

ISSN 2782–1978

# БИОТА И СРЕДА ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ

НАУЧНЫЙ РЕЦЕНЗИРУЕМЫЙ ЖУРНАЛ

**2026, Т. 14, № 3**

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, ДВО РАН, Владивосток

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

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

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

Е. И. Барабанщиков, канд. биол. наук, ТФ ГНЦ ФГБНУ «ВНИРО» (ТИНРО), Владивосток

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

Ю. В. Беспалая, д-р биол. наук, Институт биогеографии и генетических ресурсов ФИЦКИА УрО РАН, Архангельск

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

Е. А. Жарикова, канд. 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

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

Е. В. Сундукова (технический редактор), канд. хим. наук, ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН, Владивосток

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

## РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

И. Н. Болотов, член-корреспондент РАН, ФИЦКИА УрО РАН, Архангельск

М. Ву, д-р наук (PhD), Нанкинский университет, Нанкин, Цзянсу, КНР

С. М. Голубков, член-корреспондент РАН, ЗИН РАН, Санкт-Петербург

Ю. Н. Журавлёв, академик РАН, ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН, Владивосток

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

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

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

О. А. Радченко, член-корреспондент РАН, ИБПС ДВО РАН, Магадан

Г. С. Розенберг, член-корреспондент РАН, ИЭВБ РАН, Тольятти

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

Т. Хирано, С. Чиба, д-р наук (PhD), Университет Рюкю, Окинава, Япония

С. Чиба, д-р наук (PhD), Университет Тохоку, Центр изучения Северо-восточной Азии, Сендай, Япония

ISSN 2782-1978

# **BIOTA and ENVIRONMENT of NATURAL AREAS**

SCIENTIFIC PEER-REVIEWED JOURNAL

**2026, VOL. 14, NO. 3**

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

Shamil R. Abdullin, FSCEATB FEB RAS, Vladivostok

Evgene I. Barabanshchikov, Pacific Branch of VNIRO (TINRO), Vladivostok

Evgene A. Beljaev, FSCEATB FEB RAS, Vladivostok

Yulia V. Bespalaya, N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research UB RAS, Arkhangelsk

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

Elena A. Zharikova, 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

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

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

## **EDITORIAL COUNCIL**

Ivan N. Bolotov, Corresponding Member of the Russian Academy of Sciences, N. Laverov Federal Center for Integrated Arctic Research UB RAS, Arkhangelsk

Min Wu, Nanjing University, Jiangsu, China

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

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

Yuta Morii, Kyoto University, Kyoto, Japan

Takafumi Nakano, Kyoto University, Kyoto, Japan

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

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

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

Takumi Saito, Vrije University, Amsterdam, Netherlands

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

Takahiro Hirano, University of Ryukyus, Okinawa, Japan

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

© Дальневосточное отделение Российской академии наук, 2026

© ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН, 2026

## СОДЕРЖАНИЕ

### ПРЕДИСЛОВИЕ

Посвящение номера 75-летию Виктора Всеволодовича Богатова..... 5

### ФЛОРА

Холина А. Б., Артюкова Е. В., Санданов Д. В., Самдан А. М. Структура популяций и филогенетические связи редкого лекарственного вида *Oxytropis komarovii* Vass. по данным изменчивости маркеров хлоропластного генома .... 6

### ФАУНА

Куберская О. В., Сундуков Ю. Н. Новые сведения о скакунах и жужелицах (Coleoptera: Cicindelidae, Carabidae) особо охраняемых природных территорий Приамурья, Хабаровский край ..... 23

Прозорова Л. А., Шейко В. В., Зайцев А. В. *Krynickillus melanocephalus* Kaleniczenko, 1851 – четвёртый вид инвазивных слизней на юге Сахалина ..... 35

### ЭКОЛОГИЯ

Омелько А. М., Ухваткина О. Н., Жмеренецкий А. А. Особенности дендроклиматического отклика ели аянской *Picea ajanensis* Fisch. ex Carriere на склонах южной экспозиции в Южном Сихотэ-Алине ..... 41

### ИСТОРИЯ НАУКИ

Богатов В. В., Осипова Н. М., Селиванова О. В. Как путешествие В. Л. Комарова в Амурскую область и Маньчжурию (1895–1897 гг.) повлияло на экономическое развитие российского Дальнего Востока ..... 59

### ОБЗОРЫ

Ситникова Т. Я. Первые этапы зарождения фауны брюхоногих моллюсков оз. Байкал. I. Состав миоценовой малакофауны и условия ее существования ..... 79

### ТОЧКА ЗРЕНИЯ

Богатов В. В. О несостоятельности идеи переброски возросшего стока сибирских рек в Центральную Азию ..... 91

### ПРЕЗЕНТАЦИИ КНИГ

Богатов В. В. 2026. Российская академия наук – 300 лет высокого служения России. Книга 2: XIX век. – Владивосток: Дальнаука. 480 с. .... 109

# BIOTA and ENVIRONMENT of NATURAL AREAS

2026, VOL. 14, NO. 3



## CONTENTS

### PREFACE

Dedicating this issue to the 75th anniversary of Viktor Vsevolodovich Bogatov ..... 5

### FLORA

**Kholina A. B., Artyukova E. V., Sandanov D. V., Samdan A. M.** Population structure and phylogenetic relationships of the rare medicinal plant *Oxytropis komarovii* Vass. based on plastid marker the variability ..... 6

### FAUNA

**Kuberskaya O. V., Sundukov Yu. N.** New data on tiger beetles and ground beetles (Coleoptera: Cicindelidae, Carabidae) of specially Protected Natural Areas of the Amur basin in Khabarovsk Krai ..... 23

**Prozorova L. A., Sheyko V. V., Zaytcev A. V.** *Krynickyllus melanocephalus* Kaleniczenko, 1851 – the fourth species of invasive land slug in southern Sakhalin ... 35

### ECOLOGY

**Omelko A. M., Ukhvatkina O. N., Zhmerenetsky A. A.** Characteristics of the dendroclimatic response of Jezo spruce *Picea ajanensis* Fisch. ex Carriere on south-facing slopes in the southern Sikhote-Alin ..... 41

### HISTORY OF SCIENCE

**Bogatov V. V., Osipova N. M., Selivanova O. V.** How V. L. Komarov's journey to the Amur region and Manchuria (1895–1897) influenced the economic development of the Russian Far East ..... 59

### REVIEWS

**Sitnikova T. Ya.** The first stages of gastropod fauna origination in Lake Baikal. I. Composition of the Miocene fossils malacofauna and its environmental conditions ..... 79

### CONTENTION

**Bogatov V. V.** On the unsustainability of the idea of diverting increased flow from Siberian rivers to Central Asia ..... 91

### BOOK LAUNCH

**Bogatov V. V.** 2026. Russian Academy of Sciences – 300 years of distinguish service to Russia. Volume 2: the XIX century. Vladivostok: Dalnauka, 480 pp. .... 109

## Посвящение номера 75-летнему юбилею Виктора Всеволодовича Богатова



16 мая исполнилось 75 лет академику РАН Виктору Всеволодовичу Богатову, профессору, главному научному сотруднику ФНЦ Биоразнообразия, главному редактору нашего активно развивающегося журнала.

Многолетнее служение науке Виктора Всеволодовича, его публикации в области гидробиологии, малакологии, экологии, охраны природы и истории науки широко известны, а выдающиеся достижения отмечены государственной наградой – медалью ордена «За заслуги перед Отечеством». Не менее научно-исследовательской важна просветительская деятельность академика Богатова в плане популяризации имён и славных свершений российских первопроходцев и учёных в статьях, монографиях и публичных выступлениях.

Настоящий выпуск журнала посвящён юбиляру, отражает широту научных интересов академика Богатова и включает презентацию его новой монографии по истории Российской академии наук и две научные работы: о деятельности академика Комарова на Дальнем Востоке в конце XIX века и полемическую статью с критикой идеи переброски стока северных рек на юг.

Желаем Виктору Всеволодовичу крепкого здоровья, научного и литературного вдохновения для продолжения плодотворного творчества, являющегося примером истинного патриотизма!

*Коллектив редколлегии и редсовета  
журнала «Биота и среда природных территорий»*

## Структура популяций и филогенетические связи редкого лекарственного вида *Oxytropis komarovii* Vass. по данным изменчивости маркеров хлоропластного генома

Алла Борисовна Холина<sup>1</sup>✉, Елена Вячеславовна Артюкова<sup>1</sup>,  
Денис Викторович Санданов<sup>2</sup>, Андрей Михайлович Самдан<sup>3</sup>

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

<sup>2</sup>Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН,  
Улан-Удэ, 670047, Российская Федерация

<sup>3</sup>Тувинский государственный университет, Кызыл, 667000, Российская Федерация  
✉ Автор-корреспондент, e-mail: kholina@biosoil.ru

Получена 21 мая 2026 г.; принята к публикации 28 августа 2026 г.

**Аннотация.** Впервые получены данные о генетическом разнообразии, структуре популяций, демографической динамике и филогенетических отношениях редкого вида, маньчжуро-даурского эндемика, лекарственного растения *Oxytropis komarovii* Vass. (Fabaceae) по данным анализа полиморфизма нуклеотидных последовательностей межгенных спейсеров *psbA-trnH*, *trnL-trnF* и *trnS-trnG* хлоропластной ДНК. Все популяции характеризовались высоким уровнем гаплотипического разнообразия (0.644–0.810) и низким уровнем нуклеотидного разнообразия (0.0010–0.0020). Анализ молекулярной дисперсии показал средний статистически достоверный уровень дифференциации популяций – около 21% всей генетической изменчивости приходится на межпопуляционную компоненту ( $\Phi_{ST} = 0.210$ ,  $P < 0.05$ ). Наличие уникальных гаплотипов в каждой популяции, отсутствие общих гаплотипов, уровень дифференциации популяций – все это указывает на необходимость применения мер охраны ко всем изученным в данной работе популяциям. Реконструкция демографических историй *O. komarovii* показала, что популяции имеют унимодальное распределение парных нуклеотидных различий, согласующееся с моделью демографической экспансии и/или пространственном расширении в прошлом. Реконструкция филогенетических и генеалогических связей показала, что гаплотипы *O. komarovii* и близкородственного вида *O. hirta* формируют одну группу/ветвь согласно их таксономической принадлежности к секции *Brachytropis* подрода *Triticaria*. Выявлены молекулярные различия между *O. borissovae* и *O. aciphylla* секции *Lycotriche* подрода *Tragacanthoxytropis*, которые свидетельствуют о значительной дивергенции их хлоропластных геномов и видовой самостоятельности *O. borissovae*.

**Ключевые слова:** Fabaceae, *Oxytropis*, редкий вид, генетическое разнообразие, демографическая динамика, филогенетические связи, хлоропластная ДНК

## Population structure and phylogenetic relationships of the rare medicinal plant *Oxytropis komarovii* Vass. based on plastid marker the variability

Alla B. Kholina<sup>1</sup>✉, Elena V. Artyukova<sup>1</sup>, Denis V. Sandanov<sup>2</sup>, Andrey M. Samdan<sup>3</sup>

<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>Institute of General and Experimental Biology, Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, Ulan-Ude, 670047, Russian Federation

<sup>3</sup>Tuva State University, Kyzyl, 667000, Russian Federation  
✉ Corresponding author, e-mail: kholina@biosoil.ru

Received May 21, 2026; accepted August 28, 2026

**Abstract.** For the first time, data on the genetic diversity, population structure, demographic dynamics, and phylogenetic relationships of a rare species, Manchurian-Daurian endemic, medicinal plant *Oxytropis komarovii* Vass. (Fabaceae) were obtained based on the analysis of nucleotide sequence polymorphism of the intergenic *psbA-trnH*, *trnL-trnF*, and *trnS-trnG* of chloroplast DNA. All *O. komarovii* populations were characterized by a high level of haplotype diversity (0.644–0.810) and a low level of nucleotide diversity (0.0010–0.0020).

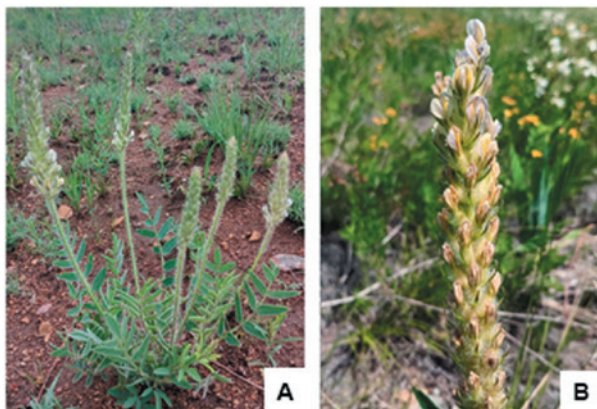
Molecular dispersion analysis showed a moderate and statistically significant level of population differentiation: about 21% of all genetic variability is accounted for by the interpopulation component ( $\Phi_{ST} = 0.210$ ,  $P < 0.05$ ). The presence of unique haplotypes in each population, the absence of shared haplotypes, and the level of population differentiation all indicate the need to apply conservation measures to all populations studied in this work. Reconstruction of the demographic histories of *O. komarovii* revealed that populations have a unimodal mismatch distribution of pairwise nucleotide differences, consistent with a model of demographic expansion and/or spatial expansion in the past. Reconstruction of phylogenetic and genealogical relationships revealed that the haplotypes of *O. komarovii* and the closely related species *O. hirta* form a single group/branch, consistent with their taxonomic affiliation within the section *Brachytropis* of the subgenus *Triticaria*. Molecular differences were identified between *O. borissovae* and *O. aciphylla* of the section *Lycotriche* of the subgenus *Tragacanthoxytropis*, indicating significant divergence of their chloroplast genomes and the distinct species status of *O. borissovae*.

**Key words:** Fabaceae, *Oxytropis*, rare species, genetic diversity, demographic dynamics, phylogenetic relationships, chloroplast DNA.

## Введение

*Oxytropis komarovii* Vass. (Fabaceae) относится к секции *Brachytropis* Ulzj. моно-типного подрода *Triticaria* Vass. (Васильченко, Федченко 1948; Положий 1994). Предполагается (Положий 2003), что этот подрод возник на основе мутанта. Характерной особенностью представителей подрода является малая величина бобов, заключенных в чашечку. *O. komarovii* – крупное розеточное растение с жёстким опушением (рис. 1), произрастает в степях и на горных степных склонах. Этот редкий маньчжуро-даурский эндемик в России отмечен только в Восточном Забайкалье, а за пределами страны изредка встречается в Северной Монголии. Он представлен малочисленными популяциями, в связи с чем внесен в Красную книгу Забайкальского края (2017) с категорией 1 как вид, находящийся под угрозой исчезновения. Растения *O. komarovii* содержат флавоноиды, фенолкарбоновые кислоты, кумарины, стероиды, сапонины (Повыдыш и др. 2010; Li et al. 2012; Wang et al. 2024). Препараты из надземной части обладают гипотензивными и кардиотоническими свойствами (Повыдыш и др. 2010; Li et al. 2012; Wang et al. 2024). Учитывая его лекарственную ценность и угрозу исчезновения немногочисленных популяций, задача сохранения генофонда *O. komarovii* является весьма актуальной.

Исследование генетического разнообразия популяций этого вида до сих пор не проводилось. Согласно классификации И. Т. Васильченко, секция *Brachytropis*, помимо *O. komarovii*, включает также вид *O. hirta* Bunge (Васильченко, Федченко 1948; Васильченко 1965), который также является лекарственным растением и используется в монгольской и китайской медицине (Jia et al. 2022; Huang et al. 2023). Есть мнение, что *O. Komarovii*, возможно, представляет собой расу последнего, и должен рассматриваться как подвид *O. hirta* subsp. *komarovii* (Vassilcz.) N. Ulziykh. (Малышев 2008а), а во «Флоре Китая» (Zhu et al. 2010) он приведен как синоним *O. hirta*.



**Рис. 1.** *Oxytropis komarovii*: А – цветущее растение; В – соцветие.

**Fig. 1.** *Oxytropis komarovii*: A: flowering plant; B: inflorescence.

Представляют интерес и филогенетические отношения *O. komarovii* с другими видами рода *Oxytropis*. Фенетический анализ подродов и секций рода *Oxytropis* по 50 качественным диагностическим морфологическим признакам (Малышев 2008б) показал, что на дендрограмме различий подрод *Triticaria* (секция *Brachytropis*) формирует единый кластер с подродом *Tragacanthoxytropis* Vassilcz. (секции *Hystrix* Bunge и *Lycotriche* Bunge). Кроме того, этот кластер включал представителей подрода *Oxytropis* (секции *Leucopodia* Bunge и *Xerobia* Bunge), которые были объединены с секцией *Brachytropis*, что позволило автору сделать предложение о необходимости переноса секций *Leucopodia* и *Xerobia* из подрода *Oxytropis* в подрод *Triticaria*. В связи с этим нам представляется необходимым провести реконструкцию филогенетических отношений *O. komarovii*, как представителя подрода *Triticaria*, с видами других подродов рода *Oxytropis* на основе анализа хлоропластной ДНК (хпДНК). В анализ, кроме *O. komarovii*, включены ранее не изученные виды *O. borissovae* Polozhij секции *Lycotriche* подрода *Tragacanthoxytropis* – тувинский эндемик, редкий вид (Красная книга республики Тыва (2018)), *O. pauciflora* Bunge секции *Protoxytropis* Bunge подрода *Phacoxytropis* Bunge (табл. 1), а также ранее изученные виды подродов *Tragacanthoxytropis* и *Oxytropis* (Козыренко и др. 2020; Холина и др. 2016, 2018, 2019а, 2019б, 2021а; Kholina et al. 2025; Sandanov et al. 2023).

Целью настоящего исследования является изучение генетического разнообразия, популяционной структуры и демографической динамики редкого лекарственного вида *O. komarovii* секции *Brachytropis* подрода *Triticaria*, а также реконструкция его филогенетических связей с морфологически близкими видами подродов *Tragacanthoxytropis* и *Oxytropis* на основе анализа полиморфизма нуклеотидных последовательностей межгенных спейсеров (intergenic spacer, IGS) *psbA-trnH*, *trnL-trnF* и *trnS-trnG* хпДНК.

## Материал и методы

Материалом для исследования послужили 32 растения из шести природных мест произрастания видов *O. komarovii*, *O. borissovae* and *O. pauciflora* (табл. 1, рис. 2).

Методы выделения ДНК, амплификации и секвенирования IGS *psbA-trnH*, *trnL-trnF* и *trnS-trnG* приведены в нашем предыдущем исследовании (Холина и др. 2021а). Препараты тотальной ДНК выделены из листьев растений с помощью СТАВ-буфера по методике (Генная инженерия... 1991) с небольшими модификациями (Артюкова и др. 2004). Амплификацию трех регионов хпДНК *psbA-trnH*, *trnL-trnF* и *trnS-trnG* проводили с использованием универсальных праймеров, реакционных условий и температурных режимов, рекомендованных для этих участков (Taberlet et al. 1991; Shaw et al. 2005). Нуклеотидные последовательности прямых и обратных цепей определяли на генетическом анализаторе ABI 3500 (Applied Biosystems, USA), редактировали с помощью пакета программ Staden Package 1.5 (Bonfeld et al. 1995), затем выравнивали в программе SeaView 4.7 (Gouy et al. 2010) и полученные последовательности депонировали в базу данных GenBank (<http://www.ncbi.nlm.nih.gov>).

Для каждого образца последовательности трёх регионов объединяли в единую матрицу с помощью программы DnaSP 5.0 (Librado, Rozas 2009). Полученный выровненный массив данных применяли для расчета количества гаплотипов, гаплотипического ( $h$ ) и нуклеотидного ( $\pi$ ) разнообразия (для выборок объемом  $N \geq 5$ ), межпопуляционной дифференциации ( $\Phi_{ST}$ , анализ молекулярной дисперсии, AMOVA), генного потока ( $Nm$ ) и степени дивергенции ( $D_{xy}$ ) между популяциями. Кроме того, объединенную матрицу использовали для получения данных о демографической

Табл. 1. Изученные популяции *Oxytropis komarovii*, *O. borissovae* и *O. pauciflora*.

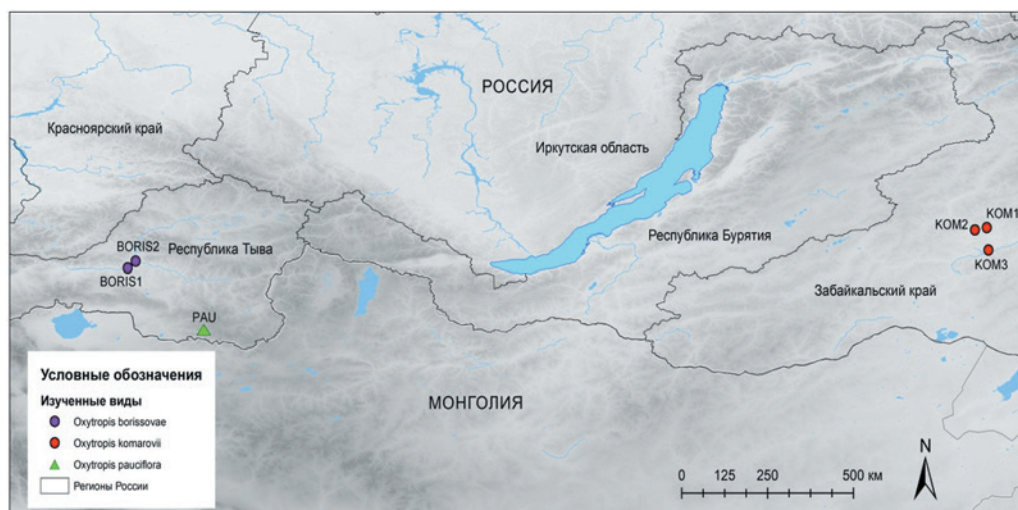
Table 1. The studied populations of *Oxytropis komarovii*, *O. borissovae*, and *O. pauciflora*.

| Подрод, секция, вид, местонахождение<br>(кол-во образцов)<br>Subgenus, section, species, locality<br>(no. of samples) | Координаты<br>с. ш., в. д.<br>Coordinates<br>N, E | Код попу-<br>ляции<br>Population<br>code | Гаплотип<br>(кол-во<br>образцов)<br>Haplotype<br>(no. of<br>samples) | Генетическое разнообразие<br>Genetic diversity    |                                         |
|-----------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|------------------------------------------|----------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------|-----------------------------------------|
|                                                                                                                       |                                                   |                                          |                                                                      | гаплотипиче-<br>ское<br>(SD)<br>haplotype<br>(SD) | нуклеотидное<br>(SD)<br>nucleotide (SD) |
| Подрод <i>Triticaria</i> Vass., секция <i>Brachytropis</i> Ulzj.                                                      |                                                   |                                          |                                                                      |                                                   |                                         |
| <i>O. komarovii</i> Vassilcz.                                                                                         |                                                   |                                          |                                                                      |                                                   |                                         |
| 1. Забайкальский край, Чернышевский р-он, окр. с. Новоильинск (6)                                                     | 52.51°, 116.71°                                   | KOM1                                     | KN1 (2), KN2 (1), KN3 (3)                                            | 0.733 (0.155)                                     | 0.0020 (0.0013)                         |
| 2. Забайкальский край, Нерчинский р-он, окр. с. Кангил, падь Жегдочей (10)                                            | 52.46°, 116.40°                                   | KOM2                                     | KN1 (2), KN4 (6), KN5 (1), KN6 (1)                                   | 0.644 (0.152)                                     | 0.0010 (0.0007)                         |
| 3. Забайкальский край, Нерчинский р-он, окр. с. Верхние Ключи (7)                                                     | 52.01°, 116.76°                                   | KOM3                                     | KN3 (3), KN4 (1), KN7 (2), KN8 (1)                                   | 0.810 (0.130)                                     | 0.0014 (0.0009)                         |
| Подрод <i>Tragacanthoxytropis</i> Vass., секция <i>Lycotriche</i> Bunge                                               |                                                   |                                          |                                                                      |                                                   |                                         |
| <i>O. borissovae</i> Polozhij                                                                                         |                                                   |                                          |                                                                      |                                                   |                                         |
| 1. Республика Тыва, окр. г. Кызыл, подножье склона г. Боом (5)                                                        | 51.61°, 94.24°                                    | BORIS1                                   | KN9 (1), KN10 (1), KN11 (1), KN12 (1), KN13 (1)                      | 1.000 (0.126)                                     | 0.0146 (0.0090)                         |
| 2. Республика Тыва, окр. г. Кызыл, склон г. Догээ (2)                                                                 | 51.74°, 94.41°                                    | BORIS2                                   | KN14 (1), KN15 (1)                                                   | —                                                 | —                                       |
| Подрод <i>Phacoxytropis</i> Bunge, секция <i>Protoxytropis</i> Bunge                                                  |                                                   |                                          |                                                                      |                                                   |                                         |
| <i>O. pauciflora</i> Bunge                                                                                            |                                                   |                                          |                                                                      |                                                   |                                         |
| 1. Республика Тыва, Эрзинский р-он, окр. с. Нарын (2)                                                                 | 50.20°, 96.22°                                    | PAU                                      | KN16 (2)                                                             | —                                                 | —                                       |

Примечание: SD – стандартное отклонение.

динамике: показателей популяционной стабильности – тестов *D*-статистики Таджимы (Tajima's *D*) (Tajima 1989) и *F<sub>s</sub>*-статистики Фу (Fu's *F<sub>s</sub>*) (Fu 1997), для анализа распределения парных нуклеотидных различий (mismatch distribution), применяя в качестве критерия индекс «неровности» (*r*) (Harpending 1994) и сумму квадратичных отклонений (SSD) между наблюдаемым и ожидаемым распределением различий. Анализ проводили с помощью программ DnaSP и Arlequin 3.5 (Excoffier, Lischer 2010).

Были использованы следующие критерии уровней гаплотипического разнообразия: низкий – < 0.300, средний – 0.300–0.600, высокий – > 0.600, а нуклеотидного разнообразия: низкий – < 0.0030, средний – 0.0030–0.0055, высокий – > 0.0055.



**Рис. 2.** Географическое расположение мест сбора растений *Oxytropis komarovii*, *O. borissovae* и *O. pauciflora* из природных популяций. Код популяций см. в табл. 1.

**Fig. 2.** Geographic location of sample sites of *Oxytropis komarovii*, *O. borissovae*, and *O. pauciflora* from natural populations. See Table 1 for the population codes.

Для реконструкции филогенетических взаимоотношений к полученным гаплотипам были добавлены опубликованные нами ранее гаплотипы 10 видов *Oxytropis*, последовательности этих же IGS *O. hirta* из GenBank и гаплотип *Astragalus davuricus* (Pall.) DC. в качестве внешней группы (табл. 2). Полученную матрицу выравнивали, затем из последовательностей исключали вариации длины моно- и динуклеотидных повторов. Генеалогические связи гаплотипов анализировали с помощью метода медианного соединения (Median-Joining, MJ) в программе Network v. 5.0.1.1 (Bandelt et al. 1999), используя настройки по умолчанию и рассматривая делецию/вставку, независимо от размера, как единичное мутационное событие. Филогенетические взаимоотношения между видами *Oxytropis* оценивали методами максимальной экономии (Maximum Parsimony, MP) и максимального правдоподобия (Maximum Likelihood, ML) в пакете программ PAUP v. 4.0 b10 (Swofford 2003), а также с помощью байесовского анализа (BI) в MrBayes v. 3.2.6 (Ronquist, Huelsenbeck 2003) на портале CIPRES (<http://www.phylo.org/>; Miller et al. 2010). Для методов ML и BI в программе v. Modeltest 3.6 (Posada, Crandall 1998) в соответствии с критерием информации Акаике была выбрана модель GTR + I + G, параметры которой использовали в анализах. Для MP и ML методов применяли эвристический поиск оптимальной топологии деревьев с перестановкой ветвей TBR и включенной опцией MulTrees. Стабильность топологии деревьев MP и ML оценивали с помощью бутстрэп-анализа 1000 альтернативных деревьев (процент бутстрэпа (BP), %). При BI анализе были выполнены два параллельных запуска MCMC на 10 миллионов генераций (с выборкой каждые 1000 поколений, всего 10000 выборок) Была оценена сходимость двух цепей, и апостериорные вероятности (PP) были рассчитаны на основе деревьев, выбранных во время стационарной фазы. Значения BP < 50% и PP < 0.95 не рассматривались.

Работу проводили с использованием оборудования ЦКП «Биотехнология и генетическая инженерия» ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН.

## Результаты

Последовательности трёх регионов хпДНК были получены для 32 образцов видов *O. komarovii*, *O. borissovae* и *O. pauciflora*. Анализ полиморфизма последовательностей показал, что длина каждого из регионов у исследованных образцов разная вследствие присутствия моно- и динуклеотидных повторов, а также коротких и многонуклеотидных инсерций/делеций. Общая длина объединенных последовательностей межгенных спейсеров *psbA-trnH*, *trnL-trnF* и *trnS-trnG* составила 2442 сайта, из которых 2048 были мономорфными, 363 имели пробелы, полученные при выравнивании последовательностей, 31 сайт был варибельным. Среди варибельных 25 сайтов были информативны согласно методу максимальной экономии и 6 – одиночные мутации.

Нуклеотидные замены и инсерции/делеции в 32 последовательностях объединенной матрицы позволили идентифицировать 16 (KH1–KH16) гаплотипов (табл. 1, 2). Общих гаплотипов у видов не обнаружено. Выявлены видоспецифические молекулярные маркеры для видов: *O. komarovii* – четыре нуклеотидные замены (А в позиции 791, Т в позициях 1412 и 2018, G в позиции 2272) и вставка одного нуклеотида в позиции 1706; *O. borissovae* – две нуклеотидные замены (С в позициях 1412 и 1625); *O. pauciflora* – 16 нуклеотидных замен (А в позициях 559, 1065, 1066, 1220, 2236, G в позициях 62, 321, 1089, 2087, Т в позициях 249, 485, 1507, 2040, С в позициях 518, 757, 1100), короткие инсерции/делеции (1–8 п. н.) и две многонуклеотидные (делеция 170 п. н. в позициях 1258–1427 и вставка 76 п. н. в позициях 1431–1506). Гаплотипы *O. komarovii* отличались друг от друга двумя заменами (в позиции 980 в гаплотипах H1, H2 и H5 – Т, в остальных G; в позиции 2274 в гаплотипах H2 и H7 – Т, в остальных С), делецией пяти нуклеотидов (TAGTA) в позиции 314 только в гаплотипе H8, длиной моонуклеотидных повторов: поли-А мотивы – в позиции 718 (A<sub>8</sub>–A<sub>10</sub>), в позиции 1166 (A<sub>11</sub>–A<sub>13</sub>), в позиции 2155 (A<sub>7</sub> и A<sub>8</sub>); поли-Т мотивы – в позиции 1200 (T<sub>8</sub> и T<sub>9</sub>) и в позиции 1993 (T<sub>9</sub> и T<sub>10</sub>).

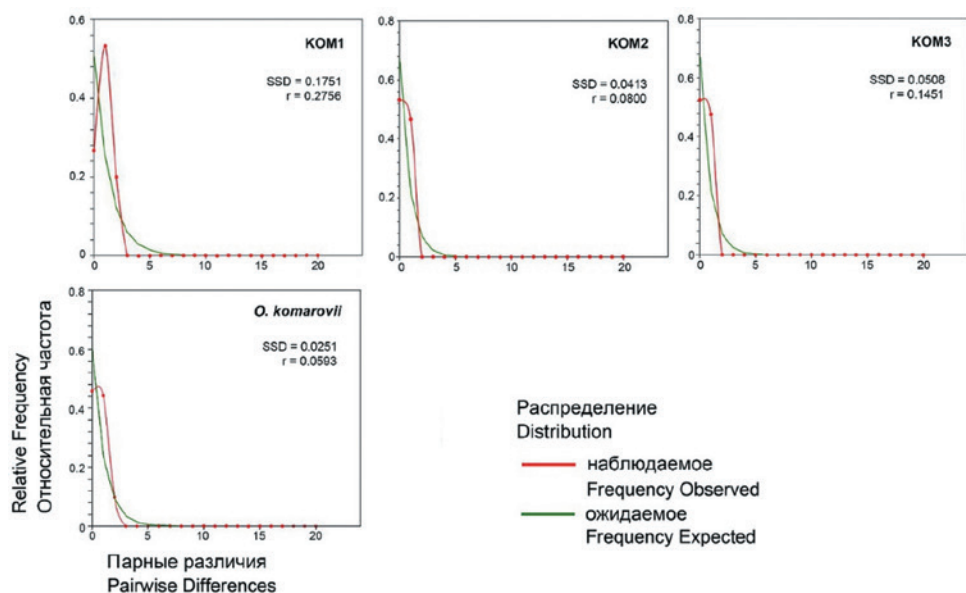
Все популяции *O. komarovii* характеризовались высоким гаплотипическим и низким нуклеотидным разнообразием (табл. 1). Согласно AMOVA, основная часть общей изменчивости (около 79%) была обусловлена изменчивостью внутри популяций, а 21% общей генетической изменчивости приходился на межпопуляционное разнообразие. Общая дифференциация между всеми популяциями была средней и значимой ( $\Phi_{ST} = 0.210$ ,  $P < 0.05$ ), в то время как уровень генного потока между популяциями составил 0.85 мигрантов на поколение. Нуклеотидная дивергенция (среднее число нуклеотидных замен на сайт,  $D_{xy}$ ) между популяциями *O. komarovii* изменялась от 0.00026 до 0.00038.

Для реконструкции демографической истории трёх популяций *O. komarovii* и общей выборки вида мы провели анализ распределения парных нуклеотидных различий. На рисунке 3 представлены графики, которые показывают практически полное совпадение с ожидаемым унимодальным распределением согласно модели демографической экспансии популяции, что подтверждается низкими и незначимыми показателями индекса «неровности» ( $\tau$ ) и SSD. Во всех случаях крутой пик находится в диапазоне 0–1 различий, что говорит о вероятности прохождения популяцией/видом в недавнем прошлом через генетическое «бутылочное горлышко» с последующей экспансией (Rogers, Harpending 1992). Для трёх популяций *O. komarovii* значения тестов Tajima's  $D$  (0.31036, 0.81980, 0.55902) и Fu's  $F_s$  (2.72556, 0.87495, 0.75157) были положительными и статистически незначимыми ( $P > 0.10$ ).

**Табл. 2.** Виды *Oxytropis*, гаплотипы и номера доступа GenBank для трех межгенных спейсеров, использованные в филогенетическом анализе.

**Table 2.** *Oxytropis* species, haplotypes, and GenBank accession numbers for three intergenic spacers used in phylogenetic analysis.

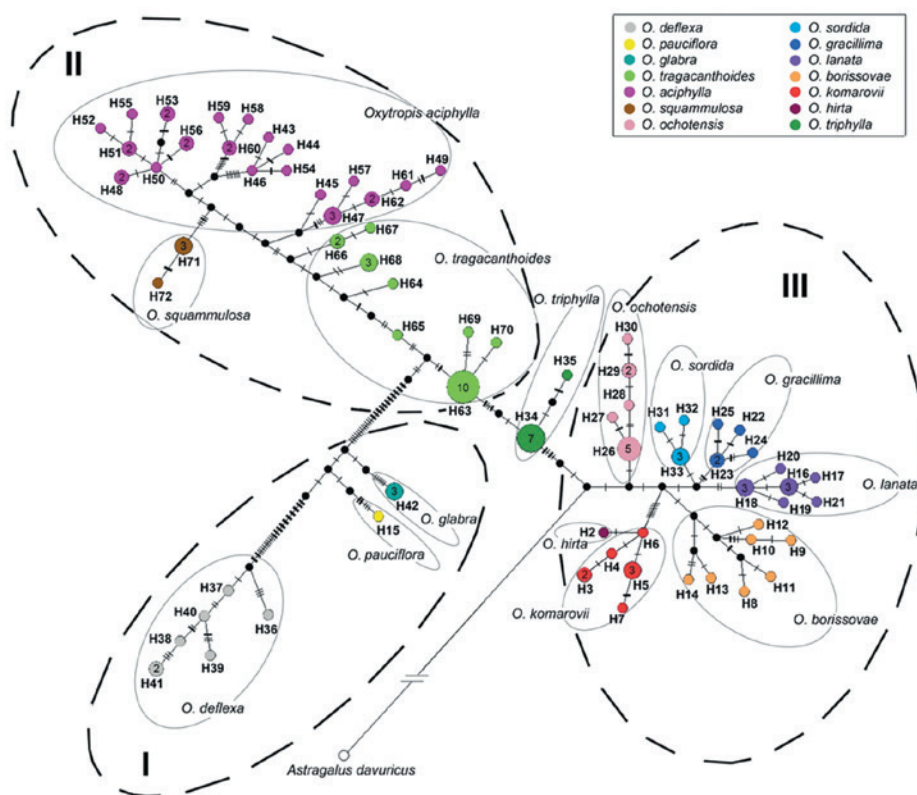
| Вид<br>Species            | Гаплотип<br>Haplotype                 | Номер доступа в Genbank<br>GenBank accession no.                                        |                                                                                         |                                                                                         | Источник<br>Source                            |
|---------------------------|---------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------------------------------------------------|-----------------------------------------------|
|                           |                                       | psbA-trnH                                                                               | trnL-trnF                                                                               | trnS-trnG                                                                               |                                               |
| <i>O. komarovii</i>       | KN1–KN8                               | PZ192023–PZ192030                                                                       | PZ192039–PZ192046                                                                       | PZ192055–PZ192062                                                                       | Настоящая работа                              |
| <i>O. borissovae</i>      | KN9–KN15                              | PZ192031–PZ192037                                                                       | PZ192047–PZ192053                                                                       | PZ192063–PZ192069                                                                       | Настоящая работа                              |
| <i>O. pauciflora</i>      | KN16                                  | PZ192038                                                                                | PZ192054                                                                                | PZ192070                                                                                | Настоящая работа                              |
| <i>O. hirta</i>           |                                       | PP836294                                                                                | PP836294                                                                                | PP836294                                                                                | GenBank                                       |
| <i>O. ochotensis</i>      | H1–H5; H7; H9; H11; H12; H15          | MK806162–MK806166; MK806168; MK806170; MK806172; MK806173; MK806175                     | MK806201–MK806205; MK806207; MK806209; MK806211; MK806212; MK806214                     | MK806240–MK806244; MK806246; MK806248; MK806250; MK806251; MK806253                     | (Козыренко и др. 2020)                        |
| <i>O. lanata</i>          | V1; V3–V5; V7; V9; V13; V14; V16; V18 | LT994841; LT994843–LT994845; LT994847; LT994849; LT994853; LT994854; LT994856; LT994858 | LT994895; LT994897–LT994899; LT994901; LT994903; LT994907; LT994908; LT994910; LT994912 | LT994949; LT994951–LT994953; LT994955; LT994957; LT994961; LT994962; LT994964; LT994966 | (Холина и др. 2019a)                          |
| <i>O. gracillima</i>      | V58–V62                               | MH174938; LT996058–LT996061                                                             | LT996062–LT996066                                                                       | LT996067–LT996071                                                                       | (Холина и др. 2019a)                          |
| <i>O. sordida</i>         | H1–H5                                 | LS991870–LS991874                                                                       | LS991896–LS991900                                                                       | LS991922–LS991926                                                                       | (Холина и др. 2019b)                          |
| <i>O. triphylla</i>       | H1–H7; H10                            | LT856461–LT856467; LT856472                                                             | LT856494–LT856500; LT856505                                                             | LT856527–LT856533; LT856538                                                             | (Холина и др. 2018)                           |
| <i>O. squamulosa</i>      | HS1–HS4                               | ON567444–ON567447                                                                       | ON567425–ON567428                                                                       | ON567406–ON567409                                                                       | (Sandanov et al. 2023)                        |
| <i>O. tragacanthoides</i> | P1–P13; P14–20                        | MW172222–MW172234; PP971075–PP971081                                                    | MW177548–MW177560; PP971064–PP971070                                                    | MW177535–MW177547; PP971053–PP971059                                                    | (Холина и др. 2021a)<br>(Kholina et al. 2025) |
| <i>O. aciphylla</i>       | H1–H28                                | PP971086–PP971113                                                                       | PP971025–PP971052                                                                       | PP970997–PP971024                                                                       | (Kholina et al. 2025)                         |
| <i>O. deflexa</i>         | P50–P56                               | LR898292–LR898298                                                                       | LR898338–LR898344                                                                       | LR898449–LR898455                                                                       | (Холина и др. 2021a)                          |
| <i>O. glabra</i>          | P57–P59                               | LR898299–LR898301                                                                       | LR898345–LR898347                                                                       | LR898456–LR898458                                                                       | (Холина и др. 2021a)                          |
| <i>A. davuricus</i>       | Isolate 1                             | LM653198                                                                                | LM653161                                                                                | LM653235                                                                                | (Холина и др. 2016)                           |



**Рис. 3.** Распределение числа нуклеотидных отличий (mismatch distribution) между гаплотипами хпДНК для *Oxytropis komarovii*. Коды популяций см. в таблице 1.

**Fig. 3.** Mismatch distribution in *Oxytropis komarovii* populations. Population codes are listed in Table 1.

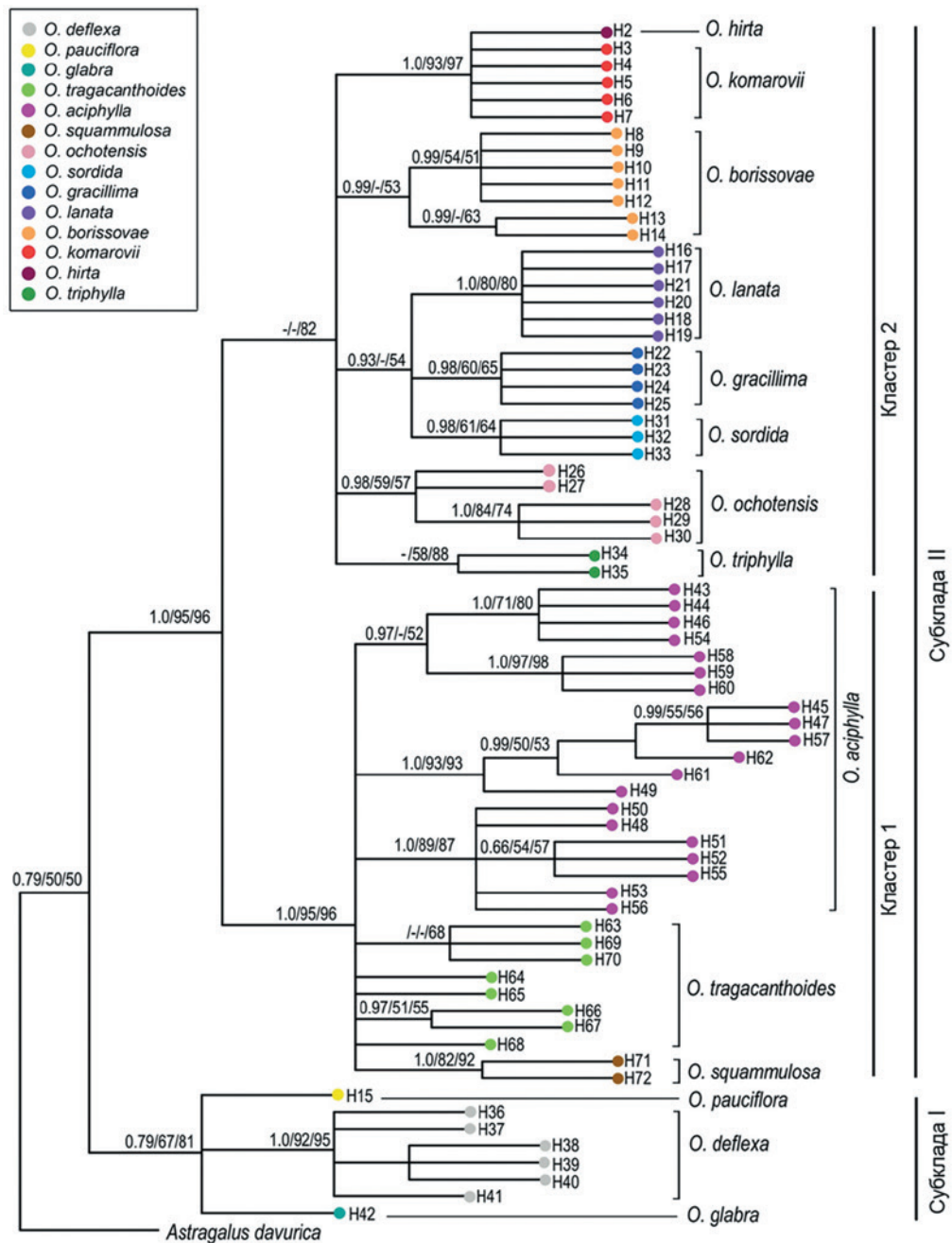
Для уточнения филогенетических взаимоотношений *O. komarovii* с таксонами подродов *Phacoxytropis*, *Tragacanthoxytropis* и *Oxytropis* в матрицу, содержащую 16 выявленных гаплотипов видов *O. komarovii*, *O. borissovae* и *O. pauciflora*, были добавлены последовательности трёх IGS из полной геномной последовательности хпДНК *O. hirta* (PP836294, <http://www.ncbi.nlm.nih.gov>), а также 102 ранее идентифицированных гаплотипа видов *Oxytropis* (табл. 2). После исключения вариаций длины моно- и динуклеотидных повторов матрица содержала 72 гаплотипа (H1–H72), включая *Astragalus davuricus*, как внешнюю группу. На основе полученной матрицы построена медианная сеть генеалогических связей гаплотипов и выполнена реконструкция филогенетических взаимоотношений исследуемых таксонов. Генеалогические связи между гаплотипами 14 видов показаны на рисунке 4. Все гаплотипы объединены в единую сеть, в которой можно выделить три хорошо обособленные гаплогруппы (I, II, и III). Гаплогруппа I сформирована всеми гаплотипами видов подрода *Phacoxytropis*: *O. deflexa* DC. (H36–H41), *O. glabra* (Lam.) DC. (H42) и *O. pauciflora* (H15). В гаплогруппу II входят гаплотипы видов подрода *Tragacanthoxytropis*: *O. aciphylla* Ledeb. (H43–H62) и *O. tragacanthoides* Fisch. ex DC. (H63–H70), а также гаплотипы *O. squammulosa* DC. (H71, H72) секции *Leucopodia* подрода *Oxytropis*. Гаплогруппу III образуют виды *O. komarovii* (H3–H7) и *O. hirta* (H2) подрода *Triticaria* вместе с гаплотипами остальных видов подрода *Oxytropis*: *O. gracillima* Bunge (H22–H25), *O. lanata* DC. (H16–H21), *O. ochotensis* Bunge (H26–H30) и *O. sordida* (Willd.) Pers. (H31–H33) и *O. borissovae* (H8–H14) подрода *Tragacanthoxytropis*. Два гаплотипа *O. triphylla* (Pall.) DC. (H34, H35) секции *Xerobia* подрода *Oxytropis* занимают промежуточное положение, образуя отдельную ветвь между гаплогруппами II и III. Гаплотипы *O. komarovii*, присутствующие в сети, распределены по популяциям следующим образом: в популяции KOM1 – гаплотипы H3–H5, KOM2 – гаплотипы H3 и H5, KOM3 – гаплотипы H5–H7.



