. И. Неупокоева, Д. В. Скорин и Н. В. Терёхина сделали полезные замечания по тексту.

## Литература (References)

- Боркин Л. Я.** 2024а. Вторая Гархвальская экспедиция Санкт-Петербургского союза учёных (Западные Гималаи, Уттаракханд, Индия, май 2023 г.) // *Биота и среда природных территорий*. Т. 12, № 1. С. 78–95. (**Borkin L. J.** 2024a. The Second Garhwal Expedition of the St. Petersburg Association of Scientists & Scholars (the Western Himalaya, Uttarakhand, India, May 2023). *Biota and Environment of Natural Areas* 12 (1): 78–95. [In Russian].) [https://doi.org/10.25221/2782-1978\\_2024\\_1\\_5](https://doi.org/10.25221/2782-1978_2024_1_5)
- Боркин Л. Я.** 2024б. Дорогами индуистских паломников в Гархвальских Гималаях. От Ришикеша в сторону Кедарнатха, май 2023 // *Личность и Культура*. № 3 (139). С. 53–60. (**Borkin L. J.** 2024b. Hindu pilgrimage routes in the Garhwal Himalayas. From Rishikesh to Kedarnath, May 2023. *Lichnost' and Culture* 2 (139): 53–60. [In Russian].)
- Боркин Л. Я., Андреев А. В., Вершинин В. Л., Вершинина С. Д., Винарский М. В., Лопатина Е. Б., Неупокоева Н. И.** 2021. Комплексная экспедиция Санкт-Петербургского союза учёных в Гархвальские Гималаи, Индия (2019): некоторые предварительные итоги // *Биота и среда природных территорий*. № 1. С. 106–145. (**Borkin L. J., Andreev A. V., Vershinin V. L., Vershinina S. D., Vinarski M. V., Lopatina E. B., Neupokoeva N. I.** 2021. An interdisciplinary expedition of the St. Petersburg Association of Scientists & Scholars to the Garhwal Himalaya, India (2019): some preliminary results. *Biota and Environment of Natural Areas* 1: 106–145. [In Russian].) [https://doi.org/10.37102/2782-1978\\_2021\\_1\\_8](https://doi.org/10.37102/2782-1978_2021_1_8)
- Корбетт Д.** 1959. Кумаонские людоеды. – Москва: Географгиз. 176 с. (**Corbett J.** 1959. Man-eaters of Kumaon. Moscow: Geografiz, 176 pp. [In Russian].)
- Корбетт Д.** 1991. Леопард из Рудрапраяга. – Москва: Тропа. 174 с. (**Corbett J.** 1991. Man-eating leopard of Rudraprayag. Moscow: Tropa, 174 pp. [In Russian].)
- Сапелко Т. В.** 2024. 10 лет междисциплинарных российских исследований Гималаев и Тибета. О деятельности Центра гималайских научных исследований Санкт-Петербургского союза учёных (ЦГНИ СПбСУ) // *Личность и Культура*. № 5 (141). С. 78–82. (**Sapelko T. V.** 2024. 10 years of interdisciplinary Russian research on the Himalaya and Tibet. On the activities of the Center for Himalayan Scientific Research of the St. Petersburg Association of Scientists & Scholars. *Lichnost' i Kultura* 5 (14): 78–82. [In Russian].)
- Agarwala A. P.** (ed.). 2018–2019. Kumaon “Home of the Gods”. Places of tourist interest, fairs & festivals, wild life, flora and fauna, trekking, history, culture, folk dances, temples. New Delhi: Nest & Wings, XII+96 pp., 8 pls., map.
- Bahuguna A.** 2010. Reptilia. In: Fauna of Uttarakhand (Part-I). State Fauna Series, 18. Vertebrates. Kolkata: Zoological Survey of India, pp. 445–503.
- Boonratana R., Chalise M., Htun S., Timmins R. J.** 2020. *Macaca assamensis*, Assam Macaque. *The IUCN Red List of Threatened Species*: e.T12549A17950189. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-2.RLTS.T12549A17950189.en>
- Das S. M., Sharma B. D.** 1981(1980). Observations on a remarkable association between rhesus monkey (*Macaca mulatta villosa*) and the Himalayan langur (*Presbytis entellus schistaceus*) in the Kumaun Himalayas, India. *Journal of the Bombay Natural History Society* 77(3): 496–497.
- Fonia K. S.** 2009. Traveller’s Guide to Uttarakhand. Third edition. Dehradun: K. S. Fonia, 396 pp.
- Kumar A., Sharma G., Khan I. A.** 2022. An updated checklist of mammals of Uttarakhand, India. *Zoological Survey of India* 122(1): 1–6. <https://doi.org/10.26515/rzsi/v122/i1/2022/165748>
- Kumara H. N., Kumar A., Singh M.** 2020. *Semnopithecus entellus*, Northern Plains Gray Langur. *The IUCN Red List of Threatened Species*: e.T39832A17942050. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-2.RLTS.T39832A17942050.en>
- Nareen P.** 2025. Displaced leopards haunt Kuno villages. *The Times of India* 76(91). April 17, 2025.
- Sati J. P., Tak P. C.** 2010. Mammalia. In: Fauna of Uttarakhand (Part-I). State Fauna Series, 18. Vertebrates. Kolkata: Zoological Survey of India, pp. 27–76.
- Shaw K., Roy S., Wilson B.** 2014. *Betula alnoides*, Himalayan birch. *The IUCN Red List of Threatened Species*: e.T194256A2306879. <http://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2014-3.RLTS.T194256A2306879.en>
- Singh M., Kumar A., Kumara H. N., Ahuja V.** 2020a. *Semnopithecus hector*, Tarai Gray Langur. *The IUCN Red List of Threatened Species*: e.T39837A17942651. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-2.RLTS.T39837A17942651.en>
- Singh M., Kumara H. N., Long Y., Chetry D., Kumar A.** 2020b. *Semnopithecus schistaceus*, Nepal Gray Langur. *The IUCN Red List of Threatened Species*: e.T39840A17942792. <https://dx.doi.org/10.2305/IUCN.UK.2020-2.RLTS.T39840A17942792.en>
- Tak P. C.** 1997. Mammalia. In: Fauna of Nanda Devi Biosphere Reserve. A World Heritage Site. Conservation Area Series 9. Kolkata: Zoological Survey of India, pp. 151–161.



УДК 9:016(092)

DOI: 10.25221/2782-1978\_2025\_4\_8

<https://elibrary.ru/jjfhkd>

## Кругосветные плавания Отто Коцебу (к 210-летию начала первого научного кругосветного плавания)

Виктор Всеволодович Богатов

*Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН,  
Владивосток, 690022, Российская Федерация*

*E-mail: vibogotov@mail.ru*

Получена 18 сентября 2025 г.; принята к публикации 14 ноября 2025 г.

**Аннотация.** Приведены сведения о первом русском научном кругосветном плавании, проведенном под командованием Отто Евстафьевича Коцебу в 1815–1818 гг. на бриге «Рюрик», а также кругосветном плавании, проведенном под его же командованием в 1823–1826 гг. на шлюпе «Предприятие». Эти экспедиции положили начало систематическим географическим и океанографическим наблюдениям в Атлантическом и Тихом океанах. Основное внимание уделено исследованиям природы и населения Чукотки, Аляски, Калифорнии, Полинезии и Микронезии. Показана роль Коцебу в обнаружении губительной деятельности европейских и американских колонизаторов и миссионеров в отношении аборигенов Калифорнии и Океании в сравнении с миролюбивой политикой Российско-американской компании и православных священников в отношении коренных жителей Аляски.

**Ключевые слова:** Коцебу, кругосветные плавания, Атлантический и Тихий океаны, Берингов пролив, Аляска, Калифорния, острова, океанографические и географические исследования, коренные жители, миссионеры, Российско-американская компания.

## Otto Kotzebue's circumnavigations (on the 210th anniversary of the beginning of the first scientific circumnavigation)

Victor V. Bogatov

*Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity, Far Eastern Branch of the  
Russian Academy of Sciences, Vladivostok, 690022, Russian Federation*

*E-mail: vibogotov@mail.ru*

Received September 18, 2025; accepted November 14, 2025.

**Abstract.** Information is provided on the first Russian scientific circumnavigation of the globe, conducted under the command of Otto Evstafievich Kotzebue in 1815–1818 on the brig “Rurik”, as well as the circumnavigation conducted under his command in 1823–1826 on the sloop “Predpriyatie”. These expeditions marked the beginning of systematic geographical and oceanographic observations in the Atlantic and Pacific Oceans. The main attention is paid to the studies of the nature and population of Chukotka, Alaska, California, Polynesia and Micronesia. The role of Kotzebue in exposing the harmful practices of European and American colonizers and missionaries towards the natives of California and Oceania is shown in comparison with the peaceful policy of the Russian-American Company and Orthodox priests towards the native population of Alaska.

**Keywords:** Kotzebue, circumnavigations, Atlantic and Pacific Oceans, Bering Strait, Alaska, California, islands, oceanographic and geographical exploration, native people, missionaries, Russian-American Company.

## Введение

В Российской империи практически сразу после победы над Наполеоном были организованы первые исключительно научные кругосветные плавания для исследования Арктики, Антарктики и Мирового океана. Императорская академия наук (далее – ИАН) активно участвовала в разработке научных программ этих плаваний, подборе и подготовке состава научных отрядов (Богатов 2025а). Общее курирование путешествий осуществлял выдающийся мореплаватель, возглавлявший в 1803–1806 гг. первое русское кругосветное плавание, почетный член ИАН Иван Федорович Крузенштерн (1770–1848).

Самое первое научное кругосветное путешествие проходило с 18 [30] июля 1815 по 22 июля [3 авг.] 1818 г. под командованием увлеченного наукой и путешествиями молодого флота лейтенанта Отто Евстафьевича Коцебу́ (Котцебу́) на бриге «Рюрик» (двухмачтовое судно, водоизмещением 180 т, предполагается, что его длина составляла около 30 м, ширина – 7,1 м, осадка около 2-х м; вооружение – восемь орудий, экипаж – 34 добровольца). Экспедиция была призвана обеспечить открытие и освоение северо-западного прохода из Берингова моря в Атлантический океан вдоль берегов Северной Америки. В довершение всего планировалось провести обширные географические и океанографические исследования в Тихом океане (Южном море).

### **Краткая биография Отто Коцебу, его дневники и подготовка к экспедиции**

Отто Коцебу родился 19 [30] декабря 1788 г. в Ревеле (ныне Таллин) в зажиточной дворянской семье. Мать Отто умерла, когда ему еще не исполнилось и двух лет. Его отец Август Коцебу, часто переезжавший с места на место и подолгу живший за границей, почти не занимался воспитанием сына. В восьмилетнем возрасте Отто был отправлен в Морской кадетский корпус, а в 15 лет в качестве юнги-добровольца стал участником первого русского кругосветного плавания (с 1803 по 1806 г.) на парусном шлюпе «Надежда» под командованием И. Ф. Крузенштерна (брата мачехи Отто). Вернувшись в 1806 г. в Россию, Коцебу получил свой первый офицерский чин мичмана, а в 1811 г. был произведен в лейтенанты.



Герб рода Коцебу (из открытых источников), капитан-лейтенант Отто Коцебу (Котцебу) (Коцебу 1821а).



Вскоре на долю Отто Евстафьевича выпала честь возглавить первое российское научное плавание вокруг света, по окончании которого молодой офицер опубликовал свои дневники и материалы в 3-х частях под характерным для того времени длинноватым названием «Путешествие в Южный океан и Берингов пролив для отыскания северо-восточного морского прохода предпринятое в 1815, 1816 и 1817 годах иждивением его сиятельства, господина государственного канцлера графа Николая Петровича

Румянцева на корабле Рюрика под началом флота лейтенанта Коцебу» (Коцебу 1821а, 1821б, 1823) с персональным посвящением графу Николаю Петровичу Румянцеву (1755–1838; государственный деятель, почетный член ИАН с 14 марта 1810 г., крупный меценат), снарядившему экспедицию Отто. Со страниц этих изданий перед нами предстает «Облик Коцебу, гуманного и просвещенного мореплавателя, человека редкой наблюдательности и оригинального ума...» (Тумаркин 1981, с. 4). Опубликованные книги позволяют читателю познакомиться не только с делами, но и с образом мыслей и этических взглядов одного из крупнейших русских мореплавателей XIX в.

Показательно, что «Введение» к дневникам Коцебу было сочинено И. Ф. Крузенштерном сразу по окончании похода – в декабре 1818 г. Знаменитый путешественник отметил исключительную роль нового плавания: «В продолжение нескольких уже столетий две важныя задачи занимали Географов, особенно мореплавателей. Задачи сии суть: отыскание матерной земли в странах южнаго полюса, и открытие в севере морскаго прохода из Атлантическаго моря в Южный океан, или же

обратно из Южного океана в Атлантическое море. Первая задача была решена бессмертным Куком... Вторая задача осталась еще и до ныне предметом умозрительных предположений и усиленного напряжения в опытах. В течение трех сот лет сряду тщетно искали сообщения обоих Океанов» (Крузенштерн 1821а, с. III–IV). Крузенштерн подчеркивал: «При всем том не предпринято нами еще в большом виде такого путешествия, коего цель состояла бы и с к л ю ч и т е л ь н о (разрядка оригинала. – Авт.) в распространении учености по части Географии, Естественной Истории и Физики» (там же, с. XXII). Иван Федорович особое внимание обращал на значимость астрономических изысканий: «...не могу не повторить еще раз, что мы на всем берегу Сибири, от Вайгацкого до Берингова пролива, следовательно на пространстве 130 градусов долготы, не имеем еще ни одного пункта, коего долгота и широта определены были бы астрономическими наблюдениями, и что мы отнюдь не знаем, как далеко простирается северная оконечность Азии, а потому самому и не можем с точностию исчислить плоскостного содержания Сибири» (там же, с. XXVI–XXVII).

Крузенштерном для первого научного путешествия при участии академика Августа Лерберга (1770–1813; историк, адъютант ИАН с 1807 г., экстраординарный академик с 1810 г.) было составлено подробное «Обозрение всех Путешествий, предпринятых к отысканию кратчайшего пути из Атлантического в Южный Океан» (Крузенштерн 1821б). Кроме того, мореплаватель разработал для экспедиции «Мореходные инструкции» (Крузенштерн 1821в), разделенные на 3 периода: «П плавание по Южному океану», «Исследование внутренности Америки» и «Возвратный путь в Европу».

Еще одну инструкцию для Коцебу – «Об астрономических и физических наблюдениях во время путешествия его на корабле Рюрик», подготовил член ИАН Иоганн Горнер (1774–1834; астроном, адъютант ИАН по астрономии с 1806 г., иностранный член-корр. с 1808 г.). Наиболее общее предписание данной инструкции гласило: «...»внимательно наблюдать каждое необыкновенное явление и описывать оное подробно», особенно же **измерять** все, что **подлежит измерению**» (Горнер 1821, с. CXLIX) (в тексте инструкции здесь и ниже выделено Горнером. – Авт.). Помимо подробнейшего руководства по постановке астрономических наблюдений и «описи берегов и изображение оных на картах», в наставление был включен впечатляющий перечень иных наказов, основные из которых приведены ниже:

«– К общим наблюдениям, не менее важным для науки мореплавания, как и для физики, принадлежат преимущественно исследования состояния атмосферы в отношении тяжести и степени теплоты или стужи. Отличная простота, точность и удобность обоих потребных к тому инструментов (барометра и термометра) соделывают оные также совершенно способными к употреблению на море...

– Перемены состояния атмосферы связаны с действующею силою всякаго мореплавания, то есть, **с ветром**. Поелику же наблюдение онаго составляет уже само по себе ежечасное занятие мореплавания...

– ... в Океане существуют два большия главныя течения, из коих одно по поверхности моря имеет направление от Экватора к полюсам, а другое в глубине имеет свое действие от полюсов к экватору. Весьма полезно будет, если мореплаватель обратит внимание на те явления, которые послужить могут к подтверждению или к опровержению означеннаго мнения...

– Слишком мало еще употребляемое средство к узнаванию больших морских течений, есть бросание в море крепко закупоренных бутылок, содержащих в себе записку,

с означением на оной числа и тогдашней долготы и широты корабля... а посему должно бы мореплавателю запастись некоторым числом таковых бутылок...

– Другое явление движения моря суть **валы** морские. Теория сего движения еще весьма несовершенна, и самый предмет столь скоротечен и мало удобен к объятию, что и общия даже определения длины, ширины, вышины и скорости сих водных масс, приемлющих однако же чрезвычайно разнообразные виды, могут споспешествовать к распространению сведений в математической физике.

– В связи с прочими мореходными упражнениями состоит также исследование **глубины** моря, познание коей особенно важно для физической Географии.

– К особенным свойствам моря принадлежит преимущественно **соленость** морской воды... А как от количества соли, растворенной в воде, зависит и тяжесть последней, то определение удельной тяжести морской воды преподает удобный способ к определению соответствующаго количества содержащейся в оной морской соли...

– Не довольно еще исследована связь, в которой находится соленость морской воды с весьма важным вопросом о количестве ежедневнаго **испарения** сей огромной водяной поверхности. Исследования о сем могут всего удобнее произведены быть посредством ареометра...

– Исследование **степени теплоты** морской воды, как на **поверхности моря**, так и в **глубине**, чрезвычайно важно для общаго познания климатов... Непрерывный ряд наблюдений над степенью теплоты морской воды, произведенных в одинаковое время года и в одинаковой глубине чрез каждые пять градусов широты, начиная от экватора до полюсов, доставил бы нам общия заключения о средней степени нагревания земного шара...

– К действиям, зависящим от температуры морской воды, принадлежит также явление **образования льда** на море в большом виде. Во-первых обязан мореплаватель определить всеми возможными способами величину плавающих ледяных громад... На сей конец нужно определить посредством опытов, на месте чинимых, удельную тяжесть льда... Весьма желательно бы было получить, как верные рисунки таковых ледяных гор, которыя образовались сгромождением ледяных гор, скользивших один на другие...

– Наконец заслуживает еще внимание мореплавателя, наружныя, взор поражающия свойства морской воды, и именно, ея **цвет**, ея **прозрачность**, также **издавание** морем **света** во время ночи...

– Надлежит нам еще упомянуть о явлениях в атмосфере светящихся, и именно, о **северном сиянии**, о **огненных шарах** и о **падающих звездах**» (там же, CLVII–CLXXIX).

### Ход экспедиции

Стартовав из Кронштадта 18 июля 1815 г. (здесь и далее все даты приведены в старом стиле. – *Авт.*) экспедиция первую остановку сделала в Копенгагене, где к ней присоединились приглашенные ученые Адельберт фон Шамиссо (1781–1838; немецкий ботаник и зоолог) и Мартин Вормскильд (Мортен Вормшёльд) (1783–1845; датский ботаник, покинул экспедицию на Камчатке, где последующие два года путешествовал самостоятельно). Важная роль в успешном решении научных задач плаванья отводилась входившим в состав команды парусника врачу Иоганну Фридриху фон Эшшольцу (Эшгольцу) (1793–1831; натуралист, профессор анатомии Дерптского университета) и художнику Людвигу (Логгину) Андреевичу Хорису (1795–1828).



В Копенгагене Коцебу нашел судового кока: «зная из прежних опытов, сколь трудно в жарких странах должность корабельного повара, и сколь вредное влияние имеет климат на тех людей... Я нашел уроженца Западной Индии, которого мы приняли: он перенес счастливо все путешествие, хотя даже под самым Экватором не отходил от огня» (Коцебу 1821а, с. 10). Затем «Рюрик» с остановками в Хельсингёре и Плимуте вышел в Атлантический океан, где для пополнения запасов посетил гавань Санта-Крус на острове Тенерифе и бразильский порт на острове Святой Екатерины. Близ мыса Горн парусник попал в шестидневный жестокий шторм, во время которого Коцебу чуть не погиб: «Одна волна, попавшая в корабль с кормы, причинила нам много вреда, и едва не лишила меня жизни; я был на шканцах для соблюдения всякой осторожности и для смотрения за управлением корабля, но не мог предвидеть никакой опасности, как вдруг сия волна сбросила меня за борт. Я вцепился в пук веревок, и таким образом был спасен. После того приметил я все опустошения, причиненные сею бедственною волною: все перилы, подле которых я стоял, были раздроблены; даже крепкие члены, составляющие пушечные амбразуры, были сломаны, а пушка переброшена на другую сторону: к счастью, не попала она при сем случае в человека, которого бы непременно убила ...» (там же, с. 32).

Важнейшей политической миссией экспедиции стала демонстрация российского военно-морского флага в иностранных портах. Вот как, например, в этом плане Коцебу описал посещение порта Талкагуано (центральная часть Чили): «Едва стали мы на якорь, как Комендант города Дон Мигуель Риваса, Подполковник Испанской пехоты, прибыл со своим адъютантом к нам на корабль и после первого приветствия спросил, к какой мы принадлежали нации? (Российский военный флаг был здесь совершенно неизвестен). Узнав, что мы Русские, не мог он скрыть своего изумления; между тем, однако же, принял вид учтивый и сказал: “с тех пор, как свет стоит, никогда Российский флаг не развевался в сей гавани; вы первые ее посетили! Мы радуемся приветствовать у себя народ, который в царствование Великого Александра, жертвуя собою, доставил Европе свободу”» (там же, с. 35).

После пребывания в Талкагуано, в соответствии с инструкциями, Коцебу безуспешно пытался обнаружить значившиеся на картах мифические «Дависову землю» и «Вархамову скалу». Затем, 28 марта 1816 г., капитан «Рюрика» подошел к острову Пасхи с намерением изучить его внутреннюю часть, но из-за враждебного настроения островитян отказался от этого занятия: «Я наверное надеялся, что люди сии, оказавшие столь великую доверенность Лаперузу (выдающийся французский мореплаватель XVIII в. – Авт.), встретят и нас с таковым же чистосердечием; но, к величайшему изумлению моему сего не последовало» (там же, с. 46–47). При попытке высадиться на берег Коцебу увидел, что знаменитые огромные каменные статуи сброшены со своих пьедесталов и разрушены: «Недоверчивое обращение островитян заставило меня думать, что они, может статься, поссорились когда-либо с Европейцами, и что сии последние отметили им за то разрушением их статуй. Удивило меня также, что во все времена деятельной мены нашей на берегу и в воде не видно было ни одной женщины, на докучливость коих предшественники мои жаловались, и сие еще больше утвердило меня в предположении моем, что Европейцы конечно в недавнем времени производили здесь великаго рода безчинства. Удостоверясь в том, что добрые островитяне ни под каким видом не позволят нам пройти во внутренность земли, и замечая притом, что шлюбки наши подвержены опасности от сильных волн, я старался возвратиться к своим судам; но и должно было сделать несколько выстрелов ружейных, чтобы оградить



Слева направо: Адельберт фон Шамиссо (Robert Reinick, 1831 г., из открытых источников), Мартин Вормскильд (Bertha, 1949 г., из открытых источников), Иоганн Фридрих фон Эшшольц (Zoologischer Atlas... 1829), Людвиг (Логгин) Андреевич Хорис, 1850 (из открытых источников).

*себя от их (островитян. – Авт.) докучливости и очистить себе дорогу. Мы одарили их еще несколькими кусками железа и поспешили потом на Рюрик, поелику всякое дальнейшее здесь пребывание причинило бы только, в сих обстоятельствах, одну потерю времени, для меня весьма драгоценного» (там же, с. 51–50).*

Впоследствии на Сандвичевых (Гавайских) островах капитан английского брига Александр Адамс объяснил причину столь неприязненного отношения жителей Пасхи к европейцам. Оказалось, что один из американских капитанов в 1805 г. злодейски, после кровопролитного сражения, захватил на острове 12 мужчин и 12 женщин, заковал их в оковы с намерением перевезти в Массфүэро (ныне о-в Александра Селкирка, архипелаг Хуан-Фернандес, входит в состав островной части Чили), чтобы основать там колонию *«исключительное занятие которой состояло бы в ловле морских котиков»* (там же, с. 52). По прошествии 3 дней, когда оковы были сняты, все захваченные мужчины бросились в море, женщины также хотели за ними последовать, но были силой удержаны. Подобрать беглецов на спущенную шлюпку не удалось, *«ибо коль скоро она приближалась к пловцам, то сии последние ныряли в воду, и сострадательное море принимало их в свою защиту. Наконец, представил Капитан людей сих на произвол судьбы, женщин же привез на остров Массфүэро, и часто еще возобновлял покушения свои, похищать людей с острова Пасхи»* (там же).

По пути к Камчатке Коцебу обнаружил несколько новых, по его мнению, островов. Методика их поиска была крайне проста: *«Основываясь на многократных опытах, я могу казаться смело утверждать, что появление большого числа морских птиц, особенно же пеликанов, может служить мореплавателю вернейшим признаком близости необитаемого острова; но сие относится токмо до стран, лежащих между поворотными кругами (тропиками. – Авт.). Легко можно заметить, что при захождении солнца все сии птицы летят по одному направлению (исключая тех, кои и во всю ночь остаются на море); по чему, следуя за ними, можно найти их обители»* (Коцебу 1821а, с. 56).

Итак, Коцебу, ориентируясь на полеты птиц, 16 апреля в пределах архипелага Туамоту обнаружил небольшой остров, названный им Сомнительным из-за неуверенности, не является ли он островом «Собачьим», открытым еще в 1616 г. голландцем Шоутоном (Скоутеном): *«Надо полагать, что вблизи находится еще несколько таких островов: это доказывается бесчисленным множеством морских птиц, которых мы видели в продолжение минувших двух дней и которые никак не могут*

гнездиться на одном виденном нами острове». 20 апреля в районе того же архипелага был обнаружен еще один «маленький остров, длиною в 3 мили, отличающийся от острова Сомнительного тем, что на нем не видно было озера (лагуны. – Авт.), а вместо того множество кокосовых деревьев, возвышавшихся гордо над прочими». Капитан «Рюрика» писал: «На сей раз уверен я был в том, что имел полное право назвать сие новым открытием. Мы все страстно желали пристать здесь к берегу, и единодушно решились, не смотря на все опасности, удовлетворить сему желанию» (там же, с. 58). В понимании Коцебу это было первым достоверным открытием новой земли: «Я почитал себя несказанно счастливым на сем маленьком островку; при всей незначительности сего открытия, не променял бы я чувствуемого мною от того душевного удовольствия на все сокровища в мире!...<...>... Достигнувши до того места, у которого мы пристали, я велел подать бутылку вина; мы пили за здоровье Его Сиятельства Графа Николая Петровича Румянцова при громком восклицании ура! и я назвал остров сей по его имени (ныне атолл Тикей. – Авт.). Мы подняли флаги на наших шлюбках и сделали несколько ружейных выстрелов; на Рюрике, где ожидали сего сигнала, поднят был Императорский флаг и производилась пушечная пальба» (там же, с. 60, 61).

22 апреля в 9 часов утра с салинга вновь был обнаружен берег: «Я не мог сомневаться в том, что остров сей есть также новое открытие, почему и назвал оный по имени прежнего моего начальника Адмирала Спиридова (ныне атолл Такапото. – Авт.)» (там же, с. 62). На следующий день в северо-западной части Туамоту была открыта еще одна цепь мелких необитаемых островов: «Дорожа каждою минутою времени, я принужден был оставить дальнейшее изследование цепи и наименовал новое сие открытие ее цепью Рюрика» (ныне атолл Арутуа. – Авт.) (там же, с. 64–65). Через некоторое время экспедиция вновь достигла новой земли, состоявшей также из небольших соединенных рифами коралловых островов, протяжение которых составляло 13 миль: «Острова сии образовали сомкнутый круг, который можно легко узнать по находящемуся внутри онаго озеру (лагуне. – Авт.), в середине коего есть остров, покрытый густым лесом. Поелику группа сия есть, без сомнения, новое открытие, то и назвал я оную по имени Капитана Крузенштерна, под начальством коего я совершил первое путешествие вокруг света» (там же, с. 67).

Далее, следуя инструкции, «Рюрик» взял курс к так называемым Бауманновым островам, «но не усмотрели никаких признаков, заставляющих обыкновенно заключить о близости земли... Теперь направил я путь к Пенриновым островам (атолл Пёнрин. – Авт.), виденным обретателем оных только издали, и никем в последствии времени не исследованным; но как сие самое должно было продлить плавание наше, то и нашел я в необходимости уменьшить обыкновенную порцию воды и давать с нынешняго дня каждому только по одной кружке» (там же, с. 68–69).

30 апреля участники экспедиции увидели, наконец, Пенриновы острова: «Мы приведены были в удивление, когда нашли, что острова сии покрыты густым лесом из кокосовых деревьев, но крайнее восхищение овладело нами, когда мы увидели поднимающийся дым, служивший нам доводом, что эта небольшая куна (группа. – Авт.) островов, весьма удаленная от других обитаемых земель, населена людьми» (там же, с. 69). Коцебу наладил с островитянами меновую торговлю: «Мена производилась весьма живо и чрезвычайно шумно; каждый старался предупредить другого в том, чтобы сбыть свои товары, и таковыя их усилия простирались иногда до того, что лодки их опрокидывались; при всем том однако же и самый жестокий спор оканчивался всегда только смехом и шутками... Судя по росту и сил сих

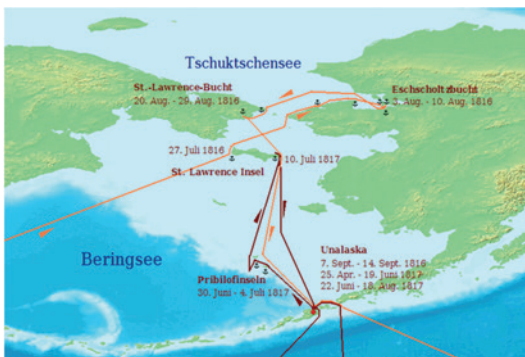


островитян, можно сравнить их с жителями Мендановых островов; даже вид лица кажется тот же... Подобно всем островитянам Южного моря, они имеют веселый и ребяческий нрав... Странно и примечания достойно, что жители Пенриновых островов не испещряют себя узорами, и в том отступают от обычаев всех других островитян Южного океана...» (там же, с. 71–72).

Наконец, 19 мая «Рюрик» взял курс на Камчатку, но так, «чтобы пересечь северную часть цепи Мульгравовых (Маршалловых. – Авт.) островов, которые, не будучи почти вовсе известны, заслуживали, по мнению моему, быть изследованы» (там же, с. 76). В этом районе действительно были обнаружены две новые группы атоллов, первая из которых была названа островами Кутузова (ныне атолл Утирик. – Авт.), а вторая – островами Суворова (ныне атолл Така. – Авт.) «в честь сим знаменитым мужам, оказавшим величайшия услуги отечеству» (там же, с. 82).

19 июня 1816 г. «Рюрик» прибыл в Петропавловскую гавань (первое название города Петропавловск-Камчатский), откуда уже в июле отправился исследовать американское побережье Ледовитого океана. Буквально в самом начале плавания при подходе к острову Св. Лаврентия на палубе парусника была обнаружена крыса, на что Коцебу отреагировал с долей «исторического» юмора: «Не смотря на все старание, употребленное при построении Рюрика, для предохранения онаго от крыс, могущих причинить большой вред во время столь продолжительнаго путешествия, известился я сегодня, что одна показалась на палубе. Посему приступили тотчас к их травле и убили трех крыс, которыя, вероятно, зашли на корабль в Петропавловском порте, где оных имеется безчисленное множество. А как и там не виданы были никогда сии животныя, до прибытия туда корабля Надежды, то и вероятно, что убиты нами потомки прежних моих сопутников» (там же, с. 92).

Летний сезон 1816 г. для О. Коцебу сложился вполне плодотворным. В этот период им были открыты и описаны остров Ратманова (назван в честь известного мореплавателя, участника первого российского кругосветного плавания под руководством Крузенштерна), залив Шишмарёва (назван именем офицера с «Рюрика»), острова Сарычева (назван именем вице-адмирала) и Шамиссо (назван именем естествоиспытателя с «Рюрика»), губа Эшшольца (названа именем врача с «Рюрика»), мыс Обманчивый, горы Ослиные Уши и Чертова, залив Доброй Надежды (Гудхоуп), залив Эспенберга (назван именем врача, сопровождавшего И. Ф. Крузенштерна во время его кругосветного плавания), мыс Крузенштерна и, наконец, залив Коцебу, названный именем капитана «Рюрика» «вследствие общаго желания всех моих сопутников» (там же, с. 134). Именно в этом заливе впервые был обнаружен и описан



Исследования в Беринговом море и зал. Коцебу (англ. Kotzebue Sound) (из открытых источников).