**Рис. 4.** Медианная сеть, построенная по данным анализа *psbA-trnH*, *trnL-trnF* и *trnS-trnG* регионов хпДНК с помощью МД-метода, показывающая взаимосвязи между гаплотипами хпДНК видов подродов *Triticaria*, *Phacoxytropis*, *Tragacanthoxytropis* и *Oxytropis* с *Astragalus davuricus* в качестве внешней группы. Гаплотипы представлены окружностями, размер которых отражает частоту встречаемости гаплотипов, цифры в них обозначают количество образцов, если их больше одного, а цвет указывает принадлежность гаплотипа к определенному виду. Черные маленькие кружки обозначают медианные векторы, черные тонкие пересекающиеся линии – мутации, черные толстые – инсерции/делеции. Тонкими линиями обведены группы гаплотипов отдельных видов, пунктирными линиями – гаплогруппы I, II и III. Мутации для *Astragalus davuricus*, используемого в качестве внешней группы, не указаны и не рассматриваются.

**Fig. 4.** Median-joining network inferred from combined sequences of the *psbA-trnH*, *trnL-trnF*, and *trnS-trnG*, regions showing the relationships among the cpDNA haplotypes of the *Oxytropis* species subg. *Triticaria*, *Phacoxytropis*, *Tragacanthoxytropis*, and *Oxytropis* with *Astragalus davuricus* as outgroup. Each circle represents the haplotype; the size of the circles reflects the frequency of occurrence of haplotype, the numbers in them indicate the number of samples if there is more than one. The colors of circles indicate the affiliation of haplotype to certain species. Black small circles indicate the median vectors, thin bars indicate the mutational events, black thick bars indicate the indels. Thin lines are circled separate species; dashed lines are circled haplogroups I, II, and III. Mutations for the *Astragalus davuricus* used as an outgroup are not shown and not considered.

В результате филогенетического анализа методами BI, ML и MP были получены деревья со сходной топологией, различающейся положением гаплотипов *O. triphylla* и незначительными отличиями в статистической поддержке некоторых узлов. На рисунке 5 показано МР-дерево. Виды *Oxytropis* подродов *Phacoxytropis*, *Tragacanthoxytropis*, *Triticaria* и *Oxytropis* образуют монофилетическую кладу



**Рис. 5.** МР-дерево филогенетических связей гаплотипов видов *Oxytropis* подродов *Triticaria*, *Phacoxytropis*, *Tragacanthoxytropis* и *Oxytropis* с *Astragalus davuricus* в качестве внешней группы, построенное на основе последовательностей *psbA-trnH*, *trnL-trnF* и *trnS-trnG* хпДНК. Цифры над ветвями указывают значения байесовских апостериорных вероятностей (PP > 0.9) и бутстрэп-поддержки (> 50%) для деревьев, полученных ML/MP-методами.

**Fig. 5.** MP tree of the phylogenetic relationships of the *Oxytropis* species subg. *Triticaria*, *Phacoxytropis*, *Tragacanthoxytropis*, and *Oxytropis* with *Astragalus davuricus* as outgroup inferred from sequences of *psbA-trnH*, *trnL-trnF*, and *trnS-trnG* cpDNA. The numerals above the branches are Bayesian posterior probabilities (PP > 0.9) and bootstrap values (> 50%) for trees obtained using ML/MP methods.

со слабой поддержкой (PP 0.79, BP 50 и 50%). Эта клада разделяется на две сестринские субклады, нуклеотидная дивергенция ( $D_{xy}$ ) между ними равна 0.01061. Субклада I включает с умеренной поддержкой (PP 0.79, BP 67 и 81%) все гаплотипы подрода *Phacoxytropis* (*O. deflexa*, *O. glabra* и *O. pauciflora*) и соответствует гаплогруппе I в генеалогической сети (рис. 4). Субклада II с высоким уровнем поддержки (PP 1.0, BP 95 и 96%) объединяет все виды подродов *Tragacanthoxytropis*, *Triticaria* и *Oxytropis*, которые образуют два кластера. Кластер 1 (PP 1.0, BP 95 и 96%) соответствует гаплогруппе II (рис. 4) и содержит гаплотипы *O. aciphylla* и *O. tragacanthoides* подрода *Tragacanthoxytropis*, а также *O. squammulosa* секции *Leucopodia* подрода *Oxytropis*. Кластер 2, поддержанный только в МР-анализе (BP 82%), соответствует гаплогруппе III (рис. 4) и включает гаплотипы пяти видов подрода *Oxytropis* (*O. lanata*, *O. gracillima*, *O. sordida*, *O. ochotensis* и *O. triphylla*), двух видов подрода *Triticaria* (*O. hirta*, *O. komarovii*), а также *O. borissovae* подрода *Tragacanthoxytropis*. В кластере 2 гаплотипы шести видов формируют группы с умеренной и высокой поддержкой в соответствии с видовой принадлежностью (рис. 5), и только гаплотипы видов *O. komarovii* и *O. hirta*, нуклеотидная дивергенция между которыми составляет всего 0.00045, образуют одну группу с высокой поддержкой (PP 1.0, BP 93 и 97%). Нуклеотидная дивергенция между кластерами 1 и 2 составляет 0.00315. Межвидовые взаимоотношения в обоих кластерах остались неразрешенными.

## Обсуждение

Известно, что редкие эндемичные виды, существующие в виде небольших изолированных популяций, в большинстве случаев обладают низким уровнем полиморфизма (Gitzendanner, Soltis 2000; Selyutina et al. 2016). Выявленный высокий уровень гаплотипического разнообразия ( $h$  от 0.644 до 0.810) в исследуемых популяциях *O. komarovii* (табл. 1) сопоставим с таковым для распространенных видов *Oxytropis* Южной Сибири ( $h$  от 0.600 до 1.000), для некоторых видов с небольшим ареалом и ряда эндемичных видов *Oxytropis* (Холина и др. 2018, 2025; Sandanov et al. 2023; Kholina et al. 2025). Изучение генетического разнообразия видов *Oxytropis* Внутренней Монголии (Китай) по данным изменчивости межгенных спейсеров хпДНК показало, что популяции распространенного вида *O. diversifolia* Е. Peter характеризовались высоким уровнем гаплотипического разнообразия ( $h$  от 0.750 до 1.000), а популяции узколокального эндемичного вида *O. neimonggolica* С. W. Chang & Y. Z. Zhao – низким и средним ( $h$  от 0.250 до 0.679) (Wang et al. 2021).

Низкий уровень нуклеотидного разнообразия в популяциях *O. komarovii* в целом характерен для эндемичных и узколокальных, а также ряда распространенных видов *Oxytropis* (Холина и др. 2018, 2025; Sandanov et al. 2023). Например, у видов *O. diversifolia* и *O. neimonggolica* данный показатель варьировал от 0.00014 до 0.00093 (Wang et al. 2021). По результатам анализа SLAF-seq (Specific-Locus Amplified Fragment Sequencing) в 39 популяциях 17 видов *Oxytropis* из Северного Китая также выявлен низкий уровень нуклеотидного разнообразия ( $\pi$  от 0.000057 до 0.000121) (Guo et al. 2022). Подобный низкий уровень обусловлен невысокой скоростью эволюции хлоропластного генома рода *Oxytropis*, которая составляет  $8.9 \times 10^{-10}$  замен на сайт в год (Wojciechowski, 2005). Известно, что уровень генетического полиморфизма, установленный на основе изменчивости маркёров хпДНК, формируется под влиянием ряда факторов, которые включают особенности биологии вида, динамику популяций, климатические изменения в прошлом, топографию региона и др.

(Blanco-Pastor et al. 2019; Carvalho et al. 2019; Wambulwa et al. 2022). Кроме того, в ряде случаев высокий уровень нуклеотидного разнообразия обусловлен длительной историей существования вида, в течение которой происходило накопление мутаций, например, у некоторых реликтовых видов (Kajtoch et al. 2016; Plenck et al. 2020). Высокие значения этого показателя обнаружены нами ранее у реликтовых видов *Oxytropis*: *O. eriocarpa* Bunge ( $\pi = 0.0090$ , Kholina et al. 2021), *O. aciphylla* (максимальные значения  $\pi$  изменялись от 0.0099 до 0.0286, Kholina et al. 2025). Следует отметить, что популяция редкого узколокального эндемика *O. borissovae* характеризовалась высоким уровнем нуклеотидного разнообразия ( $\pi = 0.0146$ ). Этот вид, как и *O. aciphylla*, относится к секции *Lycotriche*, которая, по мнению Г. А. Пешковой (2001), имеет древний возраст. Выявленное высокое генетическое разнообразие у *O. borissovae* (табл. 1) указывает, по-видимому, на древность этого вида.

Несмотря на низкий уровень нуклеотидной дивергенции ( $D_{xy}$  варьировала от 0.00026 до 0.00038) между популяциями *O. komarovii*, заслуживает внимания уровень дифференциации этих довольно близко расположенных выборок ( $\Phi_{ST} = 0.210$ ,  $P < 0.05$ ), который обусловлен отсутствием общих гаплотипов и наличием уникальных гаплотипов в каждой из них (табл. 1). Этот статистически значимый показатель  $\Phi_{ST}$  сопоставим с таковым для ряда видов *Oxytropis* Южной Сибири: *O. grandiflora* (Pall.) DC. ( $\Phi_{ST} = 0.188$ ,  $P < 0.05$ ) секции *Xerobia* (Kholina et al. 2021); *O. lanata* (Pall.) DC. ( $\Phi_{ST} = 0.245$ ,  $P < 0.05$ ) и *O. oxyphylla* (Pall.) DC. ( $\Phi_{ST} = 0.229$ ,  $P < 0.05$ ) секции *Verticillares* (Холина и др. 2019а), при этом популяции каждого из этих видов достаточно изолированы друг от друга. Более того, уровень дифференциации популяций *O. komarovii* превышает таковой у некоторых видов секции *Polyadena* Южной Сибири (Холина и др. 2021б), у которых отсутствует достоверная генетическая дифференциация между географически изолированными популяциями (например, *O. muricata* (Pall.) DC. ( $\Phi_{ST} = 0.084$ ;  $P > 0.05$ ) и *O. microphylla* (Pall.) DC. ( $\Phi_{ST} = 0.024$ ;  $P > 0.05$ ). Также показатель межпопуляционной дифференциации *O. komarovii* превышает межвидовой уровень, установленный для близкородственных видов *O. oxyphylla*, *O. selengensis* Bunge, *O. stukovii* Palib. и *O. bargusinensis* Peschk. ( $\Phi_{ST} = 0.137$ ,  $P < 0.05$ ) секции *Verticillares* (Холина и др. 2019а). Таким образом, уровень дифференциации указывает на генетическую обособленность популяций *O. komarovii*.

Характерное для популяций *O. komarovii* сочетание высокого гаплотипического и низкого нуклеотидного разнообразия предполагает сценарий быстрого демографического роста из предковой группы с малой эффективной численностью (эффективным размером популяции) (Avise 2000). При этом временной интервал должен быть достаточным для восстановления гаплотипического разнообразия посредством мутаций, но недостаточным для накопления значительных различий в последовательностях. Сочетание высокого уровня гаплотипического и низкого уровня нуклеотидного разнообразия характерно и для других видов *Oxytropis* Южной Сибири (Sandanov et al. 2023), а также для *O. diversifolia* ( $h = 0.880 \pm 0.074$ ;  $\pi = 0.00061 \pm 0.00020$ ) из Внутренней Монголии (Китай) (Wang et al. 2021).

На возможный быстрый рост популяций *O. komarovii* указывает и унимодальное распределение парных нуклеотидных различий (рис. 3), которое свидетельствует о возможной недавней демографической экспансии (Rogers, Harpending 1992) или о пространственном расширении (Excoffier 2004). В то же время незначимые результаты тестов на нейтральность для изученных популяций могут свидетельствовать об отсутствии выраженного влияния демографической экспансии на генетическое разнообразие. Выявленная для *O. komarovii* популяционная экспансия была отмечена

и у видов секций *Verticillares* (Холина и др. 2019а) и *Orobia* (Холина и др. 2025) из Южной Сибири, для большинства популяций которых данные анализа демографической динамики указывают на перенесенное в прошлом расширение, как демографическое, так и пространственное.

Гаплотипы в филогенетических анализах группируются в соответствии с видовой принадлежностью, в то время как виды одного конкретного подрода не всегда объединяются вместе (рис. 4, 5). Глубокая дивергенция (более чем 25 мутационных переходов) подрода *Phacoxytropis* от подродов *Tragacanthoxytropis*, *Triticaria* и *Oxytropis* предполагает длительную историю эволюционного расхождения представителей этих таксонов. Филогенетическая близость *O. squammulosa* секции *Leucopodia* подрода *Oxytropis* к представителям подрода *Tragacanthoxytropis* (они находятся в гаплогруппе II) противоречит заключению Л. И. Малышева (Малышев 2008б), сделанному по данным анализа морфологических признаков, о необходимости переноса секций *Leucopodia* и *Xerobia* подрода *Oxytropis* в подрод *Triticaria*. Гаплотипы *O. triphylla* секции *Xerobia* (рис. 4) расположены между гаплогруппами II и III и отделены от гаплотипов видов подрода *Triticaria* более чем 10 мутационными шагами.

Очевидна генетическая близость видов *O. komarovii* и *O. hirta* подрода *Triticaria*, гаплотипы которых формируют общую ветвь в составе гаплогруппы III (рис. 4), а также единую группу с высокими поддержками в филогенетических анализах (рис. 5). Однако из-за малого количества образцов сделать обоснованное заключение о взаимоотношениях этих видов и их таксономическом статусе пока не представляется возможным.

Заслуживает внимания расположение гаплотипов *O. borissovae* секции *Lycotriche* подрода *Tragacanthoxytropis*. Этот вид был впервые описан А. В. Положий (Положий 1990), однако в WFO (2026): World Flora Online (<http://www.worldfloraonline.org>) и во флористической сводке Л. И. Малышева (Малышев 2008а) он указан как синоним *O. aciphylla* секции *Lycotriche*. По результатам филогенетических анализов, полученным в настоящей работе (рис. 4, 5), гаплотипы *O. borissovae* группируются вместе с гаплотипами представителей подродов *Oxytropis* и *Triticaria* и значительно удалены от других видов подрода *Tragacanthoxytropis*, особенно от *O. aciphylla*. Нуклеотидная дивергенция между *O. borissovae* и *O. aciphylla* составила 0.00402. Выявленные нами молекулярные различия гаплотипов хлДНК этих таксонов свидетельствуют о значительной дивергенции их хлоропластных геномов и подтверждают самостоятельность *O. borissovae*.

Топология филогенетического дерева (рис. 5) и структура сети генеалогических связей гаплотипов (рис. 4) хорошо согласуются. Исключение составило только расположение гаплотипов *O. triphylla* секции *Xerobia*, которые на МР-дереве входят в кластер 2 вместе с остальными представителями подрода *Oxytropis*, а в сети формируют обособленную ветвь. Однако необходимо отметить, что в ML- и BI-анализах (данные не представлены) гаплотипы *O. triphylla* не объединяются ни в один кластер, а занимают промежуточное положение, но без статистической поддержки. Положение *O. triphylla* секции *Xerobia* и *O. squammulosa* секции *Leucopodia* подрода *Oxytropis* на МР-дереве и в сети не позволяет принять предложение Л. И. Малышева (Малышев 2008б) о необходимости переноса секций *Xerobia* и *Leucopodia* из подрода *Oxytropis* в подрод *Triticaria*. Полученные нами результаты реконструкции филогенетических взаимоотношений видов *Oxytropis* из разных подродов согласуются с данными анализа полных хлоропластных геномов 12 видов этого рода (Zhang et al. 2025),

где *O. hirta* подрода *Triticaria* и *O. myriophylla* (Pall.) DC. подрода *Oxytropis* образуют высоко поддерживаемую монофилетическую группу, что указывает на тесную эволюционную связь между ними, и значительно удалены от *O. glabra* подрода *Phacoxytropis* и *O. aciphylla* подрода *Tragacanthoxytropis*.

### Заключение

Таким образом, на основе анализа полиморфизма межгенных спейсеров хпДНК впервые получены данные о генетическом разнообразии и структуре популяций редкого эндемичного вида *O. komarovii*. Изученные популяции характеризуются высоким гаплотипическим и низким нуклеотидным разнообразием, статистически значимой дифференциацией, которая обусловлена отсутствием общих гаплотипов и присутствием в каждой из них уникальных гаплотипов. Все это указывает на необходимость сохранения каждой популяции *O. komarovii*. Реконструкция филогенетических взаимоотношений показала тесную эволюционную связь между *O. komarovii* и *O. hirta* подрода *Triticaria*, однако отношения между этими двумя близкими таксонами остаются неразрешёнными. Кроме того, выявленные молекулярные различия между *O. borissovae* и *O. aciphylla* секции *Lycotriche* подрода *Tragacanthoxytropis* свидетельствуют о значительной дивергенции их хлоропластных геномов и подтверждают видовую самостоятельность *O. borissovae*.

### Финансирование

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (темы №№ 124012400285-7, 126021217233-0, FWSM (271)-2026-0007).

### Литература (References)

- Артюкова Е. В., Холина А. Б., Козыренко М. М., Журавлёв Ю. Н. 2004. Анализ генетической изменчивости редкого эндемичного вида *Oxytropis chankaensis* Jurtz. (Fabaceae) на основе RAPD-маркеров // *Генетика*. Т. 40. № 7. С. 877–884. (Artyukova E. V., Kholina A. B., Kozyrenko M. M., Zhuravlev Yu. N. 2004. Analysis of genetic variation in rare endemic species *Oxytropis chankaensis* Jurtz. (Fabaceae) using RAPD markers. *Russian Journal of Genetics* 40(7): 710–716.)
- Васильченко И. Т. 1965. К вопросу о генезисе рода остролодочник *Oxytropis* DC. // *Ботанический журнал*. Т. 50. № 3. С. 313–323. (Vassilchenko I. T. 1965. On the problem of the genesis of the genus *Oxytropis* DC. (Leguminosae). *Botanicheskii Zhurnal* 50(3): 313–323. [In Russian].)
- Васильченко И. Т., Федченко Б. А. 1948. Род *Oxytropis*. Подрод *Triticaria* Vass. В кн.: Флора СССР. Т. 13. – М.-Л.: АН СССР. С. 227–229. (Vassilchenko I. T., Fedchenko B. A. 1948. Genus *Oxytropis*. Subgenus *Triticaria* Vass. In: *Flora of the Soviet Union*. Vol. 13. M.-L.: AS USSR, pp. 227–229. [In Russian].)
- Генная инженерия растений. Лабораторное руководство. 1991. – М.: Мир. С. 241–245. (Plant genetic transformation and gene expression. A laboratory manual. 1991. M.: Mir, pp. 241–245. [In Russian].)
- Козыренко М. М., Холина А. Б., Артюкова Е. В., Колдаева М. Н., Якубов В. В., Прокопенко С. В. 2020. Молекулярно-филогенетическая характеристика эндемичных дальневосточных близкородственных видов секции *Orobia* рода *Oxytropis* (Fabaceae) // *Генетика*. Т. 56. № 4. С. 421–432. (Kozyrenko M. M., Kholina A. B., Artyukova E. V., Koldaeva M. N., Yakubov V. V., Prokopenko S. V. 2020. Molecular phylogenetic analysis of the endemic Far Eastern closely related *Oxytropis* species of section *Orobia* (Fabaceae). *Russian Journal of Genetics* 56(4): 429–440.) <https://doi.org/10.1134/S1022795420040043>
- Малышев Л. И. 2008а. Разнообразие рода Остролодка (*Oxytropis*) в Азиатской России // *Turczaninowia*. Т. 11. № 4. С. 5–141. (Malyshev L. I. 2008a. Diversity of the genus *Oxytropis* in Asian Russia. *Turczaninowia* 11(4): 5–141. [In Russian].)
- Малышев Л. И. 2008б. Фенетика подродов и секций остролодок (род *Oxytropis* DC., Fabaceae) в связи с экологией и филогенией // *Сибирский экологический журнал*. № 4. С. 571–576. (Malyshev L. I. 2008b. Phenetics of the subgenera and sections in the genus *Oxytropis* DC.

- (Fabaceae) bearing on ecology and phylogeny. *Contemporary Problems of Ecology* 1(4): 440–444.) <https://doi.org/10.1134/S1995425508040073>
- Пешкова Г. А.** 2001. Флорогенетический анализ степной флоры гор Южной Сибири. – Новосибирск: Наука. 192 с. (**Peshkova G. A.** 2001. Florogenetic analysis of the steppe flora of the Southern Siberian Mountains. Novosibirsk: Nauka, 192 pp. [In Russian].)
- Повыдыш М. Н., Бобылева Н. С., Битюкова Н. В.** 2010. Род 29. *Oxytropis* DC. – Остролодочник. В кн.: Растительные ресурсы России. Т. 3. – СПб. – М.: КМК. С. 65–69. (**Povydysh M. N., Bobyleva N. S., Bityukova N. V.** 2010. Genus 29. *Oxytropis* DC. In: Plant Resources of Russia. Vol. 3. St. Petersburg-M.: KMK, pp. 65–69. [In Russian].)
- Положий А. В.** 1990. Остролодочки (*Oxytropis* DC., Fabaceae) секции *Lycotriche* Bunge во Флоре Сибири. В кн.: Новости систематики высших растений. Т. 27. – Л.: Наука. С. 94–99. (**Polozhiy A. V.** 1990. Generis *Oxytropis* DC. (Fabaceae) sectionis *Lycotriche* Bunge in Florae Sibiriae. In: Novosti sistematiki vysshikh rastenii (News of Systematics of Higher Plants). Vol. 27. L.: Nauka, pp. 94–99. [In Russian].)
- Положий А. В.** 1994. *Oxytropis* DC. В кн.: Флора Сибири. Т. 9. – Новосибирск: Наука. С. 74–151. (**Polozhiy A. V.** 1994. *Oxytropis* DC. In: Flora of Siberia. Vol. 9. Novosibirsk: Nauka, pp. 74–151. [In Russian].)
- Положий А. В.** 2003. К вопросу о происхождении и эволюции рода *Oxytropis* (Fabaceae) // *Ботанический журнал*. Т. 88. № 10. С. 55–59. (**Polozhiy A. V.** 2003. On the problem of the origin and evolution of the genus *Oxytropis* (Fabaceae). *Botanicheskii zhurnal* 88(10): 55–59. [In Russian].)
- Холина А. Б., Артюкова Е. В., Санданов Д. В., Хорева М. Г., Мочалова О. А., Андриянова Е. А., Якубов В. В., Колдаева М. Н., Селютин И. Ю.** 2025. Эндемичные виды *Oxytropis* секции *Orobia* Азиатской России: генетическое разнообразие и демографическая динамика // *Генетика*. Т. 61. № 10. С. 78–98. <https://doi.org/10.7868/S3034510325100074> (**Kholina A. B., Artyukova E. V., Sandanov D. V., Khoreva M. G., Mochalova O. A., Andrianova E. A., Yakubov V. V., Koldaeva M. N., Selyutina I. Yu.** 2025. Endemic *Oxytropis* species of the section *Orobia* in Asian Russia: genetic diversity and demographic dynamics. *Russian Journal of Genetics* 61(10): 1252–1271. <https://doi.org/10.1134/S1022795425700784>)
- Холина А. Б., Козыренко М. М., Артюкова Е. В., Андриянова Е. А., Санданов Д. В., Селютин И. Ю., Хорева М. Г.** 20196. Генетическое разнообразие и филогенетические связи *Oxytropis evenorum* (Fabaceae) по данным секвенирования межгенных спейсеров хлоропластной ДНК // *Вестник СВНЦ ДВО РАН*. № 2. С. 117–125. (**Kholina A. B., Kozyrenko M. M., Artyukova E. V., Andrianova E. A., Sandanov D. V., Selyutina I. Yu., Khoreva M. G.** 2019. Genetic diversity and phylogenetic relationships of *Oxytropis evenorum* (Fabaceae) based on the data of sequencing the intergenic spacers of the chloroplast DNA. *Bulletin of the North-East Scientific Center of FEB RAS*: 117–125. [In Russian].) <https://doi.org/10.1134/S0016675819060055>
- Холина А. Б., Козыренко М. М., Артюкова Е. В., Колдаева М. Н., Санданов Д. В., Селютин И. Ю.** 2021a. Филогенетические связи видов Азиатской России подродов *Phacoxytropis* и *Tragacanthoxytropis* рода *Oxytropis* на основе полиморфизма маркеров хлоропластного и ядерного геномов // *Генетика*. Т. 57. № 9. С. 1039–1053. (**Kholina A. B., Kozyrenko M. M., Artyukova E. V., Koldaeva M. N., Sandanov D. V., Selyutina I. Yu.** 2021a. Phylogenetic relationships of the species of Asian Russia of the subgenera *Phacoxytropis* and *Tragacanthoxytropis* genus *Oxytropis* based on the polymorphism of markers of the chloroplast and nuclear genomes // *Russian Journal of Genetics* 57(9): 1042–1056.) <https://doi.org/10.31857/S0016675821090058>
- Холина А. Б., Козыренко М. М., Артюкова Е. В., Позднякова Т. Э.** 20216. Изменчивость хлоропластной ДНК видов *Oxytropis* секции *Polyadena* (Fabaceae) Азиатской России: популяционный анализ и филогенетические связи // *Известия РАН. Серия биологическая*. Т. 48. № 1. С. 19–29. (**Kholina A. B., Kozyrenko M. M., Artyukova E. V., Pozdnyakova T. E.** 2021b. Variability of chloroplast DNA of *Oxytropis* section *Polyadena* (Fabaceae) from Asian Russia: population analysis and phylogenetic relationships. *Biology Bulletin* 48(1): 16–25.) <https://doi.org/10.1134/S1062359021010076>
- Холина А. Б., Козыренко М. М., Артюкова Е. В., Санданов Д. В.** 2018. Современное состояние популяций эндемичных видов *Oxytropis* Байкальской Сибири и их филогенетические связи по данным секвенирования маркеров хлоропластной ДНК // *Генетика*. Т. 54. № 7. С. 795–806. (**Kholina A. B., Kozyrenko M. M., Artyukova E. V., Sandanov D. V.** 2018. Modern state of populations of endemic *Oxytropis* species from Baikal Siberia and their phylogenetic relationships based on chloroplast DNA markers. *Russian Journal of Genetics* 54(7): 805–815.) <https://doi.org/10.1134/S1022795418070050>

- Холина А. Б., Козыренко М. М., Артюкова Е. В., Санданов Д. В. 2019а. Дивергенция видов *Oxytropis* секции *Verticillares* (Fabaceae) степной флоры Байкальской Сибири на основе анализа хлоропластной ДНК // *Генетика*. Т. 55. № 6. С. 665–674. (Kholina A. B., Kozyrenko M. M., Artyukova E. V., Sandanov D. V. 2019a. The divergence of *Oxytropis* species of section *Verticillares* (Fabaceae) of the steppe flora of Baikal Siberia based on chloroplast DNA sequence data. *Russian Journal of Genetics* 55(6): 701–710.) <https://doi.org/10.1134/S1022795420040043>
- Холина А. Б., Козыренко М. М., Артюкова Е. В., Санданов Д. В., Андриянова Е. А. 2016. Филогенетические взаимоотношения видов *Oxytropis* DC. subg. *Oxytropis* и *Phacoxytropis* (Fabaceae) Азиатской России на основе анализа нуклеотидных последовательностей межгенных спейсеров хлоропластного генома // *Генетика*. Т. 52. № 8. С. 895–909. (Kholina A. B., Kozyrenko M. M., Artyukova E. V., Sandanov D. V., Andrianova E. A. 2016. Phylogenetic relationships of the species of *Oxytropis* DC. subg. *Oxytropis* and *Phacoxytropis* (Fabaceae) from Asian Russia inferred from the nucleotide sequence analysis of the intergenic spacers of the chloroplast genome. *Russian Journal of Genetics* 52(8): 780–793.) <https://doi.org/10.1134/S1022795416060065>
- Avise J. C. 2000. Phylogeography: The history and formation of species. Cambridge, MA: Harvard University Press, 441 p.
- Bandelt H.-J., Forster P., Röhl A. 1999. Median-joining networks for inferring intraspecific phylogenies. *Molecular Biology and Evolution* 16(1): 37–48.
- Blanco-Pastor J. L., Fernández-Mazuecos M., Coello A. J., Pastor J., Vargas P. 2019. Topography explains the distribution of genetic diversity in one of the most fragile European hotspots. *Diversity and Distribution* 25: 74–89. <https://doi.org/10.1111/ddi.12836>
- Bonfeld J. K., Smith K. F., Staden R. 1995. A new DNA sequence assembly program. *Nucleic Acids Research* 23: 4992–4999. <https://doi.org/10.1093/nar/23.24.4992>
- Carvalho Y. G. S., Vitorino L. C., de Souza U. J. B., Bessa L. A. 2019. Recent trends in research on the genetic diversity of plants: implications for conservation. *Diversity* 11: 1–21. <https://doi.org/10.3390/d11040062>
- Excoffier L. 2004. Patterns of DNA sequence diversity and genetic structure after a range expansion: lessons from the infinite-island model. *Molecular Ecology* 13(4): 853–864. <https://doi.org/10.1046/j.1365-294x.2003.02004.x>
- Excoffier L., Lischer H. E. L. 2010. Arlequin suite v3.5: A new series of programs to perform population genetics analyses under Linux and Windows. *Molecular Ecology Resources* 10: 564–567.
- Fu Y. X. 1997. Statistical tests of neutrality of mutations against population growth, hitchhiking and background selection. *Genetics* 147(2): 915–925. <https://doi.org/10.1093/genetics/147.2.915>
- Gitzendanner M. A., Soltis P. S. 2000. Patterns of genetic variation in rare and widespread plant congeners. *American Journal of Botany* 87: 783–792.
- Gouy M., Guindon S., Gascuel O. 2010. SeaView version 4: A multiplatform graphical user interface for sequence alignment and phylogenetic tree building. *Molecular Biology and Evolution* 27: 221–224. <https://doi.org/10.1093/molbev/msp259>
- Guo Ch., Zhang L., Zhao Q., Beckmann M., Phillips H., Meng H., Mo Ch., Mur L. A. J., He W. 2022. Host-species variation and environment influence endophyte symbiosis and mycotoxin levels in Chinese *Oxytropis* species. *Toxins* 14(181): 1–16. <https://doi.org/10.3390/toxins14030181>
- Huang C., Zhang Ch., Aruhan, Tsend-Ayush D., Li M., Xiao P. 2023. A preliminary pharmacophylogenetic study of medicinal plants from genus *Oxytropis* DC. *Chinese Medicine* 18(Suppl 1) (105): 1–11. <https://doi.org/10.1186/s13020-023-00796-8>
- Jia X., Liu Y., Wang S. W., Ma J., Yu J., Yue X., Zhang Y., Wang X. Q. 2022. Screening of metabolic markers present in *Oxytropis* by UHPLC-Q-TOF/MS and preliminary pharmacophylogenetic investigation. *Frontiers in Plant Science* 13: 958460. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.958460>
- Kajtoch L., Cieslak E., Varga Z., Paul W., Mazur M. A., Sramko G., Kubisz D. 2016. Phylogeographic patterns of steppe species in Eastern Central Europe: a review and the implications for conservation. *Biodiversity and Conservation* 25: 2309–2339. <https://doi.org/10.1007/s10531-016-1065-2>
- Kholina A. B., Artyukova E. V., Sandanov D. V. 2025. Extremely high diversity in populations of *Oxytropis aciphylla* at northern boundary of its distribution range. *Plant Systematics and Evolution* 311: Article 19. <https://doi.org/10.1007/s00606-025-01944-3>

- Kholina A., Kozyrenko M., Artyukova E., Sandanov D., Selyutina I. 2021. Genetic diversity of *Oxytropis* section *Xerobia* (Fabaceae) in one of the centres of speciation. *Genetica* 149(2): 89–101. <https://doi.org/10.1007/s10709-021-00115-9>
- Li M. X., Lan Zh. H., Wei L. L., Zhang W. J., Zhang R. X., Jia Zh. P. 2012. Phytochemical and biological studies of plants from the genus *Oxytropis*. *Records of Natural Products* 6(1): 1–20.
- Librado P., Rozas J. 2009. DnaSP v5: A software for comprehensive analysis of DNA polymorphism data. *Bioinformatics* 25(11): 1451–1452. <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/btp187>
- Miller M. A., Pfeiffer W., Schwartz T. 2010. Creating the CIPRES Science Gateway for inference of large phylogenetic trees. *Proceedings of the Gateway Computing Environments Workshop (GCE)*. LA: New Orleans. 1–7. <https://doi.org/10.1109/GCE.2010.5676129>
- Plenk K., Willner W., Demina O. N., Höhn M., Kuzemko A., Vassilev K., Kropf M. 2020. Phylogeographic evidence for long-term persistence of the Eurasian steppe plant *Astragalus onobrychis* in the Pannonian region (eastern Central Europe). *Flora* 264: Article 151555. <https://doi.org/10.1016/j.flora.2020.151555>
- Posada D., Crandall K. A. 1998. Modeltest: testing the model of DNA substitution. *Bioinformatics* 14: 817–818. <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/14.9.817>
- Rogers A. R., Harpending H. 1992. Population growth makes waves in the distribution of pairwise genetic differences. *Molecular Biology and Evolution* 9(3): 552–569. <https://doi.org/10.1093/oxfordjournals.molbev.a040727>
- Ronquist F., Huelsenbeck J. P. 2003. MrBAYES3: Bayesian phylogenetic inference under mixed models. *Bioinformatics* 19: 1572–1574. <https://doi.org/10.1093/bioinformatics/btg180>
- Sandanov D. V., Kholina A. B., Kozyrenko M. M., Artyukova E. V., Wang Zh. 2023. Genetic diversity of *Oxytropis* species from the center of the genus origin: insight from molecular studies. *Diversity* 15(2): 244. <https://doi.org/10.3390/d15020244>
- Selyutina I. Yu., Konichenko E. S., Dorogina O. V., Sandanov D. V. 2016. Genetic diversity of the endangered endemic milkvetch *Astragalus sericeocanus* Gontsch., Fabaceae from the Lake Baikal region. *Biochemical Systematics and Ecology* 68: 163–169. doi: 10.1016/j.bse.2016.07.011
- Shaw J., Lickey E. B., Beck J. T., Farmer S. B., Liu W., Miller J., Siripun K. C., Winder C. T., Schilling E. E., Small R. L. 2005. The tortoise and the hare II: Relative utility of 21 noncoding chloroplast DNA sequences for phylogenetic analysis. *American Journal of Botany* 92: 142–166. <https://doi.org/10.3732/ajb.92.1.142>
- Swofford D. L. 2003. PAUP (Phylogenetic analysis using parsimony). Version 4.04. Sunderland, Massachusetts: Sinauer Associates.
- Taberlet P., Gielly L., Pautou G., Bouvet J. 1991. Universal primers for amplification of three non-coding regions of chloroplast DNA. *Plant Molecular Biology* 17: 1105–1109.
- Tajima F. 1989. Statistical method for testing the neutral mutation hypothesis by DNA polymorphism. *Genetics* 123(3): 585–595. <https://doi.org/10.1093/genetics/123.3.585>
- Wambulwa M. C., Luo Y.-H., Zhu G.-F., Milne R., Wachira F. N., Wu Z.-Y., Wang H., Gao L.-M., Li D.-Zh., Liu J. 2022. Determinants of genetic structure in a highly heterogeneous landscape in Southwest China. *Frontiers in Plant Science* 13: Article 779989. <https://doi.org/10.3389/fpls.2022.779989>
- Wang B., Tian Zh., Lang Sh., Kong Q., Liu X., Chen Y., Hua M., Zhou Q., Yu X., Feng H., Wang F., Zhou H. 2024. The genus *Oxytropis* DC: application, phytochemistry, pharmacology, and toxicity. *Journal of Pharmacy and Pharmacology* 76: 1079–1114. <https://doi.org/10.1093/jpp/rgae048>
- Wang H., Liu P.-L., Li J., Yang H., Li Q., Chang Zh.-Y. 2021. Why more leaflets? The role of natural selection in shaping the spatial pattern of leaf-shape variation in *Oxytropis diversifolia* (Fabaceae) and two close relatives. *Frontiers in Plant Science* 12: Article 681962. <https://doi.org/10.3389/fpls.2021.681962>
- Wojciechowski M. F. 2005. *Astragalus* (Fabaceae): a molecular phylogenetic perspective. *Brittonia* 57: 382–396.
- Zhang Ch., Zhao Sh., Ablat A., Ding X., Hu W. 2025. The complete chloroplast genome of *Oxytropis monophylla* (Fabaceae): insights into genome features and evolutionary relationships. *Mitochondrial DNA Part B* 10(9): 826–830. <https://doi.org/10.1080/23802359.2025.2548846>
- Zhu X., Welsh S. L., Ohashi H. 2010. *Oxytropis* In: Wu Z-Y et al. (eds.). *Flora of China*. Vol. 10, pp. 453–500. (<http://www.efloras.org>)

УДК 595.762.12 (571.62)

[https://doi.org/10.25221/2782-1978\\_2026\\_3\\_2](https://doi.org/10.25221/2782-1978_2026_3_2)

<https://elibrary.ru/eemxfl>

## Новые сведения о жуках-скакунах и жужелицах (Coleoptera: Cicindelidae, Carabidae) особо охраняемых природных территорий амурского бассейна в Хабаровском крае

Ольга Вячеславовна Куберская<sup>1,2✉</sup>, Юрий Николаевич Сундуков<sup>3</sup>

<sup>1</sup>ФГБУ Заповедное Приамурье», Хабаровск, 680038, Россия

<sup>2</sup>Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, Хабаровск, 680000, Россия

<sup>3</sup>Федеральный научный центр биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии  
ДВО РАН, Владивосток, 690022, Россия

✉ Автор-корреспондент, e-mail: [leonika-00@mail.ru](mailto:leonika-00@mail.ru)

Получена 7 апреля 2026 г.; принята к публикации 28 августа 2026 г.

**Аннотация.** Внесены дополнения в список семейств Cicindelidae и Carabidae Комсомольского заповедника (4 вида), национального парка «Ануйский» (17 видов и памятника природы «Кедрово-тисовая роща» (7 видов). Для семи видов, редких в Хабаровском крае, дополнены сведения о местах обитания и изученных экземплярах.

**Ключевые слова:** жужелицы, жуки-скакуны, фауна, видовой состав, новые находки, охраняемые территории.

## New data on tiger beetles and ground beetles (Coleoptera: Cicindelidae, Carabidae) of specially Protected Natural Areas of the Amur basin in Khabarovsk Krai

Olga V. Kuberskaya<sup>1,2✉</sup>, Yurii N. Sundukov<sup>3</sup>

<sup>1</sup>FSBI Zapovednoye Priamurye, Khabarovsk, 680038, Russia

<sup>2</sup>Institute of Water and Ecological Problems, Far Eastern Branch of the Russian Academy  
of Sciences, Khabarovsk, 680000, Russia

<sup>3</sup>Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity, Far Eastern Branch  
of the Russian Academy of Sciences, Vladivostok, 690022, Russia

✉ Corresponding author, e-mail: [leonika-00@mail.ru](mailto:leonika-00@mail.ru)

Received April 7, 2026; accepted August 28, 2026

**Abstract.** Additions to the species lists of the families Cicindelidae and Carabidae are reported for Komsomolsky Nature Reserve (four species), Anyuisky National Park (17 species), and the Cedar-yew Grove Natural Monument (seven species). For seven species that are rare in Khabarovsk Krai, information on habitats and examined specimens is provided.

**Keywords:** Carabidae, Cicindelidae, fauna, species composition, new records, protected area.

## Введение

Поскольку особо охраняемые природные территории (ООПТ) изъяты полностью или частично из хозяйственного использования, имеют режим особой охраны и считаются общенациональным достоянием, они в своём большинстве представляют наименее нарушенные природные экосистемы. Вполне закономерно, что их биоты рассматривают как эталонные, характеризующие биоразнообразие, некогда представленное на всем пространстве, окружающем охраняемую территорию, что вызывает повышенное внимание исследователей к изучению их флоры и фауны. Списки видов ООПТ служат основой для кадастров растительного и животного мира заповедных угодий. Эти кадастры во многом определяют стратегию природоохранной деятельности ООПТ и даже регионального природопользования. Без списков локальных биот

немыслимо организовать качественный мониторинг состояния окружающей среды, отследить исчезновение или появление отдельных видов. Таксономические списки обитателей ООПТ представляют базу данных, используемую при решении многих вопросов биогеографии и экологии (Мутин 2025).

В настоящее время в Хабаровском крае в различном статусе учреждены и функционируют 13 ООПТ федерального значения, 102 объекта краевого значения и 47 – местного значения (Министерство природных ресурсов Хабаровского края 2026).

Для некоторых заповедных территорий Хабаровского края за последние десятилетия получены относительно полные или первичные сведения о жуках-скакунах и жужелицах. Это заповедники «Большехехцирский» (Рогатных и др. 2013), «Ботчинский» (Якубович, Олейников 2010), «Буреинский» (Кошкин и др. 2016), «Комсомольский» (Куберская 2017; Sundukov, Kuberskaya 2024); национальные парки «Ануйский» им. В. К. Арсеньева (Куберская, Сундуков 2025б; Сундуков и др. 2026), «Шантарские острова» (Sundukov et al. 2021; Куберская, Сундуков 2025а); заказники «Ольджиканский» (Будилов, Куберская 2015; Sundukov, Kuberskaya 2024), «Удыль» (Куберская и др. 2019; Sundukov, Kuberskaya 2024), «Хехцирский» (Будилов 2017); Баджальский хребет, где находится одноименный заказник (Sundukov, Kuberskaya 2020); памятники природы «Кедрово-тисовая роща» (Куберская 2019), «Оползневое озеро Амут» на хребте Мяо-Чан (Куберская, Мутин 2016), «Силинский лес» (Куберская, Мутин 2020; Sundukov, Kuberskaya 2024).

Наше сообщение является дополнением к перечисленным статьям, содержащим списки видов жуков-скакунов и жужелиц государственного природного заповедника «Комсомольский», откуда к моменту данной публикации насчитывалось 214 видов, национального парка «Ануйский», откуда было известно 217 видов (из них *Stenolophus connotatus* Bates, 1873 был указан ошибочно) (Куберская, Сундуков 2025б; Sundukov, Kuberskaya 2025), весь материал относится к *Loxoncus circumcinctus* (Motschulsky, 1858)) и памятника природы «Кедрово-тисовая роща», где числился 31 вид.

## Материалы и методы

Сборы жуков проводились:

В *Комсомольском заповеднике*: на пустыре (50°43'40.19" N, 137°23'23.74" E) и у безымянного ручья (левый приток реки Каменская, 50°43'40.93" N, 137°23'26.23" E) около кордона «Каменная падь». Годы сборов – 2022, 2024, сборщик О. В. Куберская (в аннотированном списке сокращение – ОК).

На *территории национального парка «Ануйский» и близ его границ*: у скал Надге, во вторичном берёзово-осиновом и смешанном лесу (49°16'48.95" N, 137°56'45.57" E), на берегу реки Ануй в устье ручья Березовый (49°18'33.88" N, 137°54'36.21 " E) и напротив устья ручья Болотистый (49°18'37.23" N, 137°51'36.60" E); в горном хвойно-широколиственном лесу на реке Ануй неподалеку от устья реки Богбасу (49°22'39.92" N, 137°42'50.20" E), в 5 км от устья реки Тормасу вверх по её течению, в долинном смешанном лесу (49°18'25.92" N, 137°34'29.04" E); на косе реки Ануй от устья реки Соломи (49°21'27.50" N, 137°33'30.77" E) до реки Мухе (49°22'25.28" N, 137°26'14.63" E), в 20 км юго-западнее села Арсеньево на научной базе на реке Ута (49°04'48.94" N, 136°55'06.74" E), в 7 км северо-восточнее базы на реке Ута, на осоково-разнотравном болоте у дороги в село Арсеньево (49°06'29.44" N, 136°59'29.23" E), в широколиственном лесу на безымянном ручье по дороге к селу Троицкое (49°02'55.59" N, 136°52'32.90" E) и на реке Картанга (49°00'43.02" N, 136°42'16.12" E). Год сбора – 2025, сборщики О. В. Куберская, Ю. Н. Сундуков (ЮС), Л. А. Сундукова (ЛС) и Е. С. Кошкин (ЕК).

На территории памятника природы «Кедрово-тисовая роща»: на лесной просеке (50°36'54.48" N, 137°01'43.60" E) и в белоберёзовом лесу (50°36'51.16" N, 137°01'36.26" E) у лыжной базы «Снежинка». Год сбора – 2022, сборщик О. В. Куберская.

Представленный материал хранится в коллекциях Федерального научного центра биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН, Владивосток (рег. номер 2797657) (ФНЦ) и Государственного природного заповедника «Комсомольский», Комсомольск-на-Амуре (КГЗ).

Распространение и экология жужелиц приведены по Аннотированному каталогу насекомых Дальнего Востока России (Сундуков 2025) с добавлениями (Kazulka et al. 2025).

**Дополнения к списку жуков-скакунов и жужелиц (Coleoptera: Cicindelidae, Carabidae) особо охраняемых природных территорий амурского бассейна в Хабаровском крае**

Семейство CICINDELIDAE  
Подсемейство CICINDELINAE  
Триба CICINDELINI

*Cicindela (Cicindela) sachalinensis raddei* Morawitz, 1862

Материал. Кедрово-тисовая роща: лесная просека, 17.05–20.07.2022, ОК, 11 экз. (КГЗ).

Распространение. Россия: юг Хабаровского края, Еврейская АО, Амурская область, Приморский край. – Китай (Северный, Северо-восточный, Центральный и Юго-западный), Монголия.

Экология. Лесные дороги, поляны в поймах рек, просеки; в горы поднимается до высоты 1500 м над уровнем моря.

Примечание. Впервые приводится для Кедрово-тисовой рощи.

Семейство CARABIDAE  
Подсемейство NEBRIINAE  
Триба NEBRIINI

*Nebria (Catonebria) baicalopacifica* Dudko et Shilenkov, 2006

Материал. Анюйский национальный парк: берег реки Анюй, в устье ручья Берёзовый, 08.08.2025, ОК, 1 экз. (КГЗ).

Распространение. Россия: юг Магаданской области, Хабаровский край (включая о-в Большой Шантар), север Амурской области, Приморский край (Сихотэ-Алинь), Северный Сахалин; Юго-восточная Якутия, север Бурятии, север Иркутской области.

Экология. Галечниковые и каменистые берега горных рек и ручьёв.

Примечание. Впервые приводится для Анюйского национального парка.

Триба NOTIOPHILINI

*Notiophilus aquaticus* (Linnaeus, 1758)

Материал. Анюйский национальный парк: у скал Надге, в лесной подстилке вторичного берёзово-осинового леса, 13.08.2025, ОК, 1 экз. (КГЗ).

Распространение. Россия: юг Чукотского АО, Магаданская область, Камчатский край, Хабаровский край, север Амурской области, Сахалин, Курильские острова (Шумшу, Парамушир, Онекотан, Шикотан); Якутия, Забайкальский край, Бурятия, Иркутская область. – Япония (Хоккайдо, Хонсю), Монголия. Аркто-бореальный голарктический вид; на юге в горах.

Экология. Открытые биотопы: приморские и пойменные луга, тундры, заросли кустарников; нередко у воды.

Примечание. Впервые приводится для Анюйского национального парка.

***Notiophilus impressifrons* Morawitz, 1862**

Материал. *Ануйский национальный парк*: 5 км от устья реки Тормасу вверх по её течению, в долинном смешанном лесу, 9.08.2025, ОК, 1 экз. (КГЗ), 9.08.2025, ЮС и ЛС, 3 экз. (ФНЦ).

Распространение. Россия: юг Магаданской области, юг Хабаровского края, Еврейская АО, юг Амурской области, Приморский край, юг Сахалинской области, Южные Курильские острова (Кунашир, Шикотан, Полонского); Забайкальский край, Бурятия, Иркутская область, Хакасия. – Япония (везде), Северная Корея, Южная Корея, Северо-восточный Китай, Монголия.

Экология. В лесах, на лесных полянах и опушках, приморских лугах.

Примечание. Впервые приводится для Ануйского национального парка.

Подсемейство CARABINAE

Триба CARABINI

***Carabus (Damaster) smaragdinus mandshuricus* Semenov, 1898**

Материал. *У южной границы Ануйского национального парка*: 20 км юго-западнее села Арсеньев на научной базе на реке Ута, 3–5.08.2025, ОК, 2 экз. (КГЗ), ЮС, 1 экз. (ФНЦ).

Распространение. Россия: юг Хабаровского края, Еврейская АО, юг Амурской области, Приморский край. – Северная Корея, Северо-восточный Китай.

Экология. В неморальных лесах, зарослях приморских кустарников и высокотравья, на приморских лугах.

Примечание. Впервые приводится для Ануйского национального парка. Редкий вид в Хабаровском крае, известный только с правобережья реки Амур. Кроме наших сборов, ещё отмечался из окрестностей города Хабаровск (Breuning 1937) и его южных пригородов: в окрестностях села Сосновка (широколиственный лес у Института экологии, 28.05.1998, Ю. Н. Сундуков, 2 экз.) и на Сопке Двух братьев в 1972–1973 гг. (устное сообщение В. А. Мутина, АмГПГУ, г. Комсомольск-на-Амуре). В каталогах, определителях и других сводках указывается в общем для Хабаровского края, для его юга, Приамурья или реки Амур, без конкретных мест сбора материала (Лафер 1989; Obydov 2005; Сундуков 2009, 2013, 2025). Возможно, при обследовании разреженных дубняков на южных склонах вид будет найден и на левобережье реки Амур.

***Carabus (Hemicarabus) macleayi macleayi* Dejean, 1826**

Материал. *Ануйский национальный парк*: берег реки Ануй напротив устья ручья Болотистый, 8.08.2025, 13.08.2025, ЮС, 2 экз. (ФНЦ).

Распространение. Россия: Чукотский АО, Магаданская область, Камчатский край, Хабаровский край, Еврейская АО, Амурская область, Приморский край, Северный Сахалин; Якутия, Забайкальский край, Бурятия, Иркутская область, Сибирь. – Северная Корея, Северо-восточный Китай, Северная Монголия.

Экология. Горные тундры, опушки и поляны в таёжных лесах, горные приморские дубняки.

Примечание. Впервые приводится для Ануйского национального парка.

Подсемейство ELAPHRINAE

Триба ELAPHRINI

***Elaphrus (Elaphroterus) punctatus* Motschulsky, 1844**

Материал. *Комсомольский заповедник*: пустырь у кордона «Каменная падь», 30.05–4.06.2024, ОК, 1 экз. (КГЗ).

Распространение. Россия: юг Хабаровского края, Еврейская АО, юг Амурской области, Приморский край, Южные Курильские острова (Кунашир); Забайкальский край, Бурятия, Иркутская область, Тыва. – Япония (Хоккайдо, Хонсю), северный Китай, Тибет, Монголия.

Экология. Берега водоёмов в лесной зоне.

Примечание. Впервые приводится для Комсомольского заповедника. Редкий вид в Хабаровском крае. В коллекции ФНЦ хранится один экземпляр, собранный И. А. Никитиной

17–19.05.2004 г. в Болоньском заповеднике. Указывался по трём экземплярам из поселка Софийск Верхнебуреинского района (Будилов 2019).

Подсемейство SCARITINAE

Триба DYSCHIRIINI

***Dyschirius (Eudyschirius) ordinatus* Bates, 1873**

Материал. У южной границы Анойского национального парка: 7 км северо-восточнее базы на реке Ута, на осоково-разнотравном болоте у дороги в село Арсеньево, 5.08.2025, ОК, 1 экз. (КГЗ).

Распространение. Россия: юг Хабаровского края, юг Амурской области, Приморский край, Южный Сахалин. – Япония (Хоккайдо, Хонсю, Кюсю), Китай (Хэйлуньцзян, Хэбей, Шанхай), Шри-Ланка.

Экология. Заболоченные берега стоячих водоемов, песчаные берега рек и ручьёв.

Примечание. Впервые приводится для Анойского национального парка.

Подсемейство TRECHINAE

Триба TRECHINI

***Trechus (Trechus) apicalis* Motschulsky, 1845**

Материал. Анойский национальный парк: 5 км от устья реки Тормасу вверх по её течению, в долинном смешанном лесу, 9.08.2025, ЮС, 1 экз. (ФНЦ).

Распространение. Россия: Чукотский АО, Магаданская область, Камчатский край, Командорские о-ва, Хабаровский край, Приморский край, Сахалин, Северные и Средние Курильские острова (Шумшу, Парамушир, Онекотан). – Япония (Рисири), Северная Америка.

Экология. В лесах; в горы поднимается до верхней границы леса.

Примечание. Впервые приводится для Анойского национального парка.

Триба BEMBIDIINI

***Bembidion (Metallina) properans* (Stephens, 1828)**

Материал. Анойский национальный парк: у скал Надге, в лесной подстилке вторичного берёзово-осинового леса, 13.08.2025, ОК, 1 экз. (КГЗ).

Распространение. Россия: юг Хабаровского края (включая о-в Большой Шантар), Еврейская АО, юг Амурской области, Приморский край; Южная Якутия, юг Забайкальского края, Бурятия. – Монголия. Транспалеарктический вид, на западе ареала полизональный; интродуцирован в Северную Америку.

Экология. В лесах, редколесьях; в горы поднимается до субальпийского пояса кустарников.

Примечание. Впервые приводится для Анойского национального парка.

***Bembidion (Plataphus) infuscatipenne* Netolitzky, 1938**

Материал. Комсомольский заповедник: песчано-галечниковый берег безымянного ручья левого притока реки Каменская у кордона «Каменная падь», 23.06.2022, ОК, 1 экз. (КГЗ).

Распространение. Россия: юг Хабаровского края, Еврейская АО, Амурская область, Приморский край. – Северная Корея.

Экология. Галечниковые берега рек и ручьёв.

Примечание. Впервые приводится для Комсомольского заповедника.

***Bembidion (Terminophanes) mckinleyi scandicum* Lindroth, 1943**

Материал. Анойский национальный парк: берег реки Аной напротив устья ручья Болотистый, 8.08.2025, ЮС, 1 экз. (ФНЦ).

Распространение. Россия: Магаданская область, Хабаровский край (на юг до Северного Сихотэ-Алиня), север Амурской области; Якутия, север Забайкальского края, Бурятия, Иркутская область, горы Южной Сибири. – Северная Монголия, Северная Европа (Скандинавский п-ов).

Экология. Берега горных рек и ручьёв.

Примечание. Впервые приводится для Анюйского национального парка. Редкий вид в Хабаровском крае. Указывался с берегов реки Омот-Макит на Баджалском хребте (Sundukov, Kuberskaya 2020) и с крайнего севера Сихотэ-Алиня (Сундуков 2013).

Подсемейство HARPALINAE

Триба PTEROSTICHINI

***Pterostichus (Bothriopterus) subovatus subovatus* (Motschulsky, 1861)**

Материал. Анюйский национальный парк: у скал Надге, в лесной подстилке вторичного берёзово-осинового леса, 13.08.2025, ОК, 1 экз. (КГЗ).

Распространение. Россия: юг Хабаровского края, Еврейская АО, юг Амурской области, Приморский край, Сахалин, о-в Монерон, Южные Курильские острова (Итуруп, Кунашир, Шикотан, Полонского). – Япония (везде), Северная Корея, Южная Корея, Северо-восточный Китай.

Экология. Влажные и заболоченные луга, увлажнённые пойменные леса, лесные поляны, берега водоемов.

Примечание. Впервые приводится для Анюйского национального парка.

***Pterostichus (Eosteropus) discrepans* Morawitz, 1862**

Материал. У южной границы Анюйского национального парка: среднее течение реки Хар, сфагновое болото, 1.08.2025, ЮС и ЛС, 3 экз. (ФНЦ); 7 км северо-восточнее базы на реке Ута, на осоково-разнотравном болоте у дороги в село Арсеньево, 6.08.2025, ЮС, 1 экз. (ФНЦ); песчано-галечниковая коса на реке Анюй напротив устья реки Соломи, 2.08.2025, ОК, 1 экз. (КГЗ).

Распространение. Россия: юг Магаданской области, юг Хабаровского края, Еврейская АО, юг Амурской области, Приморский край; Южная Якутия, Забайкальский край, Бурятия, Западная Сибирь. – Северная Монголия.

Экология. Мохово-осоковые болота, заболоченные папоротниковые и осоково-пушицевые луга, заболоченные берега стоячих водоёмов.

Примечание. Впервые приводится для Анюйского национального парка.

Триба SPHODRINI

***Synuchus (Synuchus) congruus* (Morawitz, 1862)**

Материал. Анюйский национальный парк: коса реки Анюй от устья реки Соломи до реки Мухе, 12.08.2025, ЮС, 1 экз. (ФНЦ).

Распространение. Россия: юг Хабаровского края, Еврейская АО, юг Амурской области, Приморский край, Южный Сахалин, Южные Курильские острова (Кунашир, Шикотан, Юрий); юг Забайкальского края, Бурятия, юг Иркутской области, Южная Сибирь, Южный Урал. – Япония (везде), Северная Корея, Южная Корея, Китай (Шаньси, Шэньси) (Сундуков 2025), Северо-восточная Европа (Беларусь, Латвия, Польша) (Kazulka et al. 2025).

Экология. В неморальных и смешанных лесах, на лесных опушках, в высокотравье.

Примечание. Впервые приводится для Анюйского национального парка.

***Synuchus (Synuchus) melanthero* (Bates, 1883)**

Материал. У южной границы Анюйского национального парка: широколиственный лес на безымянном ручье по дороге к селу Троицкое, 1–4.08.2025, ОК, 1 экз. (КГЗ).

Распространение. Россия: юг Хабаровского края, юго-восток Амурской области, Приморский край, Южный Сахалин, Средние и Южные Курильские острова (Уруп, Итуруп, Кунашир, Шикотан). – Япония (везде), Северная Корея, Южная Корея, Китай (Ляонин).

Экология. В неморальных и смешанных лесах, на лесных опушках, в высокотравье.

Примечание. Впервые приводится для Анюйского национального парка. Редкий вид в Хабаровском крае. Ранее был известен только из Силинского парка города Комсомольск-на-Амуре по одному экземпляру (Сундуков, Куберская 2016).

Триба PLATYNINI

***Agonum (Europhilus) jurecekianum* Jedlička, 1952**

Материал. Комсомольский заповедник: пустырь у кордона «Каменная падь», 30.05–4.06.2024, ОК, 1 экз. (КГЗ).

Распространение. Россия: юг Хабаровского края, Еврейская АО, Приморский край, Южные Курильские острова (Кунашир). – Япония (Хоккайдо, Хонсю).

Экология. Луга, лесные поляны, редколесья, берега водоёмов.

Примечание. Впервые приводится для Комсомольского заповедника. Ранее указывался из города Комсомольск-на-Амуре, поселка Селихино и Анойского национального парка (Куберская, Сундуков 2025б).

***Agonum (Olisares) sculptipes* (Bates, 1883)**

Материал. Кедрово-тисовая роща: белоберёзовый лес, 30.06–18.07.2022, ОК, 1 экз. (КГЗ).

Распространение. Россия: юг Хабаровского края, Еврейская АО, юг Амурской области, Приморский край, Южный Сахалин, Южные Курильские острова (Кунашир); юг Забайкальского края, Южная Бурятия. – Япония (Хоккайдо, Хонсю), Северная Корея, Северо-восточный Китай, Монголия.

Экология. Болота, заболоченные осоковые луга, заболоченные берега водоёмов.

Примечание. Впервые приводится для Кедрово-тисовой рощи.

***Platynus mannerheimii* (Dejean, 1828)**

Материал. У южной границы Анойского национального парка: пойменный лес на реке Картанга, 1.08.2025, ОК, 1 экз. (КГЗ); там же, 7 км северо-восточнее базы на реке Ута, на осоково-разнотравном болоте у дороги в село Арсеньево, 6.08.2025, ЮС, 1 экз. (ФНЦ).

Распространение. Россия: юг Хабаровского края, Еврейская АО, Амурская область, Приморский край, Сахалин; Бурятия, Иркутская область, Западная Сибирь, Урал, европейская часть (центр, север). – Северная Европа, Северная Америка.

Экология. В пойменных лесах и зарослях кустарников на заболоченных или затопляемых берегах водоёмов.

Примечание. Впервые приводится для Анойского национального парка.

Триба ZABRINI

***Amara (Amara) lunicollis* Schiødtte, 1837**

Материал. Анойский национальный парк: на террасе у скал Надге, в лесной подстилке смешанного леса, 8.08.2025, ЮС, 1 экз. (ФНЦ); Кедрово-тисовая роща: белоберёзовый лес, 30.06–18.07.2022, ОК, 1 экз. (КГЗ).

Распространение. Россия: юг Магаданской области, Камчатский край, Хабаровский край, Еврейская АО, юг Амурской области, Приморский край, Сахалин; Якутия, Забайкальский край, Бурятия. – Япония (Хоккайдо), Китай (Северный, Тибет), Монголия. Полизоональный транспалеаркт; интродуцирован в Северную Америку.

Экология. В лесах, редколесьях, на лугах, лесных полянах и опушках; в горы поднимаются до субальпийского пояса.

Примечание. Впервые приводится для Анойского национального парка и Кедрово-тисовой рощи.

***Amara (Amara) orienticola* Lutshnik, 1935**

Материал. Кедрово-тисовая роща: лесная просека, 17–30.05.2022, ОК, 7 экз. (КГЗ).

Распространение. Россия: юг Хабаровского края, Еврейская АО, юг Амурской области, Приморский край, Южный Сахалин, Южные Курильские острова (Шикотан); юг Якутии, Забайкальский край, Бурятия, юг Иркутской области, юг Красноярского края. – Северная Корея, Северо-восточный и Северный Китай, Монголия.

Экология. Мезофильные и приморские луга, редколесья, агроценозы, населённые пункты.

Примечание. Впервые приводится для Кедрово-тисовой рощи.

#### Триба HARPALINI

##### *Acupalpus (Setacupalpus) hilaris* Tschitschérine, 1899

Материал. Комсомольский заповедник: пустырь у кордона «Каменная падь», 30.05–4.06.2024, ОК, 1 экз. (КГЗ).

Распространение. Россия: юг Хабаровского края, Еврейская АО, юг Амурской области, Приморский край, Южные Курильские острова (Кунашир). – Япония (Хоккайдо, Хонсю, Кюсю), Южная Корея.

Экология. Заболоченные и влажные луга, лесные опушки; залетает в субальпийский пояс.

Примечание. Впервые приводится для Комсомольского заповедника. Самая восточная находка вида в Приамурье. Ранее указывался из окрестностей города Хабаровск и Анюйского национального парка (Tschitschérine 1899; Сундуков, Куберская 2023; Куберская, Сундуков 2025б).

##### *Harpalus (Anamblystus) latus* (Linnaeus, 1758)

Материал. Кедрово-тисовая роща: белоберёзовый лес, 30.06–18.07.2022, ОК, 2 экз. (КГЗ); там же, лесная просека, 17.05–20.07.2022, ОК, 6 экз. (КГЗ).

Распространение. Россия: Камчатский край, юг Хабаровского края, Еврейская АО, Амурская область, Приморский край, Сахалин, Северные и Южные Курильские острова (Парамушир, Итуруп, Кунашир, Шикотан, Полонского, Танфильева, Юрий); Южная Якутия, Забайкальский край, Бурятия, Иркутская область. – Япония (Хоккайдо), Северная Корея, Монголия. Транспалеаркт.

Экология. В лесах.

Примечание. Впервые приводится для Кедрово-тисовой рощи.

##### *Harpalus (Anamblystus) xanthopus xanthopus* Gemminger et Harold, 1868

Материал. Кедрово-тисовая роща: лесная просека, 30.06–10.07.2022, ОК, 1 экз. (КГЗ).

Распространение. Россия: юг Магаданской области, Камчатский край, Хабаровский край, Еврейская АО, Амурская область, Приморский край, Южный Сахалин, Южные Курильские острова (Кунашир); Южная Якутия, Забайкальский край, Бурятия, Иркутская область, Южная Сибирь. – Северо-восточный и Северо-западный Китай, Монголия, Северо-восточный Казахстан, Кыргызстан.

Экология. В лесах.

Примечание. Впервые приводится для Кедрово-тисовой рощи.

#### Триба CHLAENIINI

##### *Chlaenius (Chlaenius) pallipes* (Gebler, 1823)

Материал. Кедрово-тисовая роща: лесная просека, 11–19.06.2022, ОК, 1 экз. (КГЗ).

Распространение. Россия: юг Хабаровского края, Еврейская АО, Амурская область, Приморский край, Южные Курильские острова (Кунашир). – Япония (езде), Северная Корея, Южная Корея, Китай (Северо-восточный, Северный, Центральный и Юго-западный).

Экология. На лугах, лесных полянах, берегах рек, в населённых пунктах.

Примечание. Впервые приводится для Кедрово-тисовой рощи.

#### Триба LEBIINI

##### *Cymindis (Tarulus) vaporariorum* (Linnaeus, 1758)

Материал. Анюйский национальный парк: у скал Надге, в лесной подстилке вторичного берёзово-осинового леса, 13.08.2025, ОК, 1 экз. (КГЗ).

Распространение. Россия: Чукотский АО, Магаданская область, Камчатский край, Хабаровский край, Еврейская АО, Амурская область, Приморский край, Сахалин, Курильские

острова (все острова); Якутия, Забайкальский край, Бурятия, Иркутская область. – Япония (Хоккайдо, Хонсю), Китай (Северо-восточный, северный и Северо-западный), Монголия. Северная Америка (Аляска). Субтрансглоаркт.

Экология. Зональные тундры, леса, горные тундры, субальпика, приморские луга.

Примечание. Впервые приводится для Анюйского национального парка.

***Parena (Bothynoptera) tripunctata* (Bates, 1873)**

Материал. У южной границы Анюйского национального парка: 20 км юго-западнее села Арсеньев на научной базе на реке Ута, на свет, 3–5.08.2025, ЮС и ЛС, 2 экз. (ФНЦ); Анюйский национальный парк: горный хвойно-широколиственный лес на реке Аной неподалеку от устья реки Богбасу, на свет, 8.08.2025, ЕК, 4 экз. (ФНЦ).

Распространение. Россия: юг Хабаровского края, Приморский край, Южный Сахалин, Южные Курильские острова (Итуруп, Кунашир, Шикотан). – Япония (езде), Северная Корея, Южная Корея, Восточный Китай.

Экология. В кронах деревьев и кустарников в неморальных и смешанных лесах.

Примечание. Из Анюйского национального парка приводился лишь в государственном кадастре объектов животного мира по сборам В. В. Дубатолова в 2021 г., определённым Р. Ю. Дудко (ИСЭЖ СО РАН, Новосибирск). Помимо указанного материала, из Хабаровского края нам также известны находки этого вида в Бикинском районе (8 км ЮВ с. Бойцово, научная база «Шивки» (ИВЭП ДВО РАН), на свет, 5–9.09.2025, Е. С. Кошкин, 22 экз.) и Ванинском районе (окрестности санатория Горячий ключ в 7 км ЮЗ станции Тумнин, 2016, В. А. Мутин, устное сообщение).

## Заключение

Таким образом, с территории государственного природного заповедника «Комсомольский» в настоящее время известно 3 вида из 2 родов, 1 трибы и 1 подсемейства семейства Cicindelidae и 215 видов из 52 родов, 23 триб и 10 подсемейств семейства Carabidae. В национальном парке «Анюйский» имени В. К. Арсеньева всего отмечено 4 вида из 2 родов, 1 трибы и 1 подсемейства семейства Cicindelidae и 230 видов из 60 родов, 26 триб и 10 подсемейств семейства Carabidae. На территории памятника природы «Кедрово-тисовая роща» насчитывается 1 вид семейства Cicindelidae и 37 видов из 12 родов, 10 триб и 3 подсемейств семейства Carabidae. Для редких в Хабаровском крае *Acupalpus hiliaris*, *Agonum jurecekianum*, *Bembidion mckinleyi*, *Carabus smaragdinus*, *Elaphrus punctatus*, *Parena tripunctata* и *Synuchus melantho* дополнены сведения о местах обитания и изученных экземплярах.

Всего на территории Хабаровского края известно порядка 450 видов карабионидных жуков семейств Trachypachidae, Rhysodidae, Cicindelidae и Carabidae. При этом на территории памятника природы «Кедрово-тисовая роща» не стоит ожидать большого увеличения числа уже известных видов, поскольку это лесная территория, весьма ограниченная по площади и скудная по микроклиматическим условиям. Противопоставить данную ООПТ можно большему по площади, разнообразному по лесным, открытым и рипарийным местообитаниям памятнику природы «Силинский лес», который также расположен в черте г. Комсомольск-на-Амуре, но насчитывает 155 видов Cicindelidae и Carabidae (Куберская, Мутин 2020; Sundukov, Kuberskaya 2024). Национальный парк «Анюйский» является естественной границей для некоторых представителей бореальной фауны, находящихся здесь на южной периферии ареала. При этом наибольшее сходство видового состава жужелиц наблюдается с Комсомольским заповедником. Обе территории объединены долиной р. Амур и зоной смешанных хвойно-широколиственных и широколиственных лесов. В границах национального парка практически необследованными остаются высокогорные участки северо-западного Сихотэ-Алиня, где, вероятно, следует ожидать ещё не менее полусотни видов

Carabidae, в том числе узколокальных горных эндемиков. Территория Комсомольского заповедника является относительно наиболее изученной. Однако, если дополнительно целенаправленно обследовать кроны деревьев и кустарников, заболоченные и заросшие высокотравьем берега рек, озёр и других водоёмов, осоковые болота, то к уже известным жужелицам ООПТ с большей долей вероятности добавятся виды из родов *Agonum* Bonelli, 1810, *Bembidion* Latreille, 1802, *Diplocheila* Brullé, 1837 *Lachnocrepis* LeConte, 1853, *Metacarpodes* Jeannel, 1948, *Odacantha* Paykull, 1798, *Oodes* Bonelli, 1810, *Parena* Motschulsky, 1860 и некоторые другие.

### Благодарности

Выражаем искреннюю благодарность Е. С. Кошкину (ИВЭП ДВО РАН, Хабаровск) за содействие при сборе материала в ходе полевых работ.

Работа Куберской О. В. выполнена в рамках государственного задания Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации (тема № 126020316358-3), Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (тема № 126031118637-5).

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

### Литература (References)

- Будиллов П. В.** 2017. К фауне жуков жужелиц (Coleoptera, Carabidae) Малого Хехцира (Хабаровский край) // *Региональные проблемы*. Т. 20, № 4. С. 38–39. (**Budilov P. V.** 2017. To the fauna of ground beetles (Coleoptera, Carabidae) of the Malyy Khekhtsir mountain range (Khabarovsk Territory). *Regional Problems* 20(4): 38–39 [In Russian].)
- Будиллов П. В.** 2019. К фауне жуков жужелиц (Coleoptera, Carabidae) многолетней почвенной залежи поселка Софийск (Верхнебуреинский район Хабаровского края) // *Региональные проблемы*. Т. 22, № 4. С. 37–39. (**Budilov P. V.** 2019. To the fauna of the ground beetles (Coleoptera, Carabidae) of perennial soil deposit in the settlement of Sofiysk (Verkhnebureinsky district of the Khabarovsk Territory). *Regional Problems* 22(4): 37–39. [In Russian].) <https://doi.org/10.31433/2618-9593-2019-22-4-37-39>
- Будиллов П. В., Куберская О. В.** 2015. Уточненные данные по жужелицам (Coleoptera, Carabidae) заказника «Ольджиканский», Хабаровский край // Science, technology and life. Proceedings of the international scientific conference. Czech Republic, Karlovy Vary, 27–28 December 2014. Karlovy Vary. – Skleněný Můstek – Kirov: MCNIP. P. 72–79. (**Budilov P. V., Kuberskaya O. V.** 2015. Updated data on ground beetles (Coleoptera, Carabidae) of the Oldzhikansky nature reserve, Khabarovsk Territory). In: Proceedings of the international scientific conference. Czech Republic, Karlovy Vary, 27–28 December 2014. Karlovy Vary. – Skleněný Můstek – Kirov: MCNIP. P. 72–79. [In Russian].)
- Кошкин Е. С., Рогатных Д. Ю., Безбородов В. Г.** 2016. Жужелицы (Coleoptera: Carabidae) Буреинского заповедника, Хабаровский край // *Евразийский энтомологический журнал*. Т. 15, № 4. С. 309–318. (**Koshkin E. S., Rogatnykh D. Yu., Bezborodov V. G.** 2016. Ground beetles (Coleoptera: Carabidae) of the Bureinskii State Nature Reserve, Khabarovskii Krai, Russia. *Euroasian Entomological Journal* 15(4): 309–318. [In Russian].)
- Куберская О. В.** 2017. Биотопическое распределение жужелиц (Coleoptera, Carabidae) в Комсомольском заповеднике // XII Дальневосточная конференция по заповедному делу. Материалы научной конференции 10–13 октября 2017, ИКАРП ДВО РАН, г. Биробиджан. Биробиджан: ИКАРП ДВО РАН. С. 96–99. (**Kuberskaya O. V.** 2017. Biotopic distribution of ground beetles (Coleoptera, Carabidae) in the Komsomolsky Reserve). In: XII Far Eastern Conference of Nature Conservation Problems. Proceedings of the scientific conference 10–13 October 2017, ICARP FEB RAS. Birobidzhan: ICARP FEB RAS, pp. 96–99. [In Russian].)
- Куберская О. В.** 2019. Жужелицы (Coleoptera, Carabidae) памятника природы краевого значения «Кедрово-тисовая роща» (Хабаровский край, Россия) // *Региональные проблемы*. Т. 22, № 4. С. 40–45. (**Kuberskaya O. V.** 2019. Ground beetles (Coleoptera, Carabidae) in the regional Cedar-yew grove Nature Reserve (Komsomolsk-on-Amur, Khabarovsk territory, Russia). *Regional Problems* 22(4): 40–45. [In Russian].) <https://doi.org/10.31433/2618-9593-2019-22-4-40-45>
- Куберская О. В., Мутин В. А.** 2016. Жужелицы (Coleoptera, Carabidae) хребта Мяо-Чан, Хабаровский край // *Чтения памяти А. И. Куренцова*. Вып. 27. С. 93–106. (**Kuberskaya O. V.,**

- Mutin V. A.** 2016. The ground beetles (Coleoptera, Carabidae) from Myao-Chan Ridge, Khabarovskii Krai. *A. I. Kurentsov's Annual Memorial Meetings* 27: 93–106. [In Russian].)
- Куберская О. В., Мутин В. А.** 2020. Жужелицы (Coleoptera, Carabidae) Силинского парка города Комсомольска-на-Амуре (Хабаровский край, Россия) // *Евразийский энтомологический журнал*. Т. 19, № 4. С. 194–209. (**Kuberskaya O. V., Mutin V. A.** 2020. Ground beetles (Coleoptera, Carabidae) of the Silinsky Park in Komsomolsk-na-Amure City, Khabarovskii Krai, Russia. *Euroasian Entomological Journal* 19(4): 194–209. [In Russian].) <https://doi.org/10.15298/euroasentj.19.4.04>
- Куберская О. В., Сундуков Ю. Н.** 2025a. Новые данные по фауне жужелиц (Coleoptera: Carabidae) Шантарских островов и близлежащего континентального побережья Хабаровского края, Россия // *Чтения памяти А. И. Куренцова*. Вып. 36. С. 75–89. (**Kuberskaya O. V., Sundukov Yu. N.** 2025a. New data on the fauna of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) of the Shantar Islands and the nearby continental coast of Khabarovskiy krai, Russia. *A. I. Kurentsov's Annual Memorial Meetings* 36: 75–89. [In Russian].) <https://doi.org/10.25221/kurentzov.36.7>
- Куберская О. В., Сундуков Ю. Н.** 2025b. О фауне жуков (Coleoptera, Caraboidea) национального парка «Ануйский» имени В. К. Арсеньева, Хабаровский край, Россия // *Амурский зоологический журнал*. Т. 17, № 2. С. 402–441. (**Kuberskaya O. V., Sundukov Yu. N.** 2025b. Caraboid beetle (Coleoptera, Caraboidea) fauna of V. K. Arsenyev Anyuisky National Park, Khabarovsk Krai, Russia. *Amurian Zoological Journal* 17(2): 402–441. [In Russian].) <https://doi.org/10.33910/2686-9519-2025-17-2-402-441>
- Куберская О. В., Сундуков Ю. Н., Будилов П. В.** 2019. Жужелицы (Coleoptera, Carabidae) заказника «Удыль», Хабаровский край // *Чтения памяти А. И. Куренцова*. Вып. 30. С. 99–114. (**Kuberskaya O. V., Sundukov Yu. N., Budilov P. V.** 2019. The ground beetles (Coleoptera, Carabidae) of the reserve «Udyl», Khabarovskii krai. *A. I. Kurentsov's Annual Memorial Meetings* 30: 99–114. [In Russian].) <https://doi.org/10.25221/kurentzov.30.8>
- Лафер Г. Ш.** 1989. Семейство Carabidae – Жужелицы. В кн.: *Определитель насекомых Дальнего Востока СССР*. Т. 3. П. А. Лер (ред.). Жесткокрылые, или жуки. Ч. 1. – Л.: Наука. С. 71–222. (**Lafer G. Sh.** 1989. Family Carabidae – Ground beetles. In: *Key to the Insects of the USSR Far East*. Vol. 3. Ed. P. A. Lehr Coleopetra. Iss. 1. Leningrad: Nauka Publ., pp. 71–222. [In Russian].)
- Министерство природных ресурсов Хабаровского края.** Особо охраняемые природные территории. 2026. ([Ministry of Natural Resources of Khabarovsk Krai. Specially Protected Natural Areas]. [In Russian].) <https://mpr.khabkrai.ru/Deyatelnost/Ekologiya/Osobo-ohranyaemye-prirodnye-territorii> (accessed on 02 April 2026)
- Мутин В. А.** 2025. Новые сведения о журчалках (Diptera: Syrphidae) заповедных территорий Приамурья // *Чтения памяти А. И. Куренцова*. Вып. 36. С. 90–99. (**Mutin V. A.** 2025. New data on hover-flies (Diptera: Syrphidae) of the Amurland protected territories. *A. I. Kurentsov's Annual Memorial Meetings* 36: 90–99. [In Russian].) <https://doi.org/10.25221/kurentzov.36.8>
- Рогатных Д. Ю., Якубович В. С., Куренчиков Д. К.** 2013. Характеристика сезонной динамики спектра жизненных форм жужелиц (Coleoptera, Carabidae) во вторичном лиственном лесу Большехехцирского заповедника в Хабаровском крае // *Евразийский энтомологический журнал*. Т. 12, № 3. С. 271–277. (**Rogatnykh D. Yu., Yakubovich V. S., Kurenschchikov D. K.** 2013. The characteristic of seasonal dynamics of life-form spectrum of ground beetles (Coleoptera, Carabidae) in secondary forest of Bolshehehtsirsky reserve, Khabarovskiy Krai, Russia. *Euroasian Entomological Journal* 12(3): 271–277. [In Russian].)
- Сундуков Ю. Н.** 2009. Семейство Carabidae – Жужелицы. В кн.: *Насекомые Лазовского заповедника*. Владивосток: Дальнаука. С. 88–109. (**Sundukov Yu. N.** 2009. Semejstvo Carabidae – Zhuzhelitsy. In: *Insects of Lazovsky Nature Reserve*. Vladivostok: Dalnauka, pp. 88–109. [In Russian].)
- Сундуков Ю. Н.** 2013. Аннотированный каталог жужелиц (Coleoptera: Caraboidea) Сихотэ-Алиня. – Владивосток: Дальнаука. 271 с. (**Sundukov Yu. N.** 2013. An annotated catalogue of the ground beetles (Coleoptera: Caraboidea) of Sikhote-Alin. Vladivostok: Dal'nauka Publ. 271 pp. [In Russian].)
- Сундуков Ю. Н.** 2025. Семейство Carabidae – Жужелицы. В кн.: *Аннотированный каталог насекомых Дальнего Востока России*. Т. 3. А. С. Лелей (ред.). Coleoptera – Жесткокрылые. – Владивосток: ФНИЦ Биоразнообразия ДВО РАН. С. 70–149. (**Sundukov Yu. N.** 2025. Semejstvo Carabidae – Zhuzhelitsy. In: *Annotated catalogue of the insects of Russian Far East*. Vol. 3.

- A. S. Lelej (Ed.). Coleoptera. Vladivostok: FNTs Bioraznoobraziya DVO RAN, pp. 70–149. [In Russian.] <https://doi.org/10.25221/vol-3-coleoptera>
- Сундуков Ю. Н., Кошкин Е. С., Куберская О. В.** 2026. О новых и малоизвестных видах жуужелиц (Coleoptera, Carabidae) в фауне Хабаровского края, Россия // *Амурский зоологический журнал*. Т. 18, № 2. С. 610–618. (**Sundukov Yu. N., Koshkin E. S., Kuberskaya O. V.** 2026. On new and little-known species of ground beetles (Coleoptera, Carabidae) in the fauna of Khabarovsk Krai, Russia. *Amurian Zoological Journal* 18(2): 610–618. [In Russian].) <https://doi.org/10.33910/2686-9519-2026-18-2-610-618>
- Сундуков Ю. Н., Куберская О. В.** 2016. Новые находки жуужелиц (Coleoptera: Carabidae) в Нижнем Приамурье (Хабаровский край, Россия) // *Кавказский энтомологический бюллетень*. Т. 12, № 1. С. 53–57. (**Sundukov Yu. N., Kuberskaya O. V.** 2016. New records of ground beetles (Coleoptera: Carabidae) in Lower Amur Region (Khabarovsk Region, Russia). *Caucasian Entomological Bulletin* 12(1): 53–57. [In Russian].)
- Сундуков Ю. Н., Куберская О. В.** 2023. Новые и малоизвестные виды жуужелиц (Coleoptera, Carabidae) из Хабаровского края, Россия // *Евразийский энтомологический журнал*. Т. 22, № 3. С. 165–167. (**Sundukov Yu. N., Kuberskaya O. V.** 2023. New records of ground beetle species (Coleoptera, Carabidae) from Khabarovskii Krai, Russia. *Euroasian Entomological Journal* 22(3): 165–167. [In Russian].) <https://doi.org/10.15298/euroasentj.22.03.09>
- Якубович В. С., Олейников А. Ю.** 2010. Первые данные по жуужелицам (Coleoptera, Carabidae) Ботчинского заповедника (Хабаровский край) // *Записки Гродековского музея*. Вып. 24. С. 61–62. (**Yakubovich V. S., Oleinikov A. Yu.** 2010. The first data on the fauna of ground beetles (Coleoptera, Carabidae) from state natural reserve «Botchinsky» (Khabarovsk Region). *Notes of the Grodekov Museum* 24: 61–62. [In Russian].)
- Breuning S.** 1937. Monographie der Gattung *Carabus* L. (VII. Teil). Bestimmungs-Tabellen der europäischen Coleopteren. 110. Heft. Troppau: Emmerich Reitter, pp. 1361–1610.
- Kazulka M., Anichtchenko A., Aleksandrowicz O.** 2025. Discovery of *Synuchus congruus* (Morawitz, 1862) (Coleoptera, Carabidae, Sphodrini) in Europe. *ZooKeys* 1247: 127–135. <https://doi.org/10.3897/zookeys.1247.151146>
- Obydov D.** 2005. Faune des *Carabus* de Sibérie et d'Extrême Orient russe – II Neocarabi. *Magellanes, Collection Systématique* 11: 77–86.
- Sundukov Yu. N., Kuberskaya O. V.** 2020. Ground beetles (Coleoptera, Carabidae) of the central part of the Badzhal Range, Khabarovskii Krai, Russia. *Euroasian Entomological Journal* 19(5): 281–290. <https://doi.org/10.15298/euroasentj.19.5.10>
- Sundukov Yu. N., Kuberskaya O. V.** 2024. Additions to the list of ground beetles (Coleoptera, Carabidae) of the Komsomolsky State Nature Reserve, Silinsky Park, Udyal and Oldzhikansky wildlife sanctuaries, Khabarovskii Krai. *Euroasian Entomological Journal* 23(6): 350–352. <https://doi.org/10.15298/euroasentj.23.06.11>
- Sundukov Yu. N., Kuberskaya O. V.** 2025. New and little known ground beetles (Coleoptera: Carabidae) from Khabarovskiy krai. *Far Eastern Entomologist* 514: 21–28. <https://doi.org/10.25221/fee.514.2>
- Sundukov Yu. N., Kuberskaya O. V., Kataev B. M.** 2021. On the carabid fauna (Coleoptera, Carabidae) of Bolshoi Shantar Island, Khabarovsk Territory, Russia. *Entomological Review* 101(7): 917–937. <https://doi.org/10.1134/S0013873821070071>
- Tschitscherine T.** 1899. Carabiques nouveaux ou peu connus (III). *L'Abeille, Journal d'Entomologie* 29[1896–1900]: 269–283.

УДК: 594.382(571.6)

DOI: 10.25221/2782-1978\_2026\_3\_3

<https://elibrary.ru/cqcsku>

## ***Krynicksillus melanocephalus* Kaleniczenko, 1851 – четвёртый вид инвазивных наземных слизней на юге Сахалина**

Лариса Аркадьевна Прозорова<sup>1✉</sup>, Виктор Витальевич Шейко<sup>2</sup>,  
Андрей Валерьевич Зайцев<sup>3</sup>

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

<sup>2</sup>Ботанический сад-институт ДВО РАН, Южно-Сахалинск, 693023, Российская Федерация

<sup>3</sup>Сахалинский областной краеведческий музей,  
Южно-Сахалинск, 693010, Российская Федерация

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

Получена 31 июля 2026 г.; принята к публикации 28 августа 2026 г.

**Аннотация.** Активно расселяющийся в Европе черноголовый слизень *Krynicksillus melanocephalus* Kaleniczenko, 1851 (Gastropoda, Eupulmonata, Agriolimacidae) впервые отмечен в азиатской части России на юге о-ва Сахалин. Это первое сообщение об инвазии данного исходно центрально-азиатского вида на северо-востоке Азии. Слизень обнаружен в районе городов Южно-Сахалинск и Невельск не только в антропогенных, но и в природных биотопах, что свидетельствует о его успешной натурализации. В результате произошедшей на юге Сахалина мультиинвазии видовое разнообразие островной фауны слизней по сравнению с прошлым веком удвоилось и к настоящему времени насчитывает не менее 8 видов, включая 4 чужеродных.

**Ключевые слова:** Северо-восточная Азия, российский Дальний Восток, инвазивные наземные слизни, мультиинвазия.

## ***Krynicksillus melanocephalus* Kaleniczenko, 1851 – the fourth species of invasive land slug in southern Sakhalin**

Larisa A. Prozorova<sup>1✉</sup>, Viktor V. Sheyko<sup>2</sup>, Andrey V. Zaytcev<sup>3</sup>

<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>Botanical Garden-Institute of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences,  
Yuzhno-Sakhalinsk, 693023, Russian Federation

<sup>3</sup>Sakhalin Regional Museum of Local History, Yuzhno-Sakhalinsk, 693010, Russian Federation

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

Received July 31, 2026; accepted August 28, 2026

**Abstract.** The black-headed slug *Krynicksillus melanocephalus* Kaleniczenko, 1851 (Gastropoda, Eupulmonata, Agriolimacidae), which is actively spreading in Europe, has been recorded for the first time in the Asian part of Russia, in southern Sakhalin Island. This is the first report of the invasion of this originally Central Asian species in Northeast Asia. The slug was found in the vicinity of Yuzhno-Sakhalinsk and Nevelsk, not only in anthropogenic but also in natural habitats, which indicates its successful naturalization. As a result of the multi-invasion that has occurred in southern Sakhalin, the species diversity of the island's slug fauna has doubled compared with the last century and currently comprises at least 8 species, including 4 alien ones.

**Keywords:** North East Asia, Russian Far East, invasive terrestrial slugs, multi-invasions.

## **Введение**

С середины XX века в связи с оживлением экономической активности ускорилось антропохорное расселение синантропной биоты. Это коснулось и наземных слизней, отдельные виды которых стали распространяться из наиболее обжитой европейской части континента в различных направлениях, преодолевая с помощью человека не только наземные, но и морские преграды. Наиболее ярким примером

является испанский слизень *Arion vulgaris* Moquin-Tandon, 1855 родом из предгорий Пиренеев, который к настоящему времени расселился практически по всей Европе, проник не только в Азию, в Западную Сибирь, на юг Дальнего Востока России (Reise et al. 2020; Прозорова 2023; Прозорова, Кордюков 2025; и др.), но и в обе Америки (Zemanova et al. 2018; Araiza-Gómez et al. 2021; L'Heureux et al. 2023; и др.). Исходно восточноевропейский сетчатый слизень *Deroceras reticulatum* (Müller, 1774) ещё в прошлом веке получил почти всесветное распространение благодаря своей синантропии и приуроченности к обитанию в теплицах и питомниках растений, а в нынешнем на территории России проник в Западную Сибирь и на Дальний Восток (Прозорова 2010; Удалой 2013; Прозорова, Чернягина 2018; Прозорова и др. 2026). Помимо европейских активно расселяются слизни, родиной которых является Центральная Азия. В этом плане наиболее известны кавказский садовый *D. caucasicum* (Simroth, 1901) и черноголовый *Krynickyllus melanocephalus* Kaleniczenko, 1851 слизни, которые изначально обитали на Северном Кавказе и в Предкавказье, (черноголовый также в Анатолии, северо-восточной Турции и северо-западном Иране), откуда в конце прошлого века проникли на север, в Европу (Лихарев, Виктор, 1980; Wiktor 2000; von Proschwitz 2020). Оба вида успешно внедрились в антропогенные биотопы европейской части России в Московской и Тверской областях (Шиков 2016, 2023) и на Украине (Гураль-Сверлова 2009), однако последующая история их инвазии различается. Кавказский садовый слизень не известен западнее Украины, но постоянно расширяет свой ареал на юге Дальнего Востока России (Прозорова 2023; Прозорова и др. 2026). Черноголовый, напротив, к настоящему времени широко распространился по территории Европы (von Proschwitz 2020; Rihova et al. 2026; и мн. др.), а о его инвазиях в восточном направлении информации не поступало.

На юге о-ва Сахалин ранее нами была выявлена мультиинвазия трёх наземных слизней – испанского *Arion vulgaris*, сетчатого *Deroceras reticulatum* и кавказского садового *D. caucasicum* (Прозорова и др. 2026). Все они являются высоко инвазивными сельскохозяйственными вредителями, способными внедряться не только в антропогенные, но и природные биотопы. Первые два внесены в список активно распространяющихся по Европе чужеродных видов (Roy et al. 2020), а последний известен своими массовыми инвазиями на юге Дальнего Востока России (Прозорова 2023; Прозорова и др. 2026). Здесь мы впервые сообщаем о находке на юге Сахалина черноголового слизня, который стал четвёртым инвазивным видом этой группы на острове (рис. 1). Это также первое сообщение об обитании данного вида на северо-востоке Азии.