ископаемый лед, хотя данное открытие могло бы и не состояться. Случилось так, что после одного из наземных маршрутов группа, возглавляемая Коцебу, из-за шторма задержалась на берегу: *«Кажется, что судьба нанесла нам сей шторм, дабы доставить случай, сделать здесь еще достопримечательное открытие, которому мы одолжены Доктору Эшгольцу. Хотя мы во время первого нашего здесь привала много прогуливались, но при всем том не заметили, что ходим по ледяным горам. Доктор, приняв теперь дальнейшую прогулку, нашел, что одна часть берега обрушилась, и с удивлением усмотрел, что внутренность горы состоит из чистого льда... Мы видели здесь громады чистейшего льду, во 100 футов вышины, которые покрыты были миштым и травою поросшим черепом...»* (там же, с. 118). Здесь же были найдены останки мамонтов: *«Множество мамонтовых костей и клыков (в числе коих нашел я один прекраснейший), выходивших чрез таяние льда на поверхность онаго, служит неоспоримым доказательством тому, что лед сей есть первородный...»* (там же, с. 119).



Людвиг Чорис. Ледяные горы (ископаемый лед) на берегу Залива Коцебу (из открытых источников).

Острова и северное побережье Аляски оказались плотно заселены эскимосскими племенами. В задачу экспедиции входило изучение образа жизни аборигенов, что стало одной из ключевых обязанностей и самого Коцебу. При контактах с местными жителями, которых путешественник называл «американцами», мореплаватель старался подмечать малейшие детали их быта, принимал участие в обрядах. Одно из первых знакомств командира «Рюрика» с туземцами произошло на острове Св. Лаврентия: *«Между тем, как Естествоиспытатели странствовали в горах, беседовал я с своими новыми знакомцами, которые узнав, что я начальник, пригласили меня к себе в шалаши. Здесь постлали на землю неопрятную кожу, на которую я должен был сесть; потом один за другим подходил ко мне, и каждый обнимал меня, сильно тер свой нос об мой, и оканчивал свои ласки тем, что плевал себе в руку и несколько раз потирал мне тем лицо. Сколь ни противны мне были сии изъявления дружества, однако же я переносил оныя терпеливо... Но еще большая беда меня ожидала: желая угостить меня в полной мере, притащили они кадку с китовым жиром (самое большое лакомство всех северных народов, живущих у морских берегов), и сколь сия пища ни противна и вредна для Европейского желудка, я, однако же, мужественно за оную принялся. Сие, равно как и несколько еще подарков, после того между ими розданных, утвердили дружественную нашу связь»* (там же, с. 95–96).

В районе острова Сарычева произошла встреча с людьми, чей облик, по мнению Коцебу, был сходен с обитателями Алеутских островов: *«Обогнув на возвратном к кораблю пути (после высадки на берег. – Авт.) северную оконечность острова Сарычева, усмотрели мы две лодки, с 10-ю человеками на каждой, которые гребли на всех веслах, стараясь нас догнать... Одна из шлюбок наших ушла вперед, а на остальной находился я с Лейтенантом Шишмаревым и 4<sup>мя</sup> матросами; вскоре догнали нас Американцы на легких своих байдарках. Дикий крик их и множество их оружия, содействовали мне поспешность их подозрительною; и в самом деле, едва успели мы взять ружья в руки, как одна из их байдаров подошла к нам и двое Американцев с яростью ухватились за нашу шлюбку. При жесточайшем крике*

и ужаснейших кривляньях, грозили они нам своими стрелами, между тем, как другая их байдара всеми силами старалась притти на помощь своим товарищам. Матросы мои, имевшие при себе заряженные ружья, ожидали только приказания палить... переносили мы терпеливо их угрозы и ограничились тем, что обнажили сабли...» (там же, 106–107). Отметим, что при встречах с воинственными жителями Аляски дело до серьезного конфликта так и не доходило. И в этот раз, при виде сабель, дикари «отступили и удовольствовались тем, что провожали нас до самого Рюрика». Несмотря на сложную ситуацию, Коцебу, тем не менее, подметил внешний вид нападавших: «Одежда их состоит из коротких рубах, сшитых из оленьих и собачьих шкур; некоторые из них ходят полунагие, поелику 10° теплоты летом кажутся им уже несносным жаром; волосы на голове у них коротко стрижены, и головы они никогда не накрывают, каковое обыкновение я заметил на всем здешнем берегу; в губах носят они моржевые кости, которые обезображивают еще более и без того уже отвратительныя их лица; вообще имеют они вид гораздо более дикий и свирепый, нежели обыватели острова Св. Лаврентия» (там же, 107).

Еще одна встреча с эскимосами была описана мореплавателем следующим образом: «Я имел было намерение продолжать на шлюбках исследование берега, но удержало меня от того большое число байдар... на каждой из которых было от 8 до 10 человек, вооруженных копьями и луками. На носу каждой байдары выставлен был лисий мех на длинном шесте, которым дикие нам махали, производя при том громкий крик. Приказав матросам приготовиться к отпору, я сам пошел с Гг. Учеными на встречу Американцам... <...> ...Американцы сии, вероятно, в первый раз только видели Европейцев, и мы взаимно осматривали друг друга с большим любопытством. Они несколько выше среднего роста, крепкого сложения и вида здорового; все движения их весьма живы; они кажутся склонны к шуткам и имеют вид необузданности, но не глупости; лица их безобразны и неопрятны и отличаются маленькими глазами и выпуклыми скулами; по обеим сторонам рта имеют они дырья, в которых носят моржевые кости, украшенные бисером, что и придает им ужасный вид. Длинные волосы висят на плечах, но череп острижен весьма коротко, а голова и уши украшены также бисером. — Одежда их составлена из кож, на покрой так называемой Камчатской парки (верхняя одежда из оленьих шкур. — Авт.), с тем только различием, что в Камчатке достигает она до ног, а здесь едва покрывает колени; сверх того носят они длинные шаровары и маленькие полусапожки из тюленьей кожи» (там же, с. 109, 110–111). Отдельно Коцебу обратил внимание на вооружение и бисер эскимосов, что позволило ему говорить об их связях с чукчами: «Оружие их состоит из копий, луков, стрел и из ножей длиною в два фута, хранящихся в ножнах; воинское сие вооружение, которого они никогда не снимают, доказывает, что они находятся в непрерывной войне с другими народами. Весьма хорошо выделанные железные копья их похожи на те, которые Россиянами продаются Чукчам; да и бисер, коим они украшаются, есть того же самого рода, как употребляемый в Азии, из чего и можно заключить, что Американцы сии находятся в торговых сношениях с Чукчами» (там же, 111–112).

После чрезвычайно рискованного путешествия вдоль берегов Аляски, сопровождавшегося прохождением опасных мелей и бурунов, высадками на берег при враждебном настроении местных жителей и т. п., Коцебу посчитал должным отдать дань мужественному поведению экипажа «Рюрика»: «Неустрасимое мужество служителей и твердость духа их в пренесении трудностей службы, всегда меня радовали; поведение их было примерное, и везде, как в местах известных, так и в странах

чуждых, видно было тщательное их старание предотвратить всякое дурное на счет их мнение. Таким образом и самое затруднительное предприятие, совершаемое с Рускими матросами, обращается в удовольствие» (там же, с. 131).

Заключительная встреча с жителями обследованного побережья состоялась непосредственно перед отплытием: *«Когда ветер в 5 часов утра совершенно утих, то посетили нас на 2х байдарках Американцы, которые всячески старались обманывать нас при мене мелочных своих изделий, и потом от всего сердца смеялись, когда сие им не удавалось... <...> ...Когда же наступило время их обеда, то положили они на середину лодки убитого не за долго пред тем тюленя и разрезали ему брюхо: потом каждый по очереди совал голову свою в тюленя и высасывал кровь. Нпившись таким образом в доволь, каждый отрезывал себе по куску мяса и ел оное с большим удовольствием. Легко себе представить можно, каковы были во время сего обеда лица их, и без того уже гнусныя. В 9 часов утра, при ясной погоде, начал дуть слабый ветер от О, и мы немедля ни мало снялись с якоря...»* (там же, с. 131, 132).

Оценивая значимость открытия зал. Коцебу, сам капитан «Рюрика» указал на следующее: *«Плавание в Беринговом заливе подвержено было донныне большой опасности; ибо мореходам не была известна гавань, в которой они могли бы укрыться от шторма или других несчастных приключений. Теперь отвращено сие затруднение, и корабли, которые впредь пожелают посетить Берингов пролив, почувствуют всю важность сего открытия»* (там же, с. 135).

Завершив работы на Аляске, экспедиция вернулась к берегам Азии, где исследовала залив Святого Лаврентия на Чукотке. По поводу населяющих его жителей мореплаватель заметил: *«Народ сей мало отличается по виду от Американцев, лодки и оружие у них те же. Копья их снабжены так же, как у жителей берегов Америки, широкими железными концами; они равным образом украшаются бисером, который, однако же, у Чукчей несколько мельче. Главное различие обоих сих народов состоит в том, что Чукчи не носят под губою моржевых костей; а притом превосходят они, кажется, Американцев в росте и крепости»* (там же, с. 140). В заливе Св. Лаврентия Коцебу описал два новых острова, один из которых был назван островом Храмченко (ныне – Беннета), по имени старшего штурмана «Рюрика», впоследствии мореплавателя, а другой – островом Петрова (ныне – Балка), по имени второго штурмана «Рюрика».

После захода на о-в Уналашка (входит в состав Алеутских островов, открыт Витусом Берингом в 1741 г., с 1796 г. – основная база Российско-американской компании – РАК, учреждена 8 июля 1799 г. указом императора Павла I), путешественники посетили Сан-Франциско, Сандвичевы и Маршалловы острова, открыв еще несколько групп коралловых островов, в том числе, названных именем графа Румянцева (ныне атолл Вотье, Марианские о-ва).

Ночью 12 апреля 1817 г. при возвращении к Уналашке путешественники попали в жесточайший шторм. В 4 часа утра огромная волна обрушилась на бриг, сломав бушприт и штурвал. Один из матросов повредил ногу, а унтер-офицера чуть не смыло в море. Самого Коцебу волной ударило грудью о какой-то острый угол, в результате чего он потерял сознание.

В Уналашке после исправления повреждений «Рюрик» вновь направился в Берингов пролив, который к северу от о-ва Св. Лаврентия был еще покрыт льдом. Новое исследование северной части пролива стало невозможным, к тому же капитан брига еще не оправился от удара. Состояние его здоровья резко ухудшалось: стали наблюдаться судороги в груди, обмороки и кровохарканье. Было решено возвращаться

на юг, и после прощального посещения Уналашки 18 августа «Рюрик» проследовал на Филиппины, по пути к которым Коцебу посетил Гавайи, а затем открыл обитаемый атолл Гейдена (ныне атолл Ликиеп), названный в честь капитан-командора графа Логина Петровича Гейдена (1773–1850; – контр-адмирал с 1817 г., вице-адмирал с 1827 г., адмирал с 1833 г., командовал русскими кораблями в знаменитом Наваринском сражении 1827 г.).

В Манилу «Рюрик» прибыл 16 декабря, где ему предстоял капитальный ремонт перед длительным переходом на родину. 17 декабря *«Два офицера, посланные от Губернатора, получившего уже известие о нашем прибытии, приветствовали нас от его имени и уверяли, что он чрезвычайно рад увидеть и Российский флаг в своем порте, чего доныне еще не случалось»* (Коцебу 1821б, с. 294). В период стоянки судна Коцебу занимался проверкой хронометров и черчением набело составленных карт, а Шамиссо при содействии губернатора исследовал внутренние области острова Лусон (Люсон), в южной части которого расположена Манила. Позаботился капитан и о том, чтобы привить «коровью оспу» шести алеутам, находящимся на «Рюрике» и следующим в Санкт-Петербург. Здесь же Коцебу отмечал, что *«на острове Люсон Хирургам дано строгое повеление: еженедельно прививать в деревнях коровью оспу младенцам»* (там же, с. 300–301). Мореплаватель сообщил также о страшной болезни, распространенной среди беднейших слоев населения, именуемой Св. Лазарем, когда все тело больного покрывается проказой, *«члены отгнивают, и несчастный больной, видя неизбежную смерть пред очами и страдая жесточайшею болью, остается в полном уме и памяти до самой последней минуты»* (там же, с. 301). Капитан «Рюрика» допустил, что болезнь происходит от *«дурной пищи и неопрятности»*. Упомянул командир брига и об антисанитарных условиях в местной больнице, наполненной таковыми больными. На вопрос Коцебу смотрителю больницы *«не могли ли чистое белье и здоровая пища облегчить их состояние, получил я в ответ, что сие слишком бы дорого стоило»* (там же, с. 302).

29 февраля экспедиция, отсалютовав 15-ю пушечными выстрелами, оставила Манилу. При пересечении экватора русские моряки заметили малайский пиратский корабль, который обогнал бриг, а ночью преградил ему путь. Коцебу приказал повернуть к неприятелю правым бортом и дать залп из пушек. Пираты, не ожидавшие такого отпора, быстро отошли. Бриг благополучно прошел Зондский пролив, пересек Индийский океан и 30 марта 1818 г. обошел мыс Доброй Надежды. Затем парусник посетил Кейптаун, остров Св. Елены, где англичане охраняли заключенного там Наполеона, Портсмут, Копенгаген, Ревель и, наконец, как писал Коцебу, *«27<sup>го</sup> июля оставил я Ревель и 3<sup>го</sup> Августа 1818 года бросил якорь в Неве пред домом Его Сиятельства Господина Государственного Канцлера, Графа Николая Петровича Румянцева»* (там же, с. 319).

Результаты экспедиции на «Рюрике» оказались весьма значимы. Коцебу провел многочисленные метеорологические и океанографические наблюдения: всего было произведено свыше 300 измерений температуры и плотности поверхностных вод океана, 83 измерения температуры на океанических глубинах, в том числе в 10 местах с помощью термометра Сикса определялись вертикальные ряды температуры. Наибольшая глубина, на которой фиксировалась температура, была 1829 метров. Впервые в океанологической практике Коцебу измерял относительную прозрачность морской воды. Кроме того, в Беринговом проливе путешественник обнаружил довольно сильное постоянное северо-восточное течение. Измерения показали, что в наиболее глубоком месте фарватера оно имеет скорость до 3 миль в час. Учитывая,



что в Баффиновом заливе (ныне известен как море Баффина – окраинное море Северного Ледовитого океана, расположенное между островом Баффин и западным побережьем Гренландии) течение направлено к югу, Отто Евстафьевич счел течение в Беринговом проливе доказательством существования прохода вокруг северных берегов Америки в Атлантический океан.

В период плавания на карту было положено множество новых островов или доказано, что другие острова, до того показанные на картах, либо не существуют вовсе, либо положены на карту неверно. Береговые астрономические наблюдения сопровождалось магнитными наблюдениями и наблюдениями над приливами. Помимо прочего, экспедицией были собраны богатейшие минералогические коллекции, уникальные образцы наземной и морской флоры и фауны.

Мореплавателем впервые были описаны североамериканские эскимосы, открыт ископаемый лед, в котором найдены останки мамонта, получены первые этнографические сведения о жителях Маршалловых островов, а также новые сведения о жителях Сандвичевых и Марианских островов. Ознакомившись с основами полинезийских и микронезийских языков, лингвистически одаренный А. Шамиссо пришел к выводу, что они родственны малайским, и выдвинул теорию азиатского происхождения полинезийцев и микронезийцев. Собранные Коцебу предметы быта жителей Дальнего Востока и тихоокеанских островов и поныне хранятся в Санкт-Петербурге в фондах Музея антропологии и этнографии (Кунсткамере).