### Инвазия черноголового слизня на о-ве Сахалин

Среди слизней семейства Agriolimacidae, собранных летом-осенью 2023 г. на территории сахалинского филиала Ботанического сада-института ДВО РАН в г. Южно-Сахалинск, кроме кавказских садовых и сетчатых слизней, выделялась группа сероватых особей с контрастно чёрной головой и щупальцами (рис. 2А). Предположение об их принадлежности виду *Krynickyllus melanocephalus* подтвердилось после рассмотрения строения половой системы согласно известным данным (Лихарев, Виктор 1980; Шиков 2023; Wiktor 2000; и др.). Кроме ботсада таких же слизней в тёплый сезон 2023 г., отличавшийся повышенной влажностью, нередко встречали в пригороде Южно-Сахалинска вдоль рек, в низинах и нижней части склонов сопек, как в антропогенных, так и природных биотопах, питающихся на растениях, включая охраняемый вид орхидей (рис. 2В), и грибах (рис. 2С).



**Рис. 1.** Места обнаружения черноголового слизня на Сахалине: 1 – г. Южно-Сахалинск; 2 – г. Невельск.

**Fig. 1.** Locations of dark-headed slug in Sakhalin Island: 1: Yuzhno-Sakhalinsk; 2: Nevelsk.

К 2026 г. черноголовый слизень расширил свой ареал на юге Сахалина, появившись на юго-западном побережье в окрестностях г. Невельск (рис. 1). Интересно, что на первых этапах инвазии черноголовый и кавказский садовый слизни предпочитают оставаться во вторичных биотопах, вытесняя оттуда местные виды (Гураль-Сверлова и др. 2009; Шиков 2016), но затем выходят за пределы антропогенной зоны и закрепляются в природных экосистемах, одновременно оставаясь опасными вредителями сельского хозяйства (Прозорова 2023; Шиков 2023). Это мы наблюдаем и на юге Сахалина, что подтверждает успешную натурализацию обоих адвентов и относительно давнишнюю (около 10 лет) историю их инвазии на юге острова. Отметим, что после 2001 г., когда на всей территории Сахалина были обнаружены только четыре нативных вида слизней (Прозорова и др. 2005; Pietsch et al. 2012), более или менее обширного малакологического обследования не проводилось. Поэтому инвазия могла незаметно произойти уже в 2000-х гг. и к настоящему времени охватить также и другие районы острова. Высока вероятность нахождения популяций черноголового слизня не только южнее, но и севернее Южно-Сахалинска, тем более, что в Европе



**Рис. 2.** Черноголовые слизни из г. Южно-Сахалинск и окрестностей: А – экземпляр из ботанического сада; В – слизень, поедающий побеги орхидеи в окрестностях города; С – слизни питаются на грибах в природном биоте у р. Еланька. Фото В. В. Шейко и А. В. Зайцева, август–сентябрь 2023 г.

**Fig. 2.** Black-headed slugs from Yuzhno-Sakhalinsk and its environs: A: specimen from the botanical garden; B: slug feeding on orchid shoots near the city; C: slugs feeding on fungi in the natural biotope near the Elanka River. Photo by V. V. Sheyko and A. V. Zaitsev, August–September 2023.

он освоил не только южные и центральные районы, но также страны Балтии, Беларусь, Финляндию и Швецию (Земоглядчук 2016; Steffek et al. 2008; Stalazs et al. 2017; von Proschwitz 2020; и мн. др.), поднявшись выше 60-й параллели. Для этого вида характерна экологическая пластичность в сочетании с синантропией, высокая плодовитость и многоядность (Шиков 2023), позволяющая ему появляться неожиданно в больших количествах в ранее несвойственных местах (von Proschwitz 2020).

### Заключение

Таким образом, в результате мультиинвазии наземных слизней на юге Сахалина на острове к настоящему времени насчитывается восемь видов этой группы моллюсков, включая четыре нативных (*Deroceras laeve* (Müller, 1774), *D. agreste* (L., 1758), *D. altaicum* (Simroth, 1886), *Arion sibiricus* Simroth, 1901) и столько же адвентивных (*A. vulgaris*, *D. reticulatum*, *D. caucasicum*, *Krynickyllus melanocephalus*). Черноголовый слизень впервые отмечен не только на Сахалине, Дальнем Востоке России, но и на северо-востоке Азии в целом.

Сочетание чужеродных видов однозначно указывает на центр европейской части России как источник мультиинвазии, поскольку именно там (в Московской и Тверской областях) одновременно обитают указанные четыре вида). Островной характер региона предусматривает два антропохорных пути инвазии – воздушные и морские перевозки.

Из четырёх видов-вселенцев на юг Сахалина наиболее успешно натурализация протекает у черноголового и кавказского садового слизней, в связи с чем ожидается их дальнейшее распространение по острову, сопровождающееся внедрением в природные биотопы.

### Благодарности

Работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации, темы № 124012400285-7, 122040800086-1.

## Литература (References)

- Гураль-Сверлова Н. В., Балашев И. А., Гураль Р. И. 2009. Современное распространение наземных моллюсков семейства Agriolimacidae на территории Украины // *Ruthenica*. V. 19, № 2. С. 53–61. (Gural-Sverlova N. B., Balashov I. A., Gural R. I. 2009. Recent distribution of terrestrial mollusks of the family Agriolimacidae on the territory of Ukraine *Ruthenica* 19(2): 53–61. [In Russian].)
- Земоглядчук К. В. 2016. Новые находки слизня *Krynickillus melanocephalus* (Gastropoda, Agriolimacidae) на территории Беларуси // *Научные стремления*. Вып. 19. С. 45–47. (Zemoglyadchuk K. V. 2016. New records of slug *Krynickillus melanocephalus* (Gastropoda, Agriolimacidae) in Belarus. *Nauchnye Stremleniya* 19: 45–47. [In Russian].)
- Лихарев И. М., Виктор А. Й. 1980. Слизни фауны СССР и сопредельных стран (Gastropoda, Terrestria Nuda). Фауна СССР. Моллюски. Т. 3, вып. 5. – Л.: Наука. 438 с. (Likharev I. M., Viktor A. I. 1980. [Slugs of the fauna of the USSR and adjacent countries (Gastropoda, Terrestria Nuda). Fauna of the USSR. Mollusks. Vol. 3, issue 5]. Leningrad: Nauka, 438 pp. [In Russian].)
- Прозорова Л. А. 2010. Слизни рода *Deroceras* Rafinesque, 1820 на севере Дальнего Востока России // *Ruthenica*. Т. 20(1). С. 35–39. (Prozorova L. A. 2010. Slugs of the genus *Deroceras* Rafinesque, 1820 on the Northern Russian Far East. *Ruthenica* 20(1): 35–39. [In Russian].)
- Прозорова Л. А. 2023. Распространение чужеродных видов и новые инвазии наземных слизней в Приморском крае // *Бюллетень Дальневосточного малакологического общества*. Т. 27. № 1/2. С. 31–40. (Prozorova L. A. 2023. Distribution of adventive species of terrestrial slugs and their new invasions in Primorsky Krai. *The Bulletin of the Russian Far East Malacological Society* 25 (1/2): 31–40. [In Russian].) <https://dx.doi.org/10.24866/1560-8425/2023-27/31-40>
- Прозорова Л. А., Кордюков А. В. 2025. Инвазия испанского слизня *Arion vulgaris* Moquin-Tandon, 1855 на юге Сахалина // *Биота и среда природных территорий*. Т. 13. № 3. С. 66–76. (Prozorova L. A., Kordyukov A. V. 2025. Invasion of the Spanish slug *Arion vulgaris* Moquin-Tandon, 1855 in southern Sakhalin Island. *Biota and Environment of Natural Areas* 13(3): 66–76. [In Russian].) [https://doi.org/10.25221/2782-1978\\_2025\\_3\\_5](https://doi.org/10.25221/2782-1978_2025_3_5)
- Прозорова Л. А., Чернягина О. А. 2018. Обнаружение на полуострове Камчатка заносного слизня *Deroceras reticulatum* (Müller, 1774) // Сохранение биоразнообразия Камчатки и прилегающих морей: Матер. XIX Международной научной конференции (Петропавловск-Камчатский, 14–15 ноября 2018 г.). – Петропавловск-Камчатский: Издательство Камчатского филиала Тихоокеанского института географии ДВО РАН. С. 206–208. (Prozorova L. A., Chernyagina O. A. 2018. First finding of the invasive slug *Deroceras reticulatum* (Müller, 1774) in the Kamchatka Peninsula. In: Conservation of biodiversity of Kamchatka and coastal waters: Materials of the XIX international scientific conference, dedicated to the 70<sup>th</sup> anniversary of I. A. Chereshev's birthday. Petropavlovsk-Kamchatsky: Kamchatpress, pp. 206–208. [In Russian].)
- Прозорова Л. А., Богатов В. В., Кавун К. В. 2005. Новые данные по фауне наземных моллюсков острова Сахалин // Растительный и животный мир острова Сахалин (Материалы Международного сахалинского проекта). Часть 2. – Владивосток: Дальнаука. С. 44–51. (Prozorova L. A., Bogatov V. V., Kavun K. V. 2005. New data on land snail fauna of the Sakhalin Island. In: Flora and Fauna of Sakhalin Island (Materials of International Sakhalin Island Project). Part 2. Vladivostok: Dalnauka, pp. 44–51. [In Russian].)
- Прозорова Л. А., Шейко В. В., Кордюков А. В. 2026. Мультиинвазия наземных слизней на юге Сахалина // *Бюллетень ДВМО*. Т. 29. № 1/2. С. 34–43. (Prozorova L. A., Sheyko V. V., Kordyukov A. V. 2026. A multi-invasion of land slugs in southern Sakhalin. *The Bulletin of the Russian Far East Malacological Society* 29(1/2): 34–43. [In Russian].) <https://doi.org/10.24866/1560-8425/2026-29/34-43>
- Удалой А. В. 2013. Наземные моллюски (Pulmonata, Stylommatophora) открытого грунта Сибирского ботанического сада Томского государственного университета (Томск) // *Зоологический журнал*. Т. 92. № 7. С. 859–865. (Udaloi A. V. 2013. Terrestrial mollusks (Pulmonata, Stylommatophora) of open space at the Siberian Botanical Garden (Tomsk State University). *Zoologicheskii Zhurnal* 92(7): 859–865. [In Russian].) <https://doi.org/10.7868/S0044513413070131>
- Шиков Е. В. 2016. Адвентивные виды наземной малакофауны центра Русской равнины // *Ruthenica*. V. 26, 3/4. С. 153–164. (Schikov E. V. 2016. Adventive species of terrestrial malacofauna in the central portion of the Russian plain. *Ruthenica* 26(3/4): 153–164. [In Russian].) <http://www.ruthenica.com>

- Шиков Е. В.** 2023. Улитки и слизни. Руководство для натуралиста. – Тверь: издатель Е. В. Шиков. 332 с. (**Schikov E. V.** 2023. Snails and slugs. A Naturalist's Guide. Tver: Publisher E. V. Schikov, 332 pp. [In Russian].)
- Pietsch T. W., Bogatov V. V., Storozhenko S. Yu. et al.** 2012. Biodiversity and biogeography of Sakhalin Islands. In: Flora and Fauna of North-West Pacific islands (Materials of International Kuril and Sakhalin island Projects). Vladivostok: Dalnauka, pp. 11–78.
- Araiza-Gómez V., Naranjo-García E., Zúñiga G.** 2021. Occurrence in Mexico of two European invasive slug species: *Arion vulgaris* Moquin-Tandon, 1855 and *Arion intermedius* (Norman, 1852). *BioInvasions Records* 10: 10–20. <https://doi.org/10.3391/bir.2021.10.1.02>
- L'Heureux É., Lafond J., Angers B.** 2023. First record of the invasive slug *Arion vulgaris* Moquin-Tandon, 1885 (Gastropoda, Stylommatophora, Arionidae) in Quebec (Canada). *Bioinvasion Records* 12(1): 136–150. <https://doi.org/10.3391/bir.2023.12.1.12>
- Reise H., Schwarzer A. K., Hutchinson J. M. C., Schlitt B.** 2020. Genital morphology differentiates three subspecies of the terrestrial slug *Arion ater* (Linnaeus, 1758) s. l. and reveals a continuum of intermediates with the invasive *A. vulgaris* Moquin-Tandon, 1855. *Folia Malacologica* 28: 1–34. <https://doi.org/10.12657/folmal.028.001>
- Rihova D., Kocurkova A., Podrouzkova S., Juriskova L.** 2026. The first record of the dot snail *Paralaoma servilis* (Shuttleworth, 1852) and the black-headed slug *Krynickyllus melanocephalus* Kaleniczenko, 1851 (Gastropoda, Agriolimacidae) in Czechia. *Malacologica Bohemoslavaca* 25: 24–32. <https://doi.org/10.5817/MaB2026-25-24>
- Steffek J., Stalazs A., Dreijers E.** 2008. Snail fauna of the oldest cemeteries from Riga (Latvia). *Malacologica Bohemoslovaca* 7: 79–80. <https://doi.org/10.5817/MaB2008-7-79>
- Stalazs A., Dreijers E., Ivinskis P., Rimsaitė J., Dziugelis M.** 2017. Records of *Krynickyllus melanocephalus* Kaleniczenko, 1851 (Gastropoda: Agriolimacidae) in Lithuania. *Bulletin of the Lithuanian Entomological Society* 1(29): 124–128.
- von Proschwitz T.** 2020: Rapid invasion of the slug *Krynickyllus melanocephalus* Kaleniczenko, 1851 in Sweden and some notes on the biology and anthropochorous spread of the species in Europe (Gastropoda: Eupulmonata: Agriolimacidae). *Folia Malacologica* 28(3): 227–234. <https://doi.org/10.12657/folmal.028.018>
- Zemanova M. A., Broennimann O., Guisan A., Knop E., Heckel G.** 2018. Slimy invasion: climatic niche and current and future biogeography of *Arion* slug invaders. *Diversity and Distributions* 24: 1627–1640. <https://doi.org/10.1111/ddi.12789>
- Roy D., Alderman D., Anastasiu P. et al.** 2020. *DAISIE – Inventory of alien invasive species in Europe* (Version 2020-06-12). <https://doi.org/10.48580/d338v>
- Wiktor A.** 2000. Agriolimacidae (Gastropoda: Pulmonata): a systematic monograph. *Annales Zoologici* 49(4): 347–590.

УДК 551.583.4:630\*1:582.475.2

[https://doi.org/10.25221/2782-1978\\_2026\\_3\\_4](https://doi.org/10.25221/2782-1978_2026_3_4)

<https://elibrary.ru/mbeyqz>

## Особенности дендроклиматического отклика ели аянской *Picea ajanensis* Fisch. ex Carriere на склонах южной экспозиции в Южном Сихотэ-Алине

Александр Михайлович Омелько, Ольга Николаевна Ухваткина<sup>✉</sup>,

Александр Александрович Жмеренецкий

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

<sup>✉</sup> E-mail: [ukhvatkina@biosoil.ru](mailto:ukhvatkina@biosoil.ru)

Получена 21 мая 2026 г.; принята к публикации 28 августа 2026 г.

**Аннотация.** Ель аянская (*Picea ajanensis* Fisch. ex Carriere) является одним из основных лесообразующих видов и формирует обширные темнохвойные леса в южной части Дальнего Востока России; однако особенности климатической регуляции её радиального прироста в Южном Сихотэ-Алине изучены пока недостаточно. Целью работы было получить первую характеристику дендроклиматического отклика ели аянской на склонах южной экспозиции в среднегорном поясе Южного Сихотэ-Алиня, где этот вид встречается относительно редко и не формирует древостоев с преобладанием ели, а также сопоставить полученную хронологию с ранее выявленными закономерностями для склонов северной и близких к северной экспозиций. Исследование проведено на территории Верхнеуссурийского стационара ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН. По 28 кернам ели аянской, полученным на участке старовозрастного кедрово-широколиственного леса на склоне юго-восточной экспозиции, была построена древесно-кольцевая хронология. Связь хронологии с климатическими переменными оценивали методом корреляционного анализа, а её положение в системе ранее выявленных топографических зависимостей анализировали путём сопоставления с опубликованным набором хронологий. Установлено, что новая хронология в целом подтверждает ранее выявленный набор основных климатических сигналов: наиболее выраженные связи характерны, прежде всего, для максимальных температур, летних осадков и индекса SPEI. Наиболее сильные отрицательные корреляции выявлены с максимальной температурой июля–августа предшествующего года, максимальной температурой апреля текущего года, осадками июля и суммой осадков за июль–август текущего года, а также с июльским SPEI. По структуре попарных корреляций новая хронология оказалась ближе к хронологиям нижней и средней части высотного градиента, чем к хронологиям с более высокогорных участков. В системе ранее выявленных градиентных зависимостей климатического отклика от высоты над уровнем моря, уклона и положения в рельефе новая точка в большинстве случаев согласуется с установленными трендами. Однако для максимальной температуры июля–августа предшествующего года она заметно отклоняется от ожидаемого положения, что указывает на возможную роль экспозиции как самостоятельного фактора. Вместе с тем анализ индивидуальных серий не выявил выраженного монотонного снижения прироста в последние десятилетия. Это позволяет предположить, что на данном участке современные климатические условия пока не вызывают явного угнетения роста взрослых деревьев ели, а относительная редкость вида на южных склонах может быть связана не столько с ростом взрослых деревьев, сколько с ограничением успешного возобновления.

**Ключевые слова:** дендрохронология, годовичное кольцо, древесно-кольцевая хронология, ель аянская, *Picea ajanensis*, топографический градиент.

## Characteristics of the dendroclimatic response of Jezo spruce *Picea ajanensis* Fisch. ex Carriere on south-facing slopes in the southern Sikhote-Alin

Alexander M. Omelko, Olga N. Ukhvatkina<sup>✉</sup>, Alexander A. Zhmerenetsky

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

<sup>✉</sup> E-mail: [ukhvatkina@biosoil.ru](mailto:ukhvatkina@biosoil.ru)

Received May 21, 2026; accepted August 28, 2026

**Abstract.** Jezo spruce (*Picea ajanensis* Fisch. ex Carriere) is one of the main forest-forming species and forms extensive dark-coniferous forests in the southern part of the Russian Far East; however, the climatic regulation of its radial growth in the southern Sikhote-Alin remains insufficiently studied. The aim of this study was to obtain the first characterization of the dendroclimatic response of Jezo spruce on south-facing slopes in the middle-mountain belt of the southern Sikhote-Alin, where this species occurs relatively rarely and does not form spruce-dominated stands, and to compare the resulting chronology with previously identified patterns for north-facing and near-north-facing slopes. The study was conducted at the Verkhneussuriysky Research Station of the Federal Scientific Center of the East Asia Terrestrial Biodiversity, Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences. A tree-ring chronology was developed from 28 cores of Jezo spruce collected in an old-growth Korean pine–broadleaved forest on a southeast-facing slope. The relationship between the chronology and climatic variables was assessed using correlation analysis, and its position within the system of previously identified topographic relationships was analyzed by comparison with a published set of chronologies. The new chronology generally confirmed the previously identified set of main climatic signals: the strongest relationships were primarily associated with maximum temperatures, summer precipitation, and the SPEI index. The strongest negative correlations were found with maximum temperature in July–August of the previous year, maximum temperature in April of the current year, July precipitation and total precipitation in July–August of the current year, as well as July SPEI. In terms of pairwise correlation structure, the new chronology was more similar to chronologies from the lower and middle parts of the elevational gradient than to chronologies from higher-elevation sites. Within the system of previously identified gradient relationships between climatic response and elevation, slope steepness, and topographic position, the new point generally agreed with the established trends. However, for maximum temperature in July–August of the previous year, it deviated noticeably from the expected position, indicating a possible role of aspect as an independent factor. At the same time, analysis of individual series did not reveal a pronounced monotonic decline in growth in recent decades. This suggests that, at this site, current climatic conditions have not yet caused clear suppression of radial growth in adult spruce trees, while the relative rarity of the species on south-facing slopes may be associated not so much with the growth of adult trees as with limitations on successful regeneration.

**Keywords:** dendrochronology, tree ring, tree-ring chronology, Jezo spruce, *Picea ajanensis*, topographic gradient.

## Введение

Изменения климата оказывают существенное влияние на рост деревьев и процессы естественного возобновления в древостоях (Kueppers et al. 2017). В свою очередь, это может приводить к значительным сдвигам в распространении древесных видов, что в настоящее время описывается во многих исследованиях (например, Altman et al. 2020; Janda et al. 2021). В лесах бореальной и умеренной зон, где число преобладающих древесных видов невелико, выпадение даже одного из них способно вызвать существенные изменения на больших территориях (Li et al. 2023). В связи с этим изучение связей между климатом и ростом древесных видов приобретает особую значимость в тех частях их ареала, где современные климатические сдвиги могут приводить к наиболее выраженным изменениям условий местообитания. Одним из таких регионов является Южный Сихотэ-Алинь, где в последние десятилетия отмечаются повышение температур, изменение режима осадков и усиление ряда неблагоприятных климатических явлений (Ukhvatkina et al. 2018; Ukhvatkina et al. 2021; Altman et al. 2018). Согласно прогнозам, в Южном Сихотэ-Алине ожидается особенно значительное повышение зимних температур, а также изменение количества и внутригодового распределения осадков (Третий оценочный доклад... 2022).

Ель аянская (*Picea ajanensis* Fisch. ex Carriere) является одним из характерных древесных видов Северо-Восточной Азии и важным компонентом лесных экосистем юга Дальнего Востока России (Манько 1987; Nakamura and Krestov 2005). В пределах Сихотэ-Алиня она встречается как в темнохвойных, так и в кедрово-широколиственных лесах, а её распределение и состояние в значительной степени зависят от сочетания температурных и гидротермических условий, которые в горах резко изменяются в зависимости от высоты, экспозиции и положения в рельефе

(Таранков 1974; Korznikov et al. 2023). Для вида, приуроченного к прохладным и достаточно влажным местообитаниям и избегающего застойного переувлажнения (Усенко 1969; Манько 1987), такая неоднородность условий может иметь принципиальное значение для характера климатического сигнала в радиальном приросте. Однако сведения о конкретных климатических условиях, наиболее важных для роста ели аянской, остаются ограниченными.

Для изучения связей между климатом и ростом деревьев на разных пространственных уровнях – от локального до глобального, – широко используются методы дендрохронологии, которые позволяют выявить климатические факторы, оказывающие наибольшее влияние на рост, и определить, как характеристики местообитаний влияют на чувствительность вида к климатической изменчивости (Babst et al. 2019; Shi et al. 2023). Ранее для ели аянской в среднегорном поясе Южного Сихотэ-Алиня было показано, что её дендроклиматический отклик существенно изменяется в зависимости от локальных топографических условий, прежде всего высоты, крутизны склона и положения в рельефе (Ukhvatkina et al. 2023). Однако материал этого исследования был собран на склонах северной и близких к северной экспозиций. Поэтому предположение о возможной специфике отклика ели аянской на склонах южной экспозиции оставалось непроверенным и основывалось лишь на косвенных заключениях. Между тем склоны южной экспозиции представляют особый интерес, поскольку в среднегорном поясе Южного Сихотэ-Алиня они отличаются более тёплыми и инсолируемыми условиями, тогда как ель аянская в целом связана с прохладными и достаточно влажными местообитаниями (Манько 1987). В таких условиях участие ели в составе древостоев может быть ограничено, однако остаётся неясным, связано ли это с угнетением радиального прироста взрослых деревьев или с другими этапами жизненного цикла. Поэтому включение хронологии, полученной на склоне южной экспозиции, позволяет расширить топографический диапазон наблюдений и уточнить, насколько ранее выявленные закономерности сохраняются за пределами уже изученных северных и близких к северным экспозиций. Цель настоящей работы – получить первую характеристику дендроклиматического отклика *Picea ajanensis* на склонах южной экспозиции в среднегорном поясе Южного Сихотэ-Алиня, где этот вид встречается относительно редко и не формирует древостоев с преобладанием ели, а также сопоставить полученную хронологию с ранее выявленными закономерностями для склонов северной и близких к северной экспозиций. Для достижения этой цели решались следующие задачи: 1) построить и охарактеризовать древесно-кольцевую хронологию ели аянской для участка южной экспозиции; 2) выявить основные связи радиального прироста с температурой, осадками и индексами влагообеспеченности; 3) сопоставить новую хронологию с ранее полученными хронологиями и оценить её положение в системе выявленных зависимостей дендроклиматического отклика от топографических условий.

### Материалы и методы

**Район исследования.** Исследование проводилось в Южном Сихотэ-Алине, на территории Верхнеуссурийского стационара Федерального научного центра биоразнообразия наземной биоты Восточной Азии ДВО РАН (рис. 1). Рельеф территории стационара (44°02'00" N, 134°12'00" E) представлен низкогорьями с округлыми вершинами, средняя крутизна склонов составляет 20–25°. Минимальные и максимальные высоты составляют 460 и 1060 м, и в этом диапазоне высот сосредоточено около 70% ареала ели аянской в южной части Сихотэ-Алиня. Климат района

муссонный, годовое количество осадков составляет около 830 мм, при этом основная их часть выпадает в летний период. Среднегодовая температура воздуха составляет 0.9 °С (Кожевникова 2009). Лесная растительность покрывает более 99% территории стационара, при этом по площади преобладают кедрово-широколиственные леса (55%) и темнохвойные пихтово-еловые леса (30%) (Яковлева 2004). С учётом рельефа, климата и растительности территория Верхнеуссурийского стационара является типичной для всей горной области Южного Сихотэ-Алиня.

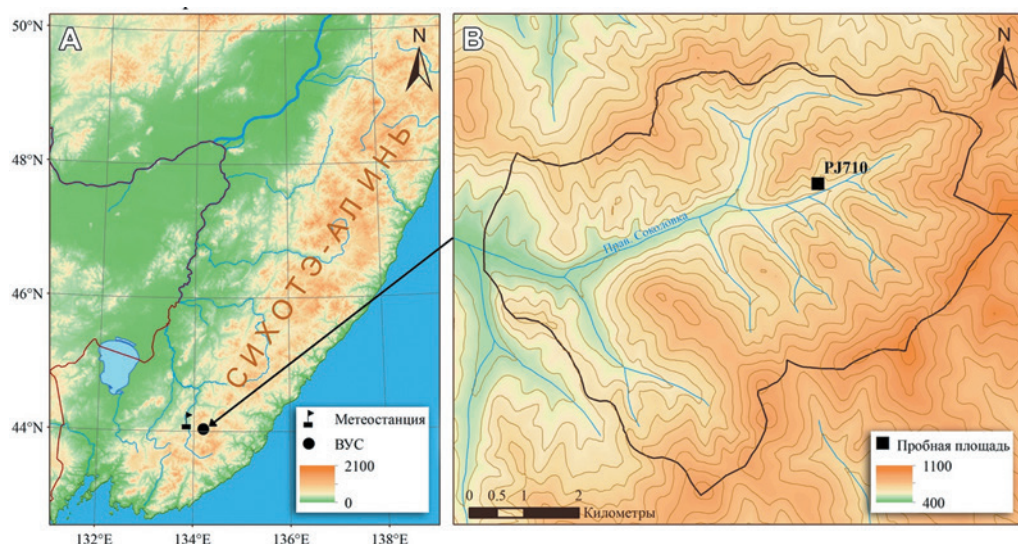
**Отбор древесно-кольцевых образцов.** Сбор данных проводился в 2023 г. Участок отбора кернов располагался в окрестностях блока из пяти постоянных пробных площадей размером 50 × 50 м каждая, заложенных в пределах одного старовозрастного кедрово-широколиственного биогеоценоза. Исследуемый биогеоценоз представлял собой разнокустарниковый кедровник с участием липы Таке (*Tilia taquetii*) и берёзы жёлтой (*Betula costata*). Почвенный покров представлен бурозёмами, классифицируемыми по системе WRB как Haplic Cambisols, сформированными на элювии-делювии песчаников (Kuprin et al. 2025).

Древостой многопородный, без отчётливо выраженного ярусного строения; в его составе отмечено 17 видов деревьев. Общая формула древостоя: 4К 4Лп 1Км 1Еа + Пб, + Бж, где К – кедр корейский (*Pinus koraiensis*), Лп – липа Таке (*Tilia taquetii*), Км – клён моно (*Acer mono*), Еа – ель аянская (*Picea ajanensis*), Пб – пихта белокорая (*Abies nephrolepis*), Бж – берёза жёлтая (*Betula costata*). Полнота древостоя составляла 0.5–0.6, средний возраст – около 200 лет, средние диаметр и высота деревьев – соответственно 31.3 см и 22.0 м, запас живой древесины – 473.4 м³ га⁻¹. Подрост был редким и состоял преимущественно из основных пород древостоя; кустарниковый ярус был хорошо развит, особенно в окнах полога (Гладкова и др. 2025).

Непосредственно для отбора кернов был выбран участок площадью около 1.5 га на высоте 710 м над уровнем моря, расположенный на склоне юго-юго-восточной экспозиции крутизной 24°; значение индекса положения в рельефе ТРІ составляло 2.6. На участке ель аянская входила в число основных пород верхнего яруса. На выбранном участке у каждого взрослого дерева ели аянской (деревья верхнего яруса) отбирали по одному керну на высоте 1.3 м. Такая высота отбора обеспечивает сопоставимость получаемых данных и позволяет избежать локальных искажений структуры годичных колец, характерных для комлевой части ствола. Поскольку целью исследования было построение древесно-кольцевой хронологии, а не определение полного возраста деревьев, керны у основания ствола не отбирали. Отбор кернов проводился перпендикулярно направлению склона и/или наклону ствола, чтобы избежать выборки компрессионной древесины. Всего на данном участке было отобрано 29 кернов.

**Построение древесно-кольцевой хронологии.** Предварительная обработка кернов в лаборатории проводилась по стандартным дендрохронологическим методам (Cook, Kairiukstis 1990) и включала их закрепление, сушку, шлифовку и повышение контрастности до тех пор, пока отдельные трахеиды внутри годичных колец не становились различимыми под бинокулярным микроскопом. Измерение ширины годичных колец осуществлялось с использованием полуавтоматической измерительной системы Velmex (Velmex INC., Блумфилд, Нью-Йорк, США) с точностью 0.01 мм.

Затем индивидуальные ряды ширины колец подвергались перекрёстной датировке с использованием программы TSAP. При этом выполнялось визуальное сопоставление отдельных рядов с мастер-хронологией, полученной путём их усреднения.



**Рис. 1.** Территория исследования: А – расположение Верхнеуссурийского стационара ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН в пределах Сихотэ-Алиня; В – схема территории стационара с местонахождением пробной площади.

**Fig. 1.** Study area: A: location of the Verkhneussuriysky Research Station of the Federal Scientific Center of the East Asia terrestrial biodiversity FEB RAS, within the Sikhote-Alin; B: layout of the Station territory showing location of the sample plot.

Надёжность датировки и выявление пропущенных колец проверялись с помощью программы COFESHA (Holmes 1983). Дальнейшая обработка данных проводилась с использованием пакета dplR (Bunn 2008) в статистической среде R.

Для минимизации вариаций радиального прироста, связанных с возрастными изменениями и фитоценоотическими взаимодействиями, и для максимизации «климатического» сигнала в древесно-кольцевых хронологиях индивидуальные ряды стандартизировались с использованием кубического сплайна длиной 40 лет. Этот метод стандартизации был выбран, поскольку деревья ели аянской, растущие в лесу, испытывают несколько периодов резкого увеличения прироста («release»), связанных с формированием окон в пологе (Петренко и др. 2016). В таких случаях стандартизация, например, посредством отрицательной экспоненциальной кривой, не позволила бы удалить все подобные периоды. Хронология формировалась путём усреднения значений индивидуальных рядов с использованием робастного (устойчивого к выбросам) среднего (Cook, Kairiukstis 1990). В дальнейшем анализе задействовалась стандартная хронология.

**Климатические и топографические данные.** Климатические данные были получены с метеостанции Чугуевка (Чугуевка, 44°09'05" N, 133°52'10" E, высота 260 м), расположенной в 30 км к западу от района исследования (рис. 1А). Для анализа применялись следующие климатические параметры: месячные суммы осадков (доступные данные с 1936 по 2019 гг.), среднемесячная температура воздуха (с 1936 по 2019 гг.), максимальная и минимальная температура воздуха (с 1959 по 2019 гг.).

Дополнительно, для анализа влияния сухих и влажных лет на радиальный прирост ели аянской пользовались индексом суровости засухи Палмера (PDSI) (Palmer 1965) и стандартизованным индексом осадков и испаряемости (SPEI) (Vicente-Serrano et al. 2010). Данные PDSI за период 1901–2021 гг. (пространственное

разрешение 0.5°) были получены с сайта <https://crudata.uea.ac.uk/cru/data/drought/>; данные SPEI за период 1901–2020 гг. (разрешение 0.5°) – с сайта <http://sac.csic.es/spei/database.html>. В обоих случаях использовались значения ячейки сетки 0.5°, центр которой был наиболее близок к району исследования. Период исследования был принят равным 1956–2019 гг., поскольку он охватывает все ряды климатических данных (осадки, температуры, SPEI и PDSI).

Высота над уровнем моря и крутизна склона определялись непосредственно при отборе кернов; морфологическое положение участка в рельефе определялось по топографической карте района исследования. Индекс TPI рассчитывался отдельно на основе цифровой модели рельефа SRTM90 v. 4 с помощью программного обеспечения SAGA GIS8.5. При этом использовалось значение ячейки сетки, ближайшей к центру участка.

**Статистический анализ.** Влияние климатических факторов на радиальный прирост ели аянской оценивалось путем корреляционного анализа с помощью пакета «treeclim» (Zang, Biondi 2015) в среде R. Анализировалась корреляция (коэффициент корреляции Пирсона с доверительными интервалами, оцененными методом бутстрэппинга) между значениями построенной древесно-кольцевой хронологии и климатическими переменными для каждого месяца от июня предшествующего года до сентября текущего года.

Для количественной оценки сходства между новой и ранее полученными хронологиями была рассчитана матрица коэффициентов корреляции для общего периода 1956–2019 гг. Для визуализации результатов использовался пакет «corrplot» (Wei, Simko 2021) для R.

Кроме того, для оценки положения новой хронологии в системе ранее выявленных градиентных зависимостей к опубликованному набору хронологий (Ukhvatkina et al. 2023) была добавлена новая точка. Для тех климатических параметров, для которых в предыдущей работе были выявлены статистически значимые линейные связи с высотой над уровнем моря, крутизной склона или индексом положения в рельефе (TPI), были построены линейные зависимости до и после включения новой хронологии. С применением того же подхода была дополнительно рассмотрена зависимость коэффициента корреляции с максимальной температурой апреля текущего года от крутизны склона.

## Результаты

**Характеристика хронологии.** Из 29 отобранных на участке кернов один был исключён после перекрёстной датировки и проверки межсерийной согласованности вследствие слабой корреляции с остальными сериями. Итоговая стандартная хронология построена по 28 кернам и охватывает период 1820–2023 гг. (табл. 1, рис. 2). Хронология получила обозначение PJ710 в соответствии с ранее использованной системой кодирования хронологий ели, основанной на названии *Picea jezoensis*; число в обозначении указывает высоту участка над уровнем моря. Средняя длина индивидуальных серий составила 148.6 года, средняя ширина годичного кольца – 0.957 мм, доля выпавших колец была низкой. Исходные серии характеризовались достаточно высокой согласованностью и выраженной инерционностью прироста ( $AR1 = 0.806 \pm 0.078$ ). После детрендинга 40-летним кубическим сплайном хронология сохранила достаточно высокие статистические характеристики общего сигнала, при этом порог репрезентативности  $EPS > 0.85$  был достигнут с 1864 г. (табл. 1).

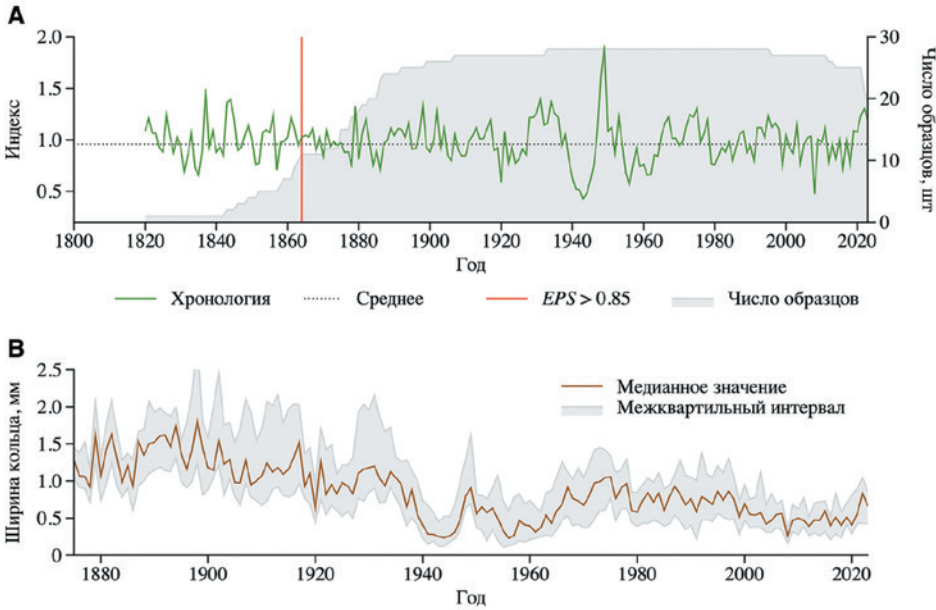
Табл. 1. Характеристика древесно-кольцевой хронологии PJ710.

Table 1. Characteristics of the PJ710 tree-ring chronology.

| Характеристика<br>Characteristic         | Значение<br>Value |
|------------------------------------------|-------------------|
| Число деревьев/кernов, шт.               | 28/28             |
| Средняя длина серии, лет                 | 148.6             |
| Средняя ширина годичного кольца, мм      | 0.957             |
| Доля пропущенных колец, %                | 0.53              |
| Средняя межсерийная корреляция           | 0.541 ± 0.095     |
| Длина древесно-кольцевой хронологии, лет | 205               |
| Временной интервал, годы                 | 1820–2023         |
| Временной интервал с EPS > 0.85          | 1864–2023         |
| MS                                       | 0.284             |
| Среднее значение ± SD                    | 0.985 ± 0.206     |
| AR1                                      | 0.437             |
| RBAR                                     | 0.321             |
| EPS                                      | 0.93              |
| SNR                                      | 13.3              |

**Примечание.** MS – средняя чувствительность, SD – стандартное отклонение, AR1 – автокорреляция первого порядка, RBAR – средняя корреляция между сериями, EPS – коэффициент выраженности популяционного сигнала, SNR – отношение сигнала к шуму.

**Note.** MS: mean sensitivity, SD: standard deviation, AR1: first-order autocorrelation, RBAR: mean interseries correlation, EPS: expressed population signal, SNR: signal-to-noise ratio.



**Рис. 2.** Характеристика древесно-кольцевой хронологии: стандартная хронология, построенная по 28 кернам (А); медианная ширина годичного кольца, рассчитанная для каждого года по совокупности индивидуальных серий, начиная с 1875 г., при глубине выборки не менее 15 кернов (В).

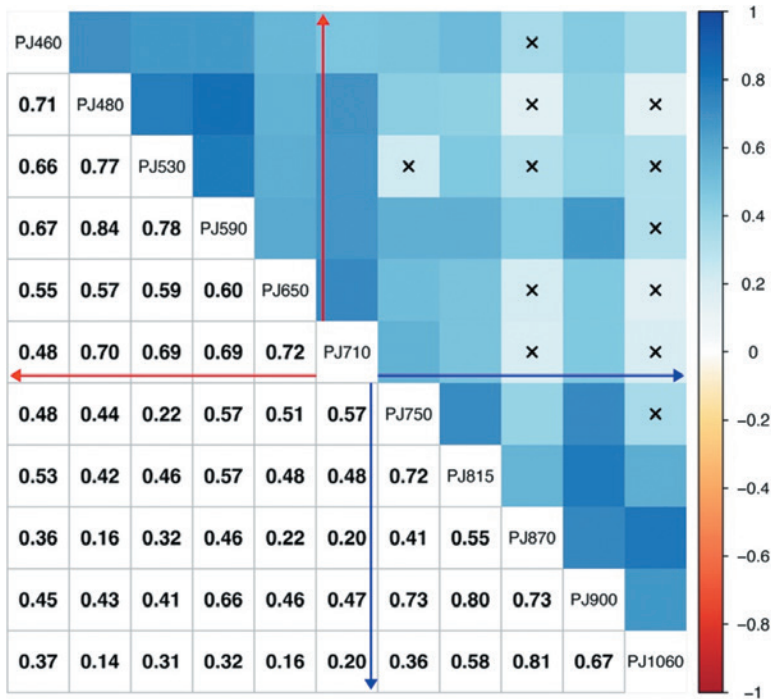
**Fig. 2.** Characteristics of the tree-ring chronology: standard chronology developed from 28 cores (A); median tree-ring width calculated for each year across individual series from 1875 onward, with a sample depth of at least 15 cores (B).

Стандартная хронология имела среднее значение 0.985, стандартное отклонение 0.206 и умеренную автокорреляцию первого порядка ( $AR1 = 0.437$ ) (табл. 1).

На графике стандартной хронологии отчётливо выражен резкий синхронный максимум прироста в конце 1940-х гг.; а в последние несколько лет также отмечается локальное повышение индекса прироста (рис. 2А). Анализ совокупности сырых индивидуальных серий, представленной значениями медианной ширины колец для каждого года, показывает, что, начиная с 1875 г., прирост изменялся неравномерно: сравнительно более высокие значения, характерные для конца XIX – начала XX века, сменялись снижением к 1940-м гг., после чего наблюдалось частичное восстановление (рис. 2В). Однако максимум конца 1940-х гг. в сырой медианной хронологии не сопровождался длительным устойчивым повышением ширины годичных колец, поэтому его следует рассматривать не как однозначный сигнал классического освождения деревьев от конкуренции, а как кратковременный синхронный ростовой отклик после периода сниженного прироста. Во второй половине XX и в начале XXI века медианная ширина кольца колебалась в умеренных пределах без выраженного монотонного снижения, а в последние несколько лет отмечено её повышение. Наличие таких синхронных отклонений указывает на возможный вклад неклиматических, в том числе ценотических, факторов в формирование хронологии; поэтому она пригодна для анализа связи радиального прироста с климатическими переменными, но должна с осторожностью использоваться для климатических реконструкций.

**Кросс-корреляция между хронологиями.** Корреляционный анализ показал, что новая хронология PJ710 в целом соответствует ранее выявленной тенденции: по мере увеличения высотных различий между участками сходство хронологий обычно снижается (рис. 3). При этом PJ710 не занимает строго промежуточного положения по характеру связей, а отчетливо сближается, прежде всего, с хронологиями нижней и средней части высотного градиента: наиболее высокий коэффициент получен для PJ650 ( $r = 0.721$ ), несколько ниже, но также на высоком уровне, – для PJ480, PJ530 и PJ590 ( $r = 0.700, 0.687$  и  $0.690$ , соответственно). Связь с ближайшей, более высокой по положению, хронологией PJ750 выражена слабее ( $r = 0.567$ ), а с хронологиями верхней части градиента она еще ниже: для PJ815 и PJ900 коэффициенты составляют 0.483 и 0.467, тогда как минимальные значения отмечены для PJ870 и PJ1060 (около 0.20). Таким образом, включение PJ710 делает высотный ряд более непрерывным, однако по структуре попарных корреляций эта хронология ближе к ниже- и среднегорным участкам, чем к участкам, расположенным в верхней части градиента высоты.

**Корреляция с климатом.** Корреляционный анализ хронологии PJ710 с климатическими параметрами выявил ряд статистически значимых связей (табл. 2). Среди температурных переменных наиболее отчетливые корреляции получены для максимальной температуры: значимые отрицательные связи выявлены с июнем, августом и ноябрем предшествующего года, а также с апрелем текущего года; кроме того, отрицательной была и корреляция с показателем усредненной максимальной температуры июля-августа предшествующего года. Для средней температуры значимые отрицательные корреляции обнаружены только для июня предшествующего года и апреля текущего года, тогда как для минимальной температуры выявлена лишь одна значимая положительная связь – с январем текущего года. Наибольшие по модулю коэффициенты среди температурных показателей были характерны для максимальной температуры апреля текущего года и максимальной температуры июля-августа предшествующего года.



**Рис. 3.** Кросс-корреляция между древесно-кольцевыми хронологиями, ранжированными в возрастающем порядке на основе высоты мест получения кернов. Условные обозначения: цифры в названии хронологии указывают высоту над уровнем моря, м; крестами показаны незначимые коэффициенты корреляции; красные стрелки обозначают корреляцию с хронологиями, полученными ниже по склону, синие – выше по склону.

**Fig. 3.** Cross-correlations among tree-ring chronologies arranged in ascending order according to the elevation of the sampling sites. Symbols: numbers in chronology codes indicate elevation above sea level, m; crosses indicate non-significant correlation coefficients; red arrows indicate correlations with chronologies obtained downslope, and blue arrows indicate correlations with chronologies obtained upslope.

Для осадков значимые корреляции были более локализованными: отрицательные связи выявлены только для июля текущего года и для суммарных осадков июля-августа текущего года (табл. 2). Среди индексов влагообеспеченности наиболее выраженной оказалась отрицательная корреляция с SPEI июля текущего года; кроме того, значимая отрицательная связь отмечена для SPEI марта. В отличие от SPEI, для PDSI обнаружены положительные корреляции умеренной величины – с июлем, сентябрем и октябрём предшествующего года, а также с январем текущего года. Таким образом, для анализируемой хронологии наиболее сильные и устойчивые значимые связи были характерны прежде всего для максимальных температур, летних осадков и SPEI.

**Положение новой хронологии в ранее выявленных градиентных зависимостях.** Добавление новой хронологии к ранее выявленным градиентным зависимостям показало, что ее положение относительно уже полученных регрессий неодинаково для разных климатических параметров (рис. 4). Для корреляции с максимальной температурой июля-августа предшествующего года (рис. 4А) точка PJ710 заметно отклоняется от ранее установленной зависимости с высотой над уровнем моря: при

**Табл. 2.** Результаты корреляционного анализа между древесно-кольцевой хронологией и климатическими переменными.**Table 2.** Results of correlation analysis between the tree-ring chronology and climatic variables.