Во время пребывания «Рюрика» на Маршалловых островах было не только изучено строение коралловых островов, но и впервые высказана верная гипотеза об их происхождении, позднее разработанная Чарльзом Дарвиным. О. Е. Коцебу также сделал предположение о соединении в прошлом двух континентов, *«ибо вид и положение берегов (Берингова пролива. – Авт.) рождает вероятие, что Азия некогда была соединена с Америкой»* (Коцебу 1821а, с. 139).

Куратор экспедиции Крузенштерн, говоря о географических открытиях Коцебу в первом научном кругосветном плавании, справедливо заметил: *«Великий Океан преплываем был в продолжение последних 50<sup>ти</sup> лет, во всех возможных направлениях, не только купеческими, но и такими кораблями, которые отправлены были собственно для открытий; а потому мореплаватель, предпринимающий ныне путешествие для открытий, может ожидать токмо скудной жатвы; но может стать же уважительно, а для Географии Южного моря неоспоримо гораздо важнее разрешить существующия еще донныне сомнения на счет некоторых прежних открытий, в последствии времени не найденных, нежели открыть кое-где новый остров. Открытие новых островов льстит, может быть, более тщеславию нации, к которой принадлежит мореплаватель, делающий оныя, нежели отыскание старых открытий; но польза для наук от первых гораздо меньшая, особливо если положение новооткрытых островов не определено с астрономическою точностию»* (Крузенштерн 1821г, с. 323).

С 28 июля [9 авг.] 1823 г. по 10 [22] июля 1826 г. по рекомендации И. Ф. Крузенштерна состоялась еще одна кругосветная экспедиция О. Е. Коцебу, назначенного в январе 1823 г. командиром еще строящегося 24-пушечного трехмачтового шлюпа «Предприятие». Длина нового шлюпа составляла 130 футов (1 фут = 0.3048 м), ширина – 34, глубина – 17 футов, полный груз – 650 тонн, экипаж – 116 чел. Свои впечатления об экспедиции капитан «Предприятия» опубликовал в 1828 г. в России (Коцебу 1828) и в более развернутом виде – в 1830 г. в Веймаре на немецком языке (Kotzebue 1830). Их перевод на русский язык был осуществлен главной редакцией

восточной литературы издательства «Наука» в трех изданиях лишь во второй половине XX в.: ниже приводятся цитаты по второму изданию (Коцебу 1981).

Новой экспедиции предстояло доставить груз на Камчатку, а затем в течение года находиться у побережья Русской Америки для защиты русских поселений от американских контрабандистов и воинственных племен тлинкитов (колошей или колюжей – от *колюжка* – деревянная пластинка, которую тлинкитские женщины носили в проколотой и растянутой нижней губе). Коцебу предписывалось вести научные наблюдения попутно и после того, как ему на смену придет в Америку другое военное судно. Контр-адмиралу Крузенштерну поручалось составить особые наставления по исследованиям и предоставлялось право в выборе ученых для экспедиции.

В состав научной команды «Предприятия» были включены студенты Дерптского университета Вильгельм Прейс (1793–1839; астроном), Эмиль (Эмилий) Ленц (1804–1865; физик, адъютант ИАН с 1828 г., экстраординарный академик с 1830 г., ординарный академик с 1834 г.) и Эрнст Гофман (1801–1871; русский путешественник, географ, минералог). Естественнаучные наблюдения вели также доктор Иван (Иоганн) Эшшольц, плававший ранее на «Рюрике», и известный врач Генрих фон Зивальд (1797–1830; доктор медицины с 1823 г.). Крузенштерн выработал для путешествия инструкцию, а Прейсу, Ленцу и Гофману были вручены «превосходные правила» для научных наблюдений, составленные профессорами Василием Яковлевичем Струве (1793–1864; астроном, геодезист, член-корр. ИАН с 1822 г., ординарный академик по астрономии с 1832 по 1861 г.), Егором Ивановичем Парротом (1767–1852; физик, член-корр. ИАН с 1811 г., ординарный академик по прикладной математике с 1826 г., по кафедре физики с 1830 г., почетный член ИАН с 1840 г.) и Морицом Федоровичем фон Энгельгартом (1779–1842; минералог, геолог, член-корр. ИАН с 1816 г.).

Морской департамент снабдил экспедицию необходимыми картами, книгами и инструментами. Мало того, *«Крузенштерну, принимавшему участие в снаряжении экспедиции, поручено было от Начальника Морского Штаба употребить меры к заготовлению лучшими мастерами в Лондоне и Мюнхене Астрономических и Физических инструментов, которые бы Шлюп мог получить, по прибытии своем в Копенгаген и Портсмут»* (Коцебу 1828, с. 6). При океанологических работах впервые было предусмотрено использование батометра (первого морского прибора для взятия проб воды с разных глубин с теплоизолирующими стенками и глубометром, фиксирующим точные глубины до 2000 м), созданного Э. Ленцем совместно с Е. Парротом.

14 июля 1823 г. судно посетил Александр I. Император остался весьма доволен и кораблем, и его экипажем, объявил свое «благоволение» и распорядился выдать нижним чинам по 1 рублю серебром. 28 июля 1823 г. шлюп покинул Кронштадт и, сделав небольшие остановки в Копенгагене и Портсмуте, направился в порт Рио-де-Жанейро для пополнения запасов воды и продовольствия. После противоборства с многочисленными штормами судно взяло курс к Канарскому острову Тенерифе, где Коцебу намеревался провести научные наблюдения и запастись вином. Случилось так, что на переходе один матрос по неосторожности упал за борт. Попытка спасти его не удалась, так как налетевший в этот момент шквал отбросил парусник в сторону. Капитану к чувству скорби примешивалось еще опасение, *«что данное происшествие может оставить тяжелый осадок в душах матросов»* (Коцебу 1981, с. 31). Когда же экспедиция подошла к крепости Санта-Крус, шлюп был обстрелян из крепостных орудий. Столь явная и совсем непонятная демонстрация враждебных

действий (ведь войны с Испанией не было) вынудила Коцебу не заходя на остров устремиться к берегам Бразилии.

В приэкваториальных водах Атлантики впервые в мировой практике была взята проба глубинной воды (с глубины 500 саженей / 265 м), которая у экватора имела температуру всего 6 °С, тогда как на поверхности она составляла +25 °С. Вторая попытка измерения с опусканием батометра на 1000 саженей из-за обрыва троса, не выдержавшего давления воды, окончилась потерей уникального прибора. Однако второй батометр, предусмотрительно взятый в плавание, верно прослужил до конца экспедиции.

1 ноября «Предприятие» подошло ко входу в бухту Рио-де-Жанейро. Впечатления от знакомства с городом Коцебу выразил следующим образом: *«Только обладая самым богатым воображением, можно представить себе эти живописные ландшафты, эту пышную исполинскую растительность, которая во всем своем многообразии, сверкая тончайшими переливами красок, щедро покрывает долины и горы вплоть до морского побережья... Все говорило о том, что природа предназначила этот край для беззаботного наслаждения жизнью и для счастья своих созданий. Но для негров-рабов, обреченных на тяжкий труд под плетью своих мучителей, этот рай оказался адом»* (Коцебу 1981, с. 37). В течение почти месячной стоянки путешественники наблюдали прибывающие корабли с невольниками из Африки. Работоторговлю Коцебу назвал *«возмутительным контрастом к прелестям чудесной природы Бразилии»*, отметив, что *«Торговля людьми – позорное пятно на цивилизованных государствах, которого большинство из них уже стыдится. Но здесь она еще процветает под защитой закона и производится со всей бесчеловечностью, порожденной корыстолюбием»* (там же).

Завершив астрономические и магнитные измерения, а также ремонт и необходимую погрузку, 28 ноября парусник взял курс к мысу Горн, при подходе к которому путники попали в шторм, продолжавшийся четверо суток. Корабль получил сильную течь, и 16 января 1824 г. для его ремонта была сделана остановка у берегов Чили в бухте Консепсьон, где во время стоянки удалось составить подробный план залива. Затем, 3 февраля, при выходе в открытое море Коцебу решительными действиями предотвратил захват «Предприятия» двумя чилийскими кораблями, которые, выпустив по пушечному ядру, понеслись наперерез судну. Только твердая решимость команды при необходимости вступить в бой помогла избежать столкновения и продолжить путь к архипелагу Туамоту.

Ранее, в 1820 г., на Туамоту побывала первая русская антарктическая экспедиция 1819–1821 гг. Фаддея Фаддеевича Беллинсгаузена и Михаила Петровича Лазарева. Мореплаватель уточнил координаты некоторых сделанных ими открытий, а также островов, описанных им самим в 1816 г. Плюс ко всему, 2 марта Коцебу удалось открыть новый обитаемый атолл, названный по имени судна островом Предприятие (ныне – Фангахина). Следом Коцебу усмотрел, сам того не подозревая, атолл Аратика, который он принял за остров Карлсгоф, обнаруженный ранее голландским мореплавателем Я. Роггевеном. Успешно выйдя из кораллового лабиринта, 14 марта «Предприятие» подошло к о-ву Таити (главный остров архипелага Острова Общества). Здесь капитан шлюпа занялся описанием и Таити, и близлежащих островов, отыскал новую удобную гавань, в которой впоследствии расположилась столица всей французской Океании – Папэте. После 10-ти дневной стоянки парусник направился к о-вам Самуа, по пути к которым 26 марта Коцебу

открыл остров Беллинсгаузена (атолл Моту-Они, западная часть архипелага Общество). В течение 3–7 апреля экспедиция уточняла положение некоторых островов архипелага, а 28 апреля вошла в лагуну о-ва Румянцева (атолл Вотье, цепь островов Радак / Ратак в восточной гряде Маршалловых остров), где произошли тёплые встречи с островитянами, с которыми путешественник познакомился еще в 1816 г. Вот как описывал радакцев сам Коцебу: *«Радакцы высокого роста, хорошо сложены и имеют темно-коричневую кожу. Их черные волосы изящно связаны в пучок и украшены, особенно у женщин, цветами и нанизанными на шнурки маленькими раковинами. У островитян мягкие, приятные черты лица; многих мужчин и женщин можно даже назвать красивыми. Питаясь исключительно растительной пищей и рыбой, местные жители обладают прекрасным здоровьем и доживают до глубокой старости. Радакцы несколько уступают другим островитянам Южного моря в физической силе, зато своей кротостью и добродушием они превосходят, пожалуй, даже таитян»* (Коцебу 1981, с. 154).

9 июня 1824 г. шлюп прибыл в Петропавловскую гавань. Здесь *«Июня 14-го, Астрономом нашим (Прейсом. – Авт.) было наблюдаемо солнечное затмение...»* (Коцебу 1828, с. 127), что позволило значительно уточнить долготу Петропавловска (158°49'29" в. д.). Кроме того, *«Физик экспедиции Г. Ленц и минералог Гофман, презирая все трудности, предприняли путешествие на Авачинскую сопку (действующий вулкан. – Авт.), и достигнув благополучно вершины оной, нашли по барометрическому вычислению высоту сей горы над поверхностью моря 7.200 футов (2193,56 м над уровнем моря; по современным данным 2738 м. – Авт.)»* (там же, с. 128)<sup>1</sup>. Наконец, 20 июля «Предприятие» направилось к берегам Русской Америки и 10 августа прибыло в Ново-Архангельск – укрепленное поселение, основанное в 1799 г. Александром Андреевичем Барановым<sup>2</sup> на о-ве Ситха (Ситка, с 1804 г. – о-в Баранова) как форт Архангела Михаила (в 1802 г. уничтожен колошами, с 1804 г. – Ново-Архангельск, с 1808 г. – центр русских владений в Америке). Здесь экспедицию дожидался российский фрегат «Крейсер» под командованием капитана 2-го ранга М. П. Лазарева: *«Этот фрегат был послан сюда правительством для защиты наших торговых интересов, и мы должны были его сменить»* (Коцебу 1981, с. 188–189).

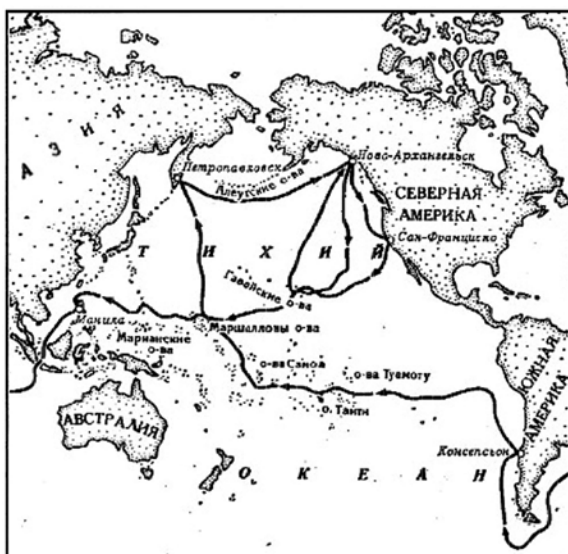
Главный правитель российских колоний в Америке капитан-лейтенант Матвей Иванович Муравьев (1784–1836; русский мореплаватель) официально уведомил Коцебу, что шлюпу до 1 марта 1825 г., т. е. до открытия торгового сезона, нет необходимости находиться в Ново-Архангельске. Поэтому уже 10 сентября парусник

<sup>1</sup> В Веймарском издании (Kotzebu 1830) было указано, что в восхождении на Авачинскую сопку помимо Ленца и Гофмана участвовал еще и Зивальд. Сообщалось также, что в период подъема *«Кратер сопки время от времени дымился. Шапка, опущенная туда на глубину нескольких футов, была вытащена обратно обгоревшей. В доказательство того, что они исследовали сам кратер, ученые принесли на корабль несколько кусков кристаллической серы»* (Коцебу 1981, с. 186).

<sup>2</sup> **Александр Андреевич Баранов** (1746–1819) – русский государственный деятель, предприниматель, с 1787 г. – почетный член Императорского Вольного экономического общества. В 1790 г. принял предложение промышленника Григория Ивановича Шелихова (1747–1795; русский исследователь, мореплаватель, промышленник и купец) возглавить управление его Северо-Восточной компанией, реорганизованной в 1799 г. в Российско-американскую компанию (РАК). Первый Главный правитель русских поселений в Америке (1790–1818). Умер по пути в Россию 16 апреля 1819 г. на корабле «Кутузов» недалеко от острова-вулкана Кракатау. На следующий день его тело с пушечным ядром, привязанным к ногам, опустилось на дно Индийского океана.



устремился к берегам все еще слабо исследованной Калифорнии и 27 сентября бросил якорь в порту Сан-Франциско. Проведя научные наблюдения и запасшись продовольствием, экспедиция 25 ноября направилась к Сандвичевым островам. В гавань Гоноруру (Гонолулу) Коцебу вошел 14 декабря через узкий канал, показав умение в управлении кораблем: *«Здесь все уверяли нас, что такие большие суда, каков Шлюп Предприятие, до сего времени никогда еще не входили в гавань Гоноруру...»* (Коцебу 1828, с. 145). Во время стоянки силами местных туземцев удалось отремонтировать подводную медную обшивку судна,



Плавание О. Е. Коцебу на шлюпе «Предприятие» в Тихом океане (Коцебу 1981).

и к 31 января 1825 г. шлюп *«был приведен в такое состояние, что мог противостоять зимним жестоким погодам, которые ожидали нас на пути в Ситху...»* (там же, с. 151). Возвращение в Ново-Архангельск состоялось 24 февраля. На протяжении 5 месяцев парусник нес охрану российских колоний. Наконец, 30 июля 1825 г. в Ново-Архангельск из Кронштадта пришло судно РАК «Елена», передавшее для Главного правителя известие о заключении между Россией и Американскими Штатами конвенции, позволяющей американским купцам вести свободную торговлю на всей северо-западной части Америки. Таким образом, отпадала необходимость дальнейшего присутствия «Предприятия» в Ново-Архангельске, так как для защиты порта от колошей было достаточно «Елены» и нескольких вооруженных судов компании.