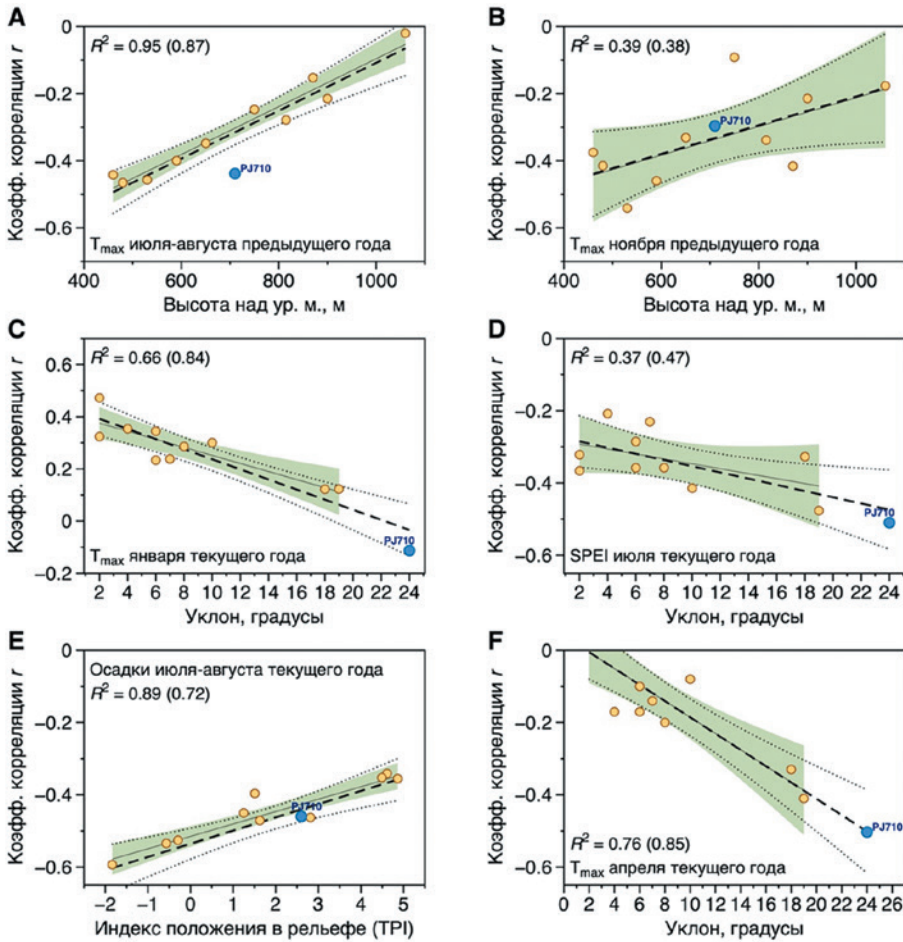
| Год<br>Year | Месяц<br>Month | Т <sub>ср</sub><br>T <sub>mean</sub> | Т <sub>мин</sub><br>T <sub>min</sub> | Т <sub>макс</sub><br>T <sub>max</sub> | Осадки<br>Precipitation | SPEI         | PDSI        |
|-------------|----------------|--------------------------------------|--------------------------------------|---------------------------------------|-------------------------|--------------|-------------|
| Предыдущий  | Июнь           | <b>-0.40</b>                         | -0.18                                | <b>-0.33</b>                          | 0.23                    | 0.24         | 0.21        |
| Предыдущий  | Июль           | 0.10                                 | 0.14                                 | -0.17                                 | 0.07                    | 0.14         | <b>0.31</b> |
| Предыдущий  | Август         | -0.27                                | -0.06                                | <b>-0.46</b>                          | 0.01                    | 0.02         | 0.15        |
| Предыдущий  | Сентябрь       | -0.26                                | -0.16                                | -0.15                                 | -0.06                   | -0.05        | <b>0.31</b> |
| Предыдущий  | Октябрь        | -0.27                                | -0.23                                | -0.18                                 | 0.16                    | 0.13         | <b>0.35</b> |
| Предыдущий  | Ноябрь         | -0.15                                | -0.12                                | <b>-0.33</b>                          | 0.21                    | 0.18         | 0.27        |
| Предыдущий  | Декабрь        | -0.03                                | -0.30                                | -0.27                                 | 0.19                    | 0.02         | 0.25        |
| Текущий     | Январь         | 0.23                                 | <b>0.32</b>                          | -0.11                                 | 0.28                    | 0.23         | <b>0.30</b> |
| Текущий     | Февраль        | 0.05                                 | 0.22                                 | 0.02                                  | -0.22                   | -0.14        | 0.19        |
| Текущий     | Март           | -0.27                                | -0.05                                | -0.28                                 | -0.07                   | <b>-0.36</b> | 0.11        |
| Текущий     | Апрель         | <b>-0.42</b>                         | -0.17                                | <b>-0.50</b>                          | 0.04                    | -0.08        | 0.06        |
| Текущий     | Май            | -0.07                                | 0.01                                 | 0.10                                  | -0.08                   | -0.21        | -0.06       |
| Текущий     | Июнь           | -0.08                                | -0.07                                | -0.10                                 | -0.16                   | 0.08         | -0.10       |
| Текущий     | Июль           | -0.19                                | -0.07                                | 0.14                                  | <b>-0.42</b>            | <b>-0.52</b> | -0.21       |
| Текущий     | Август         | -0.13                                | 0.03                                 | 0.01                                  | -0.12                   | 0.13         | -0.13       |
| Текущий     | Сентябрь       | -0.30                                | -0.06                                | -0.35                                 | 0.24                    | 0.12         | -0.17       |
| Предыдущий  | Июль-август    | -0.13                                | 0.04                                 | <b>-0.44</b>                          | —*                      | —            | —           |
| Текущий     | Июль-август    | —                                    | —                                    | —                                     | <b>-0.46</b>            | —            | —           |

**Примечание.** Т<sub>ср</sub> – средняя температура, Т<sub>мин</sub> – минимальная температура, Т<sub>макс</sub> – максимальная температура, SPEI и PDSI – индексы влагообеспеченности; значимые корреляции выделены жирным шрифтом; \* – корреляция не рассчитывалась.

**Note.** T<sub>mean</sub>: mean temperature, T<sub>min</sub>: minimum temperature, T<sub>max</sub>: maximum temperature, SPEI and PDSI: drought indices; significant correlations are highlighted in bold; \*: correlation was not calculated.

промежуточном высотном положении участка значение корреляции оказалось наиболее отрицательным, чем можно было ожидать по тренду, полученному ранее. Напротив, для максимальной температуры ноября предшествующего года PJ710 предполагается близко к ранее найденной линейной зависимости, не изменяя ее общего характера (рис. 4В). Для суммарных осадков июля-августа текущего года новая точка также хорошо согласуется с ранее выявленной зависимостью от TPI и занимает положение вблизи линии регрессии (рис. 4Е).

Эти результаты (рис. 4) показывают, что связь климатического отклика с высотой и топографическим положением подтверждается неодинаково для разных переменных: в одних случаях новая хронология укладывается в прежние закономерности, в других – выявляет заметное отклонение от них. Ранее именно высота над уровнем моря, уклон и индекс положения в рельефе (TPI) были выделены как главные



**Рис. 4.** Положение новой хронологии PJ710 относительно ранее выявленных зависимостей между значениями коэффициентов корреляции и топографическими переменными. Условные обозначения: А, В – зависимости от высоты над уровнем моря; С, D, F – от крутизны склона; Е – от индекса положения в рельефе ТРІ. Жёлтые точки – хронологии из предыдущей работы (Ukhvatkina et al. 2023), синяя точка – PJ710. Сплошная линия и зелёная заливка – ранее полученная линейная зависимость и её 95%-й доверительный интервал; пунктирная линия и пунктирные границы – зависимость после добавления PJ710.

**Fig. 4.** Position of the new PJ710 chronology relative to previously identified relationships between correlation coefficients and topographic variables. Symbols: А, В: relationships with elevation above sea level; С, D, F: relationships with slope steepness; Е: relationship with the topographic position index (TPI). Yellow points indicate chronologies from the previous study (Ukhvatkina et al. 2023), and the blue point indicates PJ710. The solid line and green shading show the previously obtained linear relationship and its 95% confidence interval; the dashed line and dashed boundaries show the relationship after adding PJ710.

предикторы климатического отклика, а для максимальной температуры июля-августа и ноября предшествующего года, максимальной температуры января текущего года, SPEI июля текущего года и суммарных осадков июля-августа текущего года были построены соответствующие линейные зависимости.

Для зависимостей, связанных с уклоном, включение новой хронологии оказалось особенно показательным, поскольку этот участок характеризуется наибольшей

крутизной склона среди всех рассмотренных точек (24°). На графиках для максимальной температуры января текущего года и SPEI июля текущего года (рис. 4С, D) новая точка продолжает ранее намеченные тренды и смещает регрессионные линии в том же направлении, усиливая их интерпретацию как уклон-зависимых. В то же время добавленный показатель для максимальной температуры апреля текущего года (рис. 4F) также демонстрирует отрицательную связь с уклоном, однако эта зависимость пока выглядит менее устойчивой и должна рассматриваться с осторожностью, поскольку в значительной степени определяется крайним положением новой точки относительно остального набора участков. Таким образом, PJ710 не меняет общей схемы ранее выявленных градиентных соотношений, но позволяет уточнить, какие из них выглядят устойчивыми, а какие требуют дальнейшей проверки на расширенном материале.

### Обсуждение

**Дендроклиматический отклик PJ710 и её сходство с ранее полученными хронологиями.** Новая хронология PJ710 в целом подтверждает ранее выявленный набор основных климатических сигналов, характерных для ели аянской в среднегорном поясе Южного Сихотэ-Алиня (Ukhvatkina et al. 2023). Как и в предыдущей работе, наиболее выраженные связи обнаружены, прежде всего, для максимальных температур, летних осадков и индекса SPEI, тогда как реакции на средние и минимальные температуры, а также на PDSI в целом, имеют менее устойчивый характер. Для PJ710 наиболее сильные отрицательные корреляции связаны с максимальной температурой июля–августа предшествующего года, максимальной температурой апреля текущего года, июльскими и суммарными за июль–август осадками текущего года, а также с июльским SPEI. В этом отношении новая хронология не выявляет принципиально нового климатического отклика, а скорее уточняет уже известную картину, показывая, какие её компоненты могут усиливаться в условиях склонов южной экспозиции.

По структуре попарных корреляций PJ710 также занимает показательное положение. С одной стороны, она вписывается в общую тенденцию снижения сходства хронологий по мере увеличения различия в высоте между участками. С другой стороны, новая хронология не занимает строго промежуточного положения, которого можно было бы ожидать исходя только из высоты участка. Напротив, она наиболее тесно связана с хронологиями нижней и средней части высотного градиента, особенно с PJ650, PJ480, PJ530 и PJ590, тогда как сходство с более высокогорными участками выражено заметно слабее. Это указывает на то, что в формировании климатического сигнала PJ710, по-видимому, важны не только её промежуточное высотное положение, но и другие локальные особенности местообитания, прежде всего экспозиция и, возможно, повышенный уклон.

Особого внимания заслуживает то, что у PJ710 некоторые из уже известных климатических связей выражены сильнее, чем у большинства ранее исследованных хронологий. В первую очередь это относится к отрицательной реакции на максимальную температуру апреля и SPEI июля текущего года. Первая из этих связей, вероятно, отражает то, что тёплая весна на южном склоне не обязательно создаёт более благоприятные условия для роста. Для Верхнеуссурийского стационара показано, что хорошо прогреваемые южные склоны характеризуются более быстрым испарением влаги; весной здесь быстрее сходит снег, и к началу вегетационного сезона они оказываются заметно суше северных склонов (Кожевникова 2010; Яковлева 2004).

В этих условиях более высокие максимальные температуры апреля могут отражать не прямое стимулирующее влияние тепла, а более ранний сход снега, ускоренное прогревание поверхности и иссушение верхних горизонтов почвы. Такой эффект особенно вероятен в начале вегетационного сезона, когда снежный покров уже существенно сокращается или полностью сходит, а период обильных летних осадков ещё не начинается; в результате, южные склоны могут испытывать более ранний дефицит влаги. Такая интерпретация согласуется и с более общими представлениями о роли накопления снега и сроков его таяния в горных лесах: более раннее исчезновение снежного покрова может приводить к более раннему началу ограничений, связанных с дефицитом почвенной влаги, в течение тёплого сезона (Cooper et al. 2020). Для Южного Сихотэ-Алиня эта логика особенно правдоподобна, поскольку именно влагообеспечение начала вегетационного периода рассматривается здесь как один из важных факторов, влияющих на рост деревьев (Ukhvatkina et al. 2021). Поэтому отрицательная корреляция PJ710 с максимальной температурой апреля, по-видимому, отражает совместное действие весеннего теплового режима, ускоренного схода снега и локального дефицита влаги на хорошо прогреваемом южном склоне. Сходным образом выраженная отрицательная связь с июльским SPEI, вероятно, указывает на то, что для данного участка особенно важен не столько дефицит влаги, сколько неблагоприятный эффект её избытка в середине лета. Поскольку положительные значения SPEI соответствуют более влажным условиям (Vicente-Serrano et al. 2010), отрицательная корреляция PJ710 с июльским SPEI означает, что в годы с более влажным режимом в июле радиальный прирост на данном участке снижался. Важно, что сходные по направлению зависимости описаны и в дендроклиматических исследованиях других древесных видов: у мезофитных популяций *Juniperus thurifera* высокие значения SPEI в зимне-весенний период также сочетались со снижением прироста, и авторы связывали это с эффектом водного избытка, облачности, снежного покрова или подтопления, а не с недостатком влаги (DeSoto et al. 2014). Вероятно, сходный механизм объясняет и отрицательную корреляцию PJ710 с мартовским SPEI. С физиологической точки зрения такая трактовка представляется оправданной, поскольку переувлажнение почвы вызывает гипоксию или аноксию, снижает корневую гидравлическую проводимость, а затем ведёт к закрытию устьиц и общему угнетению водообмена и роста (Liu et al. 2022). Поэтому отрицательная корреляция PJ710 с июльским SPEI, по-видимому, отражает неблагоприятное действие избыточного увлажнения в период максимальной летней влажности. При этом, учитывая, что речь идёт об одной хронологии южной экспозиции, такую интерпретацию пока следует рассматривать как наиболее вероятную, но требующую дальнейшей проверки.

Остальные выявленные значимые корреляции, по-видимому, следует пока рассматривать как дополнительные. Это относится, в частности, к отрицательным связям со средней температурой июня предшествующего года и апреля текущего года, положительной корреляции с минимальной температурой января текущего года, а также к положительным корреляциям с PDSI в отдельные месяцы предшествующего и текущего года. Часть этих сигналов отмечалась и ранее, но не обсуждалась подробно из-за их слабой повторяемости между хронологиями. Поскольку и в настоящей работе они представлены единично и не формируют устойчивого повторяющегося паттерна, придавать им самостоятельное физиологическое значение пока преждевременно. Вероятно, они отражают более тонкие особенности конкретного местообитания или случайные особенности локального климатического сигнала, которые смогут быть интерпретированы более уверенно только после расширения выборки, прежде всего за счёт новых участков южной экспозиции.

### **Новая хронология в системе выявленных топографических зависимостей.**

Добавление хронологии PJ710 показало, что в целом ранее выявленная система топографических зависимостей (Ukhvatkina et al. 2023) сохраняется, однако степень их устойчивости для разных климатических переменных неодинакова. Для большинства рассмотренных связей новая точка располагается вблизи ранее установленных линейных трендов. Исключение составляет зависимость для максимальной температуры июля-августа предшествующего года. Выше уже было отмечено, что PJ710, несмотря на промежуточное высотное положение, по структуре попарных корреляций оказывается ближе к хронологиям нижней и средней части градиента. Это указывает на то, что положение новой точки определяется не только высотой над уровнем моря, но и сочетанием других локальных факторов, прежде всего, экспозиции и крутизны склона.

Для максимальной температуры июля-августа предшествующего года PJ710 заметно отклоняется от ранее установленной зависимости: при промежуточной высоте участка значение коэффициента корреляции оказалось наиболее отрицательным, чем можно было бы ожидать, исходя только из высоты. Для максимальной температуры ноября предшествующего года, напротив, новая хронология располагается вблизи ранее найденной линии регрессии и не меняет её общего характера. Таким образом, высота над уровнем моря остаётся важным предиктором температурного отклика, однако для летних температур предшествующего года её влияние явно модифицируется экспозицией. В этом случае южный склон формирует более тёплый и инсолируемый режим, из-за чего по условиям участок PJ710 как бы смещается в сторону более низких высот. Для температур ноября, напротив, высотный эффект оказывается более устойчивым и в меньшей степени нарушается включением точки южной экспозиции. Это позволяет предположить, что различные сезонные температурные сигналы имеют разную выраженность на склонах разной экспозиции.

Особенно показательной оказалась новая хронология для зависимостей, связанных с уклоном. Статистически PJ710 хорошо согласуется с ранее найденными трендами для максимальной температуры января текущего года и SPEI июля текущего года (Ukhvatkina et al. 2023), а включение новой точки даже увеличивает долю объяснённой дисперсии. Однако механистическая интерпретация этих связей становится менее однозначной. В предыдущей работе уменьшение положительной корреляции с максимальной температурой января по мере увеличения уклона объяснялось главным образом через особенности северных и северо-западных склонов, получающих меньше солнечной радиации в зимний период. После включения PJ710 становится вероятным, что одна и та же общая зависимость по уклону может формироваться за счёт разных механизмов. Для пологих северных склонов более высокие январские температуры действительно могут быть благоприятны, способствуя разрыхлению снежного покрова и его более быстрому таянию весной (Zhang et al. 2015). Для крутого южного склона, напротив, тёплая зима может означать слишком раннее уменьшение снегозапаса и, как следствие, более быстрое весеннее иссушение хорошо прогреваемого участка, что может негативно повлиять на рост деревьев в начале вегетационного сезона (Harpold 2016; Cooper et al. 2020; Murphy et al. 2020). Оба этих механизма влияния хорошо ложатся на одну линию тренда «уклон-отклик». По-видимому, ситуация со SPEI июля сходна: сама статистическая зависимость с уклоном сохраняется, однако её прежнее объяснение через уменьшение испарения на крутых северных склонах уже не может считаться универсальным. Вероятно, в данном случае уклон отражает не один конкретный процесс, а общую чувствительность

крайних топографических положений к неблагоприятным условиям влагообеспечения, причём на склонах разной экспозиции эта чувствительность реализуется по-разному. В эту же группу, по-видимому, следует отнести и зависимость для максимальной температуры апреля текущего года, которая с новой точкой приобретает экологически интерпретируемый вид. Для крутого южного склона более высокие апрельские температуры, вероятно, не улучшают, а, напротив, ухудшают условия роста, поскольку способствуют более раннему сходу снежного покрова, ускоренному прогреванию и иссушению верхних горизонтов почвы (Cooper et al. 2020). С учётом высокой инсоляции, хорошего дренажа и маломощности почв на таких участках это может приводить к дефициту влаги уже в начале вегетационного периода, особенно при дефиците осадков. Однако пока данная зависимость должна рассматриваться с осторожностью, поскольку в значительной степени определяется крайним положением PJ710 по уклону, и требует дальнейшей проверки.

Иная картина наблюдается для зависимости между откликом на сумму осадков июля-августа текущего года и индексом положения в рельефе (ТРІ). В этом случае новая хронология хорошо согласуется с ранее выявленным трендом. Следовательно, интерпретация, предложенная в предыдущей работе, сохраняет силу: при отрицательном влиянии обильных летних осадков максимальные абсолютные значения корреляции ожидаемы в более аккумулятивных позициях рельефа, тогда как на узких гребнях, где влага задерживается минимальное время, эта связь ослабевает.

Таким образом, новая хронология не нарушает ранее предложенную схему топографической организации дендроклиматического отклика ели аянской, но позволяет уточнить степень её устойчивости. Наиболее надёжными выглядят две зависимости: высота над уровнем моря и максимальные температуры ноября предшествующего года, а также ТРІ и осадки июля-августа текущего года. Напротив, связи с уклоном, по-видимому, сохраняются статистически, но оказываются механистически неоднородными: включение первой точки южной экспозиции показывает, что одинаковый по форме линейный тренд может объединять разные процессы на северных и южных склонах, иначе говоря, действуют разные механизмы приспособления деревьев к разным условиям. В этом смысле PJ710 важна не только как дополнительная точка в существующей системе наблюдений, но и как указание на то, что дальнейшее расширение выборки должно быть направлено, прежде всего, на разделение эффектов уклона и экспозиции.

Следует отметить, что полученные результаты не позволяют говорить о явном климатическом угнетении роста взрослых деревьев ели на исследованном участке. Анализ сырых индивидуальных серий не выявил монотонного снижения медианного прироста в последние десятилетия, которое можно было бы рассматривать как прямой признак постепенного ухудшения условий роста. Впрочем, несколько лет подряд наблюдается некоторое повышение прироста, вероятно, связанное с локальным улучшением светового режима после частичного распада древостоя. Кроме того, новая хронология не продемонстрировала и ожидаемого экстремального усиления климатического сигнала: хотя для отдельных параметров, прежде всего максимальных температур июля-августа предшествующего года и максимальных температур апреля текущего года, были выявлены достаточно тесные связи, в целом климатический отклик PJ710 не выглядит существенно более сильным, чем у ранее изученных хронологий. Это позволяет предположить, что на данном участке современные климатические условия, по крайней мере, пока не являются фактором, непосредственно подавляющим радиальный прирост взрослых деревьев ели. Вместе с тем

этот вывод следует рассматривать с осторожностью, поскольку он основан только на одном участке южной экспозиции.

В то же время отсутствие явного угнетения прироста взрослых деревьев не исключает, что участие ели на южных склонах может ограничиваться иным образом. Одним из возможных объяснений является затруднённое возобновление вида в условиях высокой инсоляции и быстрого иссушения поверхности почвы именно в те месяцы, когда происходят прорастание семян, укоренение всходов и начальный рост подроста; дополнительным ограничением может быть редкость подходящих микроместообитаний, в частности, полуразложившегося валежа. В этом случае относительная редкость ели на южных склонах может быть связана не столько с угнетением роста взрослых деревьев, сколько с ограничением её успешного возобновления. Данная гипотеза может рассматриваться как одно из перспективных направлений дальнейших исследований.

Практическая значимость работы состоит в уточнении подходов к организации дендроклиматического мониторинга ели аянской в горных лесах Южного Сихотэ-Алиня. Полученные результаты показывают, что при выборе участков наблюдений и интерпретации древесно-кольцевых хронологий наряду с высотой над уровнем моря и положением в рельефе следует учитывать экспозицию и крутизну склонов. Кроме того, оценку состояния популяций ели на южных склонах целесообразно дополнять наблюдениями за естественным возобновлением, поскольку отсутствие выраженного снижения прироста взрослых деревьев не исключает климатических ограничений на ранних этапах жизненного цикла.

### Заключение

Полученная хронология представляет собой первое прямое наблюдение дендроклиматического отклика ели аянской на склоне южной экспозиции в пределах исследованной территории. Её включение в анализ показало, что общий набор ранее выявленных климатических сигналов в целом сохраняется, однако их выраженность и положение в системе топографических зависимостей могут заметно изменяться при расширении выборки за пределы склонов северной и близких к северной экспозиций. Новая хронология позволила уточнить устойчивость ранее найденных градиентных зависимостей: часть из них получила дополнительное подтверждение, тогда как часть потребовала более осторожной интерпретации и указала на возможную роль экспозиции как самостоятельного фактора. Вместе с тем один участок южной экспозиции недостаточен для того, чтобы характеризовать южные склоны как самостоятельную топографическую категорию. Поэтому PJ710 следует рассматривать как важный тестовый материал, подтверждающий необходимость дальнейшего расширения выборки, прежде всего за счёт новых участков южной экспозиции на разных высотах и склонах с разным уклоном.

### Благодарности

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

### Литература (References)

- Гладкова Г. А., Сибирина Л. А., Омелько А. М., Жмеренецкий А. А., Ухваткина О. Н., Куприн А. В. 2025. Формирование и фракционный состав древесного опада в кедрово-широколиственных лесах Южного Сихотэ-Алиня // *Лесоведение*. № 5. С. 643–655.  
(Gladkova G. A., Sibirina L. A., Omelko A. M., Zhmerenetsky A. A., Ukhvatkina O. N., Kuprin A. V. 2025. Formation and fractional composition of forest litterfall in broadleaved-Korean-pine

- forests of the Southern Sikhote-Alin. *Russian Journal of Forest Science* 5: 643–655. [In Russian.] <https://doi.org/10.31857/S0024114825050094>
- Кожевникова Н. К.** 2009. Динамика погодных-климатических характеристик и экологические функции малого лесного бассейна // *Сибирский экологический журнал*. № 5. С. 695–703. (Kozhevnikova N. K. 2009. Dynamics of weather and climatic characteristics and ecological functions of a small forest basin. *Sibirskii Ekologicheskii Zhurnal* 5: 695–703. [In Russian.] <https://elibrary.ru/KWQXAX>
- Кожевникова Н. К.** 2010. Динамика гидрологических и защитных функций горных лесов Южного Сихотэ-Алиня в процессе послерубочных восстановительных сукцессий: дис. ... канд. биол. наук: 03.00.16. – Владивосток. 162 с. (Kozhevnikova N. K. 2010. [Dynamics of hydrological and protective functions of mountain forests of the Southern Sikhote-Alin during post-logging recovery successions]: dis. kand. biol. nauk: 03.00.16. Vladivostok, 162 pp. [In Russian].)
- Манько Ю. И.** 1987. Ель аянская. – Л.: Наука. 280 с. (Manko Yu. I. 1987. [Jezo spruce]. Leningrad: Nauka, 280 pp. [In Russian].)
- Петренко Т. Я., Ухваткина О. Н., Омелько А. М., Жмеренецкий А. А.** 2016. Развитие виргинильных растений *Picea ajanensis* (Lindl. et Gord.) Fisch. ex Carr. в древостое девственного кедрово-широколиственного леса на территории южного Сихотэ-Алиня // *Известия Иркутского государственного университета*. Серия «Биология. Экология». Т. 18. С. 14–26. (Petrenko T. Ya., Ukhvatkina O. N., Omel'ko A. M., Zhmerenetsky A. A. 2016. Virginale plants development of *Picea ajanensis* (Lindl. et Gord.) Fisch. ex Carr. in old-growth Korean pine-broadleaf forest in the territory of Southern Sikhote-Alin. *The Bulletin of Irkutsk State University. Series "Biology. Ecology"* 18: 14–26. [In Russian.] <https://elibrary.ru/YJVVUT>
- Таранков В. И.** 1974. Макроклимат лесов Южного Приморья. – Новосибирск: Наука. 224 с. (Tarankov V. I. 1974. [Macroclimate of forests of Southern Primorye]. Novosibirsk: Nauka, 224 pp. [In Russian].)
- Третий оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Общее резюме.* 2022. – Санкт-Петербург: Научные технологии. 124 с. ([*The Third Assessment Report on climate change and its consequences in the Russian Federation. General summary*]. 2022. Saint Petersburg: Naukoemkie tehnologii, 124 pp. [In Russian.] <https://cc.voeikovmgo.ru/images/dokumenty/2022/od3or.pdf> (accessed on 12 May 2026)
- Усенко Н. В.** 1969. Деревья, кустарники и лианы российского Дальнего Востока. – Хабаровск: Кн. изд-во. 416 с. (Usenko N. V. 1969. [Trees, shrubs and lianas of the Russian Far East]. Khabarovsk: Knizhnoe izdatelstvo, 416 pp. [In Russian].)
- Яковлева А. Н.** 2004. Эколого-фитоценотические особенности пространственного распределения лесной растительности южного Сихотэ-Алиня (на примере Верхнеуссурийского стационара): автореф. дис. ... канд. биол. наук: 03.00.05, 03.00.16. – Владивосток. 19 с. (Yakovleva A. N. 2004. [Ecological and phytocenotic features of the spatial distribution of forest vegetation in the Southern Sikhote-Alin (the Verkhneussuriysky Station case study)]: avtoref. dis. kand. biol. sci. Vladivostok, 19 pp. [In Russian].)
- Altman J., Treydte K., Pejcha V., Cerny T., Petrik P., Srutek M., Song J.-S., Trouet V., Dolezal J.** 2020. Tree growth response to recent warming of two endemic species in Northeast Asia. *Climatic Change* 162: 1345–1364. <https://doi.org/10.1007/s10584-020-02718-1>
- Altman J., Ukhvatkina O. N., Omelko A. M. et al.** 2018. Poleward migration of the destructive effects of tropical cyclones during the 20th century. *Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America* 115(45): 11543–11548. <https://doi.org/10.1073/pnas.1808979115>
- Babst F., Bouriaud O., Poulter B., Trouet V., Girardin M. P., Frank D. C.** 2019. Twentieth century redistribution in climatic drivers of global tree growth. *Science Advances* 5: eaat4313. <https://doi.org/10.1126/sciadv.aat4313>
- Bunn A. G.** 2008. A dendrochronology program library in R (dplR). *Dendrochronologia* 26: 115–124. <https://doi.org/10.1016/j.dendro.2008.01.002>
- Cook E. R., Kairiukstis L. A.** 1990. *Methods of Dendrochronology. Applications in the Environmental Sciences*. Dordrecht: Kluwer Academic Publishers, 394 pp. <https://doi.org/10.1007/978-94-015-7879-0>
- Cooper A. E., Kirchner J. W., Wolf S., Lombardozzi D. L., Sullivan B. W., Tyler S. W., Harpold A. A.** 2020. Snowmelt causes different limitations on transpiration in a Sierra Nevada conifer forest. *Agricultural and Forest Meteorology* 291: 108089. <https://doi.org/10.1016/j.agrformet.2020.108089>
- DeSoto L., Varino F., Andrade J. P., Gouveia C. M., Campelo F., Trigo R. M., Nabais C.** 2014. Different growth sensitivity to climate of the conifer *Juniperus thurifera* on both sides of the

- Mediterranean Sea. *International Journal of Biometeorology* 58: 1051–1062. <https://doi.org/10.1007/s00484-014-0811-y>
- Harpold A. A.** 2016. Diverging sensitivity of soil water stress to changing snowmelt timing in the Western U. S. *Advances in Water Resources* 92: 116–129. <https://doi.org/10.1016/j.advwatres.2016.03.017>
- Holmes R. L.** 1983. Computer-assisted quality control in tree-ring dating and measurement. *Tree-Ring Bulletin* 43: 69–75.
- Janda P., Ukhvatkina O. N., Vozmishcheva A. S., Omelko A. M., Dolezal J., Krestov P. V., Zhmerenetsky A. A., Song J.-S., Altman J.** 2021. Tree canopy accession strategy changes along the latitudinal gradient of temperate Northeast Asia. *Global Ecology and Biogeography* 30: 738–748. <https://doi.org/10.1111/geb.13259>
- Korznikov K., Petrenko T., Kislov D., Krestov P., Doležal J.** 2023. Predicting spruce taiga distribution in Northeast Asia using species distribution models: glacial refugia, mid-Holocene expansion and future predictions for global warming. *Forests* 14: 219. <https://doi.org/10.3390/f14020219>
- Kueppers L. M., Conlisk E., Castanha C., Moyes A. B., Germino M. J., de Valpine P., Torn M. S., Mitton J. B.** 2017. Warming and provenance limit tree recruitment across and beyond the elevation range of subalpine forest. *Global Change Biology* 23: 2383–2395. <https://doi.org/10.1111/gcb.13561>
- Kuprin A. V., Purtova L. N., Titova M. S., Tyunin A. P., Timofeeva Y. O., Gladkova G. A., Sibirina L. A., Baklanova V. S.** 2025. Assessment of soil carbon dioxide efflux in oak and Korean pine-broadleaf forests of the Southern Sikhote-Alin (Primorsky region, Russia). *Ecologica Montenegrina* 90: 128–137. <https://doi.org/10.37828/em.2025.90.8>
- Li W., Manzanedo R. D., Jiang Y. et al.** 2023. Reassessment of growth-climate relations indicates the potential for decline across Eurasian boreal larch forests. *Nature Communications* 14: 3358. <https://doi.org/10.1038/s41467-023-39057-5>
- Liu C., Wang Q., Mäkelä A., Hökkä H., Peltoniemi M., Hölttä T.** 2022. A model bridging waterlogging, stomatal behavior and water use in trees in drained peatland. *Tree Physiology* 42: 1736–1749. <https://doi.org/10.1093/treephys/tpac037>
- Murphy P. C., Knowles J. F., Moore D. J. P., Anchukaitis K., Potts D. L., Barron-Gafford G. A.** 2020. Topography influences species-specific patterns of seasonal primary productivity in a semiarid montane forest. *Tree Physiology* 40(10): 1343–1354. <https://doi.org/10.1093/treephys/tpaa083>
- Nakamura Y., Krestov P. V.** 2005. Coniferous forests of the temperate zone of Asia. In: *Ecosystems of the World*. Vol. 6. Coniferous Forests. Amsterdam: Elsevier, pp. 163–220.
- Palmer W. C.** 1965. Meteorological Drought. Office of Climatology Research Paper No. 45. Washington, DC: US Weather Bureau. 58 pp.
- Shi J., Wang H., Li J., Chi S., Xu J., Zhang Y., Lu H.** 2023. Unprecedented early summer warming recorded in tree rings on the central eastern Tibetan Plateau over the past three centuries. *Climate Dynamics*. <https://doi.org/10.1007/s00382-023-06881-w>
- Ukhvatkina O. N., Omelko A. M., Zhmerenetsky A. A., Petrenko T. Y.** 2018. Autumn-winter minimum temperature changes in the southern Sikhote-Alin mountain range of northeastern Asia since 1529 AD. *Climate of the Past* 14: 57–71. <https://doi.org/10.5194/cp-14-57-2018>
- Ukhvatkina O., Omelko A., Kislov D., Zhmerenetsky A., Epifanova T., Altman J.** 2021. Tree-ring-based spring precipitation reconstruction in the Sikhote-Alin' Mountain range. *Climate of the Past* 17: 951–967. <https://doi.org/10.5194/cp-17-951-2021>
- Ukhvatkina O., Omelko A., Zhmerenetsky A.** 2023. Local topography has significant impact on dendroclimatic response of *Picea jezoensis* and determines variation of factors limiting its radial growth in the Southern Sikhote-Alin. *Forests* 14(10): 2050. <https://doi.org/10.3390/f14102050>
- Vicente-Serrano S. M., Beguería S., López-Moreno J. I.** 2010. A multiscalar drought index sensitive to global warming: the Standardized Precipitation Evapotranspiration Index. *Journal of Climate* 23: 1696–1718. <https://doi.org/10.1175/2009JCLI2909.1>
- Wei T., Simko V.** 2021. R package “corrplot”: Visualization of a Correlation Matrix. Version 0.92. <https://github.com/taiyun/corrplot> (accessed on 12 May 2026)
- Zang C., Biondi F.** 2015. Treeclim: an R package for the numerical calibration of proxy-climate relationships. *Ecography* 38: 1–6. <https://doi.org/10.1111/ecog.01335>
- Zhang R. B., Yuan Y. J., Wei W. S., Gou X. H., Yu S. L., Shang H. M., Chen F., Zhang T. W., Qin L.** 2015. Dendroclimatic reconstruction of autumn-winter mean minimum temperature in the eastern Tibetan Plateau since 1600 AD. *Dendrochronologia* 33: 1–7. <https://doi.org/10.1016/j.dendro.2014.09.001>

УДК 910.4:330.341(571.6)»18»

[https://doi.org/10.25221/2782-1978\\_2026\\_3\\_5](https://doi.org/10.25221/2782-1978_2026_3_5)

<https://elibrary.ru/uavpat>

## Как путешествие В. Л. Комарова в Амурскую область и Маньчжурию (1895–1897 гг.) повлияло на экономическое развитие российского Дальнего Востока

Виктор Всеволодович Богатов<sup>1✉</sup>, Надежда Михайловна Осипова<sup>2</sup>,  
Ольга Владимировна Селиванова<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup>Архив РАН, Москва, 117218, Российская Федерация  
✉ Автор-корреспондент, e-mail: vibogatov@mail.ru

Получена 6 июня 2026 г.; принята к публикации 27 июля 2026 г.

**Аннотация.** Статья посвящена экспедиции выдающегося отечественного учёного и организатора науки Владимира Леонтьевича Комарова в Амурскую область и Маньчжурию, предпринятой в 1895–1897 гг. На основе уникальных документов и фотографий, хранящихся в Архиве РАН, а также анализа публикаций самого автора, раскрыты детали этого исключительно значимого для Дальневосточного региона путешествия. Показано, что изданная по результатам поездки трехтомная «Флора Маньчжурии» (Комаров 1901, 1904, 1907) принесла Комарову первую известность в научном мире, в то время как малоизвестная ныне его обширная статья «Условия дальнейшей колонизации Амура» (1896) оказалась судьбоносной для последующей истории освоения дальневосточных территорий. В данной работе Комарову удалось обосновать высокий потенциал развития в Амурской области сельского хозяйства в противовес доминировавшей в то время концепции Сергея Ивановича Коржинского о бесперспективности создания на Дальнем Востоке «земледельческих колоний».

**Ключевые слова:** Коржинский, Комаров, экспедиция, Амурская область, Маньчжурия, Транссибирская магистраль, переселенцы, земледелие, реформа Столыпина.

## How V. L. Komarov's journey to the Amur region and Manchuria (1895–1897) influenced the economic development of the Russian Far East

Viktor V. Bogatov<sup>1✉</sup>, Nadezhda M. Osipova<sup>2</sup>, Olga V. Selivanova<sup>2</sup>

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

<sup>2</sup>Archive of the Russian Academy of Sciences, Moscow, 117218, Russian Federation  
✉ Corresponding author, e-mail: vibogatov@mail.ru

Received June 6, 2026; accepted July 27, 2026

**Abstract.** This article examines the expedition of the outstanding Russian scientist and scientific organizer Vladimir Leontyevich Komarov to the Amur region and Manchuria, undertaken in 1895–1897. Based on unique documents and photographs stored in the Archive of the Russian Academy of Sciences, as well as an analysis of the author's own publications, the details of this journey, exceptionally significant for the Far Eastern region, are revealed. It is shown that the three-volume “Flora Manchuriae” (Komarov 1901, 1904, 1907), published as a result of the trip, brought Komarov his first recognition in the scientific community, while his now little-known extensive article “Conditions for the Further Colonization of the Amur” (1896) proved decisive for the subsequent development of Far Eastern territories. In that article Komarov successfully substantiated the high potential for agricultural development in the Amur Region, countering the then-dominant view of Sergei Ivanovich Korzhinsky, who argued that establishing “agricultural colonies” in the Far East was futile.

**Keywords:** Korzhinsky, Komarov, expedition, Amur region, Manchuria, Trans-Siberian Railway, settlers, agriculture, Stolypin reform.

## Введение

В 2025 г. исполнилось 130 лет со дня начала 3-летнего путешествия Владимира Леонтьевича Комарова (1869–1945) по Амурской области и Маньчжурии, осуществленного в 1895–1897 гг. Основным итогом поездки стала трёхтомная



В. Л. Комаров. Фото 1894 г. (Архив РАН. Ф. 277. Оп. 6. Д. 5. Л. 1).

«Флора Маньчжурии», опубликованная в Трудах Императорского Санкт-Петербургского ботанического сада (Комаров 1901–1907, т. 20, 22, 25). Это сочинение, переведённое на многие иностранные языки, по сей день считается классическим трудом по ботанике. Императорская Академия наук (далее – ИСПБАН) удостоила автора премии имени Карла Бэра, Императорское Русское Географическое общество (далее – ИРГО, Географическое общество) – медалью имени Н. М. Пржевальского, а Международная Академия ботанической географии во Франции присудила ему медаль с изображениями **Жозефа Питтона де Турнефора** (1656–1708; французский ботаник, профессор ботаники при Королевском саде лекарственных растений в Париже, член Парижской академии наук) и Карла Линнея (1707–1778; шведский естествоиспытатель и медик, создатель единой системы классификации растительного и животного мира).

В настоящее время практически забыта его работа «Условия дальнейшей колонизации Амура» (1896), которая, если и упоминается при перечислении публикаций учёного, то без оценки её значимости для принятия государственных решений, связанных с сельскохозяйственным освоением дальневосточных территорий, активизацией переселенческой политики в период Столыпинской реформы 1906–1914 гг. и возобновлением строительства Амурской железной дороги в 1907 г. До последнего времени ещё не раскрыты детали Амуро-Маньчжурской экспедиции, условия её подготовки и проведения. Частично восполнить представления о путешествии учёного позволяют уникальные материалы и фотографии, хранящиеся в Архиве Российской академии наук (личный фонд В. Л. Комарова, № 277), некоторые из них вводятся в данной статье в научный оборот впервые. К одному из таких малоизвестных документов относится, например, черновой рукописный вариант «Краткой программы ботанико-географических исследований в Амурской области (при расчёте на два лета 1895 и 1896 гг.)», датируемый по времени её публикации в Известиях ИРГО (Краткая программа... 1895).

### Ботанико-географические исследования в Амурской области

Итак, вчерашний выпускник Санкт-Петербургского университета<sup>1</sup>, вероятно, ещё в 1894 г. обратился в ИРГО с научной программой ботанико-географических исследований в зоне строительства Амурской железной дороги в Амурской области, рассчитанной на два года – 1895 и 1896 гг. В преамбуле к рукописной версии программы молодой учёный, в частности, отмечал (принципиальные отличия от печатного варианта – п. в. – размещены в скобках, орфография рукописи сохранена, страницы рукописи отделены друг от друга поперечной чертой): *«Имея в виду, что до сих пор ботаники, посетившие Амурскую область 1) исследовали по преимуществу*

<sup>1</sup> В. Л. Комаров в 1890 г. поступил на физико-математический факультет Санкт-Петербургского университета и в 1894 г. окончил его с дипломом 1-й степени. Перед поездками на Дальний Восток Владимир уже имел небольшой опыт организации научных экспедиций. В частности, ещё студентом он совершил две поездки в Закаспийскую область и Туркестан, по результатам которых были опубликованы три работы по малоисследованной флоре Зеравшанского бассейна, за одну из которых молодой специалист получил в Университете золотую медаль. В 1895 г. Комаров стал действительным членом сразу двух научных императорских обществ: Санкт-Петербургского общества естествоиспытателей и Императорского Русского географического общества, с которыми был связан всю последующую научную жизнь.

систематический состав ее флоры и физиономику, почти не обращая внимания на географическую и топографическую закономерность ее состава группировки и распространения и 2) держались почти исключительно берегов Амура и устьев его притоков, в остальной же части области исследовавшими являются только местности у впадения Большого Алима в Бурею<sup>2</sup> (Шмидт)<sup>3</sup> и средняя часть Бурейско-Зейского района (Коржинский)<sup>4</sup>, исследования необходимо вести по следующему плану...» (Архив РАН. Ф. 277. Оп. 1. Д. 5. Л. 1). Эта фраза указывает на то, что выбор Комаровым Амурской области для своего исследования был далеко не случаен, и будущий путешественник предварительно, возможно, ещё в студенчестве, проштудировал все известные к тому времени сведения о природе дальневосточного региона.

В рукописной версии самой программы Комаров ограничился написанием «Отдела I» без обозначения «Отдела II», который впоследствии включён в печатный вариант программы:

«Отдел I. Задачи исследования:

1. Области распространения отдельных флор.

а. Изучить возможно точно Западную границу Маньчжурской флоры в ее целом и в наиболее типичных представителях.

в. Решить вопросы: совпадает ли она, или нет с Западной границей Восточного муссона.

с. Определить южную границу северно-сибирских лесов (лиственничники).

д. Определить Восточную границу Даурской флоры.

2. Распространение лесных форм.

1). Решить составляют ли *Picea Ajcenensis* и *Pinus mandschurica* самостоятельный тип хвойного леса, или они есть только члены формации лиственного леса Маньчжурской флоры.

2). Определить состав, распространение, и отношения к физическим условиям сосновых боров

3). Составить карту распространения главнейших лесных пород

4). Выяснить истинные причины однообразия лесов Северно Сибирского типа.

(в п. в. добавлен пункт: «е) собрать данные по вопросу о влиянии климатических условий на свойства древесины»).



Рукописный фрагмент «Краткой программы ...» В. Л. Комарова. Пояснения в тексте. (Архив РАН. Ф. 277. Оп. 1. Д. 5. Л. 1).

<sup>2</sup> На самом деле р. Большой Алим (в п. в. река неверно указана как «р. Большой Амен») впадает в р. Амур на участке от впадения р. Зей до впадения р. Бурей. Относится к подбассейну р. Бурей.

<sup>3</sup> Имеется в виду путешествие русского геолога, ботаника и палеонтолога Федора Богдановича Шмидта (1832–1908) в Амурский край и о-в Сахалин, предпринятое в 1859–1862 гг., в т. ч. по реке «Бурей с перевалом через Бурейнский хребет» [Комаров 1902, с. 22].

<sup>4</sup> Сергей Иванович Коржинский (1861–1900) – русский ботаник и генетик-эволюционист, один из основоположников фитоценологии. В 35 лет (с 1896 г.) он стал действительным членом ИСПБАН, в 37 лет действительным статским советником. Профессор кафедры ботаники Томского университета, один из основателей сибирской ботанической школы. Первый директор Сибирского ботанического сада. С 1892 г. – главный ботаник Императорского ботанического сада в Санкт-Петербурге, через год – директор Ботанического музея Академии наук. Автор около 70-ти научных работ.

3. Вертикальное распространение

1). Описать формации гольцов.

2). Выяснить условия образования моховых болот и стлаников.

3. Вертикальное распространение древесных пород. Границы хвойного и лиственного леса.

4. Геоботанические исследования (в п. в. заголовок заменен на «4. Отношение растительности к почвам»)

1. Собрать образы почв и подпочв каждого обособленного в флористическом отношении района.

2. Решить образовалась ли данная почва там, где она собрана или она принесена туда дождем, ветром и проч.

3. Определить среднюю длину корней наиболее типичных растений и их положение к подпочве.

4. Степень изменчивости почв под влиянием климата, растительности, животного мира и пр.

5. Строение почв.

6). На основании предыдущего выяснить связь раст. формаций и почвами и постоянства этой связи.

7). Проследить влияние выходов основных пород на сменяемость состава флоры. (в п. в.: «...на систематический состав флоры.»).

8). Отношение растительности к мерзлоте» (там же, л. 1–2).

---

5. Ботанико-метеорологические исследования

1) Представить ряд сравнительных наблюдений над температурой почвы, поверхности почвы, воздуха и воды (в п. в. здесь изменено на: «...воздуха, воды и солнечных лучей...») в связи с фенологическими наблюдениями.

6. Влияние человека

1). Исследовать влияние палов:

1) на систематический состав растительности

2) на лесную поросль.

3) на болота.

2). Влияние пастбища скота на состав и группировку растительности.

3). Сорная растительность.

7. Изменения во флоре

1. Влияние усыхания прибрежной полосы.

2. Решить какие типы леса и кустарниковых зарослей, луга и степи прогрессирующие и какие регрессирующие

3. Не заметны ли изменения в границах распространения тех или других древесных пород.

// Сверх того 1) обратить особое внимание на флору мхов, грибов и других тайнобрачных, т. к. ее до сих пор почти совсем игнорировали.

~~2. Постараться составить формационную карту.~~ (В рукописи этот пункт зачёркнут, однако в опубликованной варианте оставлен. – Авт.)

3. В виду того, что формации А.О. (Амурской области. – Авт.) представляются до настоящего времени всё ещё очень мало измененными, интересно проследить и особым вниманием условия образования формаций и растительности» (там же, л. 3).

(в п. в. пункт 7 заменён на следующий текст: «В заключение ещё является чрезвычайно интересным проследить: 1) влияние усыхания прибрежной полосы; 2) изменения в границах распространения тех или иных древесных пород.

Решить, какие типы леса, кустарных зарослей, луга и степи прогрессируют и какие регрессируют.

Попытаться составить карту распределения растительных формаций.

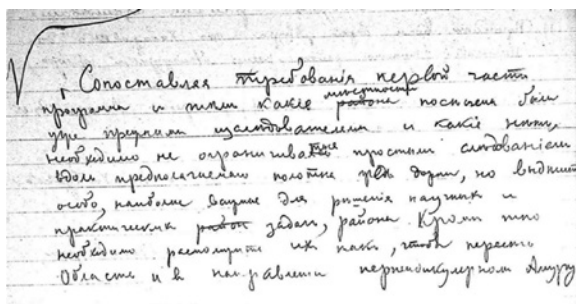
Сверх того: 1) обратить внимание на флору мхов, грибов и других тайнобрачных, так как её до сих пор почти совершенно игнорировали; 2) в виду того, что формации Амурской Области представляются до настоящего времени всё ещё очень мало изменёнными, интересно проследить с особым вниманием, условия образования степной растительности») (Комаров 1895, с. 203–204).

Из приведённого выше рукописного текста видно, что его составление Комаровым было осуществлено в три приёма, где третья страница текста была написана отдельно от первых двух, т. к. в ней автором была применена иная нумерация подразделов и их иное форматирование. Следом, на четвёртой странице, Комаров уже более крупным почерком записал итоговую фразу:

«V Сопоставляя требования первой части программы и тем какие районы местности посещены были уже прежними исследователями и какие нет, необходимо не ограничиваться простым следованием вдоль предполагаемого полотна жд. дороги, но выделить особо, наиболее важные для решения научных и практических район задач, районы. Кроме того необходимо расположить их так, чтобы пересечь Область и в направлении перпендикулярном Амуру» (там же, л. 4).

В печатном варианте эта фраза была представлена в виде вступления к ещё одному «Отделу II. “Главнейшие районы исследований”», основное содержание которого состояло из перечисления 8 районов работ, что, по-видимому, в связи с малоизученностью региона, оказалось наиболее сложным этапом разработки программы.

Составленная молодым учёным программа и сегодня поражает своей широтой, комплексностью, логической увязкой всех пунктов. Если анализировать особенности оформления рукописного манускрипта, то нетрудно заметить, что Комаров его создавал «на одном дыхании» (окончания некоторых слов опущены, отдельные фразы сокращены) с минимальными правками. Очевидно, что концепция документа Комаровым заранее обдумывалась и записывалась поэтапно. Итоговая печатная версия программы имела небольшие дополнения и стилистические уточнения с расшифровкой сокращений. В целом, как показали дальнейшие события, представленная программа, несмотря на свою многогранность, оказалась Комарову вполне по силам. Напомним, что строительство Великого Сибирского пути – самой протяжённой железнодорожной магистрали в мире – провозглашено императором Александром III 17 (29) марта 1891 г. в виде «...сплошной через всю Сибирь железной дороги, имеющей оживить сношения Европейской



Рукописный фрагмент «Краткой программы...» В. Л. Комарова, пояснения в тексте (Архив РАН. Ф. 277. Оп. 1. Д. 5. Л. 4).

Сверх того: 1) обратить особое внимание на флору мхов, грибов и других тайнобрачных, так как ее до сих пор почти совершенно игнорировали; 2) из виду того, что формации Амурской Области представляются до настоящего времени все еще очень мало изученными, интересно проследить с особым вниманием условия образования степной растительности.

#### Отдел II. Главнейшие районы исследования.

Составляя требования первой части программы с тем, какие местности посещены были уже прежними исследователями и какие идти, необходимо не ограничиваться простым следованием вдоль предполагаемого полотна желанной дороги, но выделить особо, наиболее важные для решения научных и практических задач, районы. Кроме того, необходимо расположить их так, чтобы перейти область и в направлении перпендикулярном Амуру.

1. Берега Амура от Хабаровска до Пашковой, как типичный район распространения маньчжурской флоры.
  2. Перевалы через хребты Ванда, Лагарь, Ауль и Малый Хянгань вдоль среднего направления желанной дороги.
  3. От Хабаровска до Бури по северному направлению желанной дороги (по течению реки Урмы и Тирмы).
  4. Пересечь область вдоль Бури до Намана.
  5. Пересечь Бурейско-Зейский район по возможности из 3-х направлений: а) вдоль берега Амура; б) по его северной окраине и в) от Бури до Зей через селения «Новое» и «Александровское».
  6. Вдоль Зей до присянок Илкана, с веро Огоронг.
  7. Перевалить с реки Онона на Зей.
  8. Должны реки: а) Кура, б) Одоля и в) Силиндус.
- Бурейско-Зейский район и южную часть долины Амура между городами Хабаровском и Благовещенском посетить в разное время года.

Заключительная страница печатного варианта «Краткой программы...» В. Л. Комарова (Краткая программа... 1895, с. 204).

от Челябинска до Оби и от Оби до Иркутска, а также окончание строительства участка Владивосток – Графская (ныне – станция Лазо); ко второй очереди отнесена постройка участков от Графской до Хабаровки (с 1893 г. – город Хабаровск) и от Байкала (восточная сторона озера) до Сретенска; наконец, к третьей очереди – постройка Кругобайкальской линии и участка от Сретенска до Хабаровки, с тем «а) чтобы сооружение участков первой очереди окончено было не далее 1900 года, и б) чтобы о времени начатия и сроках сооружения Сибирских железнодорожных линий и участков второй и третьей очередей соответствующая распоряжения могли последовать по особом рассмотрении сих вопросов» (там же, с. 679–680).

Следует иметь в виду, что в то время из всех перечисленных участков дороги наименее изученным оказался третий участок: от Благовещенска до Хабаровки. Именно здесь в 1891 г. по заданию Восточно-Сибирского отделения ИРГО была организована специальная экспедиция С. И. Коржинского. Её итогом стал «Отчёт об исследовании Амурской области как земледельческой колонии» (Коржинский 1892), который стал первым опытом экономической оценки почвенно-растительного покрова исследуемой территории и прогноза возможностей её сельскохозяйственного освоения. Сам Коржинский в предисловии к своему сочинению так оценивал данную ситуацию: «Амурский край представляет несомненно одну из самых малоисследованных областей России. После больших экспедиций пятидесятых и шестидесятых годов, когда обилие неопisanного ещё ботанического и зоологического материала привлекало туда научные силы, он был почти забыт учёными, и в настоящее время едва-ли найдется какой-либо другой уголок России, о котором так мало понятия можно было бы составить по литературным данным» (там же, с. 73).

В результате проведенных исследований Коржинский пришёл к неутешительному выводу, «что Амурская область не имеет перспектив для развития земледелия» (Мещанинов, Чернов 1945, с. X–XI). В частности, подводя итог своей работе,

России с обильными дарами природы Сибирскими областями». Был образован Особый комитет, председателем которого император назначил своего сына – цесаревича Николая, наследника престола. Известно, что цесаревич во время своего пребывания во Владивостоке лично заложил 19 (31) мая 1891 г. первый камень в основание Транссибирской магистрали. Эта дата считается официальным началом строительства Транссиба.

21 ноября 1892 г. Александр III утвердил журнал «О порядке и способах сооружения Великого Сибирского железнодорожного пути» (Полное собрание законов Российской империи (далее – ПСЗРИ) 1895. Т. 12, 1892, № 9140), в соответствии с которым строительство магистрали было распределено на три очереди: к первой были отнесены постройки участков

учёный констатировал: *«Прежде всего надо заметить, что описанная средне-амурская низменность сама по себе совсем не может назваться богатой страной. Несмотря на то, что она представляет мощные почвы тёмной окраски и богатые перегноем, эти последние, однако, по своей производительности ни в каком случае не могут равняться с чернозёмом России. Но главное, что неблагоприятно отзываясь на сельском хозяйстве, это климатические условия Амурской области, в особенности невыгодное распределение осадков. По моему мнению, для того, чтобы вполне рационально воспользоваться естественными условиями Амурского края, необходимо выработать иную систему хозяйства и культивировать другие, более приспособленные к местным климатическим особенностям растения, ибо весь строй русского хозяйства сформировался под влиянием совершенно иного климата»* (Коржинский 1892, с. 131–132). И далее: *«Во всяком случае из всех изложенных мною фактов я составил себе то убеждение, что при наших культурных приёмах и всей системе сельского хозяйства, применяемой крестьянами, возлагать на Амурскую область большие надежды, как на земледельческую колонию, нет возможности. Для того-же, чтобы наиболее рационально воспользоваться всеми ея естественными условиями, необходимо выработать иные приёмы и культивировать иные растения»* (там же, с. 134).



Сергей Иванович Коржинский (слева) и Эдуард Эдуардович Анерт (справа). Из открытых источников.

Впоследствии концепция Коржинского стала доминирующей и, несомненно, учитывалась при решении вопроса об отказе прокладки третьей очереди дороги через территорию России (от Сретенска до Хабаровска) и её переносе на территорию Китая (от Читы до Владивостока).

В первой половине 1990-х гг. тема о целесообразности строительства 3-го участка пути по территории России ещё активно дискутировалась. Именно поэтому Географическим обществом в 1895 г. была организована новая комплексная экспедиция в Амурскую область, в состав которой и был включён В. Л. Комаров. Южное направление дороги исследовали отряды Министерства путей сообщения и штаба Восточно-Сибирского военного округа. Команда Комарова занималась лишь частью проводимых изысканий, основная цель которых, помимо изучения флоры региона, была направлена на оценку возможности развития в зоне прокладки будущей железной дороги сельскохозяйственной деятельности. Известно, что молодой учёный работал в составе горной партии, в которую входил геолог, старший инженер экспедиции Эдуард Эдуардович Анерт<sup>5</sup>, с которым годом позже Владимир Леонтьевич

<sup>5</sup> Эдуард Эдуардович Анерт (1865–1946) — геолог, который провёл ряд экспедиций в Маньчжурии и внёс значительный вклад в изучение её геологического строения и минеральных ресурсов. В 1895 г. Анерт был назначен старшим инженером горно-геологической экспедиции ИРГО на Дальний Восток в район проектировавшейся Амурской железной дороги. В состав этой экспедиции входил и отряд В. Л. Комарова. Через год Анерт возглавил геологический отдел экспедиции РГО и вместе с Комаровым направился в Маньчжурию. В результате трёхлетних исследований Анертом были составлены геологическая и орографическая карты, выявлены основы геологического строения Маньчжурии. Подробнейший отчёт Анерта об экспедиции 1896–1898 гг. был сдан в печать в 1900 г., но публикация задержалась на четыре года. В 1904 г. вышла книга Анерта «Путешествие по Маньчжурии», которая была издана в серии «Записки Императорского Русского географического общества по общей географии» (том 35). Анерт был одним из основателей Общества изучения Маньчжурского края. В начальный период Советской власти — председатель Дальгеол-

примет участие в исследовании Маньчжурии и Северной Кореи (об этих исследованиях см. ниже).

Надо отметить, что в Известиях ИРГО (1895, т. 31) ниже текста программы Комарова была помещена «Инструкция горной партии Амурского участка при изысканиях Сибирской железной дороги» (Инструкция... 1895, с. 204–207) в которой, в частности, говорилось: «Для общих геологических исследований всего Забайкальского участка, куда входит и Амурский участок Сибирской железной дороги, снаряжены Горным Ведомством две специальные партии под руководством геологов, а потому партия горных инженеров, командиремая Управлением по сооружению Сибирской железной дороги в распоряжение начальника изысканий инженера Саврисковича, должна иметь особое назначение, заключающееся не в общих геологических исследованиях, а в детальной разработке частных горно-геологических вопросов, которые часто возникают, как при изысканиях направления будущей железной дороги, так и при постройке ея. Очевидно, при решении таких частных вопросов геологические исследования отдельных пунктов должны сопровождаться разведочными работами, а потому и партию эту вернее назвать горною. Так как горная партия состоит из нескольких инженеров, то необходимо всё пространство, подлежащее изысканию в 1895 и 1896 гг., разделить на участки по числу инженеров. В каждой участке работы должны проводиться более или менее одинаково...» (там же, с. 204–205).

Впоследствии Комаров замечал: «Первое моё путешествие было сделано на средства изысканий по постройке Амурской железной дороги. Это значительно отразилось на моём маршруте и частых задержках на одном месте (г. Хабаровск, станция Радде, Пашковский посёлок), т. к. каждый месяц необходимо было разыскивать начальника «горной партии», к которой я был прикомандирован, сдавать ему отчёты и получать от него необходимые для продолжения работ средства» (Комаров 1901, с. 28).

Перед поездкой на Дальний Восток В. Л. Комаров 18 января 1895 г. стал членом ИРГО с формулировкой «Комаров, Владимир Леонтьевич, путешественник в Закаспийской области и Туркестане, успешно исполняющий поручения Общества» (Журнал 49-го годового собрания... 1895, с. 195). Мало кто знает, что рекомендовали Комарова к избранию два крупнейших отечественных путешественника: **Николай Иванович Кузнецов** (1864–1932; выдающийся ботанико-географ, систематик и исследователь природы, в конце XIX – начале XX в. проводил масштабные экспедиции на Кавказе и Европейской России) и **Пётр Петрович Семёнов-Тян-Шанский** (до 1906 г. – Семёнов) (1827–1914; знаменитый русский учёный-естествоиспытатель и путешественник, первый в истории западной науки исследователь горной системы Тянь-Шань, экономист, крупный государственный и общественный деятель). Столь серьёзные рекомендации указывают на уже значимый авторитет молодого учёного среди выдающихся исследователей того времени.

Свои исследования в Амурской области В. Л. Комаров начал 25 мая 1895 г. в окрестностях станции Радде в прорыве Амура через Буреинское нагорье. Затем учёный с небольшим отрядом помощников передвигался либо на лодках, либо вьючных караванах в разных направлениях и дважды возвращался в Радде. Наконец, 1 июля путешественник выступил из Пашковского посёлка на запад, следуя

---

кома. В 1924 г. эмигрировал в Харбин. В историографической литературе о поездках Комарова на Дальний Восток и в Маньчжурию фамилия Анерта, как участника экспедиций, не упоминается. Например, в книге Н. А. Гвоздецкого «Путешествия В. Л. Комарова» (Гвоздецкий 1949) Анерт обозначен как некий геолог экспедиции.

вдоль древней долины Амура. В маршрутах участники похода попадали в разные ситуации. Так, например, 30 июля Владимир Леонтьевич выступил к Любавинскому прииску, на котором задержался продолжительное время. Здесь, по словам исследователя, «готовых лодок достать было нельзя, и моим людям пришлось для путешествия вниз по реке Сутару самим долбить боты из кедров. 13 Августа началось моё плавание по Кирме и Амуру и закончилось 2 Сентября в Хабаровске. С 6-го Сентября по 15-е я ездил опять таки на лодке из Хабаровска на низовья р. Тунгуски, к сопкам Але и Джермин (окружающая их местность была почти вся затоплена разливом реки), а в промежуток времени с 25-го Сентября по 1-е Октября ещё раз посетил верхнюю часть прорыва Амура через Буреинские горы от посёлка Пашиковского до почтовой станции Помпеевки» (Комаров 1901, с. 27).

Готовясь к путешествию, Комаров в первую очередь детально изучил материалы экспедиции Коржинского. В своём труде «Флора Маньчжурии» учёный отметил: «Исследования С. П. Коржинского делятся на 2 половины: первая между Хабаровском и Буреинским нагорьем в пределах Маньчжурской флористической области, вторая между низовьем р. Буреи и верхним Амуром уже в пределах Даурской. Результаты его исследований были своевременно опубликованы...» (Комаров 1901, с. 26). Затем Комаров детально описал маршрут Коржинского: «С. П. Коржинский выехал из Томска, где тогда был профессор ботаники в Университете, 16 Марта, а 30 Апреля отплыл из Сретенска вниз по Шилке на пароходе. Экскурсировать он начал впервые 10 Мая в окрестностях г. Хабаровска, откуда ездил также к станции Казакевича (у подножия хребта Хехцир) и на низовья р. Тунгуски к сопке Але. Затем, в течение одного месяца с 22 Мая по 22 Июня он исследовал восточный склон южного звена Буреинских гор и местность между ними и Хабаровском, придерживаясь долины р. Амура. 25 Июня Сергей Николаевич приехал в Благовещенск, где болезнь задержала его дней на 10. Оправившись, он экскурсировал в окрестностях города, а затем с 9 Июля до начала Августа изучал хлеботородную и населённую часть Амурской области, расположенную между низовьями рр. Зея и Бурей. Вернувшись в Благовещенск, Коржинский 7 Августа направился в обратный путь по Амуру,



Н. И. Кузнецов (слева) и П. П. Семёнов–Тян–Шанский (справа). Из открытых источников.



Любавинский прииск (слева) и путешествие по р. Сутару (справа). Фото В. Л. Комарова, июль 1895 г. (Архив РАН. Ф. 277. Оп. 6. Д. 89). Публикуются впервые.

коллектируя по берегам его, и 26 Августа добрался до устья р. Шилки, т. е. покинул пределы Амурской Области» (там же, с. 26).

Определим сразу, что в противоположность выводам Коржинского Комаров на основе своих изысканий *«показал, что побережье Амура пригодно для заселения»* [Мещанинов, Чернов 1945, с. X]. Результаты этого переломного исследования были обобщены в работе «Условия дальнейшей колонизации Амура», опубликованной в Известиях ИРГО вполне оперативно в 1896 г., когда сам Комаров ещё находился в экспедиции<sup>6</sup> (Комаров 1896).

Несомненно, Владимир Леонтьевич в целом высоко оценивал работу Коржинского, указывая, что его исследование представляет собой: *«Общий очерк посещённых автором в 1891 году местностей, с указанием на общегеографический характер, растительность и культуропособность. Значительная часть статьи посвящена кроме того характеристике земледельческого населения Амурской области. Для нас наиболее интересны в этой работе С. И. Коржинского описание лесов Восточного склона южного звена Буреинских гор, описание «средне-амурской прерии» и наблюдения над изменением растительного покрова под влиянием культуры»* (Комаров 1901, с. 41). Тем не менее Комаров констатировал: *«Будучи, как и проф. Коржинский, по специальности ботаником, я, однако, думаю существенно отступить от метода, которого держался в разбираемом вопросе мой предшественник. Его работа оста-навливается главным образом на естественных условиях и технике амурского земледелия; но кроме этих чисто естественно-исторических данных, необходимо, по-моему, ввести также и данные экономического характера, данные, основанные на статистике. Как бы ни были они неполны и даже неточны, они всё-таки необходимы как для определения количества свободных для заселения земель, так и для определения экономической производительности населения. Кроме того, во время работ в Амурской области мне постоянно приходилось наталкиваться на факты, свидетельствующие о том, что данные чисто экономические, как-то: положение рынка, способы землепользования и пр., совершенно изменяют влияние естественных условий земледелия»* (Комаров 1948, с. 9).

Во вводной статье к собранию произведений В. Л. Комарова в 12 томах (Комаров 1945–1958), академик Иван Иванович Мещанинов и популяризатор науки Андрей Григорьевич Чернов относительно работы Комарова по колонизации Амура писали: *«Прежде всего, Комаров остановился на путях колонизации Амура. Он рассмотрел статистические данные о переселенцах, начиная с 60-х годов, и установил, что всё это время основная часть переселенцев направлялась туда из чернозёмных областей с умеренно-тёплым, сухим климатом. В основе переселения лежал не естественный переход к лучшим условиям земледелия, а другие причины. Основное, по мнению Комарова, что заставляло украинцев, воронежцев и сибиряков переселяться на Амур, – это крупные землевладения, отсутствие которых ограничивало хозяйственную деятельность крестьян в родных местах. Далее, Комаров приводит сводку данных об условиях колонизации в отдельных районах Амурской области. Он анализирует рельеф, климатические особенности, почвы и другие физико-географические особенности в пределах Амурской области и при этом обнаруживает глубокое понимание самых разнообразных природных и экономических факторов, влияющих на условия земледелия. Глубина и компетентность геологических, климатологических и агрономических сведений и обобщений,*

<sup>6</sup> Эта работа также вошла в 11 том избранных сочинений В. Л. Комарова (Комаров 1948).

которые приводятся в этой работе Комаровым, придают этому очерку и сейчас не только историческое, но и актуальное значение. Затем Комаров установил площадь обрабатываемых земель и их производительность. Он даёт очень интересный анализ условий землепользования и анализирует развитие частного землевладения и распределение земельной собственности между различными социальными группами. Попутно Комаров сообщает очень интересный историко-экономический очерк развития казачьего землевладения на Амуре.

В результате своего анализа Комаров устанавливает общую цифру всех земель, находящихся в частном владении и в пользовании. Дальше Комаров описывает, как эта земля используется казаками и крестьянами. Он даёт очень интересное описание распределения культурных земель Амурской области по угодьям. Комаров показывает, какое значение имел бы переход к трёхполью в Амурской области. По его вычислениям, при этом переходе можно было бы прокормить без понижения пищевой нормы 50–60 тысяч дворов вместо 10 тысяч дворов.

Комаров рассматривает соотношение между культурами озимых и яровых хлебов и сообщает сведения об урожаях различных культур. Затем на основе технико-экономических подсчётов он устанавливает перспективы увеличения сбора хлебов. Далее исчисляется товарность крестьянского хозяйства. Большой интерес представляет статистическое изучение применения различных сельскохозяйственных орудий в области. Комаров рассматривает результаты хозяйственной деятельности крестьян и, в противоположность Коржинскому, ясно видит положительное влияние земледелия на природные условия» (Мещанинов, Чернов 1945, с. XI–XII).

По мнению физгеографа Екатерины Петровны Кудрявцевой: «В этой работе почти нет ботанических сведений, зато даны подробные экономическая и демографическая характеристики р. Амур, и, если пропустить фразу на с. 459 статьи о том, что автор по профессии ботаник, то создается впечатление, что написана она специалистом в области экономической географии. Хотя прогноз В. Л. Комарова по колонизации ёмкости бас. р. Амур оправдался (он предполагал, что на этой территории могут проживать до 600 тыс. чел., а современная численность населения составляет более 1 млн чел.), надо признать, что не все возможности территории ещё использованы» (Кудрявцева 2005, с. 7–8).

Здесь следует добавить, что в исследовании по колонизации Амура Комаров затронул и проблемы «лесного дела». После анализа состояния лесов, включая воздействия на них человеческой деятельности, природных пожаров, ветроломов и пр. негативных явлений, Владимир Леонтьевич, тем не менее, пришёл к выводу: «Во всяком случае естественные условия Амурской области скорее за, чем против развития в ней правильного лесного хозяйства. Леса здесь надежнее, чем леса Даурии (Забайкалья), Восточной Монголии и даже Маньчжурии, а перед Приморской областью у них преимущество в более крепкой древесине сравнительно с древесиной деревьев, растущих в лесах морского побережья» (Комаров 1948, с. 509).

### **Экспедиция Комарова в Маньчжурию**

Так случилось, что в начале 1896 г. правительство, не дожидаясь подведения итогов Амурской экспедиции, приняло решение о начале строительства Китайско-Восточной железной дороги (КВЖД). Причём при отказе от прокладки дороги вдоль Амура учитывались не столько заключения Коржинского о неперспективности сельскохозяйственного освоения Амурских территорий, сколько экономические (более короткий и дешёвый путь) и политические соображения. В частности, И. В. Лукоянов

сообщал, что министр финансов «С. Ю. Витте<sup>7</sup>, начав с разработки «северного варианта», в конце 1895 г. решил добиваться «южного» (от Читы до Владивостока). Министр иностранных дел А. Б. Лобанов-Ростовский связал перемену взглядов коллеги с его опасением, что начавшееся в Китае восстание дунган<sup>8</sup> приведёт к распаду Цинской империи, поэтому надо быть готовым присоединить к России наибольшую часть рассыпающегося государства» (Лукоянов 2008, с. 98).

По воспоминаниям самого Комарова, «в Январе 1896 года выяснилось, что изыскания Амурской ж. д. прекращаются, так как решено вместо нея построить Маньчжурскую». Владимир Леонтьевич в этой связи сообщал: «Не желая возвращаться в Петербург с теми незначительными результатами, которые удалось собрать к 1895 году, я обратился к Императорскому Русскому Географическому Обществу с предложением послать меня в Маньчжурию. Это оказалось возможным: нашлись средства, пожертвованные когда-то Обществу на изучение Маньчжурии А. М. Сибиряковым<sup>9</sup>, и следующие 2 года я ездил на средства Общества, а потому мог сообразовать свой маршрут уже исключительно с научными целями» (Комаров 1901, с. 28). Причём при отказе прокладки дороги вдоль Амура учитывались не столько заключения Коржинского о неперспективности сельскохозяйственного освоения Амурских территорий, сколько экономические (более короткий и дешёвый путь) и политические соображения.

На самом деле перед Маньчжурской экспедицией ставились вполне конкретные практические задачи по определению направления восточной ветви КВЖД в сторону Владивостока через Северо-Восточную Маньчжурию. По сообщению И. В. Лукоянова: «По направлению к Гирину от Хабаровска, Владивостока и Забайкалья весной-летом 1896 г. продвигалась экспедиция Императорского Русского Географического общества В. Л. Комарова и Э. Э. Анерта. Нетрудно заметить, что экспедиции исследовали два возможных направления будущей трассы КВЖД: северное и южное, причём северному тогда отдавалось явное предпочтение. К началу 1897 г. уже десять (!) экспедиций, снаряженных штабом Восточно-Сибирского военного округа, изучали пограничные районы Маньчжурии и Монголии, всю (!) Корею и Ляодунский полуостров, отсняв до 20 тыс. верст маршрутной съёмки. Своеволие местного начальства было пресечено Министерством внутренних дел, настоятельно призвавшим военных соблюдать особую осторожность в этом вопросе. В Маньчжурии также тайно работали партии изыскателей Министерства путей сообщения под видом учёных-исследователей» (Лукоянов 2008, с. 97–98). Экспедиция Географического общества, в которой участвовал Комаров, несомненно, была одним из таких «прикрытий».

<sup>7</sup> Граф (с 1905) **Сергей Юльевич Витте** (1849–1915) – русский государственный и политический деятель. Министр путей сообщения (1892), министр финансов (1892–1903), председатель Комитета министров (1903–1906), председатель Совета министров (1905–1906).

<sup>8</sup> Имелось в виду **Дунганское восстание** (восстание китайских мусульман) 1862–1869 гг. против цинского режима. Унес жизни от 8 до 15 млн человек, это восстание стало одним из самых кровопролитных военных конфликтов в истории Китая. В последующем обособленность мусульманской общины стала причиной новых восстаний в будущем. В частности, в конце 1890-х гг. разворачивалось **Ихэтуаньское восстание** – антиевропейское и антихристианское восстание, происходившее в Северном Китае с 1899 по 1901 г. Его также называют «боксёрским» восстанием» из-за того, что многие участники протестов занимались физическими упражнениями, внешне напоминавшими кулачные бои. Отметим, что крупные столкновения повстанцев на севере Цинской империи с китайскими и иностранными войсками начались уже к ноябрю 1897 г. Участники Боксёрского восстания выступали против иностранного вмешательства, модернизации и разрушения традиционного уклада жизни в Китае, в том числе против строительства железных дорог, которые лишали доходов китайских лодочников, пеших носильщиков, занимавшихся доставкой грузов на большие расстояния, а также работников традиционных видов транспорта и связи. В период восстания его участники разрушали железнодорожные и телеграфные линии, уничтожали промышленное оборудование, здания религиозных миссий, совершали убийства иностранцев и китайцев-христиан.

<sup>9</sup> **Александр Михайлович Сибиряков** (1849–1933) – российский предприниматель, исследователь Сибири, меценат.



**Верхний ряд.** Кривуны р. Ялу выше Мао Эль шана (у селения По пень). Общее направление на запад (слева). Заломы на одной из рек (справа). **Второй ряд.** Помощники Комарова на привале (слева) и полевой лагерь Комарова (справа). **Два нижних ряда.** Жители деревень, в которых побывала экспедиция Комарова. Маньчжурия, 1896–1897 гг. Фото В. Л. Комарова. (Архив РАН. Ф. 277. Оп. 6. Д.79). Публикуются впервые.

Как уже сказано выше, в состав экспедиции помимо Комарова входил горный инженер Э. Э. Анерт. Комаров отмечал: *«Работали мы каждый вполне самостоятельно, имея только одного общего переводчика, которым пользовались попеременно... <...> ...12 Мая прибыли мы в Никольское и принялись за организацию каравана. Дело это оказалось довольно сложным, так как в Южно-Уссурийском крае купить лошадей можно только случайно...»* (Комаров 1898, с. 117–118). Однако начало экспедиции в Маньчжурию всё же задерживалось, но не из-за поиска лошадей, а из-за малочисленности состава: *«Так как нашу экспедицию – по словам Комарова – считали слишком слабую для самостоятельного движения по Манджурии,*

*Предлагаемый труд является результатом обработки материалов, собранных мною в пределах Маньчжурской флористической области. Я путешествовал по этой стране в течение трех лет (1895, 1896, 1897 г. по поручению и на средства Императорского Русского Географического общества. Кроме того я постарался возможно полно использовать и материалы, доставленные другими путешественниками, ранее меня посетившими Маньчжурью. Таким образом*

Первые строки предисловия к «Флоре Маньчжурии», 1891 г. (Архив РАН. Ф. 277. Оп. 1. Д. 10. Л. 3).

то разрешение перейти границу было обусловлено присоединением к одной из партий топографов, назначенных для съемок переходов через хребты и большие реки по линии будущей Манджурской дороги» (там же, с. 123).

Рассказывая о своём путешествии 1896 г. на заседании Санкт-Петербургского Общества естествоиспытателей, состоявшегося 18 февраля 1898 г., Комаров так описал свой маршрут: «Маньч-

журская экспедиция Императорского Русского Географического Общества, в число членов которой был приглашен и я, прошла следующими путями. От устьев р. Туманная до её верховьев; от верховьев р. Ялу до поворота последней на юг /этот участок изучен более тщательно/; переходы от северного истока Тумына к средней части верхнего течения р. Сунгари и оттуда к южным истокам этой реки и перевал от них к р. Ялу /дали только общие сведения о лесах, покрывающих страну/; перевал от р. Ялу к истокам р. Хундеяна, путь по р. Хунхо от истоков до гор. Мукдена (ныне город Шеньян. – Авт.) и, наконец, дорога от Мукдена до Гирина по рекам Чинхо и Хойфадаяну» (Ф. 277. Оп. 1. Д. 7. Л. 1–2). Нетрудно заметить, что буквально весь поход Комарова проходил по местам будущего Боксёрского восстания, причём и в 1896 г., а тем более и в 1897 г., путешествовать европейцам здесь уже было небезопасно. Вот, например, с чем столкнулись путешественники в небольшом городке Омосо (Гиринская провинция) в июле 1896 г.: «На 152 версте от Нингуты раскинулась широкая долина реки Джур-де-хо с большим населением и городком Омосо... Здесь сходятся пути из Хунчуна и Нингуты на Гирин. Городок вытянут одной улицей, в начале которой обращают на себя внимание разрушенные и закоптелые дымом пожара постройки богатого торгового дома, разграбленного в Апреле партией хунхузов, как говорят, до 400-т человек (на территории российского Дальнего Востока под хунхузами подразумевались исключительно этнические китайцы, составлявшие большинство членов бандитских группировок. – Авт.). Головы 3-х из них, впоследствии пойманных, висели в деревянных клетках в густой тени большого вяза у моста через Омосо-хо» (Комаров 1898, с. 149).

По окончании путешествия В. Л. Комаров прибыл во Владивосток, где 27 октября прочитал сообщение о «Манджурской экспедиции 1896 г.» в зале Общества изучения Амурского края. Следом, по возвращению в Санкт-Петербург, он доложил о результатах двухлетнего похода на заседаниях Отделения ботаники Санкт-Петербургского общества естествоиспытателей и ИРГО. Материалы, полученные Комаровым, оказались настолько интересными, что Географическое общество выделило новые средства для продолжения исследований.

Говоря о снаряжении экспедиции 1897 г., Комаров писал: «В 1897 году я снарядился в урочище Ново-Киевском (ныне – пос. Краскино. – Авт.). Лошади были куплены в Хунь-чуне, сбруя сработана солдатами, бывшими в моём распоряжении, благодаря любезному содействию экспедиции со стороны Приамурского генерал-губернатора, и 7-го Мая я выступил в третье путешествие с 12 вьюками, четырьмя русскими рабочими (солдатами), переводчиком корейцем и коллектором зоологом



Фотографии, сделанные В. Л. Комаровым в период путешествия по Маньчжурии в 1896–1897 гг. (Архив РАН. Ф. 277. Оп. 6. Д. 79). Публикуются впервые.

А. М. Янковским<sup>10</sup> (сыном упомянутого выше М. И. Янковского)» (Комаров 1901, с. 29).

Путешествие 1897 г. заняло более полугода: с 7 мая по 12 ноября. Оно началось с изучения пограничных районов между Маньчжурией и Северной Кореей. Затем экспедиция провела более двух месяцев в верхнем течении р. Ялу и её правого притока Тун-джун-цзяна. От верховьев Ялу Комаров повернул на запад в Маньчжурию и через город Синцзин посетил большой маньчжурский город Мукден (ныне – Шеньян), который когда-то был столицей Маньчжурского царства. Из Мукдена

<sup>10</sup> Дневник орнитолога Александра Михайловича Янковского о работе в экспедиции В. Л. Комарова 1897 г. был опубликован в 2023 г. (второе издание первой публикации 1898 г.) в Русском орнитологическом журнале (Янковский 2023).

путь экспедиции лежал к городу Бань-се в бассейн Сунгари и через Хой-фу в уже знакомый Комарову город Гирин. Из Гирина прежним маршрутом 1896 г. Комаров вернулся в селение Новокиевское.

Подводя предварительный итог своего трёхлетнего путешествия, Комаров констатировал, что *«Всего за три лета в моём распоряжении было тринадцать рабочих месяцев, в течение которых можно было коллектировать, и два с половиною месяца осеннего пути, когда приходилось ограничиваться только немногими записями тех замерзших уже растений, которые всё-таки возможно было принять за определенные виды»* (там же, с. 31). Наконец, следом он назвал и своих постоянных помощников, которые, по-видимому, изображены на одной из неподписанных фотографий, сделанных Комаровым в экспедиции: *«Нельзя не вспомнить здесь с благодарностью постоянных спутников моих за все три года подчас не легкого и полного лишения пути, крестьян Томской губернии Фёдора Чебыкина и Василия Ретюновского, отбывающих тогда воинскую повинность и командированных в моё распоряжение благодаря вниманию и любезности г-на Приамурскаго Генерал-Губернатора Ф. М. Духовского. Сырой климат Маньчжурии позволил сушить собранные растения исключительно на кострах и эту требовавшую постоянного попечения работу вёл всё время В. Ретюнский, что и позволило мне высушить всю ту массу растений, которая составляет мой гербарий»* (Комаров 1901, с. 31).

Следует обратить внимание, что на более чем 100 фотографиях, сделанных В. Л. Комаровым во время экспедиции в Маньчжурию в 1896–1897 гг. и хранящихся ныне в Архиве РАН (ф. 277, Оп. 6. Д. 79). Запечатлены в основном бытовые сценки местных жителей, их фотопортреты, в том числе групповые, виды маньчжурских населенных пунктов, магазинов, складов, сельхозугодий, архитектурных и религиозных сооружений и т. п., что не могло быть случайным выбором фотографа. Очевидно, что Комаров, как учёный, помимо гербария собирал материал для этнографического исследования, которое, к сожалению, не состоялось, а фотографии так и остались невостребованными. Сейчас уже невозможно восстановить конкретные места съёмок, тем не менее, знакомство с этими фотодокументами позволяет побывать в Маньчжурии конца XIX века, ощутить колорит той эпохи. Природное обаяние, несомненно, позволяло путешественнику легко входить в доверие к местным жителям, договариваться с ними (чего только стоит организация групповых фото деревенских жителей), что и обеспечило успех экспедиции в то сложное и небезопасное время, подробно освещенное военно-топографическим ведомством Генерального (главного) штаба (Обзор работ... 1899). Трудно сказать, почему не состоялась осмысленная собранного этнического материала, и Комаров ограничился лишь небольшой статьёй (без иллюстраций) об экспедиции 1896 г. (Комаров 1898). Не последнюю роль в отказе от этнографической работы могло сыграть развернувшееся в 1899–1901 гг. на северо-востоке Китая кровопролитное Боксёрское восстание...

### **Основные результаты путешествия Комарова в Амурскую область и Маньчжурию**

Исследования в Амурской области и Маньчжурии и опубликованная по их результатам «Флора Маньчжурии» (Комаров 1901, 1904, 1907) принесли Комарову первую известность в научном мире (Гвоздецкий 1949; Чернов 1969; Бубырева, Гельтман 2020; Павлов 1951; Богатов, Урмина 2020 и др.). В то же время его работа «Условия дальнейшей колонизации Амура» (Комаров 1896) оказалась судьбоносной для дальнейшего освоения Дальнего Востока. В частности, основываясь на заключениях

Комарова о перспективности заселения Приамурского региона и развития здесь сельского хозяйства, в 1896 г. под Хабаровском было организовано первое на Дальнем Востоке казённое опытное поле с целью поиска оптимальных способов выращивания зерновых и других полезных культур в условиях Дальнего Востока (Гагин 1897). Следом правительственными постановлениями уже в 1899 и 1901 гг. в Приморской и Амурской областях были организованы землеустроительные партии, которые сразу начали проводить масштабные изыскания земель, пригодных для сельскохозяйственного заселения, межеванию переселенческих участков (Галлямова 2013).

В 1906 г. этот труд учёного был вновь востребован уже при правительстве **Петра Аркадьевича Столыпина**<sup>11</sup> в рамках **Столыпинской аграрной реформы** – комплекса мер в области сельского хозяйства, проводившихся правительством России. Выводы Комарова о высоком потенциале Амурской области для развития сельского хозяйства способствовали планированию и строительству железнодорожных магистралей на Дальнем Востоке. Комаров сумел доказать пригодность побережий Амура для заселения, что, по словам выдающегося отечественного океанолога, председателя Русского географического общества в 1917–1931 гг., почётного академика АН СССР Юлия Михайловича Шокальского (1856–1940) *«имело большое значение для устройства здесь в дальнейшем железнодорожной линии»* (Шокальский 1939, с. 31).

Началом Столыпинской реформы считается Именной указ от 9 ноября 1906 г. «О дополнении некоторых постановлений действующего закона, касающихся крестьянского землевладения и землепользования» (ПСЗРИ 1909. Т. 26, отд. 1, 1906, № 28526). Основные мероприятия реформы были направлены на разрушение общины и соответствующие изменения в землеустройстве, развитие государственного и частного кредитования растущих крестьянских хозяйств, а также массовое переселение крестьян на неосвоенные территории Сибири и Дальнего Востока (Пожигаило 2007; Осипов 2012; и др.). Всем переселенцам оказывалась финансовая поддержка. В частности, для прибывавших на Дальний Восток переселенцев, в основном безземельных и безынвентарных крестьян, по «Правилам о переселении» 1908 г. предельная норма ссуды на семью достигала 200 руб. (в других районах – до 165 руб.), а в 1912 г. – до 400 руб. (Галлямова 2013). С целью снижения обратного движения переселенцев Переселенческое управление открывало на местах поселения школы, больницы, фельдшерские пункты для оказания медицинской помощи крестьянам.

Вслед за мерами, обеспечивающими переселенческую политику Столыпина, 6 июня 1908 г. был Высочайше утверждён одобренный Государственным Советом и Государственной Думой закон «О приступе к сооружению Амурской железной дороги распоряжением казны и за её счёт». В первом пункте закона говорилось: *«Разрешить постройку Амурской железной дороги на всем её протяжении от станции “Куэнга” Забайкальской железной дороги до города Хабаровска, с ветвями к городу Нерчинску и к реке Амуру у города Благовещенска, средствами и распоряжением казны, с приступом к постройке этой дороги к 1908 году»* (ПСЗРИ 1911. Т. 28, отд. 1, 1908, № 30423, с. 313). Возрождение этой стройки в первую очередь

<sup>11</sup> **Пётр Аркадьевич Столыпин** (1862–1911) – российский государственный деятель, реформатор, статс-секретарь Его Императорского Величества (1908), действительный статский советник (1904), гофмейстер (1906); гродненский (1902–1903) и саратовский (1903–1906) губернатор, министр внутренних дел и председатель Совета министров (1906–1911), член Государственного совета по назначению (1907–1911). На Столыпина в последние 10 лет жизни планировались и были совершены 11 покушений. Во время последнего покушения, совершённого 14 сентября 1911 г. в Киеве в оперном театре анархистом Дмитрием Богровым, Столыпин получил ранение, от которого умер спустя четыре дня.



Маршруты В. Л. Комарова в 1895–1897 гг. Частью из: (Мещанинов, Чернов 1945).

было связано с политическими мотивам из-за опасения за обороноспособность восточной окраины после поражения в Русско-Японской войне 1904–1905 гг. Необходимость завершения Транссибирской магистрали на территории России стала очевидной.

Известно, что за 9 лет Столыпинской реформы в Сибирь и на Дальний Восток переселилось более 3 млн чел., что в 1.7 раза больше, чем за все предшествующие 40 с лишним лет. Обратно вернулось немногим более 10% переселенцев. Переселенческая политика П. А. Столыпина стала мощным фактором не только аграрных преобразований, но и фактором ускорения развития Сибири и Дальнего Востока в целом. Именно здесь

за период реформ на 62% увеличилась посевная площадь под хлеб, и быстрыми темпами стала развиваться крестьянская промысловая кооперация. Формировались животноводство и лесное хозяйство, возникали новые деревни, посёлки и города, появилось земледелие в районах, где раньше хозяйство отсутствовало. Начиная с 1908 г. в Дальневосточном регионе повсеместно создавались так называемые опытные поля – первые научно-исследовательскими учреждения по сельскому хозяйству, сыгравшие видную роль в становлении научно обоснованного земледелия.

По утверждению П. А. Пожинайло, автора книги о Столыпине (Пожинайло 2007), новый премьер стремился сформировать не только гражданское общество и правовое государство, но и единую российскую нацию, по образцу Соединенных Штатов и Великобритании. Здесь важно понимать, что переселение крестьян на новое место для получения надела земли представляло собой не только смену их мест жительства, но и усиление российских позиций в новом регионе. Предпринятое Столыпиным столь стремительное расселение представителей русского народа в малоосвоенные регионы Российской империи определило слабую выраженность языковых различий между отдельными территориями. Разделённые тысячами вёрст, крестьяне Дальнего Востока, Сибири и центральной России говорили на одном и том же, всем понятном языке со сравнительно небольшими региональными различиями. По убеждению П. А. Столыпина: «...обновлённая Россия должна стать единым экономическим, правовым и социокультурным пространством. Выступая за предоставление гражданских и политических прав, снятие разного рода ограничений по национальному и конфессиональному признаку, П. А. Столыпин расчищал путь к формированию российской нации. Движение к этой цели, по его мнению, должен возглавить русский народ – ядро российской государственности» (Пожинайло 2007, с. 231). Заметим также, что закрепление переселенцев на дальневосточных территориях, на котором настаивал В. Л. Комаров, одновременно способствовало закреплению и Дальнего Востока за Россией.