Итак, 11 августа Коцебу вышел в обратный путь. Сделав 4-дневную остановку в Гонолулу, мореход 11 сентября двинулся к Маршалловым островам для поиска неизвестной западной цепи Ралик. Подойдя к ее северной оконечности, Коцебу нанес на карту атоллы Ронгерик и Ронгелап. Первый из атоллов он принял за остров Пескадорес, открытый в 1768 г. английским мореплавателем Уоллесом, а второй назвал именем офицера шлюпа островами Римского-Корсакова. Затем, 9 октября, путешественник открыл атолл Бикини, дав ему имя врача экспедиции Эшшольца, и, продолжая плавание на запад, уточнил координаты атолла Эниветок<sup>3</sup>.

19 октября 1825 г. «Предприятие» подошло к острову Гуахам (Гуам, Марианские острова). Здесь у Коцебу состоялась встреча с одним из шкиперов английских китобойных судов, промышлявших у берегов Японии, который с большой теплотой отзывался о картах, составленных еще Крузенштерном: *«Сей шкипер и другие Капитаны китобойных судов, с ним бывшие, говоря об опасностях, каковым они подвергаются при берегах Японии, с особенною похвалою и благодарностию относились о картах Японских берегов г. Контр-Адмирала Крузенштерна, которую они по ея*

<sup>3</sup> Атоллы Бикини и Эниветок (у Коцебу – Бронус) были использованы в 1946–1962 гг. в качестве полигонов для испытаний американских атомных и водородных бомб, причинивших огромный ущерб населению Маршалловых островов.

*подробности и верности предпочитают всем картам Японских берегов, изданным в Европе, исключительно употребляют оную для своей безопасности во время плаванья по Японским водам»* (там же, с. 173–174).

Вскоре судно посетило Манилу, где с разрешения испанского Губернатора перешло в порт Кавите для продолжительного ремонта. 10 января 1826 г. парусник покинул Филиппинские острова, пересек Индийский океан, а затем через мыс Доброй Надежды и о-в Св. Елены прибыл Портсмут 3 июня. Здесь экипаж присягнул новому императору Николаю I, уже подавившему к тому времени восстание декабристов. Наконец, 10 июля 1826 г. *«не ранее 3-х часов по полудни достигли Кронштадта... Путешествие наше продолжалось три года без десяти дней»* (там же, с. 200).

### Научное и политическое значение экспедиции

Считается, что проведенная экспедиция была менее значимой по результатам географических открытий по сравнению с предыдущей. Однако на «Предприятии» в отличие от плаванья на «Рюрик» осуществлялся больший объем научных исследований атмосферы и океанов, что положило начало точным систематическим метеорологическим и океанографическим наблюдениям. Научные исследования совершались как в открытом море, так и на берегу. Наиболее обширные наблюдения во второй экспедиции велись на Камчатке и в Русской Америке. Обобщение полученных материалов по физической океанографии определило начало научной деятельности знаменитого в будущем ученого Э. Х. Ленца в Императорской академии наук. При этом при избрании Ленца адъюнктом Академии (1828) молодой естествоиспытатель прочитал доклад «О солёности морской воды и температуре ее в океанах на поверхности и в глубине», а в 1831 г. в «Записках Императорской Санкт-Петербургской академии наук» (Memories...) он опубликовал обширный труд на немецком языке «Физические наблюдения, проведенные во время кругосветного путешествия под командованием капитана Отто фон Коцебу в январе 1823, 1824, 1825 и 1826 гг.» (Lenz 1831), в русском переводе: (Ленц 1950). В данной публикации Ленцем были представлены материалы по солёности и температуре воды в океане на поверхности и глубине (до 2 тыс. м), барометрические наблюдения, сравнительные таблицы температур воздуха и воды океана, а также рисунки сконструированных им приборов. Основываясь на своих наблюдениях, ученый сделал важные выводы о глубинной океанической циркуляции, предвосхитившие современные представления в этой области. Особую известность Ленц приобрел своими работами в области электродинамики и магнетизма. В 1836 г. он возглавил кафедру физики и физической географии Петербургского университета, а в 1863 г. был избран его ректором. В 1842 г. точными экспериментами Ленц независимо от английского физика Дж. Джоуля обосновал закон теплового действия электрического тока (закон Джоуля–Ленца).

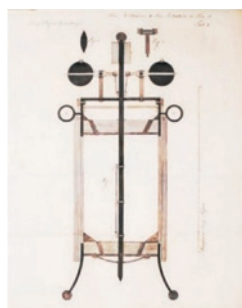
Отметим, что Ленцу в год выхода экспедиции исполнилось всего 19 лет. Но именно его исследовательская работа определила огромную роль плаванья «Предприятия» в развитии новой науки – океанографии. По оценке Ю. М. Шокальского (1856–1940; выдающийся русский и советский ученый-географ, гидрограф, океанограф, почетный академик Академии наук СССР с 1939 г., член Вашингтонской академии наук с 1935 г., почетный член-корр. Королевского географического общества в Лондоне с 1904 г., председатель Русского географического общества в 1917–1931 гг.): *«Второе плавание вокруг света кап.-лейт. О. Коцебу в 1823–1826 г. на военном шлюпе Предприятие, отмечено еще более важными в океанографическом отношении работами, благодаря сотрудничеству известного физика Эмилия Ленца,*

сопровождавшего Коцебу. Ленц обстоятельно подготовился к научным исследованиям в плавании, построил первый батометр, приносивший воду с глубин с очень мало измененной температурой; пользовался термометром, предохраненным от давления, и вводил поправки на влияние давления воды и изменений от перемен температуры во время поднятия прибора с глубины... В течение всего плавания Ленц производил правильные наблюдения над удельным весом воды, это были первые наблюдения такого рода и к тому же замечательные по своей точности. Таким образом труды Коцебу и Ленца в 1823–1826 г. представляют во многих отношениях не только важный вклад в науку, но и действительное начало точных наблюдений в океанографии, чем русский флот и русская наука могут гордиться» (Шокальский 1917, с. 34–35).

Исключительное научное и общественно-политическое значение имели этнографические и социологические наблюдения Коцебу. Вместе с научной группой капитан «Предприятия» лично участвовал в сборе информации о населяющих исследуемые территории народах, их этническом составе, оставил неоценимые сведения о культуре и условиях быта аборигенов. Командир «Предприятия» не обошел молчанием и наиболее крупный вооруженный конфликт, при котором большая группа колошей (по разным источникам – до тысячи и более человек) в июне 1802 г. напала на малочисленный Михайловский (Ситхинский) гарнизон (известно, что в укреплении в момент нападения находилось всего около 15 человек), а вскоре и на две ситхинские промысловые партии. Как отмечал биограф первопроходцев Русской Америки и один из чиновников РАК Кирилл Тимофеевич Хлебников<sup>4</sup>, после захвата колонии индейцы «истребили мучительной смертью Русских, разграбили хранившиеся в магазинах бобров (каланов. – Авт.) и превратили в пепел селение и строившееся судно» (Хлебников 1835, с. 69). Считается, что при нападении индейцев на Михайловский гарнизон и промысловые команды погибло 24 русских и около 200 кадыякских эскимосов, чугачей и алеутов.

Опубликованы многочисленные исследования, посвященные российско-тлинкитским вооруженным конфликтам. Среди последних отечественных работ выделяются фундаментальные монографии А. В. Гринёва (1991) и А. В. Зорина (2017), а среди зарубежных изданий – сборник «Russians in Tlingit America» («Русские в Тлинкитской Америке») под редакцией Н. М. Дауэнхауэр, Р. Л. Дауэнхауэр и Л. Т. Блэка (Dauenhauer et al. 2008). С особой детальностью вооруженный набег индейцев на Михайловский гарнизон был реконструирован в книге Зорина (2017). Однако воспоминания Отто Коцебу в этой работе отсутствовали, а в публикации Гринёва (1991) они были упомянуты лишь вскользь.

<sup>4</sup> Кирилл Тимофеевич Хлебников (1776?–1838) – русский ученый, этнограф, этнолог, путешественник; член-корр. Имп. СПб. Академии наук с 22 дек. 1837 г. В 1801 г. стал приказчиком РАК. В 1814 г. назначен правителем главной (Кадыякской) компанейской конторы в Америке (помощником А. А. Баранова); в этой должности он пробыл 16 лет. В 1818–1832 гг., после отставки Баранова, – правитель Новоархангельской конторы РАК на острове Ситхе и помощник пяти сменившихся за это время Главных правителей Русской Америки. С 1833 г. состоял правителем дел, а с 1835 г. – одним из директоров РАК. Занимался изучением быта и культуры народов Дальнего Востока и Северо-Западной Америки.



Батометр Ленца и Паррота (Lenz 1831, tab. I.), Эмиль Ленц (из открытых источников).

В то же время мнение О. Коцебу, как лица незаинтересованного, т. е. не являвшегося служащим РАК, должно представлять определенный интерес. В частности, Коцебу оценивал колошей как храбрый, но свирепый, вероломный и «самый порочный народ на свете» (Коцебу 1981, с. 196). Это не было случайным высказыванием, т. к. колошей мореплаватель наблюдал весь период нахождения в Ново-Архангельске и даже принимал у себя на корабле с визитами. Особенно возмущало Коцебу наличие у этих индейцев рабов<sup>5</sup>, которые, по его словам, состояли «из военнопленных и их потомства. Хозяин обладает неограниченной властью над ними и даже имеет право убить, чем нередко пользуется. Когда же хозяин умирает, на его могиле умерщвляют двух рабов, чтобы у него были слуги и на том свете. Последние заранее отбираются для этой цели, но они не кажутся опечаленные своей судьбой» (там же, с. 199). Коцебу акцентировал внимание на вероломстве индейцев, утверждая, что «Колоши никогда не нападают открыто, а стремятся применить хитрость, причем им часто удается застигнуть врага врасплох. Достаточным основанием для неожиданного нападения является возможность грабежа или захвата нескольких рабов» (Коцебу 1981, с. 199). Здесь надо принять к сведению, что индейцев при нападении на русскую колонию действительно ожидала чрезвычайно богатая добыча. Так, по данным официального историка Русской Америки Петра Александровича Тихменева<sup>6</sup>, колошами в результате атаки на Михайловский гарнизон было «разграблено до трёх тысяч шкур морских бобров и прочие меха» (Тихменев 1863, с. 88), несколько человек, главным образом женщины и дети, были захвачены в рабство.

В архивных документах РАК при обозначении причин конфликта основной акцент делался на подстрекательстве индейцев к мятежу со стороны иностранных купцов – конкурентов Компании (Зорин 2017). Гринёв тем не менее писал: «Нельзя, например, слепо доверять архивным документам, исходившим из Главного правления РАК, поскольку последнее порой было заинтересовано в намеренном и тенденциозном искажении фактов. Так, основную и единственную причину выступления индейцев в 1802 г. Главное правление усматривало в подстрекательствах иностранцев..., чтобы оправдать таким образом свои **просчеты в колониальной политике на Аляске** (выделено мной)» (Гринёв 1991, с. 7).

Действительно, неизбежных просчетов в колониальной политике РАК было, по-видимому, предостаточно. В этом плане П. А. Тихменев обоснованно указывал, что «По самой силе обстоятельств и с неизбежною необходимостью период этот (имеется в виду ранний период деятельности РАК. – Авт.) должен был отличаться жестокостью, своеволием и вообще неустройством всякого рода. Так было везде и во все времена при вступлении европейца в среду дикарей, которых он должен

<sup>5</sup> Рабы в тлинкитском обществе были полностью лишены прав, а само рабство у этого народа было наследственным, что свидетельствует о длительном развитии этого института. Рабами у колошей становились чужеплеменники и их потомство, захваченные во время набегов или купленные у племен юга. Были также рабы из собственного племени, происходившие обычно из отдаленных куанов (территориальных подразделений индейцев) и взятые в плен на войне (Гринёв 1991).

<sup>6</sup> Пётр Александрович Тихменев (1824–1888) – капитан 1-го ранга, автор трудов по морской истории, историк Русской Америки. В 1857–1865 гг. состоял на службе в РАК. Составил очерк «Историческое обозрение образования Российско-американской компании и действия ее до настоящего времени» в двух томах (1861–1863 гг.), за который в 1861 г. получил Высочайшую благодарность и две Демидовские премии (1862, 1864).



был подчинить своей власти, и вместе с тем положить между ними начало нового лучшего порядка...» (Тихменев 1861, с. IV).

Версия Коцебу о вероломстве колошей выглядела в те дни вполне правдоподобно. Ведь Барановым еще 25 марта 1800 г. главному ситхинскому тоену (местному вождю) Скаутлельту был выдан Открытый лист со следующими словами: «занятое Русскими под крепость место уступлено сим Тоеном и его родом за плату; что Тоен изъявил свою преданность России, и за сие Русские обещают снабжать его нужными вещами и охранять от набегов соседственных враждующих народов» (Хлебников 1835, с. 34–35). Вовлеченность же иностранцев в российско-тлинкитский конфликт не вызывала сомнений не только у руководителей РАК (Хлебников 1835; Тихменев 1863; и др.), но и современных исследователей (Гринёв 1991; Dauenhauer et al. 2006; Зорин 2017; и др.).

Поясняя свою позицию, Гринёв заключает, что «главную причину восстания<sup>7</sup> тлинкитов... следует искать в столкновении экономических интересов индейцев и Российско-Американской компании... В исконно тлинкитских территориальных водах партовишки, возглавлявшиеся русскими, развернули интенсивный промысел калана, шкурки которого были основной статьей торговли индейцев с английскими и американскими скупщиками пушнины» (Гринёв 1991, с. 118). Действительно, по словам самого Коцебу: «Их (колошей. – Авт.) главное богатство составляют шкуры морских бобров, которые заменяют здесь деньги» (Коцебу 1981, с. 198). Этих животных «упорно преследовали и ежегодно убивали в великом количестве (имеется в виду деятельность РАК. – Авт.) ... Всего за несколько лет морские бобры были почти полностью истреблены на Камчатке и Алеутских островах. По этой причине Компания решила распространить свои поселения к югу» (там же, с. 191). Понятно, что в добыче каланов, причем в возможно больших масштабах, и был основной смысл присутствия русских промышленников на американской земле. Парадокс заключался том, что если добыча каланов и являлась одной из ключевых причин конфликта, то в то время такая промысловая деятельность РАК никак не могла относиться к ее «просчетам».

Несомненно, промысел чужаков в традиционных угодьях тлинкитов мог подать повод к определенному недовольству индейцев, однако промысловые бригады РАК, в состав которых, между прочим, в основном входили представители разных североамериканских племен, добывали морского зверя от Камчатки до Калифорнии, и только колоши «осмелились» выступить против русских промысловиков с оружием. Судя по всему, вооруженный конфликт мог возникнуть не столько из-за промысла каланов русскими, сколько из-за комплекса иных факторов, связанных, в первую очередь, с особо воинственным менталитетом этих индейцев на фоне возможности легкой добычи. Известно, например, что российские поселенцы не позволяли колошам грабить алеутов, запрещали рабство, что могло вызвать большее недовольство у агрессивных от природы индейцев, чем добыча каланов, запасы которых в начале XIX в. еще не были истощены. Коцебу так описывал ситуацию: «Слабая населенность

<sup>7</sup> А. В. Зорин считает некорректным характеризовать противостояние колошей и русских как «восстание»: подобный термин предполагает подчинение тлинкитов русской власти, против которой они должны были бы восстать. Однако этого никогда не отмечалось, в том числе и на Ситхе. В данной ситуации, по мнению исследователя, более уместным было бы применение понятия «индейская война», так как обе враждующие стороны по обоюдному признанию были равны по своему статусу. Тлинкиты выступили против русских, скорее, как против враждебного племени, вторгнувшегося в чужие охотничьи угодья (Зорин 2017).



Ново-Архангельск. Рисунок П. Н. Михайлова. Первая половина XIX в (из открытых источников).

*этого края, по-видимому, объясняется многочисленными межплеменными войнами, которые ведутся с редкой даже для диких народов яростью и ожесточенностью. Эти войны стали гораздо более частыми и кровопролитными после появления у колошей огнестрельного оружия, которым их на их же гибель снабжают приходящие главным образом из Североамериканских штатов суда...»* (там же, с. 199).

Так называемых ошибок со стороны РАК, с позиций современных аналитиков, по всей видимости, было действительно много. Но, если русские колонисты и просчитались в чем-то серьезном, то в первую очередь со своим наивным доверием к индейцам (в условиях напряженных с ними отношений) в части соблюдения имевшихся договоренностей, а также в недостаточной охране собственных поселений от набегов индейцев. Известно, например, что управляющий ситхинским гарнизоном В. Г. Медведников крайне равнодушно отнесся даже к предостережениям самого Скаутлелта (Зорин 2017).

Важно понимать, что поддержание версии о подстрекательской деятельности иностранцев было судьбоносным для руководства РАК без всякого лукавства. Показательно, что, когда в 1820-х гг. у руководства РАК возникла мысль оставить Ново-Архангельск и перенести главную резиденцию вновь на остров Кадьяк, Коцебу справедливо заметил: «...будет крайне прискорбно, если подобное намерение осуществится, ибо другая нация легко сможет этим воспользоваться, прочно обоснуется в данном крае и начнет мешать деятельности Компании» (Коцебу 1981, с. 193). Что же касается американских купцов, то, по мнению Коцебу, «граждане Соединенных Штатов на поприще торговых спекуляций превосходят все другие нации смелостью, предприимчивостью и выдержкой» (там же, с. 203). Следуя логике мореплавателя, скорее, в данной ситуации необходимо говорить о конфликте экономических интересов РАК с английскими и, главным образом, американскими купцами, а не с первобытными колошами.

Очевидно, что с усилением русского присутствия прибыли англо-американских торговцев заметно снижались. Колоши в этом противостоянии выступали лишь как слепое, но крайне эффективное средство для вытеснения РАК с занимаемых американских территорий. Подобная политика вполне могла привести к успеху, ведь с учетом малочисленности русских поселенцев, а их на всю Аляску насчитывалось около 350–400 чел. (Зорин 2017), конкурентные возможности РАК к началу XIX в. уже были исчерпаны. Дело в том, что практически вся европейская продукция, в т. ч. военная, доставлялась в Российскую Америку через Охотск сухопутным путем. Так, по сообщению И. Ф. Крузенштерна, отечественные «Чиновники и Офицеры, посылаемые в Камчатку, должны переезжать 15000 верст и во многих местах с чрезвычайною

трудностию. Путь от Якутска до Охотска не только труден, но даже и опасен. Доставка самых легких товаров возвышает цену на оные многими сотнями процентов» (Крузенштерн 1810, с. 260–261). Английские и американские мореплаватели, торговавшие с колошами, несомненно, были более свободны в доставке и выборе товаров. В этих условиях дальнейшая экспансия РАК могла сойти на нет, если бы в 1803–1806 гг. не состоялось первое русское кругосветное плавание, предпринятое на парусниках «Надежда» и «Нева» под командованием капитан лейтенантов И. Ф. Крузенштерна (руководитель экспедиции) и Ю. Ф. Лисянского, соответственно. Успех этого похода позволил Крузенштерну добиться от Александра I одобрения регулярной доставки товаров на Дальний Восток и Аляску морским путем (Богатов 2025б). Таким образом, экспедиция Крузенштерна–Лисянского послужила началом постоянных морских переходов из центральной России к северотихоокеанским владениям империи, создав, тем самым, условия для дальнейшего развития Русской Америки. Экспедиция Коцебу на «Предприятии» послужила продолжением этой практики, так же, как и приход 30 июля в Ново-Архангельск на смену «Предприятию» парусника «Елена», который, по свидетельству Коцебу, доставил из Петербурга *«богатый груз, состоящий из всевозможных припасов. Таким образом, колония оказалась на длительный срок обеспеченной всем необходимым...»* (Коцебу 1981, с. 204).

Нельзя не отметить, что политика РАК с самого начала ее образования была ориентирована на налаживание с «дикими племенами» сотрудничества, не допускающего раздоров и кровопролития<sup>8</sup>. В частности, при первоначальном заселении Ситхи Баранов дал В. Г. Медведникову строгое письменное наставление: *«не подавать Колошам ни малейшего повода к огорчению и ничего не брать от них без платы...»* (Хлебников 1835, с. 56). В то же время поведение некоторых американо-британских купцов с колошами складывалось, по сведениям, например, лейтенанта корпуса флотских штурманов Гавриила Ивановича Давыдова (1784–1809; состоял на службе в РАК в 1802–1807 гг.), на основе взаимной неприязни: *«Американцы Соединенных штатов чрезвычайно их (колошей. – Авт.) ненавидят и всякое судно долгом почитает, получив весь груз при отправлении в Кантон, сжечь несколько селений природных жителей»* (Давыдов 1812, с. 113). Надо заметить, что Баранов не упускал случая позаботиться об образовании уроженцев и аборигенов колонии: *«При нем в Ситхе существовала уже школа, в которой обучались грамоте и арифметике. Под его же надзором после упражнялись в счетоводстве; иные исправляли должности помощников командиров судов; иные обучались ремеслам, а другие (в т. ч. колоши. – Авт.) отправлены в Петербург для воспитания (обучения. – Авт.)»* (Хлебников 1835, с. 199–200).

Коцебу с уважением отмечал терпеливый труд правителей РАК и самих колонистов по налаживанию деловых отношений с колошами и другим коренным населением американских территорий. Восхищаясь деятельностью правителя российской колонии капитан-лейтенанта Матвея Муравьева, мореплаватель подчеркивал, что

<sup>8</sup> Необходимо признать, что в начальный период колонизации Алеутских островов и Аляски возникали многочисленные эпизоды неоправданно жестких, в том числе кровавых столкновений русских стихийных промышленников с индейцами, включая колошей (Давыдов 1812; Зорин 2017; и др.). По словам Коцебу: *«При помощи огнестрельного оружия эти компании захватывали все более обширные пространства и жестоко обращались с робкими алеутами. Они, возможно, и вовсе истребили бы данный народ, если бы не вмешался император Павел»* (Коцебу 1981, с. 190), который своим указом от 8 (19) июля 1799 г. учредил Российско-американскую компанию.

правитель «стремится предотвратить какие бы то ни было столкновения между русскими и колошами. Благодаря своим разумным распоряжениям он пользуется большим уважением среди коренных жителей, вследствие чего в настоящее время отношения с ними хороши как никогда. Вообще управление этого достойного человека весьма способствует подъему благосостояния колоний» (Коцебу 1981, с. 203).

За время плаваний Отто Коцебу собрал большой материал о деятельности колонизаторов в странах Латинской Америки и на островах Океании. Мореходу были чужды насильственные методы вовлечения индейцев в христианскую веру, которыми широко пользовались калифорнийские миссионеры, ставшие, по его мнению, закулисными правителями Таити и Гавайских островов. Капитан «Предприятия» крайне негативно отзывался о так называемой христианской миссии католических монахов в Калифорнии: «*Порт Св. Франциска я нашел точно в таком же положении, в каковом оный находился во время моего здесь пребывания в 1816-м году на бриге Рюрик, с тою только разницею, что тогда жители Калифорнии считали себя зависящими от Испании, а ныне, следуя общему отложению всей западной части Америки от Испанской короны, также объявили себя независимыми... <...>... Духовенство и поныне продолжает насильственно обращать Индейцев в Христианскую веру. Пастыри духовные с конвоями отправляются в леса, подобно как на охоту, и нахватав там арканами полудикарей, в минуту из идолопоклонников превращают их в Христиан, и потом употребляют для возделания полей, засеваемых пшеницею, которая произрастает здесь в изобилии и составляет исключительную собственность духовенства*» (Коцебу 1828, с. 136, 137–138). В монографии 1830 г. (Kotzebue 1830) Коцебу привел примеры невыносимых условий жизни новообращенных христиан: «*Тяжкие работы каждый день, за исключением воскресений, проводимых почти исключительно за молитвой, телесные наказания, тюремное заключение и ножные кандалы за недостаточно точное исполнение требований монахов, дурная пища, убогие жилища, лишение всякой собственности и почти всех радостей жизни – все это, разумеется, ни в коей мере не может удовлетворить даже самые нетребовательные человеческие существа*» (Коцебу 1981, с. 217). Смертность среди индейцев-христиан, по сведениям мореплавателя, составляла до трети в год! Коцебу констатировал: «*В Калифорнии имеется много подобных пугло, причем их население ежегодно значительно возрастает. В то же время численность индейцев, живущих в миссиях, быстро уменьшается вследствие высокой смертности; часто смерть уносит за год до одной трети индейцев-христиан. Поэтому святые отцы вообще не могли бы здесь существовать, если бы не беспрестанная вербовка силой или хитростью новых рекрутов из числа диких индейцев. В Старой Калифорнии уже закрылось несколько миссий, **ибо индейцы, обитавшие в тех местах, были полностью истреблены*** (выделено мной)» (там же, с. 219).

Аналогичные факты Коцебу привел и для населения Таити: «*После многих бесплодных попыток, которые предпринимались начиная с 1797 г., английским миссионерам удалось наконец распространить среди таитян то, что они называют христианством, и даже обратить в свою веру самого короля Тайо, спокойно и мирно управляющего обоими полуостровами. Но тем самым в пороховую бочку была брошена искра, вызвавшая ужасный взрыв.*

*Новая религия была введена силой. Марай (священное место, которое служит религиозным целям в полинезийских обществах. – Авт.), как и все то, что могло напоминать о дотоле почитавшихся божествах, были внезапно разрушены*



по приказу короля. Были убиты все те, кто не хотел сразу переходить в новую веру. Религиозное рвение породило тигриную ярость в сердцах прежде столь кротких людей. Поились потоки крови, целые племена были истреблены. Многие мужественно предпочли смерть отказу от старых верований ...» (Коцебу 1981, с. 96). «Миссионеры убедили таитян принять составленную ими конституцию» (там же, с. 98), которая, по оценке Коцебу, «специально рассчитана на то, чтобы сделать еще более тесными оковы, наложенные миссионерами на этот добродушный народ; она должна помочь им полностью сохранить свою власть над островитянами» (там же, с. 104).

Путешественник указывал, что по подсчетам Форстера старшего<sup>9</sup> на острове до прихода миссионеров обитало не менее 130 тыс. коренных жителей. Считая эту цифру завышенной, мореход допустил, что в то время на острове насчитывалось около 80 тысяч островитян (такую цифру поддерживают и современные исследователи), а в период пребывания самого Коцебу на Таити число коренных жителей не превышало 8 тыс. человек. Столь резкое снижение числа аборигенов русский мореплаватель объяснял следующими обстоятельствами: «Спиртные напитки, введенные в употребление европейцами и американцами, а также занесенные ими заразные болезни могли, конечно, способствовать резкому увеличению смертности. Но европейцы и американцы посещают многие острова Южного моря, что не сопровождается, однако, заметным уменьшением их народонаселения. Нет никаких сведений о том, что на Таити свирепствовала оспа или чума. Значит, главной причиной убыли населения явилось кровавое насаждение миссионерской религии, которое сыграло здесь роль самой опустошительной эпидемии...» (там же, с. 101).

Что касается политики миссионеров Соединенных Штатов по отношению к аборигенам Гавайских островов, то в своей книге 1828 г. Коцебу сообщал: «Я нашел на сем острове множество перемен против того, как видал оный в первый раз, но ни одной к лучшему» (Коцебу 1828, с. 147). На взгляд Коцебу, деятельность миссионеров входила в противоречие с уровнем развития, характером и природным поведением островитян: «Вообще, жители островов Южного моря не имеют никакой образованности, никаких привычек, введенных приличием и силою законов, и потому склонности их во всем сообразны с климатом: характер мягкий, но непостоянный и беспечный, живость и веселое расположение духа, которых по недостатку занятий рождают в них необходимую потребность искать препровождения времени в разных играх, плясках и пении; таковы отличительные их свойства. Жители Сандвичевых островов имеют сии качества в высшей степени, посему они всегда до чрезвычайности были пристрастны к увеселениям. Надлежало бы мало по малу

<sup>9</sup> Иоганн Рейнгольд Форстер (1729–1798) – немецкий орнитолог, ботаник, зоолог и путешественник английского происхождения. Его сын Георг Адам Форстер (1754–1794) – немецкий учёный-естествоиспытатель, этнограф, писатель, общественно-политический деятель. В 1765 г. Форстер-старший по предложению правительства Екатерины II в сопровождении Георга обследовал немецкие поселения на Волге. Вместе с сыном был участником второго кругосветного плавания Дж. Кука (1772–1775). Это путешествие Георг Форстер описал в книге «Путешествие вокруг света» (переведена на многие языки, в том числе и на русский). Говоря о своем отношении к коренным жителям Океании, Форстер младший писал: «Все народы Земли в равной мере могли рассчитывать на мою доброжелательность. Этого я придерживался всегда. Я считал, что у других людей такие же права, как и у меня, мне хотелось, чтобы написанное мной служило общему благу и моя похвала, как и мое неодобрение, были независимы от национальных предрассудков, какими бы словами они ни прикрывались» (Форстер 2008, с. 22).

облагороживать в них все сие мерами благоразумия; но господа Миссионеры, не входя в природный характер сих дикарей, ... начали приводить в исполнение введение Христианства тем, чем бы должно было кончить. Прежде всего они (миссионеры. – Авт.) крестили всех без разбору, не обращая ни малейшего внимания на то, понимает ли новокрещенный важность сего священнодействия, и способен ли знать, ценить и выполнять возлагаемую на него званием Христианина обязанность; сверх сего, строжайше запретили всякого рода игры, пляски и даже пение песен. По Воскресным дням и прочим праздникам, не должны новые Христиане разводить огня, несколько раз в день обязаны ходить в церковь... Таковыя насильственные и недостойныя звания Апостольскаго меры искажают только Религию» (там же, с. 148–149).

В противоположность жесткой практике западноевропейских и американских миссионеров, действия российских православных священников, по убеждению Коцебу, отличались добросердечием и терпимостью<sup>10</sup>. По словам мореплавателя: «Православная церковь не распространяет свое учение силой. Она свободна от фанатизма и проповедует любовь и терпимость. Эта церковь не стремится, во что бы то ни стало привлечь людей иной веры, а позволяет им принимать православие лишь по искреннему внутреннему убеждению. Для тех же, кого она допускает в свое лоно, она навсегда остается любящей матерью. Сколь отлично это от образа действий католических священников и протестантских миссионеров!» (Коцебу 1981, с. 230).

В подтверждение сказанного полезно познакомиться с примерами миссионерской деятельности святителя Иннокентия (в миру – Иван Евсеевич Вениаминов) (1797–1879) – первого православного епископа Камчатки, Якутии, Приамурья и Северной Америки, сподвижника генерал-губернатора Восточной Сибири графа Николая Николаевича Муравьева-Амурского (1809–1881; государственный деятель, с 5 дек. 1858 г. почетный член Имп. СПб. Академии наук), которую он осуществлял на Дальнем Востоке и в Русской Америке. В 1823 г. Вениаминов был назначен миссионером в Америку, и в 1824 г. со своим семейством прибыл на остров Уналашка, где прожил пятнадцать лет. Святитель просвещал обитателей Камчатки, Алеутских островов и Аляски, крестил тысячи людей, строил храмы, при которых основывал школы, и сам обучал в них детей. Массово проводил прививание оспы, что позволило остановить эпидемии этой болезни у просвещаемых им народов. По утверждению архиепископа Якутского и Ленского Романа (Лукина): «Миссионерское служение имеет смысл лишь в том случае, когда в его основе лежит уважение к национальной

<sup>10</sup> По сообщению Г. И. Давыдова, первые попытки распространения христианской веры среди индейцев из-за незнания священниками местных языков были формальны и малоэффективны даже при задействовании переводчиков, поскольку «сии не могли понимать совершенно новых и высоких для них мыслей, а еще и того менее растолковать оныя своим соотечественникам...<...> ...Можно посудить, что такой образ приведения в христианскую веру, весьма малое оставляет впечатление в понятиях диких, кои, вероятно, и не стали бы принимать крещения, если бы при сем обряде не получали креста, рубашки и исподнего платья» (Давыдов 1812, с. 87, 88). Сложившуюся ситуацию подтверждает и капитан шлюпа «Нева» Ю. Ф. Лисянский: «Кадыякцы, до прихода к ним Россиян, никакой установленной веры не имели... Теперь они почти все почитаются Христианами; но вся вера их состоит только в том, что имеют по одной жене, и входя в дом Россиянина крестятся. Впрочем же ни какого понятия о догматах наших не имеют; а переходят в веру единственно из корысти, т. е. чтоб получить крест, или другой какой либо подарок. Я знал многих, которые трижды крестились, получая за то каждый раз рубаху, или платок» (Лисянский 1812, с. 75).