## Литература (References)

- Алексеев А. И.** 1982. Освоение русскими людьми Дальнего Востока и Русской Америки. – М.: Наука. 288 с. (**Alekseev A. I.** 1982. The development of the Far East and Russian America by Russian people. M.: Nauka, 288 pp. [In Russian].)
- Анерт Э. Э.** 1904. Путешествие по Маньчжурии. – СПб.: Тип. Имп. Акад. наук. [2], VIII, 566 с. (*Записки Императорского Русского географического общества по общей географии*; т. 35, изд. под ред. д. чл. Ф. Н. Чернышёва). (**Anert E. E.** 1904. Journey through Manchuria. SPb.: Print. Imp. Acad. of Sciences, [2], VIII, 566 pp. (*Notes of the Imperial Russian Geographical Society on general geography* 35. Ed. by active member F. N. Chernyshev). [In Russian].)
- Богатов В. В., Урмина И. А.** 2020. Академик Комаров и его время (к 150-летию со дня рождения академика В. Л. Комарова). – Владивосток: Дальнаука. 464 с. (**Bogatov V. V., Urmina I. A.** 2020. Academician Komarov and his time (on the 150th anniversary of the birth of Academician V. L. Komarov). Vladivostok: Dalnauka, 464 pp. [In Russian].)
- Гагин С. В.** 1897. Устройство опытного поля в Хабаровске // *Приморские ведомости*. № 183. С. 10–13. (**Gagin S. V.** 1897. Organization of an experimental roll?(field) in Khabarovsk. *Primorskiye Vedomosti* 183: 10–13. [In Russian].)
- Галлямова Л. И.** 2013. Особенности социально-экономического развития Дальнего Востока России в контексте реформ П. А. Столыпина // *Вестник ДВО РАН*, № 1. С. 73–80. (**Galliamova L. I.** 2013. Features of the socio-economic development of the Russian Far East in the context of the reforms of P. A. Stolypin. *Bulletin of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences* 1: 73–80. [In Russian].)
- Гвоздецкий Н. А.** 1949. Путешествия В. Л. Комарова. – М.: Гос. изд-во геогр. лит. 112 с.: ил., карт. (Русские путешественники). (**Gvozdetsky N. A.** 1949. Travels of V. L. Komarov. M.: State Publishing House of Geogr. Literature, 112 pp.: ill., map. (Russian travelers). [In Russian].)
- Журнал 49-го годового собрания Императорского Русского Географического Общества – 18 января 1895 года.* 1895 // *Изв. Имп. Русск. географич. о-ва*, т. 31. С. 191–195. (*Journal of the 49th annual meeting of the Imperial Russian Geographical Society – January 18, 1895.* 1895. *Bulletin of the Imperial Russian Geographical Society* 31. St. Petersburg: Type. A. S. Suvorin, pp. 191–195. [In Russian].)
- Инструкция горной партии Амурского участка при изысканиях Сибирской железной дороги.* 1895 // *Изв. Имп. Русск. географич. о-ва*, т. 31. – СПб.: Тип. А. С. Суворина. С. 204–207. (Приложение к журналу заседаний – 31 января 1895 г. Приложение 2). (*Instructions for the mining party of the Amur section during surveys of the Siberian railway*). 1895. *Bulletin of the Imperial Russian Geographical Society* 31: 204–207. (Appendix to the meeting minutes – January 31, 1895. Appendix 2). [In Russian].)
- Коржинский С. И.** 1892. Отчёт об исследованиях Амурской области, как земледельческой колонии // *Изв. Восточно-Сибирского отд. ИРГО*. Т. 23. Вып. 5. С. 73–138. (**Korzhinsky S. I.** 1892. Report on the research of the Amur region as an agricultural colony. *Bulletin of the East Siberian Branch of the Imperial Russian Geographical Society* 23(5); 73–138. [In Russian].)
- Комаров В. Л.** 1896. Условия дальнейшей колонизации Амура // *Изв. Имп. Русск. географич. о-ва*. Т. 32. Вып. 6. С. 457–509. (**Komarov V. L.** 1896. Conditions for further colonization of the Amur. *Bulletin of the Imperial Russian Geographical Society* 32(6): 457–509. [In Russian].)
- Комаров В. Л.** 1898. Мандчжурская экспедиция 1896 г. // *Изв. Имп. Русск. географич. о-ва*. Т. 34. Вып. 2. С. 117–184. (**Komarov V. L.** 1898. Manchurian expedition of 1896. *Bulletin of the Imperial Russian Geographical Society* 34(2): 117–184. [In Russian].)
- Комаров В. Л.** 1901–1907. Флора Маньчжурии. Т. 3. Часть 5. – СПб.: Типо-литогр. «Герольда» (Тр. Императорского С.-Петербургск. бот. сада, т. 20, 22, 25). (**Komarov V. L.** 1901–1907. Flora Manchuriae. Vol. 3, part 5. St. Petersburg: Typo-lithography “Gerold” (*Proceedings of the Imperial St. Petersburg Botanical Garden*, vol. 20, 22, 25). [In Russian].)
- Комаров В. Л.** 1901. Флора Маньчжурии. Т. 1. – СПб.: Типо-литогр. «Герольда». VIII, 569 с. (Тр. Императорского С.-Петербургск. бот. сада, т. 20). (**Komarov V. L.** 1901. Flora Manchuriae. Vol. 1. St. Petersburg: Typo-lithography “Gerold”, VIII, 569 pp. (*Proceedings of the Imperial St. Petersburg Botanical Garden* 20). [In Russian].)
- Комаров В. Л.** 1945–1958. Избранные сочинения. В 12 т. [вступ. статья: И. И. Мещанинов и А. Г. Чернов. «В. Л. Комаров. Краткий очерк жизни и творчества»]. – М., Л.: Изд-во АН СССР. (**Komarov V. L.** 1945–1958. Selected Works. In 12 volumes [introductory article: I. I. Meshchaninov and A. G. Chernov. “V. L. Komarov. A Brief Essay on His Life and Work”]. M.; L.: Publishing House of the USSR Academy of Sciences [In Russian].)

- Краткая программа ботанико-географических исследований в Амурской области (на 2 года: 1895 и 1896)*. 1895 // *Изв. Имп. Русск. географич. о-ва*. Т. 31. С. 202–204. (Приложение к журналу заседаний – 31 января 1895 г. Приложение 1). ([*Brief program of botanical and geographical research in the Amur region (for 2 years: 1895 and 1896)*]. 1895. *Bulletin of the Imperial Russian Geographical Society* 31: 202–204. (Appendix to the meeting journal – January 31, 1895. Appendix 1). [In Russian].)
- Кудрявцева Е. П.** 2005. Вклад В. Л. Комарова в развитие географических идей // *Комаровские чтения*. Вып. 51. С. 5–14. (**Kudryavtseva E. P.** 2005. V. L. Komarov's contribution to the development of geographical ideas. *V. L. Komarov Memorial Lectures* 51: 5–14. [In Russian].)
- Лукоянов И. В.** 2008. «Не отстать от держав...»: Россия на Дальнем Востоке в конце XIX – начале XX вв. – СПб.: Нестор-История. 664 с. (**Lukoyanov I. V.** 2008. “Keeping up with the powers...”: Russia in the Far East in the late 19th – early 20th centuries. St. Petersburg: Nestor-History, 664 pp. [In Russian].)
- Мещанинов И. И., Чернов А. Г.** 1945. В. Л. Комаров. Краткий очерк жизни и творчества // В. Л. Комаров. Избранные сочинения. Т. 1. – М.; Л.: Изд-во АН СССР. С. VI–LVIII. (**Meshchaninov I. I., Chernov A. G.** 1945. V. L. Komarov. A Brief Essay on His Life and Work. In: V. L. Komarov. *Selected Works*. Vol. 1. M.; L.: Publishing House of the USSR Academy of Sciences, pp. VI–LVIII. [In Russian].)
- Обзор работ геодезических, астрономических, топографических и астрономических, исполненных в 1896 году*. 1899 // *Ежегодник Имп. Русск. географич. о-ва*. Т. 8. С. 333–375. ([*Review of geodetic, astronomical, topographic and astronomical works carried out in 1896*]. 1899. *Yearbook of the Imperial Russian Geographical Society* 8: 333–375. [In Russian].)
- Осипов Ю. Н.** 2012. Столыпинская аграрная реформа и её воздействие на заселение и хозяйственное освоение российского Приморья // *Наследие П. А. Столыпина в контексте истории Дальнего Востока России: сборник научных статей*. – Владивосток: Морской гос. ун-т. С. 76–87. (**Osipov Yu. N.** 2012. Stolypin's agrarian reform and its impact on the settlement and economic development of Russian Primorye. In: *The legacy of P. A. Stolypin in the context of the history of the Russian Far East: a collection of scientific articles*. Vladivostok: Maritime State University, pp. 76–87. [In Russian].)
- Павлов Н. В.** 1951. Владимир Леонтьевич Комаров. – М.: Изд-во АН СССР. 292 с. (**Pavlov N. V.** 1951. Vladimir Leontievich Komarov. M.: Publishing House of the USSR Academy of Sciences, 292 pp. [In Russian].)
- Пожигаило П. А.** 2007. Столыпинская программа преобразования России, 1906–1911. – М.: РОССПЭН. 240 с. (**Pozhigailo P. A.** 2007. Stolypin's program for the transformation of Russia, 1906–1911. M.: ROSSPEN, 240 pp. [In Russian].)
- Полное собрание законов Российской империи*. 1885–1916. – СПб.: Гос. типография. Собрание 3-е: с 1 марта 1881 г. по 1913 г. ([*Complete Collection of Laws of the Russian Empire*]. 1885–1916. St. Petersburg: State Printing House. Third Collection: from March 1, 1881 to 1913. [In Russian].)
- Чернов А. Г.** 1969. В. Л. Комаров [авт. предисл. К. И. Скрябин]. – М.: Знание. 96 с. (Творцы науки и техники). (**Chernov A. G.** 1969. V. L. Komarov [Ed. preface K. I. Scriabin]. M.: Znaniye, 96 pp. (Creators of science and technology). [In Russian].)
- Шокальский Ю. М.** 1939. В. Л. Комаров как географ // Президенту Академии Наук СССР академику Владимиру Леонтьевичу Комарову к семидесятилетию со дня рождения и сорокапятилетию научной деятельности: научная и общественная деятельность академика В. Л. Комарова / Под ред. А. И. Поярковой, Е. И. Штейнберг. – М.: Изд-во АН СССР. С. 28–39. (**Shokal'skii Yu. M.** 1939. V. L. Komarov as a geographer // To the President of the USSR Academy of Sciences, Academician Vladimir Leontyevich Komarov, on the occasion of his seventieth birthday and forty-fifth anniversary of scientific activity: scientific and social activities of Academician V. L. Komarov (Eds A. I. Poyarkova and E. I. Shteinberg). M.: Publishing House of the USSR Academy of Sciences, pp. 28–39. [In Russian].)
- Янковский А. М.** 2023. Орнитологический дневник Александра Янковского с 20 мая по 18 ноября 1887 года (Экспедиция Императорского Русского географического общества в Корею и Маньчжурию под начальством В. Л. Комарова в 1897 году) // *Русский орнитологический журнал*. Т. 32, экспресс-выпуск 2312. С. 2585–2629. (**Yankovsky A. M.** 2023. Ornithological diary of Alexander Yankovsky from May 20 to November 18, 1887 (Expedition of the Imperial Russian Geographical Society to Korea and Manchuria under the command of V. L. Komarov in 1897). *Russian Ornithological Journal* 32(express issue 2312): 2585–2629. [In Russian].)

УДК 575.82:594.3(282.256.341)

[https://doi.org/10.25221/2782-1978\\_2026\\_3\\_6](https://doi.org/10.25221/2782-1978_2026_3_6)

<https://elibrary.ru/vxksqz>

## Первые этапы зарождения фауны брюхоногих моллюсков оз. Байкал.

### I. Состав миоценовой малакофауны и условия ее существования

Татьяна Яковлевна Ситникова

*Лимнологический институт СО РАН, Иркутск, 664033, Российская Федерация,*

*E-mail: sit@lin.irk.ru*

Получена 1 августа 2026 г.; принята к публикации 28 августа 2026 г.

**Аннотация.** Представлен краткий обзор публикаций о таксономическом составе и жизненных стратегиях моллюсков, населявших мелководное миоценовое озеро в условиях теплого климата, высокой трофности и относительно «медленного» геологического этапа развития Байкальского рифта. Приведено сравнение таксономического состава и жизненных стратегий (питание, размножение) моллюсков танхойской свиты и современного Байкала. Показано, что эра крупных двустворок и яйцеживородящих гастропод сменилась на царство яйцекладущих, главным образом, мелкоразмерных брюхоногих моллюсков. Первые этапы вымирания танхойской малакофауны и дивергенции предков Baicaliidae и Amnicolidae среди гастропод датированы поздним миоценом в период начала «быстрого» рифтогенеза.

**Ключевые слова:** Танхойские отложения, двустворки, гастроподы.

## The first stages of gastropod fauna origination in Lake Baikal.

### I. Composition of the Miocene fossils malacofauna and its environmental conditions

Tatiana Ya. Sitnikova

*Limnological Institute of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences,*

*Irkutsk, 664033, Russian Federation*

*E-mail: sit@lin.irk.ru*

Received August 1, 2026; accepted August 28, 2026

**Abstract.** An overview is presented of the taxonomic composition and life strategies (feeding, reproduction) of mollusks that inhabited shallow Miocene lakes under warm climate conditions, high trophic levels, and relatively “slow” tectonic stage of the Baikal Rift development. Comparison of the Tankhoi Formation mollusks with the modern Lake Baikal fauna shows that the dominance of large bivalves and ovoviviparous gastropods was later replaced by **oviparous gastropods predominantly small-sized species**. Early extinction phases of the Tankhoi malacofauna and the divergence of ancestral Baicaliidae and Amnicolidae gastropods are dated to Late Miocene, coinciding with the onset of “rapid” rifting.

**Keywords:** Tankhoi deposits, bivalves, gastropods.

## Введение

В обзоре приведены сведения об ископаемых моллюсках, обнаруженных в отложениях Танхойской свиты миоценового возраста, залегающей в непосредственной близости к современному оз. Байкал, остальные находки кайнозойских моллюсков оставлены здесь без упоминания. Для сравнения приведена информация о таксономическом составе, распространении и биологии современных моллюсков. Освещена небольшая часть публикаций о геологической истории и климате байкальской рифтовой зоны (БРЗ). Система крупных таксонов и названия семейств ископаемых моллюсков изменены по сравнению с оригинальными работами прошлых лет и приведена в соответствии с международным сайтом MolluscaBase (2006).

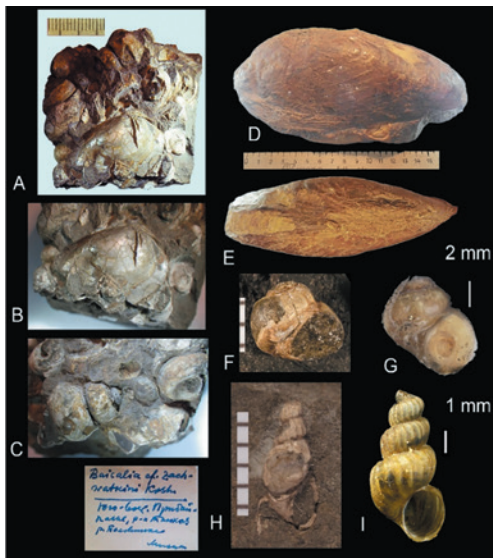
## Состав ископаемых моллюсков Танхойской свиты

Брюхоногие моллюски – единственная группа байкальской эндемичной фауны, для которой достоверно известны ископаемые останки, найденные в окрестностях железнодорожной станции Танхой. Ископаемые раковины и их отпечатки были обнаружены внутри твёрдого мергеля (затвердевшая глина с известняком) (рис. 1А–С)

в отложениях русла и правого борта р. Половинка (Раммельмейер 1931, 1940; Мартинсон 1961; Попова 1981; Хуан Бао-Юй 1964).

Из ископаемых брюхоногих моллюсков идентифицированы представители семейств Viviparidae (рис. 1С), Planorbidae, Lithoglyphidae (рис. 1F), Benedictiidae и Baicaliidae (рис. 1H). Отметим, что самостоятельность Benedictiidae была недавно доказана (Sitnikova et al. 2021), хотя ранее оно рассматривалось вместе с родом *Lithoglyphus* C. Pfeiffer, 1828 в рамках семейства Lithoglyphidae (<https://www.molluscabase.org/aphia.php?p=taxdetails&id=715961>). Представители Viviparidae ныне отсутствуют в водоемах Восточной Сибири; наоборот, семейство Amnicolidae, представленное в современных озерах БРЗ северо-азиатским родом *Kolhymamnicola* Starobogatov and Budnikova, 1976 (Ситникова и др. 2010; Sitnikova et al. 2023), в отложениях Танхойской свиты не известны.

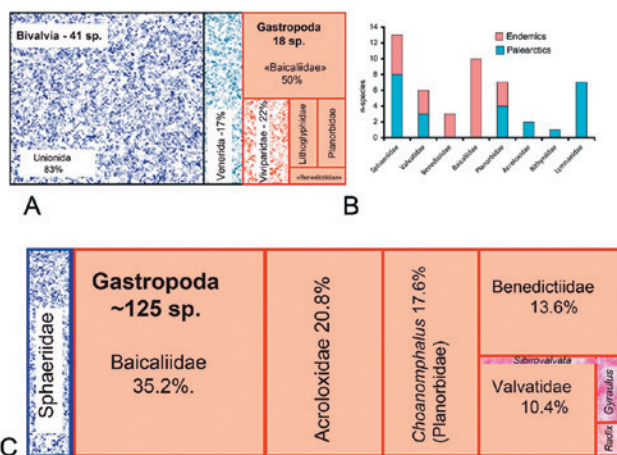
В составе ископаемой танхойской малакофауны двустворчатые моллюски доминировали над брюхоногими по разнообразию: 41 вид против 17. Отряд Unionida был представлен 33 видами из трёх семейств и 13 родов, Sphaeriida – семью видами из четырёх родов и отряд Venerida – одним видом. В современный период на уникальных биотопах открытого Байкала гастроподы по количеству видов преобладают над двустворчатыми, они представлены двумя эндемичными семействами (Baicaliidae, Benedictiidae) и несколькими эндемичными родами семейств Planorbidae и Acroloxidae и Valvatidae) (рис. 2С). Среди эндемичных мелководных сообществ гастропод изредка встречаются палеарктические виды Lymnaeidae, Planorbidae



**Рис. 1.** Ископаемые раковины Танхойской свиты из коллекции Г. Г. Мартинсона, находящейся в музее ВСЕГЕИ им. А. П. Карпинского (г. Санкт-Петербург), для сравнения приведены фото современных раковин. А – мергель с раковинами, образец № 2/20–1, внизу отпечаток *Unio trisulcatus* Heude, 1883 det. Martinson (= *Acuticosta* af. *trisulcata* det. Popova); В – эта же раковина увеличена; С – отпечатки раковин Viviparidae этого же куска мергеля; D, E – окаменелая раковина *Nipponihyria tranchojenensis* Popova, 1964 (= *Limnoscapha maxima* Martinson, 1951) с двух позиций; F – *Lithoglyphus baicalensis* Martinson, 1948 (Lithoglyphidae); G – *Kobeltocochlea tamarae* Sitnikova et al., 2021 (Benedictiidae), средняя котловина оз. Байкал; H – *Baicalia* cf. *zachwatkini* Kozhov, 1936 det. Martinson с оригинальной этикеткой; I – *Pseudobaikalia zachwatkini* южная котловина оз. Байкал.

**Fig. 1.** Fossil shells of the Tankhoi Formation from the collection of G. G. Martinson, housed in the A. P. Karpinsky Geological Institute (St. Petersburg), photos of modern shells are provided for comparison. A: marl with shells, sample No. 2/20-1, below the imprint of *Unio trisulcatus* Heude, 1883 det. Martinson (= *Acuticosta* af. *trisulcata* det. Popova); B: the same shell is enlarged; C: impressions of Viviparidae shells from the same piece of marl. D, E: A fossilized shell of *Nipponihyria tranchojenensis* Popova, 1964 (= *Limnoscapha maxima* Martinson, 1951) from two positions; F: *Lithoglyphus baicalensis* Martinson, 1948 (Lithoglyphidae); G: *Kobeltocochlea tamarae* Sitnikova et al., 2021 (Benedictiidae), central basin of Lake Baikal; H: *Baicalia* cf. *zachwatkini* Kozhov, 1936 det. Martinson with the original label; I: *Pseudobaikalia zachwatkini* southern basin of Lake Baikal.

**Рис. 2.** Состав ископаемой и современной малакофауны оз. Байкал. А – состав Танхойской малакофауны, составлено по С. М. Поповой (1981). Текстурированный синий рисунок – стратегия яйцевиворождения; В – состав современной фауны «зоны ожидания»; С – состав современной фауны, населяющей эндемичные биотопы. (Ситникова и др. 2004; Слугина, Старобогатов 1999; Shirokaya et al. 2017; Sitnikova et al. 2024). Розовая точечная текстура – палеарктические виды.



**Fig. 2.** Composition of the fossil and recent malacofauna of Lake Baikal. A: composition of the Tankhoi fauna, according to S. M. Popova (1981). Textured blue pattern indicates a strategy of ovoviviparity; B: composition of the recent malacofauna of the “waiting zone”; C: composition of the recent malacofauna living in the endemic habitats (Shirokaya et al. 2017; Sitnikova et al. 2004; 2024; Slugina, Starobogatov 1999). Pink dotted texture indicates Palearctic species.

и Valvatidae (Ситникова и др. 2004; Sitnikova et al. 2024). Представители последних трех семейств, а также Acroloxidae, Bythinidae и Physidae входят в состав малакофауны прибрежных водоемов и соров-заливов Байкала, где эндемики, как правило, отсутствуют.

Древняя малакофауна обитала в заливе-соре крупного озера (Мартинсон 1961), где предки эндемичных гастропод-байкалийцев сосуществовали совместно с «соровой» фауной (Попова 1981). Аналогично, в современном Байкале, в заливах с промежуточными условиями [= «зона ожидания» M. Vinarski in Schniebs et al. (2022)] между эндемичными и «соровыми» (сибирскими) биотопами обитают совместно сибирско-палеарктические (25) и байкальские (24) виды (рис. 2В).

### Жизненные стратегии моллюсков

**Механизмы захвата пищи.** Высокое разнообразие моллюсков в древнем водоёме предполагает, что всем им хватало пищевых ресурсов (бактерии, микроводоросли, мелкие беспозвоночные, детрит, взвешенное органическое вещество и прочее), находившихся в придонной воде и в/на грунте. Диатомовые водоросли являются одним из кормовых объектов как современных (Röpstorff et al. 2003), так, вероятно, и древних моллюсков. Створки диатомовых обнаружены в донных отложениях Танхойской свиты на р. Половинка (Попова и др. 1989) и в отложениях Тункинской долины (Рассказов и др. 2014).

Для всех упомянутых двустворок, а также и гастропод семейства Baicaliidae свойственен фильтрационный механизм питания, но способы захвата пищевых частиц у них различаются. Unionida, Venerida и Sphaeriida пропускают воду через входящий сифон в жабры, и затем окруженные слизью частички пищи направляются ко рту, причём венериды и сферииды в отличие от унионид способны дополнительно для продвижения пищевых частиц к сифону использовать реснички поверхности ноги (pedal feeding) (Reid et al. 1992).

У фильтрующих гастропод Baicaliidae пищевые частицы проходят с током воды через мантийную полость под действием ресничек ктенидия, собираясь

в слизистый шнур, который выходит с другой стороны мантийной полости, проходит по ресничному желобку ко рту и захватывается зубами радулы (Röpstorf et al. 2003). Возможно, большинству предковых Baicaliidae был свойственен механизм собирания пищи с субстрата, как у Amnicolidae (Kesler 1981), но позднее они выработали более эффективные для конкретных условий обитания способы захвата пищи. Например, активный захват (срезание?) перифитоновых водорослей свойственен байкалидам *Korotnewia semekewitschi nitida* (собственные наблюдения). Описанный выше фильтрационный механизм питания связан с обитанием байкалиид на боковых стенках и потолках скальных ниш (Röpstorf et al. 2003). Однажды удалось наблюдать как особь *Maackia* (или *Parabaikalia*?) *bythiniopsis* образовала комок слизи у рта и через несколько минут захватила его ртом, вероятно, с осевшими на слизь мелкими пищевыми частицами. У зарывающихся байкалиид рода *Liobaicalia* E. von Martens, 1876 имеются зачатки «педального» питания. При передвижении по стеклянной прозрачной чашке Петри особи *Liobaicalia stiedae* выдвигают далеко вперед ногу, по верхней поверхности которой поднимались и двигались к ротовому отверстию мелкие частички органики.

Современные Viviparidae (отсутствуют в бассейне Байкала), Bithyniidae и Valvatidae совмещают фильтрацию и собирательство. Процесс фильтрации вивипарид сходен с таковой и байкалиид (Cook 1949), и они также захватывают мелкую пищу непосредственно зубами радулы с субстрата (Höckelmann, Pusch 2000; Anistratenko et al. 2013). Оба типа питания отмечены у широко распространённого семейства Bithyniidae, заходящего в заливы Байкала (Brendelberger, Jürgens 1993). Своеобразный фильтрационный механизм питания характерен для затворок Valvatidae. Удалось наблюдать, как они собирают пищевые частички с грунта длинным рострумом, который на конце расширен наподобие трубки пылесоса как, например, у *Megalovalvata piligera* Lindholm, 1909) (см фото на обложке). Ни эндемичные ни сибирские виды вальватид, обитающие в современном Байкале, не обнаружены в отложениях Танхойской свиты.

Представители Lithoglyphidae (отсутствуют в бассейне Байкала), и Benedictiidae (см. фото на обложке), а также Planorbidae и Acroloxidae – пасущиеся на субстрате гастроподы, они используют зубы радулы для захвата пищи, срезания, соскабливания и вычесывания разнообразных по размеру и происхождению пищевых частиц (Shirokaya 2003; Sitnikova, Röpstorf 2004). Среди современных бенедиктиид большинство видов рода *Benedictia* считаются всеядными. В целом, множество современных видов байкальской малакофауны являются собирателями, в то время как в древнем озере доминировали фильтраторы – двустворки и вивипариды. К «чистым» фильтраторам, обитающим ныне на эндемичных биотопах озера, относятся лишь мелкие двустворки (Sphaeriidae) и некоторые виды байкалиид,

**Размножение.** Двустворкам семейства Sphaeriidae и гастроподам Viviparidae свойственно яйцеживорождение (в отличие от остальных пресноводных яйцекладущих гастропод). У сфериид одна особь выпускает на дно небольшое количество молоди (редко больше 10), сходных по морфологии со взрослыми особями. Пресноводные *Corbicula* Megerle von Muhlfield, 1811 также не выметывают яйца в воду, а **вынашивают их** в мантийной полости, выпуская по 100 и более мелких ювенильных особей, способных распространяться в воде на значительные расстояния. Двустворки отряда Unionida формируют множество мелких паразитических личинок-глохий, выпускаемых самками в воду и затем прикрепляющихся к жабрам рыб для развития до определённой стадии (Leydig 1866, in Lefevre, Curtis

1912; и многие др.). Костные останки карповых и окунёвых рыб, среди которых преобладают хозяева личинок современных Unionidae, обнаружены в осадках Танхойской свиты р. Мишиха (Скобло, Лямина 1983). Яйцеживорождение у гастропод Viviparidae в древнем мелководном, тёплом, перенасыщенном жизнью озере (Попова 1981) способствовало выживанию молоди и поддержанию высокой плотности популяций. Вымирание семейства в бассейне Байкала, вероятно, вызвано сокращением площади биотопов, подходящих для этих крупных моллюсков, наиболее характерных для неглубоких эвтрофных водоёмов.

Таким образом, эра крупных двустворок и яйцеживородящих гастропод в миоценовом водоеме сменилась на царство яйцекладущих (с доминированием мелкоразмерных) гастропод в современном озере. В ходе эволюции БРЗ брюхоногие моллюски, владеющие различными способами собирания и фильтрации пищи, получили преимущество над двустворчатыми и брюхоногими моллюсками-фильтраторами.

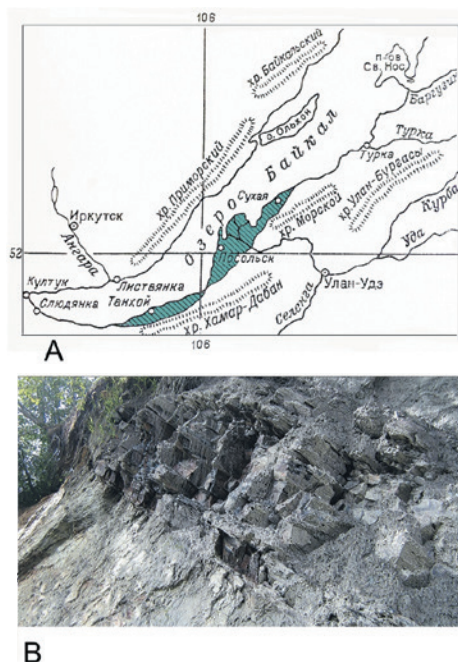
### Возраст, условия среды и климат раннего миоцена

Точный возраст моллюсков Танхойской свиты – до сих пор одна из обсуждаемых проблем, поскольку с этой даты обычно начинают отсчет образования оз. Байкал (Мац и др. 2001). Датировки таковы: олигоцен–миоцен (Попова и др. 1989; Мац и др. 2001), олигоцен–ранний миоцен (Машук, Акулов 2012; Mats 2015); нижний (ранний) и средний миоцен (Мартинсон 1961); миоцен–нижний (ранний) плиоцен (Рассказов и др. 2014). Вероятно, следует признать, что в раннем миоцене (~15–16 млн лет назад) моллюски уже населяли древний водоем. По мнению С. М. Поповой (1981), Танхойская малакофауна обитала на глубинах до 10 м в крупном озере, занимавшем, согласно Г. Г. Мартинсону (1961), по длине расстояние, по меньшей мере, от Мишихи до Сухой (рис. 3). Возможно, это озеро соответствует Мишихинской впадине, ограниченной Ангарским разломом на западе, подводным продолжением Обручевского сдвига-сбросового разлома на севере и разломом Черского на юге (Levi et al. 1995); разломы внутри этой впадины (ближе к восточному берегу) входят в структуру одного из грабенов Среднебайкальского бассейна.

Распространение наземной части Танхойского поля обнажений прослежено от долины рек Половинка и Осиновка (Осиновская палеодолина) на юге до р. Ключевка (Мишихинско-Ключевская долина) на севере (Рассказов и др. 2014). Ископаемые раковины унионид и вивипарид

**Рис. 3.** Схема локализации Танхойской свиты и фото наземного ландшафта. А – схема «Танхойского залива» (заштриховано) (копия, Мартинсон 1961). В – озерно-болотные обнажения «Шахтерской горки» на р. Осиновка (копия, Машук, Акулов 2012).

**Fig. 3.** Locality of the Tankhoi Formation and photographs of the terrestrial landscape. A: Map of the “Tankhoi Bay” area (shaded) (after Martinson, 1961); B: lake-marsh sediments at “Shakhterskaya Gorka” on the Osinovka River (after Mashchuk and Akulov, 2012).

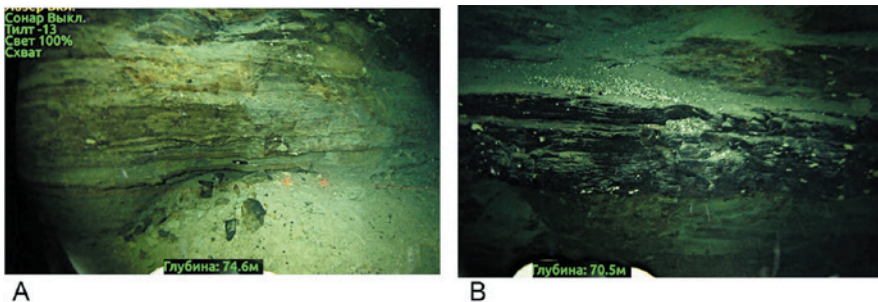


обнаружены также в скважинах севернее р. Селенга – в Энхалука, Загза и Сухая (Мартинсон 1961).

Отложения Танхойского поля в виде угольных пластов простираются по подводному склону юго-восточной части озера до глубины около 1300 м от Муринской банки на юге до железнодорожной станции Мысовая на севере (Хлыстов и др. 2021). Угольные прерывистые уступы (рис. 4) обнаружены на бортах каньона Тельный (у станции Мысовая) сотрудниками Лимнологического института СО РАН во время экспедиционных работ в 2024 г. (А. П. Федотов, устное сообщение).

С. М. Попова (1981) предположила, что Танхойская малакофауна обитала на слабо заросших водной и околководной растительностью грунтах при среднегодовой температуре воздуха + 15–20 °С и переживала периоды «заморов». Это предположение согласуется с находками слоев Танхойской свиты, сложенных голубовато-серыми песчаниками, темно-серыми и серо-глинисто-слюдистыми алевролитами (Рассказов и др. 2014), являющимися одним из свидетельств бескислородных периодов на мелководье озера. Нахождение «сидеритового-цемента», прилегающего к обломкам обугленной древесины, и отдельных сидеритовых (карбонат железа) конкреций также свидетельствует о существовании в то время восстановительной среды, возможно, сопутствующей гидротермальным процессам в местах обитания моллюсков. Известно, что железомарганцевые конкреции и карбонаты железа в Байкале являются результатом деятельности микроорганизмов в зонах разгрузки подводных гидротерм и грязевых вулканов Байкала (Granina et al. 2007; Lomakina et al. 2026; и др.). Отмечу, в районе скважины Загза (см. Сухая на рис. 3) находится наземный гидротермальный источник Сухинская терма всего 100–120 м от берега озера. Не исключено существование гидротерм и в миоценовом водоеме (Цеховский, Япаскурт 2016).

Так как найденные ископаемые раковины двустворок имели толстую раковину, С. М. Попова (1981) пришла к заключению, что моллюски обитали в воде с высокой концентрацией карбоната кальция. Многочисленные мергели в Танхойском поле (Раммельмейер 1931; Рассказов и др. 2014) являются тому свидетельством. Поступление карбоната кальция в водоем, где обитали моллюски, возможно, было из разных источников. Например, за счет водного выветривания архейских мраморов в Слюдянском районе. Один из карьеров мрамора находится у реки Буровщина всего в 1.5 км от берега озера. Как результат разгрузки термальных источников по типу



**Рис. 4.** Угольные и глинистые затвердевшие пласты подводных отложений Танхойского поля в каньоне Тельный, фото телеуправляемого необитаемого подводного аппарата (ТНПА) «Ровбилдер ЗБ-300».

**Fig. 4.** Coal and clayey lithified layers of submarine sediments of the Tankhoi field in Telny Canyon. Photograph taken by the remotely operated underwater vehicle (ROV) “Rovbuilder ZB-300.”

вод Аршана и Жемчуга; обнажения известковых туфов (травертинов) вблизи которых обнаружены в террасах реки Кынгырга (Тункинская долина) (Татаринов и др. 2006).

Состав отпечатков и пыльцы растений в отложениях Танхойской свиты рек Половинка и Осиновка («Шахтерская горка») (рис. 3В) сходен. Из водных растений преобладали останки водяного ореха; из наземных – пыльца покрытосеменных растений, среди которых обнаружены представители семейств, произрастающих в современный период в субтропическом климате, такие как магнолиевые, пальмовые, кипарисовые, грецкие орехи и др. (Мащук, Акулов 2012). В лесах до-Танхойского периода также доминировали покрытосеменные растения, росли споровые и голосеменные деревья и кусты (Mats 2015). Палеоклимат раннего миоцена в Южной Сибири был схож с климатом южных субтропиков со средними температурами в январе выше 0 °С и в июне – выше 28 °С (Белова 1985). Состав растительности и малакофауны Танхойского времени имели сходство с флорой и фауной Юго-Восточной Азии (Мартинсон 1961; Попова 1981; Белова 1985).

### **Средний и поздний миоцен, первая дивергенция среди гастропод**

Существуют различные модели происхождения и развития Байкальского рифта (Логачев 2003; Мац и др. 2001; ten Brink, Taylor 2002; Petit, Déverchère 2006; Jolivet et al. 2009). Большинство исследователей считает, что в олигоцен-миоцене продолжался процесс «медленного рифтинга» при низкой степени растяжения и разрушения литосферы (Логачев 2003) и доминировании тектоники «скольжения» (Petit, Déverchère 2006). Согласно Дельво с соавторами (Delvaux et al. 1997), стадия медленного рифтогенеза (поздний олигоцен – ранний плиоцен) характеризуется первоначальным формированием бассейна в условиях сдвигового режима, сопровождавшегося транстензией (сдвиг с растяжением, т. е. опускание).

Во многих частях Земного шара средне-миоценовый климатический оптимум закончился ~14–13–11 млн лет назад; последовавшее глобальное похолодание вызвало появление ледников в Антарктике, снижение концентрации CO<sub>2</sub> в атмосфере и смену состава наземной растительности (Lewis et al. 2008; Methner et al. 2020; Ballian et al. 2025; и др.).

Несмотря на небольшое похолодание в среднем миоцене (Белова 1985), в Байкальском регионе климат в целом оставался теплым до конца миоцена (~6.5 млн лет назад) (Воробьева и др. 1995; Collective BDP-98 2001). Возможно, этому способствовала вулканическая активность в Тункинской долине ~16–15 млн лет назад, угасание которой происходило постепенно в интервале 9–8 млн лет назад (Рассказов и др. 2014; Хассан и др. 2020). Снос пепла в ближайшие озера приводил, вероятно, к высокому обилию в них диатомовых, судя по распределению их в керне BDP-98 вплоть до начала первого серьезного регионального похолодания (Collective BDP-98 2001). «Биогенное цветение», по меньшей мере, в южной впадине могло сопровождаться высоким обилием микроорганизмов и микроводорослей. Выяснено, что вулканический пепел в озерных системах усиливал оксигенацию водной толщи и снижал токсический стресс, что стимулировало фиксацию азота и рост цианобактерий, способствуя восстановлению экологии в течение десятилетий (Zang et al. 2025). Отмечу, что в Байкале в 2016 г. спустя год после купного пожара снос пепла вызвал повышение концентрации фосфатного и нитратного азота, а также эвтрофикацию прибрежных вод в бухтах Большого Ушканьего острова в виде массового развития цианопрокариот (Tomberg et al. 2026).

В течение позднего миоцена (~10–7 млн лет назад) «спокойный» геологический режим транспрессии (сдвиг со сжатием, образование поднятий) сменился

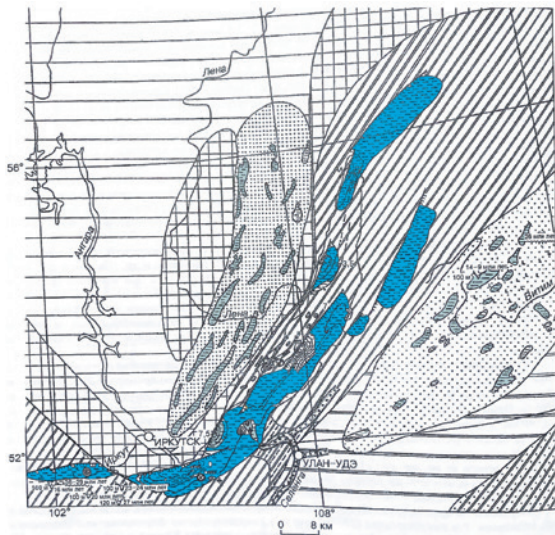
на транстензию или «чистое растяжение» (Delvaux et al. 1997). Близко к этому времени затихла вулканическая активность в Тункинской долине (Хассан и др. 2020). На месте южной и средней впадин в позднем миоцене существовал единый водоем с глубинами до 400–500 метров (рис. 5) (Логачев 2003; Мац и др. 2001 и др.), и, вероятно, происходила разгрузка газов и флюидов в некоторых районах (Цеховской, Япаскurt 2016). В современный период известно более 60 сиповых участков в озере (Granin et al. 2010; Khlystov 2020 и др.) и около 10 «терм», находящихся непосредственно на берегу озера или в его окрестностях (Плюснин и др. 2013). Все подводные разгрузки газов и флюидов сосредоточены в активных зонах тектонических разломов (Khabuev, Khlystov 2025 и др.), и все наземные «термы» находятся пределах разрывных нарушений сбросового типа (Плюснин и др. 2013). В местах разломов в миоцене, как и в настоящее время, тектоническая активность сопровождалась землетрясениями, происходило разрушение старых и появление новых неоднородностей подводных ландшафтов на разных глубинах озера.

Исходя из анализа нуклеотидных последовательностей *COI* гена мтДНК, немногим более 10 млн лет назад произошло расхождение между предками *Baicaliidae* и *Amnicolidae*, включая североамериканские *Taylorconcha*, *Amnicola*, европейские *Marstoniopsis* и североазиатские *Kolhymamnicola* (Sitnikova et al. 2023). Современные *Kolhymamnicola* обитают в полупроточных водоёмах Северо-восточной Азии на прибрежных песках среди водной растительности на глубинах до 1 м (Богатов, Сиротский 1978; Затравкин, Богатов 1988), в том числе в БРЗ в озёрах Леприндо, Цыпа и «Лапрагар» (Sitnikova et al. 2023). В этих озерах мелкие *Kolhymamnicola* практически не отличимы по морфологии раковины от некоторых байкалиид (например, *Baicaliella nana* Lindholm, 1909), но генетически они оказались ближе к североамериканскому роду *Taylorconcha* (*p*-дистанции *COI* ~11%), чем к байкалидам (> 14%) (Ситникова и др. 2010; Sitnikova et al. 2023).

Отсутствие амникола-подобных ископаемых раковин в отложениях Танхойской свиты можно объяснить тем, что они не сохранились из-за маленьких размеров (около 2–3 мм). Наличие в этих отложениях сразу нескольких видов, отнесенных по форме раковин к байкалидам, вероятно, свидетельствует о том, что морфологическое разнообразие в миоценовом водоеме опережало дивергенцию на уровне генов, что встречается и среди современных моллюсков Байкала. Пример тому – морфологический поли-

морфизм *Radix auricularia* (Linnaeus, 1758), нового вселенца в эндемичные биотопы оз. Байкал (Schniebs et al. 2022).

Триггерами окончательного расхождения предковых форм в разные семейства



**Рис. 5.** Озера Байкальского рифта (голубой цвет) и окружающие их озера-болота (бледно-голубой цвет) в миоцене (27–11 млн лет назад) (Мац и др. 2001).

**Fig. 5.** Lakes of the Baikal Rift (blue) and the surrounding lake-swamps (pale blue) during the Miocene (~11 million years ago) (Mats et al. 2001).

Baicaliidae и Amnicolidae, как и, возможно, именно в этот период времени вымирания крупных двустворок и гастропод могли послужить начавшаяся «быстрая стадия» рифтинга, приводившая к углублению озера, разрушению прибрежных биотопов с мягкими грунтами и водной растительностью. Появившиеся новые биотопы, в том числе на грубообломочных породах, стенках каньонов, подводных скалах и возвышенностях, а также состоящие из крупного песка с детритом, начали осваивать мелкие гастроподы.

### Заключение

Таким образом, суммируя литературные сведения, можно констатировать, что первый этап зарождения байкальской эндемичной малакофауны приурочен к раннему миоцену, когда моллюски, в том числе предки современных эндемичных гастропод, уже населяли, по меньшей мере, залив крупного Мишихинского озера. На протяжении нескольких миллионов лет моллюски обитали в теплом климате, вероятно, под влиянием гидротермальных излияний, увеличивающих содержания карбоната кальция в воде, при достаточном количестве пищи и в относительно спокойных геологических условиях. Второй этап – вымирание унионид, лимноцерид, корбикул и вивипарид, дивергенция Baicaliidae и Amnicolidae датирован концом миоцена, когда произошли активизация тектонических процессов, углубление озера, разрушение мелководных биотопов с мягкими грунтами старых и появление множества новых разнообразных местообитаний на твердых субстратах. Эти субстраты с мелкими растительными обрастаниями оказались выгодным условием для существования яйцекладущих гастропод, использующих различные механизмы захватывания пищи.

### Благодарности

Автор признателен и благодарен к. б. н. Л. А. Прозоровой за помощь в фотографировании ископаемых раковин, собранных и идентифицированных Г. Г. Мартинсоном, а также за полезные замечания при редактировании текста. Я благодарна сотрудникам Центрального научно-исследовательского геологоразведочного музея имени академика Ф. Н. Чернышёва во Всероссийском научно-исследовательском геологическом институте имени А. П. Карпинского за предоставленную возможность ознакомиться и работать с коллекцией Г. Г. Мартинсона. Я признательна д. б. н. Т. И. Земской за обсуждение, высказанные замечания и пожелания, благодаря которым рукопись была существенно улучшена. Работа выполнена в рамках бюджетного проекта Лимнологического института СО РАН № FWSR-2026-0016.

### Литература (References)

- Белова В. А.** Растительность и климат позднего кайнозоя юга Восточной Сибири. Новосибирск: Наука. 176 с. (Belova V. A. 1985. Vegetation and Climate of Late Cenozoic in the South of Eastern Siberia. Novosibirsk: Nauka, 176 pp. [In Russian]).
- Богатов В. В., Сиротский С. Е.** 1978. Продукция моллюсков и их роль в биоценозах пойменных озер верховьев реки Зеи. *Гидробиология бассейна Амура*. Владивосток: ДВНЦ АН СССР. С. 116–122. (Bogatov V. V., Sirotsky S. E. 1978. Production of mollusks and their role in the biocenoses of floodplain lakes in the Upper Zeya River. In: *Hydrobiology of the Amur Basin* Vladivostok: Dalnauka, pp. 116–122. [In Russian]).
- Воробьева Г. А., Мац В. Д., Шимараева М. К.** 1995. Палеоклиматы позднего миоцена, плиоцена и эоплейстоцена Байкальского региона // *Геология и геофизика*. Т. 38. № 8. С. 82–96. (Vorobyeva G. A., Mats V. D., Shimaraeva M. K. 1995. Paleoclimates of the Late Miocene, Pliocene, and Early Pleistocene of the Baikal region *Geology and Geophysics* 38(8): 82–96). [In Russian].
- Затравкин М. Н., Богатов В. В.** 1988. Амниколоподобные Gastropoda из пресных вод дальнего Востока СССР // *Зоологический журнал*. Т. 67. Вып. 1. С. 127–129. (Zatrawkin M. N., Bogatov V. V. 1988. Amnicola-like Gastropoda from the fresh waters of the Far East of the USSR. *Zoological Journal*. Vol. 67. Issue 1. P. 127–129 [In Russian]).
- Машук И. М., Акулов Н. И.** 2012. Олигоценные отложения Байкальской рифтовой впадины // *Геология и геофизика*. Т. 53. № 4. С. 461–475. (Mashchuk I. M., Akulov N. I. 2012.