культуре и традициям каждого народа. Объезжая свою огромную епархию, святитель Иннокентий убеждался в том, что местное население сознательно может усвоить христианские истины только на родном наречии» (Святитель... 2012, с. 12). Поэтому неудивительно, что уже в 1826 г. святитель Вениаминов создал алфавит для алеутского языка, приложив к теоретической части труда 12 текстов древних алеутских песен, и свои проповеди читал на языке коренного народа. Благодаря святителю собственную письменность получили также тлинкиты (колоши), якуты и тунгусы.

22 августа 1834 г. Вениаминов был переведен в Ново-Архангельск для просвещения колошей. Миссионер сумел быстро завоевать доверие индейцев. Отметим, что к моменту его прибытия на Ситху половина колошинского населения вымерла от эпидемии оспы. Тлинкиты заметили, что русские не болеют и, получив от святителя представления о вакцинации, принимали вакцину прямо из рук миссионера. Эпидемия быстро закончилась. На Ситхе святитель создал духовную семинарию, построил собор Архангела Михаила и собственноручно собрал для него часы (по материалам газеты «Амурская правда» от 21. 03. 2013 г.). Любопытно, что в противовес крайне негативному мнению Коцебу о колошах, святитель И. Е. Вениаминов, наблюдавший тлинкитов в течение ряда лет, высказывал по этому поводу противоположную точку зрения: *«Колоши, по моему замечанию, могут быть и на верное со временем будут господствующим народом из всех северо-Американцев, начиная от Берингова пролива и до Калифорнийского залива, а может быть и далее. <...> Мне удалось видеть и жителей берегов Берингова моря, и Уналашкинцев (алеутов о-ва Уналашка. – Авт.), Кадьякцев (эскимосов о-ва Кадьяк. – Авт.), Колош и Калифорнийских индейцев – разноразличных, и по возможности узнать их способности и свойства – и, мне кажется, что Колоши из всех их лучший народ по своим способностям и деятельности»* (выделено мной) (Вениаминов 1840, с. 112–113).

Тем не менее святитель уточнил: *«Правда, Колоши, не имеют некоторых добрых и похвальных качеств, например, Алеутов; но за то они всех превосходят своего деятельностию, сметливостию и склонностию к торговле»* (там же, с. 115).

14 декабря 1840 г. в Казанском соборе святитель был поставлен в сан епископа Камчатского, Курильского и Алеутского, принял монашество и новое имя – Иннокентий. Собранные им на Алеутских островах уникальные коллекции были переданы в дар Этнографическому музею Географического общества. В 1858 г. вместе с Николаем Муравьевым отправился по Амуру для переговоров с китайскими посланцами о границе между государствами, в результате которых в мае в городе Айгуне был заключен новый мирный договор с Китаем, по которому весь Амурский край перешел к Российской империи. Вкупе с графом Н. Н. Муравьевым-Амурским считается основателем Благовещенска. За свою подвижническую и исследовательскую деятельность святитель Иннокентий 12 декабря



Благословение православным священником алеутов на Промысел (художник В. Латынцев).

1857 г. был избран почётным членом Имп. СПб. Академии наук, а 8 января 1869 г. – почётным членом Русского географического общества. С 5 января 1868 г. Иннокентий стал митрополитом Московским и Коломенским. Известно, что обнародованная в 1883 г. книга «Иннокентий Митрополит Московский и Коломенский» была Императорской академией наук удостоена Уваровской премии. Сам Иннокентий за свой трехтомный научный труд «Записки об островах Уналашкинского отдела» (1840) был вознагражден Демидовской премией<sup>11</sup>.

Политика руководителей Российско-американской компании при колонизации новых территорий, по мнению Коцебу, глубоко контрастировала захватнической практике западноевропейских колонистов. В частности, описывая историю возникновения форта Росс<sup>12</sup>, Коцебу заверял, что эта крепость «*была основана в 1812 г. с согласия коренных жителей*» (выделено мной), *которые с готовностью помогали подвозить строительные материалы и даже участвовали в возведении построек*» (Коцебу 1981, с. 228).

Говоря о взаимоотношениях русских поселенцев с индейскими племенами, мореплаватель выделил следующие моменты: «*Обитатели селения Росс живут в мире и согласии с местным населением... Многие индейцы приходят в крепость и работают там за поденную оплату. Ночи они обычно проводят вне крепости. Индейцы охотно выдают своих дочерей замуж за русских и алеутов. В результате возникают многочисленные родственные связи, которые способствуют дальнейшему укреплению уз дружбы и взаимопонимания. Обитатели Росса, в одиночку охотясь на оленей и другую дичь, удаляются от крепости на большие расстояния. Они часто проводят ночи среди индейцев различных племен, причем с ними никогда еще не случилось ничего плохого. Испанцы никогда бы на это не решились. Чем резительнее контраст между угнетением индейцев в миссиях и обращением с ними в нашем селении, тем больше должен радоваться всякий гуманный человек, вступая на русскую территорию*» (Коцебу 1981, с. 229–230)<sup>13</sup>.

Коцебу, безусловно, верил, что «*при благоприятных условиях*» и «*благодетельных реформах*» индейцы и островитяне могли бы сравняться с цивилизован-

<sup>11</sup> Более подробно о деятельности святителя Иннокентия можно узнать, например, в книге писателя Александра Михайловича Бачурина «*Апостол Америки и Сибири. Сказание о миссионерских трудах Московского митрополита Иннокентия (Вениаминова), апостола Америки и Сибири, по его сочинениям, письмам и рассказам современников*», вышедшей в свет в 2012 г. в издательстве «Дальнаука» (Бачурин 2012).

<sup>12</sup> **Форт Росс** – укрепленное поселение, основанное в 1812 г. на побережье Северной Калифорнии Российско-американской компанией. Служило опорной базой для промысла каланов и центром очага земледелия и скотоводства. В колонии работали и служили русские, алеуты, эскимосы (кадьякцы), индейцы (атапаски, тлинкиты и калифорнийские индейцы), а также полинезийцы (гавайцы) и уроженцы Финляндии (финны и шведы). Общая численность населения составляла от 170 до 290 чел. В апреле 1839 г. разрешением российского правительства форт был упразднен.

<sup>13</sup> Начиная с 1830-х гг. в форт Росс на уборку урожая стали принудительно привлекаться некоторые кочевые племена. Данный вид их эксплуатации определялся, с одной стороны, нехваткой рабочей силы, с другой – кочевым (а не оседлым, как на Алеутских островах и Кадьяке) образом жизни этой части коренного населения и его независимостью от русской администрации. По окончании уборки пригнанные в Росс индейцы отпускались, получив небольшое вознаграждение в виде нескольких ниток бисера, рубашки или, иногда, одеяла. Однако, если в Росс индейцы приводились лишь на время полевых работ, то в протестантских миссиях захваченные местные жители были обречены на пожизненное пребывание (Истомин 1980).



ными нациями. По этому поводу мореход указывал, что благотельные реформы смогли бы быстро поставить таитян «в один ряд с цивилизованными нациями», что гавайцы, «возможно, уже сравнялись бы с европейцами», если бы не «злополучные обстоятельства, задержавшие их дальнейшее развитие» (Тумаркин 1981, с. 20).

Коцебу не сомневался, что «Истинное христианство и либеральное правительство быстро смогли бы поставить этот народ, так щедро одаренный задатками всех общественных добродетелей, в один ряд с цивилизованными нациями. Под столь благотворным влиянием здесь вскоре укоренились бы науки и искусства, распространилось бы подлинное просвещение, а правильные понятия о вечных истинах, добром и прекрасном облагородили бы нравы. В скором времени Европа начала бы удивляться происходящему на Таити, а может быть даже стала бы завидовать этой стране. Но учение миссионеров не есть подлинное христианство, хотя в нем и содержатся догматы последнего, отчасти ложно понятые самими проповедниками. Та религия, которую приходится распространять силой, уже по этой причине не может быть истинно христианской» (Коцебу 1981, с. 100).

Тем не менее Коцебу не был наивным мечтателем. Он, в частности, писал: «Жители многих островов Южного моря все еще занимаются людоедством. В большинстве своем они, во всяком случае, хитры и коварны. Вот почему при общении с островитянами приходится соблюдать величайшую осторожность. Их приветливость порождается страхом, который сразу исчезает, как только они начинают считать себя более сильными и потому перестают опасаться мщения. Я не советовал бы полностью доверять даже жителям Радака, хотя их можно считать самыми добродушными из островитян Южного моря. **Человек становится человеком лишь тогда, когда в его развившемся сознании выкристаллизуются понятия добра и зла. Без этого он раб своих инстинктов и, следовательно, подобен животному** (выделено мной) (Коцебу 1981, с. 141–142).

Личный опыт общения со свободными индейцами позволил составителю дневниковых записей заметить: «Они (свободные индейцы – Авт.) кажутся не столь глупыми и, по-видимому, более развиты, чем те, которые находятся под опекой “разумных людей” (*gente rational*), как называют себя здесь испанцы» (там же, с. 217). Здесь же Коцебу изложил собственные взгляды по способам привлечения туземцев к цивилизации: «Если бы из индейцев хотели сделать не мнимых христиан, а настоящих людей, то тогда следовало бы обучить их строительству домов, земледелию и скотоводству на землях, оставленных в их собственности, а также разрешить им свободно распоряжаться продуктами своего труда. В этом случае между ними сама собой распространилась бы человеческая культура, и тогда, быть может, «варвары» (*los barbaros*) сравнялись бы с «разумными людьми» (там же).

По утверждению Д. Д. Тумаркина – автора предисловия и комментариев к русскоязычному изданию веймарской книги мореплавателя: «Сочинение Коцебу, изданное в 1830 г. в Веймаре и тогда же опубликованное в переводе на английский язык, вызвало немалый переполох в кругах миссионеров, поспеживших объявить автора клеветником и безбожником. Капеллан военно-морского флота США, бывший миссионер Стюарт, английские миссионеры Тайермен и Беннет выпустили книги, в которых пытались опровергнуть факты, сообщенные Коцебу, а недостаток аргументов не постеснялись возместить бранью по адресу русского мореплавателя. Их резкие выпады свидетельствуют о том, что обвинения, выдвинутые Коцебу, попали не в бровь, а в глаз». (Тумаркин 1981, с. 19).

По возвращении в 1826 г. из своего третьего кругосветного плавания в Санкт-Петербург О. Е. Коцебу был произведен в капитаны 2-го ранга. Дальнейшую службу проходил в Ревеле, командовал кораблем «Император Пётр I». В 1829 г. был произведен в капитаны 1-го ранга. Из-за проблем со здоровьем, которое было подорвано в кругосветных путешествиях, Отто Евстафьевич был вынужден подать в отставку. Последние шестнадцать лет жизни Коцебу провел в своем имении под Ревелем. Осенью 1845 г. путешественник занемог особенно серьезно. Пять месяцев его организм сражался со смертью. 3 [15] февраля 1846 г. первопроходца не стало. Похоронен О. Е. Коцебу на кладбище поселка Коце в эстонском уезде Харьюмаа.

Походы О. Е. Коцебу на «Рюрике» и «Предприятии» были чрезвычайно плодотворны. В этих плаваниях было открыто 399 новых островов и среди них такая крупная группа, как цепь Радак (Головнин 2014). Мореплаватель уточнил координаты многих ранее открытых земель, доказал несостоятельность некоторых прежних открытий. В периоды плаваний проводились астрономические и географические работы, осуществлялась точная опись берегов, изучение рельефа, геологического строения, внутренних вод, почв, растительного и животного мира, этнографические исследования. Сам Коцебу оставил детальное описание открытий, опасностей и приключений, которые испытали команды парусников за годы кругосветных плаваний, показал мирный характер освоения русскими промышленниками новых американских территорий, основанных на договорных началах, а также добровольную христианизацию коренных народов, проводимую православными священниками, в отличие от аналогичных действий западноевропейских колонизаторов и миссионеров.

Высокую оценку экспедиции Коцебу получили со стороны выдающихся русских ученых, таких как Степан Осипович Макаров (1848–1904; военно-морской деятель, океанограф, полярный исследователь, вице-адмирал, герой Русско-японской войны), Юлий Михайлович Шокальский, Николай Николаевич Зубов (1885–1960; океанолог, исследователь Арктики, контр-адмирал, профессор), причем отдельные наблюдения, проведенные на «Предприятии», С. О. Макаров ставил выше наблюдений, проведенных английской экспедицией на судне «Челленджер» (1872–1876), и даже своих – на судне «Витязь» (Есаков и др. 1964).

Кругосветные плавания под руководством Коцебу, так же, как и многих других плаваний русских путешественников, способствовали более углубленному пониманию явлений на Земле, подъему естественных наук на более высокий уровень развития. Фактически, кругосветные научные экспедиции Коцебу существенно повлияли не только на ход и развитие океанологической науки, но и на смежные области знаний, включая биологию, географию, астрономию, геофизику, этнографию, историю и политическую экономию.

### Литература (References)

- Бачурин А. М. 2012. Апостол Америки и Сибири. Сказание о миссионерских трудах Московского митрополита Иннокентия (Вениаминова), апостола Америки и Сибири, по его сочинениям, письмам и рассказам современников. Исторический роман. – Владивосток: «Дальнаука». 448 с. (Bachurin A. M. 2012. Apostle of America and Siberia. The Tale of the Missionary Works of the Moscow Metropolitan Innocent (Veniaminov), Apostle of America and Siberia, Based on His Writings, Letters, and Stories of His Contemporaries. Historical Novel, Vladivostok: Dalnauka, 448 pp. [In Russian].)
- Богатов В. В. 2025а. Российская академия наук – 300 лет высокого служения России. Книга 1. XVIII – начало XIX века. – Владивосток: Дальнаука. 272 с. (Bogatov V. V. 2025a. Russian Academy of Sciences – 300 years of high service to Russia. Book 1: XVIII – early XIX cent. Vladivostok: Dalnauka, 272 pp. [In Russian].)

- Богатов В. В.** 2025б. Первое русское кругосветное плавание (к 255-летию со дня рождения И. Ф. Крузенштерна) // *Биота и среда природных территорий*. Т. 13, № 2. С. 58–83. (Bogatov V. V. 2025b. The first Russian circumnavigation: to the 255th anniversary of I. F. Kruzenshtern's birth. *Biota and Environment of Natural Areas* 13(2): 58–83. [In Russian].)
- Вениаминов И. Е.** 1840. Записки об островах Уналашкинского отдела. – СПб.: В тип. Императорской Российской академии. Ч. III. Записки об атхинских алеутах и колошах. 155 с. (Veniaminov I. E. 1840. Notes on the islands of the Unalashkinsky department. SPb.: In the type. of the Imperial Russian Academy. Part III. Notes on the Atkhinsky Aleuts and Kolosh, 155 pp. [In Russian].)
- Головнин П. А.** 2014. Мореплаватель Отто фон Коцебу // Немцы в Санкт-Петербурге: Биографический аспект. XVIII–XX вв. Вып. 8 / Отв. ред. Т. А. Шрадер. – СПб.: МАЭ РАН. С. 358–392. (Golovnin P. A. 2014. Navigator Otto von Kotzebue // Germans in St. Petersburg: Biographical Aspect. 18th–20th centuries. Is. 8 / Ed. T. A. Shrader. St. Petersburg: MAE RAS: 358–392. [In Russian].)
- Горнер И.** 1821. Инструкция, данная флота лейтенанту Г. Коцебу, об астрономических и физических наблюдениях во время путешествия его на корабле Рюрик // Путешествие в Южный океан и в Берингов пролив для отыскания северо-восточного морского прохода, предпринимаемое в 1815, 1816, 1817 и 1818 годах. В 3-х частях: Часть 1. – СПб.: Тип. Ник. Греча. С. CXLIX–CLXXX. (Horner I. 1821. Instructions given to the naval lieutenant G. Kotzebue on astronomical and physical observations during his voyage on the ship Rurik. In: Voyage to the Southern Ocean and the Bering Strait to find the north-eastern sea passage, undertaken in 1815, 1816, 1817 and 1818. In 3 parts: Part 1. SPb.: Type. Nick. Grecha: CXLIX–CLXXX. [In Russian].)
- Гринёв А. В.** 1991. Индейцы тлинкиты в период Русской Америки. – Новосибирск: Наука, Сибирское отделение. 318 с. (Grinev A. V. 1991. Tlingit Indians during the period of Russian America. Novosibirsk: Nauka, Siberian Branch, 318 pp. [In Russian].)
- Давыдов Г. И.** 1812. Двукратное путешествие в Америку морских офицеров Хвостова и Давыдова, писанное сим последним. Ч. 2. – СПб.: Печатано в Морской типографии. 224 с. (Davydov G. I. 1812. Two voyages to America of naval officers Khvostov and Davydov, written by the latter. Part 2. St. Petersburg: Printed in the Marine Printing House, 224 pp. [In Russian].)
- Есаков В. А., Плахотник А. Ф., Алексеев А. И.** 1964. Русские океанические и морские исследования в XIX – начале XX в. – М: Наука. 160 с. (Esakov V. A., Plakhotnik A. F., Alekseev A. I. 1964. Russian oceanic and marine research in the XIX – early XX centuries. Moscow: Nauka, 160 pp. [In Russian].)
- Зорин А. В.** 2017. Индейская война в Русской Америке: Русско-тлинкитское противоборство (1741–1821). – М.: Квадрига. 376 с. (Забытые войны России). (Zorin A. V. 2017. Indian War in Russian America: Russian-Tlingit Confrontation (1741–1821). Moscow: Quadriga, 376 pp. (Forgotten Wars of Russia). [In Russian].)
- Истомин А. А.** 1980. Селение Росс и калифорнийские индейцы // *Советская этнография*. № 4. С. 57–69. (Istomin A. A. 1980. The Ross Village and California Indians. *Soviet Ethnography* 4: 57–69. [In Russian].)
- Коцебу О. Е.** 1821а. Путешествие в Южный океан и в Берингов пролив для отыскания северо-восточного морского прохода, предпринимаемое в 1815, 1816, 1817 и 1818 годах. В 3-х частях: Часть 1. – СПб.: Тип. Ник. Греча. С. 1–169. (Kotzebue O. E. 1821a. Voyage to the Southern Ocean and the Bering Strait to find the north-eastern sea passage, undertaken in 1815, 1816, 1817 and 1818. In 3 parts: Part 1. St. Petersburg: Type. Nickel. Grecha pp. 1–169. [In Russian].)
- Коцебу О. Е.** 1821б. Путешествие в Южный океан и в Берингов пролив для отыскания северо-восточного морского прохода, предпринимаемое в 1815, 1816, 1817 и 1818 годах. В 3-х частях: Часть 2. – СПб.: Тип. Ник. Греча. С. 1–320. (Kotzebue O. E. 1821b. Voyage to the Southern Ocean and the Bering Strait to find the north-eastern sea passage, undertaken in 1815, 1816, 1817 and 1818. In 3 parts: Part 2. St. Petersburg: Type. Nick. Grecha, 1–320. [In Russian].)
- Коцебу О. Е.** 1823. Путешествие в Южный океан и в Берингов пролив для отыскания северо-восточного морского прохода, предпринимаемое в 1815, 1816, 1817 и 1818 годах. В 3-х частях: Часть 3. – СПб.: Тип. Ник. Греча. 440 с. (Kotzebue O. E. 1823. Voyage to the Southern Ocean and the Bering Strait to find the north-eastern sea passage, undertaken in 1815, 1816, 1817 and 1818. In 3 parts: Part 3. St. Petersburg: Type. Nick. Grecha, 440 pp. [In Russian].)
- Коцебу О. Е.** 1828. Путешествие вокруг света, совершенное по повелению государя императора Александра Первого на военном Шлюпе Предприятии в 1823, 24, 25 и 26 годах, под начальством флота капитан-лейтенанта Котцебу. – СПб.: В Морской типографии. 201 с.

- (Kotzebue O. E. 1828. Voyage around the world, completed by order of the sovereign emperor Alexander the First... on the military sloop Enterprise in the years 1823, 24, 25 and 26, under the command of the fleet captain-lieutenant Kotzebue. St. Petersburg: In the Marine Printing House, 201 pp. [In Russian].)
- Коцебу О. Е.** 1981. Новое путешествие вокруг света в 1823–1826 гг. / Пер. с нем., вступит. статья и коммент. Д. Д. Тумаркина; Отв. ред. Я. М. Свет. Изд. 2-е. – М.: Наука, Главная редакция восточной литературы издательства «Наука». 351 с. (**Kotzebue O. E.** 1981. A New Voyage Around the World in 1823–1826 / Translated from German, with an introduction and commentary by D. D. Tumarkin; Responsible editor Ya. M. Svet. 2nd ed. Moscow: Nauka, Main Editorial Board of Eastern Literature, Nauka Publishing House, 351 pp. [In Russian].)
- Крузенштерн И. Ф.** 1810. Путешествие вокруг света в 1803, 4, 5 и 1806 гг. на кораблях «Надежда» и «Нева». По повелению Е. И. В. Александра Первого: под начальством флота кап.-лейт., ныне кап. 2-го ранга, Крузенштерна, Гос. адмиралтейск. деп. и Имп. акад. наук члена. – СПб.: Мор. тип. Ч. 2. 471 с. (**Kruzenshtern I. F.** 1810. Voyage around the world in 1803, 4, 5 and 1806 on the ships Nadezhda and Neva. By order of His Imperial Majesty Alexander I: Under the command of the fleet, Captain- Lieutenant, now Captain of the 2nd rank, Kruzenshtern, State Admiralty Dep. and Imperial Academician of Sciences Member. St. Petersburg: Naval Typography. Part 2, 471 pp. [In Russian].)
- Крузештерн И. Ф.** 1821a. Введение // Путешествие в Южный океан и в Берингов пролив для отыскания северо-восточного морского прохода, предпринятое в 1815, 1816, 1817 и 1818 годах. В 3-х частях: Часть 1. – СПб.: Тип. Ник. Греча. С. II–XXXI. (**Kruzeshtern I. F.** 1821a. Introduction // Voyage to the Southern Ocean and the Bering Strait to find the north-eastern sea passage, undertaken in 1815, 1816, 1817 and 1818. In 3 parts: Part 1. SPb.: Type. Nick. Grecha: II–XXXI. [In Russian].)
- Крузештерн И. Ф.** 1821б. Обзорение всех путешествий, предпринятых к отысканию кратчайшего пути из Атлантического в Южный океан // Путешествие в Южный океан и в Берингов пролив для отыскания северо-восточного морского прохода, предпринятое в 1815, 1816, 1817 и 1818 годах. В 3-х частях: Часть 1. – СПб.: Тип. Ник. Греча. С. XXXIV–CXXI. (**Kruzeshtern I. F.** 1821b. Review of all voyages undertaken to find the shortest route from the Atlantic to the Southern Ocean. In: Voyage to the Southern Ocean and the Bering Strait to find the north-eastern sea passage, undertaken in 1815, 1816, 1817 and 1818. In 3 parts: Part 1. SPb.: Type. Nick. Grecha: XXXIV–CXXI. [In Russian].)
- Крузештерн И. Ф.** 1821в. Инструкция, данная флота лейтенанту Г. Коцебу, командиру корабля Рюрика // Путешествие в Южный океан и в Берингов пролив для отыскания северо-восточного морского прохода, предпринятое в 1815, 1816, 1817 и 1818 годах. В 3-х частях: Часть 1. – СПб.: Тип. Ник. Греча. С. CXXIV–CXLVIII. (**Kruzeshtern I. F.** 1821c. Instructions given to the fleet lieutenant G. Kotzebue, commander of the ship Rurik // Voyage to the Southern Ocean and the Bering Strait to find the north-eastern sea passage, undertaken in 1815, 1816, 1817 and 1818. In 3 parts: Part 1. SPb.: Type. Nick. Grecha: CXXIV–CXLVIII. [In Russian].)
- Крузештерн И. Ф.** 1821 г. Рассмотрение открытий, учиненных в Великом океане с корабля Рюрика // Путешествие в Южный океан и в Берингов пролив для отыскания северо-восточного морского прохода, предпринятое в 1815, 1816, 1817 и 1818 годах. В 3-х частях: Часть 2. – СПб.: Тип. Ник. Греча. С. 321–342. (**Kruzeshtern I. F.** 1821g. Consideration of discoveries made in the Great Ocean from Rurik's ship. In: Voyage to the Southern Ocean and the Bering Strait to find the north-eastern sea passage, undertaken in 1815, 1816, 1817 and 1818. In 3 parts: Part 2. SPb.: Type. Nick. Grecha: 321–342. [In Russian].)
- Ленц Э. Х.** 1950. Физические наблюдения, произведенные во время кругосветного путешествия под командованием капитана Отто фон Коцебу в 1823, 1824, 1825 и 1826 годах // Э. Х. Ленц. Избранные труды. – Изд-во АН СССР. С. 7–144. (**Lenz E. H.** 1950. Physical observations made during the round-the-world voyage under the command of Captain Otto von Kotzebue in 1823, 1824, 1825 and 1826. In: E. H. Lenz. Selected works. Publishing house of the USSR Academy of Sciences, pp. 7–144. [In Russian].)
- Лисянский Ю. Ф.** 1812. Путешествие вокруг света в 1803. 4. 5. и 1806 годах, по повелению Е. И. В. Александра Первого на корабле Нева, под начальством Флота Капитан-Лейтенанта, ныне Капитана 1-го ранга и кавалера Юрия Лисянского. – СПб.: в Тип. Е. Дрехслера. Ч. 2. [2], 335, III, [I] с. (**Lisyansky Yu. F.** 1812. Voyage around the world in 1803. 4. 5. and 1806, by order of His Imperial Majesty Alexander the First on the ship Neva, under the command of the Fleet Captain-



- Lieutenant, now Captain of the 1st rank and cavalier Yuri Lisyansky. SPb.: in the Print. E. Drechsler. Part 2, [2], 335 pp., III pp. [In Russian].)
- Святитель Иннокентий Московский, просветитель Америки и Сибири*. 2012. – Собрание сочинений и писем: в 7 т. Т. 1: Апостол Америки (1824–1840); Т. 2: Записки об островах Уналаш-кинского отдела (1840). – М.: Издательство Московской Патриархии Русской Православной Церкви. 848 с. (*Saint Innocent of Moscow, Enlightener of America and Siberia*. 2012. Collected Works and Letters: in 7 volumes. Volume 1: Apostle of America (1824–1840); Vol. 2: Notes on the Islands of the Unalaska Department (1840). Moscow: Publishing House of the Moscow Patriarchate of the Russian Orthodox Church, 848 pp. [In Russian].)
- Тихменев П. А.** 1861. Историческое обозрение образования Российско-американской компании и действия ее до настоящего времени. – СПб.: Тип. Э. Веймара, 1861–1863. Ч. 1. VI, II, 386, [2], 66 с. (**Tikhmenev P. A.** 1861. Historical review of the formation of the Russian-American Company and its activities to the present day. St. Petersburg: Type. E. Weimar, 1861–1863. Part 1, VI, II, 386, [2], 66 pp. [In Russian].)
- Тихменев П. А.** 1863. Историческое обозрение образования Российско-американской компании и действия ее до настоящего времени. – СПб.: Тип. Э. Веймара, 1861–1863. Ч. 2. 388; (Приложение) 292 с. (**Tikhmenev P. A.** 1863. Historical review of the formation of the Russian-American Company and its activities to the present day. St. Petersburg: Type. E. Weimar, 1861–1863. Part 2, 388 pp.; (Appendix), 292 pp. [In Russian].)
- Тумаркин Д. Д.** 1981. Жизнь и путешествия Отто Коцебу // Новое путешествие вокруг света в 1823–1826 гг. Изд. 2-е. – М.: Наука, Главная редакция восточной литературы. С. 3–22. (**Tumarkin D. D.** 1981. Life and Travels of Otto Kotzebue. In: New Journey Around the World in 1823–1826. 2nd ed. Moscow: Nauka, Main Editorial Board of Eastern Literature, pp. 3–22. [In Russian].)
- Форстер Г.** 2008. Путешествие вокруг света. – М.: Дрофа. 1023 с. (Библиотека путешествий). (**Forster G.** 2008. Journey Around the World. Moscow: Drofa, 1023 pp. (Travel Library). [In Russian].)
- Хлебников К.** 1835. Жизнеописание Александра Андреевича Баранова, главного правителя российских колоний в Америке. – СПб.: Морская тип. [12], 209 с. (**Khlebnikov K.** 1835. Biography of Alexander Andreevich Baranov, the main ruler of the Russian colonies in America. St. Petersburg: Morskaya print, 12, 209 pp. [In Russian].)
- Шокальский Ю. М.** 1917. Океанография. – Петроград: Артистич. заведение т-ва А. Ф. Маркс. XIV, IV, 5–69, 614 с. (**Shokalsky Yu. M.** 1917. Oceanography. Petrograd: Artistic establishment of t-va A. F. Marx, XIV, IV, 5–69, 614 pp. [In Russian].)
- Dauenhauer N. M., Dauenhauer R., Black L. T.** (Eds.). 2008. Russians in Tlingit America. The Battles of Sitka, 1802 and 1804. Seattle: University of Washington Press, 560 pp.
- Kotzebue O.** 1830. Neue Reise um die Welt in den Jahren 1823, 24, 25 und 26. Weimar. Bd. I–II, 453 S.
- Lenz E.** 1831. Physikalische Beobachtungen, angestellt auf einer Reise um die welt Unter dem Commando des Capitains Otto von Kotzebue in den Janren 1823, 1824, 1825 und 1826. *Memoires de l'Academie imperiale des sciences de St.-Petersbourg. VI Ser. Sciences Mathematiques, Physiques et Naturelles* 1: 221–344.
- Zoologischer Atlas, enthaltend 453 Abbildungen und Beschreibungen neuer Thierarten, waehrend des Flottcapitains von Kotzebue zweiter Reise um die Welt, auf der Russisch – Kaiserlichen Kriegsschlupp Predpriaetie in den Jahren 1823–1826.* 1829. Berlin.

---

---

# БИОТА И СРЕДА ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

BIOTA AND ENVIRONMENT OF NATURAL AREAS

ISSN 2782-1978

НАУЧНЫЙ РЕЦЕНЗИРУЕМЫЙ ЖУРНАЛ

**Главный редактор** – академик РАН Виктор Всеволодович Богатов

**Издающие организации:** ФГБУ «Дальневосточное отделение Российской академии наук»;  
ФГБУН «Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии»

Дальневосточного отделения Российской академии наук

**Адрес редколлегии:** г. Владивосток, 690022, проспект 100-летия Владивостока, д. 159,  
ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН

**E-mail:** biota@biosoil.ru

**Адрес сайта журнала:** <http://www.biosoil.ru/biota-environ/>

**Адрес страницы журнала в eLIBRARY.ru:**

[https://www.elibrary.ru/title\\_about\\_new.asp?id=77981](https://www.elibrary.ru/title_about_new.asp?id=77981)

\*

**2025**

**Том 13, № 4**

\*

**Редакторы номера:** Ш. Р. Абдуллин (отв. редактор),

В. В. Богатов, Л. А. Прозорова, Е. А. Жарикова

Номер утверждён в печать на заседании редколлегии

Вёрстка и корректура выполнены в издательстве «ДАЛЬНАУКА»

Фото на обложке:

Ржавчинный гриб *Chrysomyxa abietis* (Wallr.) Unger с созревшими  
урединиоспорами на пихте, Ботчинский заповедник, район ручья Солончаковый.

Фото А. В. Богачевой, 9.06.2024.

Выход в свет 15.12.2025 г.

Формат 70x108/16. Усл. п. л. 9,6. Уч.-изд. л. 9,6.

Тираж 50 экз. Заказ .

ИП Сердюк Оксана Александровна

690065, г. Владивосток, ул. Стрельникова, 12-87.

Тел. +7 9147102232. E-mail: oksanaserdiuk62@gmail.com

---

---

Отпечатано в ООО «Типография ПСП95»

г. Владивосток, ул. Русская, 65, корпус 10