- Oligocene deposits of the Baikal rift valley. *Russian Geology and Geophysics* 53 (4): 356–366. [In Russian]. <http://dx.doi.org/10.1016/j.rgg.2012.02.012>
- Лунина О. В. 2016. Цифровая карта разломов для плиоцен-четвертичного этапа развития земной коры юга Восточной Сибири и сопредельной территории Северной Монголии // *Геодинамика и тектонофизика*. Т. 7. № 3. С. 407–434. (Lunina O. V. 2016. the digital map of the pliocene–quaternary crustal faults in the Southern East Siberia and the adjacent Northern Mongolia. *Geodynamics and Tectonophysics* 7(3): 407–434 [In Russian].) <https://doi.org/10.5800/GT-2016-7-3-0215>
- Лунина О. В., Денисенко И. А., Гладков А. А. 2025. Зоны сейсмогенных разрывов Байкальского рифта: пространственное положение и сейсмический потенциал // *Геодинамика и тектонофизика* Т. 16. № 2: 0823. (Lunina O. V. Denisenko I. A., Gladkov A. A. 2025. Zones of seismogenic ruptures in the Baikal rift: spatial location and seismic potential. *Geodynamics & Tectonophysics* 16(2): 0823. [In Russian]) <https://doi.org/10.5800/gt-2025-16-2-0823>.
- Логачев Н. А. 2003. История и геодинамика Байкальского рифта. *Геология и Геофизика*. 44(5): 391–406. (Logachev N. A. History and geodynamics of the Baikal rift. *Russian Geology and Geophysics* 44(5): 391–406. [In Russian]).
- Мартинсон Г. Г. 1961. Мезозойские и кайнозойские моллюски континентальных отложений Сибирской платформы, Забайкалья и Монголии. *Труды Байкальской Лимнологической станции АН СССР*. 19: 332 с. +29 Таблиц. (Martinson G. G. 1961. Mesozoic and Cenozoic mollusks of the continental sediments of the Siberian Platform, Transbaikalia and Mongolia. *Proceedings of the Baikal Limnological Station of the USSR Academy of Sciences*. 19: 332 p. +29 Tables. [In Russian]).
- Мац В. Д., Уфимцев Г. Ф., Мальдельбаум М. М., Алакшин А. М и др. 2001. Кайнозой Байкальской рифтовой впадины: строение и геологическая история. Новосибирск: Издательство СО РАН «ГЕО». 252 с. (Matz V. D., Ufimtsev G. F., Maldelbaum M. M., Alakshin A. M. et al. 2001. The Baikal basin in the Cenozoic: structure and geological history. Novosibirsk: Publishing House of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences “GEO”. 252 p. [In Russian]).
- Попова С. М. 1981. Кайнозойская континентальная малакофауна юга Сибири и сопредельных территорий. Москва: Наука. 185 с. (Popova S. M. 1981. Cenozoic continental Malacofauna of southern Siberia and adjacent territories. Moscow: Nauka. 185 p. [In Russian]).
- Попова С. М., Мац В. Д., Черняева Г. П., Шимараева М. К. и др. 1989. Палеолимнологические реконструкции. Байкальская рифтовая зона. (ред. Логачев Н. А.) Новосибирск: Наука. 110 с. (Popova S. M., Mats V. D., Chernyaeva G. P., Shimaraeva M. K. et al. 1989. *Paleolimnological reconstructions. Baikal Rift Zone*. Novosibirsk: Nauka. 110 p. [In Russian]).
- Плюснин А. М., Замана Л. В., Шварцев С. Л., Токаренко О. Г. и др. 2013. Гидрогеохимические особенности состава азотных терм Байкальской рифтовой зоны // *Геология и геофизика*. Т. 54. № 5. – С. 647–664. (Plyusnin A. M., Zamana L. V., Shvartsev S. L., Tokarenko O. G. et al. 2013. Hydrogeochemical features of the composition of nitrogen thermae of the Baikal rift zone. *Geology and Geophysics* 54(5): 647–664. [In Russian]).
- Раммельмейер Е. С. 1931. К вопросу о фауне третичных террас Байкала. *Известия Академии Наук СССР, отд. Математики и естествознания*. 10: 1395–1399. (Rammelmeyer E. S. 1931. On the fauna of the tertiary terraces of Lake Baikal. *Proceedings of the USSR Academy of Sciences, ed. Mathematics and Natural Science*. 10: 1395–1399. [In Russian]).
- Раммельмейер Е. С. 1940. Ископаемые моллюски пресноводных отложений Забайкалья. *Труды Байкальской Лимнологической станции АН СССР*. 10: 399–424. (Rammelmeyer E. S. 1940. Fossil mollusks of freshwater sediments of Transbaikalia. *Proceedings of the Baikal Limnological Station of the USSR Academy of Sciences*. 10: 399–424. [In Russian]).
- Рассказов С. В., Лямина Н. А., Лузина И. В., Черняева Г. П. и др. 2014. Отложения Танхойского третичного поля, Южнобайкальская впадина: стратиграфия, корреляции и структурные перестройки в Байкальском регионе. *Геодинамика и тектонофизика* 5 (4): 993–1032 (Rasskazov S. V., Lyamina N. A., Luzina I. V., Chernyaeva G. P. et al. 2014. Sediments in the Tertiary Tankhoi field, South Baikal basin: stratigraphy, correlation and structural transformations in the Baikal region. *Geodynamics & Tectonophysics* 5 (4): 993–1032. doi:10.5800/GT-2014-5-4-0165.
- Скобло В. М., Лямина Н. А. 1983. Мезозой и кайнозой Бурятии. *Геология и полезные ископаемые Бурятии*. – Улан-Удэ: Бурят. кн. изд-во. С. 127–136. (Skoblo V. M., Lyamina N. A. 1983. Mesozoic and Cenozoic Buryatia. *Geology and mineral resources of Buryatia*. Ulan-Ude: Buryatian Publishing House P. 127–136 [In Russian]).
- Ситникова Т. Я., Старобогатов Я. И., Широкая А. А., Шибанова И. В. и др. 2004. Брюхоногие моллюски. Аннотированный список фауны озера Байкал и его водосборного бассейна. Т. 1, кн. 2. Новосибирск: Наука. С. 937–1020. (Sitnikova T. Ya., Starobogatov Ya I., Shirokaya A. A., Shibanova I. V. et al. 2004. *Gastropoda. Index of animal species inhabiting Lake Baikal and its catchment area* (Ed. Timoshkin O. A.) Novosibirsk: Nauka. P. 937–1020. [In Russian]).

- Ситникова Т. Я., Прозорова Л. А., Регель К. В. 2010. Эмбриональная раковина, распространение и вопрос о происхождении брюхоногих моллюсков рода *Kolhymannicola* // *Зоологический журнал* Т. 89. № 10. С. 1190–1199. (Sitnikova T. Ya., Prozorova L. A., Regel K. V. 2010. Embryonic shell, distribution, and a problem of origin of *Kolhymannicola* gastropods. *Russian Zoological journal* 89(10): 1190–1199.
- Слугина З. В., Старобогатов Я. И. 1999. (Slugina Z. V., Starobogatov Ya. I. 1999. Atlas and key of bivalve mollusks of the Baikal Lake. Novosibirsk: SO RAN Press, 144.
- Татаринов А. В., Яловик Л. И., Данилова Э. В., Намсараев З. Б. 2006. Участие микроорганизмов в образовании травертинов и сапропелитового керогена в отложениях термальных углекислых вод Байкальской рифтовой зоны // *Доклады Российской академии наук*. Т. 411. № 4. С. 514–518. (Tatarinov A. V., Yalovik L. I., Danilova E. V., Namsaraev Z. B., 2006. The involvement of microorganisms in the formation of travertines and sapropelite kerogen in the deposits of thermal carbon dioxide waters of the Baikal rift zone. *Reports of the Russian Academy of Sciences*. Vol. 411. No. 4. P. 514–518. [In Russian]).
- Хассан А., Рассказов С. В., Чувашова И. С., Ясныгина Т. А. и др. 2020. Идентификация озерных отложений верхнего миоцена – нижнего плиоцена в суходольной Тункинской впадине Байкальской рифтовой зоны. *Геодинамика и тектонофизика* 11(2): 262–284. (Hassan A., Rasskazov S. V., Chuvashova I. S., Yasnygina T. A. et al. 2020. Identifying Upper Miocene – Lower Pliocene lacustrine sediments in dry Tunka basin of the Baikal Rift Zone. *Geodynamics, Tectonophysics* 11(2): 262–284 [In Russian]) <https://doi.org/10.5800/GT-2020-11-2-0473>
- Хлыстов О. М., Вайнер-Кротов А. В., Китаев А. В., Погодаева Т. В. 2021. Находки углей Танхойского поля в донных отложениях Южного Байкала // *Науки о Земле и недропользование* Т. 44. № 3. С. 285–292 (Khlystov O. M., Vayner-Krotov A. V., Kitaev A. V., Pogodaeva T. V. 2021. Finds of coals of the Tankhoy field in the bottom sediments of Southern Baikal // *Earth Sciences and Subsoil Use*, vol. 44, No. 3, pp. 285–292 <https://doi.org/10.21285/2686-9993-2021-44-3-285-292>
- Цеховский Ю. Г., Япаскурт О. В. 2016. Процессы кайнозойского литогенеза в Байкальской рифтовой зоне // *Литология и полезные ископаемые* № 5. С. 448–464 (Tsekhovskiy Yu. G., Yapaskurt O. V. 2016. Processes of Cenozoic lithogenesis in the Baikal Rift Zone. *Lithology and Mineral Resources* 5: 448–464 [In Russian]).
- Anistratenko V. V., Ryabceva Yu. S., Degtyarenko E. V. 2013. Morphological traits of the radula in Viviparidae (Mollusca: caenogastropoda) as a master key to discrimination of closely related species. *Vestnik zoologii* 47(2): 149–213.
- Ballian A., Meijers M. J. M., Cojan I., Huyghe D. et al. 2025. Middle Miocene climate evolution in the northern Mediterranean region (Digne-Valensole basin, SE France). *Climate of the Past* 21: 841–856.
- Brendelberger, H., Jürgens, S. 1993. Suspension feeding in *Bithynia tentaculata* (Prosobranchia, Bithyniidae), as affected by body size, food and temperature. *Oecologia* 94, 36–42. <https://doi.org/10.1007/BF00317298>
- Collective authors BDP-98. 2001. The new BDP-98 600-m drill core from Lake Baikal: a key late Cenozoic sedimentary section in continental Asia. *Quaternary International*. 80–81: 19–36. [https://doi.org/10.1016/S1040-6182\(01\)00016-7](https://doi.org/10.1016/S1040-6182(01)00016-7).
- Cook P. 1949. A ciliary feeding mechanism in *Viviparus viviparus* (L.) *Proceedings of the Malacological Society. London*. 27: 265–271.
- Delvaux D., Moyes R., Stapel G., Petit C. et al. 1997. Paleostress reconstruction and geodynamics of the Baikal region, Central Asia. Part II. Cenozoic rifting *Tectonophysics* 282: 1–38.
- Granin N. G., Makarov M. M., Kucher K. M., Gnatovsky R. A. 2010. Gas seeps in Lake Baikal: detection, distribution, and implications for water column mixing. *Geo-Marine Letters*. 30(3–4): 399–409.
- Granina L. Z., Klerkx J., Callender E., Leermakers M. et al., 2007. Bottom sediments and pore waters near the hydrothermal vent in the Baikal Lake (Frolikha Bay). *Russian Geology and Geophysics* 48(3): 237–246. <https://doi.org/10.1016/j.rgg.2006.04.001>
- Höckelmann C., Pusch M. 2000. The respiration and filter-feeding rates of the snail *Viviparus viviparus* (Gastropoda) under simulated stream conditions. *Archiv Für Molluskenkunde* 149(4): 553–568.
- Jolivet M., De Boisgrollier T., Petit C., Fournier, M. et al. 2009. How old is the Baikal Rift Zone? Insight from apatite fission track thermochronology *Tectonics* 28: TC3008, doi:10.1029/2008TC002404.
- Kesler D. H. 1981. Periphyton grazing by *Ammicola limosa*: An enclosure-exclosure experiment. *Journal of Freshwater Ecology* 1: 51–59.
- Khabuev A. V., Khlystov O. M. 2025. Unification of geological and geophysical characteristics of gas hydrate-bearing structures in Lake Baikal *Limnology and Freshwater Biology* 6: 1355–1366. <https://doi.org/10.31951/2658-3518-2025-A-6-1355>

- Khlystov O. M.** 2020. Results of 20 years of searching and studying gas hydrates in Lake Baikal *Limnology and Freshwater Biology* 4: 581–582.
- Lefevre G., Curtis W.** 1910 (1912). Studies on the reproduction and artificial propagation of fresh-water mussels. *Bulletin of the Bureau of fisheries* 30 (Document No. 756): 109–201 + 17 Plates.
- Levi K. G., Babushkin S. M., Badardinov A. A., Buddo V. Yu. et al.** 1995. Active Baikal tectonics. *Russian geology and Geophysics* 36(10): 143–154.
- Lewis A. R., Marchant D. R., Ashworth A. C., Herenäs L. et al.** 2008. Mid-Miocene cooling and the extinction of the tundra in continental Antarctica. *PNAS* 105(31): 10676–10680.
- Lomakina A. V., Bukin S. V., Pogodaeva T. V., Vorobyova S. S. et al.** 2026. Microbial communities in carbonate-containing bottom sediments of the Bolshaya Zelenovskaya oil-methane seep (Central Baikal) *Microbiology* 95(1): 107–117. <https://doi.org/10.1134/S0026261725602416>
- Mats V. D.** 2015. The Baikal rift: Pliocene (Miocene) – Quaternary episode or product of extended development since the Late Cretaceous under various tectonic factors. A review. *Geodynamics & Tectonophysics* 6 (4): 467–489. <https://doi.org/10.5800/GT-2015-6-4-0190>.
- Methner K., Campani M., Fiebig J., Löffler N. et al.** 2020. Middle Miocene long-term continental temperature change in and out of pace with marine climate records. *Science Reports* 10: 7989. <https://doi.org/10.1038/s41598-020-64743-5>
- MolluscaBase eds.** 2026. MolluscaBase. Accessed at <https://www.molluscabase.org> on 2026–09–01. doi:10.14284/448
- Petit C., Déverchère J.** 2006. Structure and evolution of the Baikal rift: A synthesis. *Geochemistry, Geophysics, Geosystems* 7: Q11016, <https://doi.org/10.1029/2006GC001265>
- Reid R. G. B., McMahon R. F., Foighil D. O., Finnigan R.** 1992. Anterior inhalant currents and pedal feeding in bivalves *The Veliger* 35: 93–104.
- Röpstorff P., Sitnikova T. Y., Timoshkin, O. A., Pomazkina G. V.** 2003. Observation on stomach contents, food uptake and feeding strategies of endemic Baikalian gastropods. *Berliner Palaobiologische Abhandlungen* 4: 151–156.
- Sitnikova T., Teterina V., Maximova N., Kirilchik S.** 2021. Discordance of genetic diversification between deep-and shallow-water species of *Kobeltocochlea* Lindholm, 1909 (Caenogastropoda: Truncatelloidea: Benedictiidae) endemic to Lake Baikal with the description of a new species, review of the genus, and notes on its origin. *Journal of Zoological Systematics and Evolutionary Research* 59(8): 1775–1797. <https://doi.org/10.1111/jzs.12545>
- Schniebs K., Sitnikova T. Ya., Vinarski M. V., Müller A. et al.** 2022. Morphological and Genetic Variability in *Radix auricularia* (Mollusca: Gastropoda: Lymnaeidae) of Lake Baikal, Siberia: The Story of An Unfinished Invasion into the Ancient Deepest Lake. *Diversity*. 14(7): 1–28. <https://doi.org/10.3390/d14070527>
- Sitnikova T. Y., Roepstorff P.** 2004. Mollusks that live exclusively in Lake Baikal. *Science First Hand* 1: 84–99.
- Sitnikova T., Kiyashko S., Maximova N., Pomazkina G. V. et al.** 2012. Resource partitioning in endemic species of Baikal gastropods indicated by gut contents, stable isotopes and radular morphology. *Hydrobiologia* 682: 75–90.
- Sitnikova T., Peretolchina T., Prozorova L., Sherbakov D. Yu. et al.** 2023. The North Asian Genus *Kolhymamnicola* Starobogatov and Budnikova 1976 (Gastropoda: Amnicolidae), Its Extended Diagnosis, Distribution, and Taxonomic Relationships. *Diversity*. 15(483): 1–25.
- Sitnikova T. Ya. Khanaev I. V., Kovalenkova M. V., Peretolchina T. E. et al.** 2024. Alien gastropods among endemics in open areas of Lake Baikal. *Biological bulletin*. 51(9): 2671–2687.
- Shirokaya A. A.** 2003. Post-embryonal growth and feeding of Baikal endemic limpets (Gastropoda, Pulmonata, Acroloxidae). *Berliner palaobiologische Abhandlungen* 2: 104–105.
- Shirokaya A. A., Sitnikova T. Ya., Kijashko P. V., Shydlovskyy I. V. et al.** 2017. A review of the Lake Baikal limpets, family Acroloxidae Thiele, 1931 (Mollusca: Pulmonata: Hygrophila), based on type specimens, with keys to the genera. *Archiv Für Molluskenkunde* 146(1): 9–64. <https://doi.org/10.1127/arch.moll/146/009-064>
- Tomberg I. V., Bondarenko N. A., Nepokrytykh A. V., Shirokaya A. A. et al.** 2026. Ecological responses of Baikal zone to wildfires on Bol'shoy Ushaniy Island. *Journal of Great Lakes Research*, published online April 2026. <https://doi.org/10.1016/j.jglr.2026.102781>
- ten Brink U. S., Taylor M. H.** 2002. Crustal structure of central Lake Baikal: Insights into intracontinental rifting. *Journal of Geophysical research* 107: B7.
- Zhang K., Stüeken E. E., Thomazo C. et al.** 2025. Volcanic ash drives contrasting redox shifts and biogeochemical feedbacks in ancient marine and lacustrine systems. *Communications Earth Environments* 6: 850 <https://doi.org/10.1038/s43247-025-02821-0>

УДК 556:551.583 (571.1)

[https://doi.org/10.25221/2782-1978\\_2026\\_3\\_7](https://doi.org/10.25221/2782-1978_2026_3_7)

<https://elibrary.ru/vezjuo>

## О несостоятельности идеи переброски взрослого стока сибирских рек в Центральную Азию

Виктор Всеволодович Богатов

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

*E-mail: vibogotov@mail.ru*

Получена 28 июля 2026 г.; принята к публикации 28 августа 2026 г.

**Аннотация.** Переброска части стока сибирских рек в Среднюю Азию (поворот сибирских рек) – неосуществлённый советский проект, направленный на обеспечение водой засушливых регионов СССР, вновь обсуждается на научном, общественном и правительственном уровнях. Новый вариант проекта предполагает переброску части стока р. Оби в Центрально-Азиатский регион за счёт строительства напорной системы из семи пластиковых трубопроводов диаметром по три с половиной метра каждый и протяжённостью около 2100 км. Основным аргумент сторонников переброски стоков связан с увеличением водности сибирских рек, вызванным глобальным потеплением климата. Утверждается, что возросший сток формирует избыток водных ресурсов, который и предлагается использовать.

В настоящей статье показано, что в бассейне р. Оби природный «излишек» водной массы формирует более интенсивное весенне-летнее половодье, что исключает возможность изъятия дополнительного стока. При крайне нестабильном чередовании многоводных и маловодных сезонов намечаемая водозаборная система в лучшем случае будет перебрасывать значительную часть меженного объема воды, что может привести к непредсказуемым последствиям для гидрологического баланса реки. Перенаправление части стока Оби обострит экологические проблемы, включая деградацию водных и околоводных экосистем, усилит загрязнение вод от нефтегазового комплекса, сельского хозяйства, сточных вод крупных населенных пунктов, а также поллютантов со снегом во время его весеннего таяния.

**Ключевые слова:** потепление климата, сибирские реки, Обь, переброска стока, гидрологические крайности, экологические последствия.

## On the unsustainability of the idea of diverting increased flow from Siberian rivers to Central Asia

Viktor V. Bogatov

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

*E-mail: vibogotov@mail.ru*

Received July 29, 2026; accepted for publication August 28, 2026

**Abstract.** The diversion of part of the Siberian river flow to Central Asia (turning of Siberian rivers), an unimplemented Soviet project aimed at providing water to arid regions of the USSR, is once again being discussed at the scientific, public, and government levels. The new project envisages diverting part of the Ob River's flow to the Central Asian region via construction of a pressure system of seven plastic pipelines, each three and a half meters in diameter and approximately 2,100 km long. The main argument of the diversion advocates is the increased water content of Siberian rivers caused by global warming. It is claimed that the increased flow creates a surplus of water resources, which is the proposed use.

This article demonstrates that in the Ob River basin, a natural “surplus” of water mass creates more intense spring and summer flooding, precluding the possibility of extracting additional runoff. Given the extremely unstable alternation of high-water and low-water seasons, the planned water intake system will, at best, only divert a significant portion of the low water, which could have unpredictable consequences for the river's hydrological balance. Rerouting part of the Ob River's flow will exacerbate environmental problems, including the degradation of aquatic and near-water ecosystems, and will increase water pollution from the oil and gas industry, agriculture, wastewater from large settlements, and pollutants from snow during the spring melt.

**Keywords:** climate warming, Siberian rivers, Ob River, water diversion, hydrological extremes, environmental consequences.

## Введение

В 1968 г. Пленум ЦК КПСС дал поручение Госплану, Академии наук СССР и другим организациям разработать план перераспределения стока северных и сибирских рек. В «Основных направлениях развития естественных и общественных наук на 1971–1975 годы» среди важнейших проблем географических исследований были упомянуты: 1) «Межбассейновая переброска разных вод для водоснабжения и регулирования режимов Аральского и Каспийского морей»; 2) «Борьба со вторичным засолением, прогноз общего режима Аральского моря». 24 мая 1970 г. принято Постановление ЦК КПСС и Совета Министров СССР № 612 «О перспективах развития мелиорации земель, регулирования и перераспределения стока рек в 1971–1985 гг.». В нём была объявлена первоочередная необходимость переброски 25 км<sup>3</sup> воды в год к 1985 г.

Канал «Сибирь – Средняя Азия» был первым этапом проекта и представлял собой строительство водного канала из Оби (от с. Белогорье, Ханты-Мансийский район Ханты-Мансийского автономного округа – Югры) через Казахстан в Узбекистан (рис. 1). В 1985 г. стало ясно, что в условиях надвигающегося экономического кризиса финансировать масштабный проект невозможно, и 14 августа 1986 г.

на специальном заседании Политбюро ЦК КПСС было решено все работы по реализации проекта прекратить.

На состоявшемся в 2019 г. в Екатеринбурге XV международном научно-практическом симпозиуме «Чистая вода России 2019» в докладе Росгидромета впервые однозначно провозглашалось, что изменение климата способствует избыточности осадков в сибирском регионе и, как следствие, увеличению стока сибирских рек. Вслед за этим возникла идея возрождения переброски воды из Оби (рис. 2) в Центральную Азию, которая стала всё чаще обсуждаться на различных политических, общественных и научных площадках. Так, по мнению директора НИЦ Межгосударственной координационной водохозяйственной комиссии Центральной Азии профессора Виктора Абрамовича Духовного (1924–2021; – советский и узбекский инженер-гидротехник, видный учёный и организатор мелиоративного и водохозяйственного строительства, автор более 400 научных работ, 17 монографий, 37 авторских свидетельств), «для этой



**Рис. 1.** Советский проект переброски стока р. Оби в Среднюю Азию. Из: (Межбассейновая переброска... 2020, с. 92).

**Fig. 1.** Soviet project for the diversion of the Ob River flow to Central Asia. From: (Inter-basin transfer... 2020, p. 92).



**Рис. 2.** Бассейн р. Оби (Обь-Иртышский бассейн). Из открытых источников.

**Fig. 2.** Ob River basin (Ob-Irtysh basin). From open sources.

*территории (Сибири. – Авт.) отъём воды в интересах южных областей Урала, Сибири, Казахстана и Центральной Азии превращается не в беду, которой нас пугали российские экологи во главе с Янишиным (Александр Леонидович Яншин: 1911–1999; – советский и российский учёный-геолог, академик АН СССР/РАН. – Авт.) и Яблоковым (Алексей Владимирович Яблоков: 1933–2017; – советский и российский биолог, общественный и политический деятель. – Авт.), а, наоборот, – во благо» (Межбассейновая переброска стока... 2020, с. 5).*

Наконец, 22 октября 2025 г. проблема переброски части стока северо-европейских рек и Оби стала предметом обсуждения в Российской академии наук (РАН). В этот день в Москве прошло заседание научного совета Отделения наук о Земле (ОНЗ) РАН «Водные ресурсы суши» под председательством член-корр. РАН Виктора Ивановича Данилова-Данильяна. Тема заседания – «Современные оценки возможности крупномасштабной межбассейновой переброски речного стока»<sup>1</sup>.

Среди участников дискуссии помимо В. И. Данилова-Данильяна отметим помощника Президента Российской Федерации Руслана Сайд-Хусайновича Эдельгериева; заместителя руководителя Федерального агентства водных ресурсов Татьяну Викторовну Бокову; члена Федерального совета Российской экологической партии «Зелёные» Игоря Викторовича Алабужина (выступил с докладом «Возрождение «великих»

<sup>1</sup> О проведённой в РАН дискуссии смотри также интервью Ольги Стрелковой с член-корр. РАН В. И. Даниловым-Данильяном: «Учёный рассказал, для кого важен “Проект переброски Сибирских рек”» от 20 ноября 2025 г. на портале «Экология России» (URL: <https://ecologyofrussia.ru/stories/uchenyy-rasskazal-dlya-kogo-vazhen-proekt-perebroski-sibirskikh-rek/>?ysclid=mrjxzh2x1451209930 [дата обращения: 22.07.2026]), а также материалы Всероссийского общества охраны природы «Переброска 2.0» от 01.11.2025 г. (URL: <https://voop-rf.ru/tpost/r5mc6vrs21-perebroska-20?ysclid=mrjywi2te7704254468> [дата обращения: 22.07.2026]); информацию РИА новости в разделе «Наука» от 16.11.2025 г. (URL: <https://ria.ru/20251116/ekspert-2055266401.html?in=t> [дата обращения: 26.07.2026]) и других источников.

проектов переброски водных ресурсов в мире. Уроки для России»); генерального директора Института проблем энергетики, член-корр. РАН Булата Искандеровича Нигматулина (выступил с докладом «О последствиях глобального потепления для Евразийской интеграции»); председателя совета директоров ООО «Группа ПОЛИПЛАСТИК» Льва Мироновича Гориловского (выступил с докладом «Современные предпосылки и оценка возможности реализации проекта по переброске речных вод в страны Средней Азии»). На заседании присутствовали члены Научного совета ОНЗ РАН «Водные ресурсы суши», а также представители различных научных, проектных, финансовых, экспертных и общественных организаций.

Основные аргументы за переброску возросших стоков сибирских рек были сформулированы И. В. Алабужиным и Б. И. Нигматулиным:

**Алабужин И. В.:** *«В мире увеличивается количество больших проектов межбассейновой переброски водных ресурсов. Возрождаются старые, отложенные в долгий ящик в 70-е-80-е годы прошлого века... <...> ...Нам нужно начинать просчитывать варианты переброски воды из регионов, где под влиянием глобального потепления её будет всё больше (напр. Западная Сибирь) туда, где её будет всё меньше (Юг России), даже если экономисты будут доказывать, что “Это – невыгодно”»* (Протокол... 2025, с. 2–3).

**Нигматулин Б. И.:** *«Проблемы России парадоксальным образом связаны с избытком водных ресурсов. Из-за парникового эффекта сток сибирских рек устойчиво увеличивается (на ~6 км<sup>3</sup>/год), что усиливает таяние Арктики и вечной мерзлоты. Этот возросший сток формирует природный излишек, который предлагается использовать».*

*Ключевое решение – комплексный проект, использующий возникшие из-за изменения климата водные излишки. Поворот части стока сибирских рек (20–70 км<sup>3</sup>/год при общем стоке около 3000 км<sup>3</sup>/год) в Центральную Азию технически и экономически более осуществим, чем в 1980-е годы... <...> ...Этот шаг одновременно решит проблему водного дефицита в Центральной Азии и снизит тепловую нагрузку на Арктику... <...> ...Таким образом, совместные проекты, **использующие климатически обусловленные излишки воды** (выделено мной. – Авт.), способны стать основой...»* (там же, с. 3).

Аргументы участников дискуссии, выступающих за переброску возросших стоков сибирских рек, для чиновников оказались вполне убедительными, причём **помощник Президента РФ Р. С. – Х. Эдельгериев уже сделал однозначный вывод:** *«Если я вижу, что учёные говорят, что сток будет расти, то этот нужен проект... <...> ...Если этот вопрос тщательно изучить, всё-таки нам нужно реализовать этот проект»* (там же, с. 3–4).

Обращает на себя внимание ещё одно важное заявление помощника президента: *«Но эта ниша (переброска стока. – Авт.) не останется пустой, если мы её не заполним, найдутся другие предложения»* (там же, с. 4). ИНЫМИ СЛОВАМИ РЕШЕНИЕ ПРОБЛЕМЫ С НЕДОСТАТКОМ ВОДЫ В ЦЕНТРАЛЬНОЙ АЗИИ НЕ ЗАМЫКАЕТСЯ НА ПРОЕКТЕ ПЕРЕБРОСКИ СТОКА ИЗ ОБИ!

**Председатель совета директоров ООО «Группа ПОЛИПЛАСТИК» Л. М. Гориловский** в своём сообщении «Современные предпосылки и оценка возможности реализации проекта по переброске речных вод в страны Средней Азии» обосновал технические возможности реализации задуманного: *«В отличие от советского проекта 1980-х годов, предусматривавшего переброску 24,3 км<sup>3</sup> воды по открытому каналу, современная инженерная концепция основана на применении*

замкнутой напорной трубопроводной системы большой пропускной способности, обеспечивающей на первом этапе транспортировку порядка 5.5 млрд м<sup>3</sup> воды в год из бассейна реки Оби. В дальнейшем, при необходимости система может быть тиражирована на объём воды в 3–4 раза больше... <...> ...Технологические решения предусматривают этапное строительство 7 ниток трубопровода протяжённостью около 2 100 км каждая... <...> ...Проект характеризуется принципиальным экологическим профилем по сравнению с решениями 1980-х годов. Отбор воды из р. Оби в объёме не более 1.6% её годового стока не представляет угрозы нарушения естественного водного баланса региона» (там же, с. 4).

Надо отметить, что проблема переброски стока Оби ныне уже не замыкается на обсуждениях проблемы, специалисты предлагают и конкретные технические решения (Ерхов 2026).

### **Основные тезисы о несостоятельности идеи переброски возросшего стока сибирских рек**

Прежде всего, отметим, что **Обь** – одна из величайших рек в мире, крупнейшая в России по площади водосборного бассейна (около 2 990 000 км<sup>2</sup>) (см. рис. 2), который охватывает практически всю Западно-Сибирскую равнину, а также часть территорий Казахстана и Китая. Водосбор реки выходит далеко за пределы равнины: истоки Оби и Иртыша, а также их притоков находятся в горах Алтая и Саян, на Урале и в пределах Казахского мелкосопочника (Современное состояние... 2012). На территории России Обь-Иртышский бассейн пересекает несколько регионов: Алтайский край, Кемеровскую, Новосибирскую, Омскую, Томскую и Тюменскую области, включая Ханты-Мансийский (ХМАО) и Ямало-Ненецкий (ЯНАО) автономные округа; частично – Свердловскую и Челябинскую области. **Длина Оби** – 3650 км, а с учётом крупнейшего притока Иртыша – 5410 км. **Своё начало река берёт** от слияния рек Бии и Катунь в предгорьях Алтая, недалеко от города Бийска. Впадает Обь в Карское море, образуя Обскую губу – самый крупный залив длиной 800 км и шириной от 30 до 90 км между полуостровами Ямал и Гыданский. Основным притоком реки является Иртыш, который впадает в Обь слева. Длина его от истока на границе Монголии и Китая до впадения в Обь равняется 4248 км, что на 598 км превышает длину главной реки. Протекает Иртыш по территориям Китая, Казахстана и России (Омская и Тюменская области).

На территории Обь-Иртышского бассейна в пределах России расположены более 200 крупных водохранилищ объёмом свыше 1 млн м<sup>3</sup>, в т. ч. 11 объёмом более 100 млн м<sup>3</sup>. Среди них крупнейшими являются Новосибирское (8800 млн м<sup>3</sup>), Аргазинское (740 млн м<sup>3</sup>), Гилевское (471 млн м<sup>3</sup>) и Белоярское (250 млн м<sup>3</sup>) водохранилища. Большинство водных объектов находятся в Алтайском крае (80), Кемеровской (57), Свердловской (44), Новосибирской (34) и Челябинской (8) областях (Пузанов и др. 2017).

На территории Китая в верховьях Иртыша (Чёрного Иртыша) построено более 10 водохранилищ с каналами, по которым часть стока перенаправляется в засушливые районы северо-центральной части Синьцзяна (Китай) (Винокуров и др. 2025). В пределах Казахстана на р. Иртыш построен Иртышский каскад ГЭС, включающий Бухтарминскую, Усть-Каменогорскую и Шульбинскую гидроэлектростанции. Кроме того, на левом притоке Иртыша – Ишиме, в пределах Казахстана, имеется крупная Сергеевская ГЭС, а в верховьях Ишима – Вячеславское водохранилище; на р. Тобол (левый и самый многоводный приток Иртыша) – Верхнетобольское, Каратамарское

и Желкуарское водохранилища. Ещё одно водохранилище – Курганское, расположено в среднем течении Тобола на территории России.

На сегодняшний день стратегически важными водохозяйственными проектами считаются реконструкция и модернизация канала Иртыш – Караганда (им. Каныша Сатпаева) в Казахстане и строительство Красногорского узла вблизи Омска. Кроме того, продолжают обсуждаться крупные инвестиционные проекты относительно Иртышского бассейна, запущенные ещё в советский период<sup>2</sup>.

Обь-Иртышский бассейн богат природными ресурсами, включая месторождения нефти и газа, при этом лидером по добыче нефти среди российских регионов выступает ХМАО – Югра, на долю которого приходится около 40% всей российской нефти. Вторым по значимости регионом является ЯНАО, где добывают около 10% нефти (URL: <https://himagregat-info.ru/news/zolotoj-region-40-procentov-nefti-v-rossii-dobyvayut-v-odnom-avtonomnom-okruge/?ysclid=mscvhgp9xr780341424> [дата обращения: 22.07.2026]). В ряде районов Новосибирской области (Татарский, Чановский и другие) на глубинах 800–1500 м залегают минеральные воды, сходные по составу с лечебными водами Кавказских Минеральных Вод. В пределах бассейна открыты месторождения цветных металлов (диоксида титана и диоксида циркония, бокситов, россыпного олова и др.). Встречаются месторождения строительного камня (диабазы, порфириты, граниты, известняки), мрамора, цементного сырья (известняки, глинистые сланцы) и т. п.

Большая протяжённость Обь-Иртышского бассейна с севера на юг способствует ярко выраженной широтной зональности в распределении почв и растительного покрова. В пределах бассейна располагаются постепенно сменяющие одна другую тундровая, лесотундровая, таёжная, лесостепная и степная зоны (Юрковская, Сафронова 2019). Западно-Сибирская равнина, большую часть которой занимает Обь-Иртышский бассейн, – один из самых заболоченных регионов на планете. Болота здесь занимают около 800 тыс. км<sup>2</sup> и протянулись через несколько физико-географических зон – от лесостепи до тайги и тундры. В западно-сибирских болотах сосредоточено около 39% мировых запасов торфа (Болота... 2000). Такие болота относятся к уникальным экологическим системам, способным связывать CO<sub>2</sub> атмосферы на длительный период. По некоторым оценкам, мировые торфяники аккумулируют в два раза больше углерода, чем все леса планеты вместе взятые. Поглощая CO<sub>2</sub> в процессе фотосинтеза, болота тем самым снижают концентрацию парниковых газов в атмосфере и помогают замедлять глобальное потепление. Но при разрушении или изменении условий они могут стать источником дополнительных парниковых газов и усугубить потепление. Поэтому сохранение болот и разумное управление ими (например, меры по обводнению осушенных торфяников) – важная задача в контексте борьбы с изменением климата (Болота... 2000; Сирин 2022).

<sup>2</sup> С учётом растущего спроса на воду в южных и западных регионах Казахстана, которые уже сегодня обеспечивают около 70% водопотребления страны, предложены направления межбассейновых и трансграничных перебросок речного стока, такие как строительство Трансказахстанского канала с водозабором из Шульбинского водохранилища (2-я очередь) с одной основной трассой и четырьмя дополнительными ветками – Астанинской, Петропавловской, Костанайской и Актюбинской. Предусмотрена переброска до 7 км<sup>3</sup> воды на расстояние от 1400 до 3100 км самотёком, а также с машинным водоподъёмом. В качестве бассейна-донора рассматривается Иртыш. Для сохранения пресноводной части озера Балхаш обсуждается возможность переброски части стока Иртыша по направлению река Бухтарма – Балхаш (Винокуров и др. 2025).

В водах Оби и Обской губы обитает около 50 видов и подвигов рыб (Экология рыб... 2006; Попов 2007; Богданов 2013; Интересова 2016; и др.). Условия нагула и численность популяций многих из них напрямую зависят от гидрологического режима реки и её поймы (Москаленко 1956; Замятин 1977; Богданов, Агафонов 2001; Экология рыб... 2006; и др.). В советское время Обский бассейн давал около 25% вылова всей рыбы, добывавшейся в реках и озерах СССР и 70–75% вылова по Сибири (Экология рыб... 2006). Среди наиболее ценных рыб следует отметить осетра, стерлядь, нельму, муксуна, чира, тугуна, сига, пелядь. Объектами промысла являются в основном частиковые рыбы – карась, плотва, судак, щука, язь, налим и др. Но главной ценностью Обского бассейна считаются сиговые породы рыб. Несмотря на множество негативных факторов, пока ещё можно утверждать, что среди рек, впадающих в Северный Ледовитый океан, нет равных Оби по объёмам (треть мировых запасов) и улову сиговых рыб (Богданов 2013).

Во внутригодовом режиме рек бассейна Оби чётко выделяются три периода: весенне-летнее половодье, летне-осенняя межень, нарушаемая дождями, и продолжительная низкая зимняя межень. Во время половодья проходит основной объём годового стока (до 80–85% и более), наблюдаются максимальные расходы воды, которые могут превышать средние годовые величины в 4–10, а местами в 15–20 раз (Лёзин 2011). Как будет показано ниже, именно в эти паводковые дни и образуется так называемая лишняя вода, которая для забора и последующей переброски по ряду природных и технических обстоятельств не может быть доступна. В этих условиях основная нагрузка по изъятию «излишнего» стока ляжет на летне-осеннюю межень.

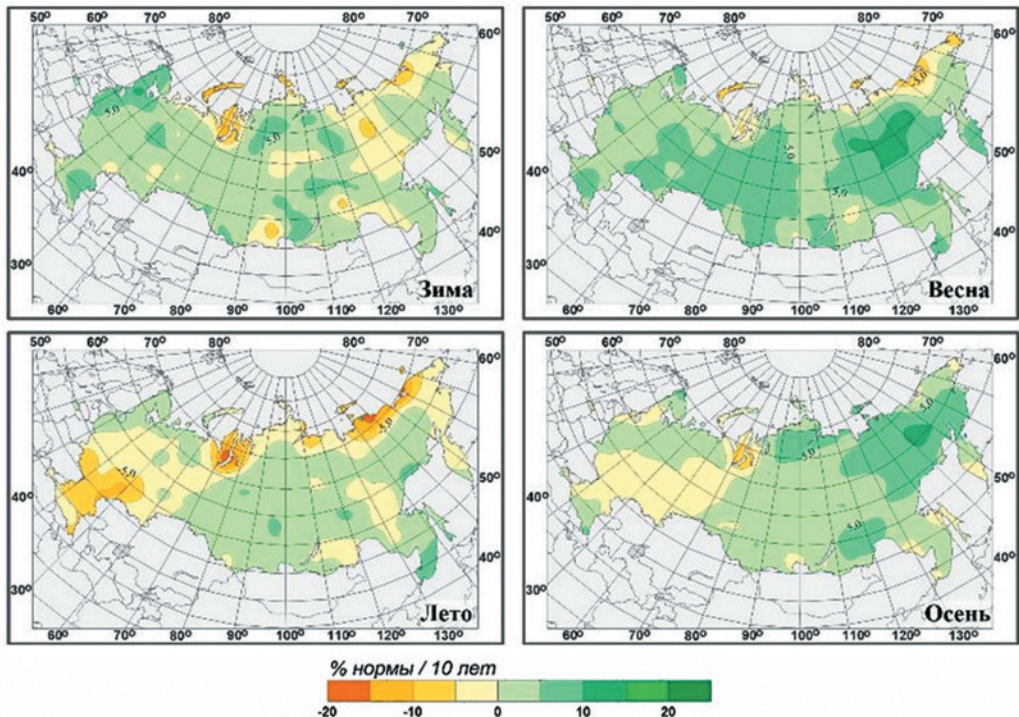
Для понимания обстановки, в которой будут функционировать водозаборные сооружения, важно оценить разницу между максимальными и минимальными расходами воды. Например, в р. Оби у Барнаула максимальный расход воды (12.5 тыс. м<sup>3</sup>/с) превышает минимальный (162 м<sup>3</sup>/сек.) почти в 80 раз (Пузанов и др. 2018). Это очень значительная разница. Нетрудно догадаться, что маловодные летне-осенние сезоны на Оби непременно будут совпадать с засухой в Аральском регионе, то есть с периодами, когда вода крайне востребована для полива. Страны Центральной Азии, заключившие долгосрочные соглашения о закупке воды и вложившиеся в инфраструктуру, основанную на её поставках, будут рассчитывать на гарантированный объём. Как показывает международная практика, срыв поставок воды способен повлечь за собой гораздо более серьёзные политические последствия, чем срыв поставок газа. Очевидно, что Россия при данных обстоятельствах не сможет в полном объёме выполнять свои обязательства по поставке воды на полив по объективным условиям, несмотря на необходимость заключения соглашений по режиму водопользования «со строгими однозначными условиями» (выделено мной. – Авт.) (Резолюция... 2025, с. 4).

Чтобы разобраться в ситуации, первоначально отметим, что за последние десятилетия действительно произошло увеличение годового стока реки. Так, по оценкам специалистов, средний за десятилетие 2010–2019 гг. годовой сток Оби составил 419 км<sup>3</sup>/год, в то время как в 1980–1989 гг. аналогичный показатель был равен 376 км<sup>3</sup>/год (Вязилова, Алексеев, Харланенкова 2022). Тем не менее, говоря об избытке стока, участники дискуссии не учли ключевой фактор, сводящий на нет идею переброски «лишней» воды. Как уже отмечалось, главной особенностью гидрологического режима рек Обского бассейна является крайне неравномерное распределение стока между сезонами (рис. 3). За последние почти 50 лет значительный избыток осадков

на территории бассейна (с 95% экстремумами на станциях) продолжал наблюдаться лишь весной. Именно в этот период фиксируется избыточная влагообеспеченность региона, предшествующая прохождению весенне-летнего половодья. В то же время дефицит осадков (менее 80% нормы) круглогодично наблюдается в низовьях Оби и в районе Обской губы. Летние и осенние осадки незначительно убывали в западной части бассейна, а восточная часть бассейна в этот сезон находилась и находится в зоне достаточной, но не избыточной водообеспеченности (рис. 3).

Известно, что основными факторами весенне-летнего половодья в бассейне р. Оби являются: осенняя влагозарядка почвогрунтов, максимальные запасы воды в снежном покрове (снегозапасы), интенсивность снеготаяния и жидкие осадки в период формирования половодья (Булавина 2020). За последние 40–45 лет продолжительность залегания снега заметно сократилось, в то время как во второй половине зимы (февраль–март) количество осадков увеличилось, наиболее существенное и повсеместное увеличение которых наблюдалось и наблюдается в марте (на 30–80%) (Ткачев, Досанов 2020). Преимущественный рост зимних осадков в Западной Сибири прогнозируется и в дальнейшем, при этом в июне ожидается их одновременное сокращение (Мелешко 2006).

Здесь следует добавить, что наблюдаемое в бассейне Оби изменение гидрологического режима зафиксировано и в других регионах Северного полушария. В частности, примерно с 1970–1980-х гг. в результате продолжающегося потепления климата практически повсеместно отмечается трансформация природных циклов



**Рис. 3.** Пространственные распределения локальных коэффициентов линейного тренда сезонных сумм атмосферных осадков за 1976–2025 гг. на территории России (%/10 лет). Из: (Доклад... 2026, с. 26).

**Fig. 3.** Spatial distributions of local linear trend coefficients for seasonal precipitation totals for 1976–2025 in Russia (%/10 years). From: (Report... 2026, p. 26).

наводнений: **увеличивалась сила паводка, однако вероятность ливней в сухой сезон уменьшалась (т. е. наблюдалось и наблюдается больше крайностей)**<sup>3</sup>.

По материалам Третьего оценочного доклада (2022) такая картина не универсальна для всей планеты. В разных регионах крайние проявления неоднородны. Где-то потепление усиливает экстремальные осадки, а где-то меняет характер снеготаяния или сдвигает сезоны. На локальную картину также влияют особенности рельефа, свойства почв, степень урбанизации. Утверждается, что межгодовая изменчивость количества осадков во многих континентальных регионах увеличится с ростом глобальной температуры. Ожидается рост катастрофических наводнений более чем на половине территории суши земного шара (части южной и юго-восточной Азии, тропической Африки, северо-востока Евразии и Южной Америки) и уменьшение повторяемости таких наводнений в других частях мира. Результаты сценарных прогнозов, выполненные с использованием региональных атмосферных и гидрологических моделей высокого разрешения, указывают на последовательное увеличение в будущем повторяемости высоких паводков при глобальном потеплении на 1,5, 2 и 4 °C практически во всех регионах. По одному из предложенных сценариев максимальные суммы осадков в южной части территории России, включая бассейн р. Оби, могут возрасть в XXI в. на фоне уменьшения её влагообеспеченности в летний сезон (Третий оценочный доклад 2022).

Итак, в условиях продолжающегося потепления *«климатически обусловленные излишки воды»* в первую очередь способствуют формированию более интенсивных наводнений. При этом **основная масса воды** (до 70–95% годового объёма) в сибирских реках проходит преимущественно во время весеннего половодья (апрель–май), а, например, в дальневосточных – в период летне-осенних паводков (август–сентябрь). Главное, что излишки воды, образующиеся в условиях катастрофических или особо выдающихся наводнений, невозможно изъять технически, то есть их использование нереально даже при наличии каскада водохранилищ.

Для пояснения этой позиции полезно рассмотреть несколько примеров прохождения паводковых вод, обогащенных «излишками воды». Например, на рис. 4 представлено прохождение избыточной воды в период особо выдающегося паводка на Амуре в августе–сентябре 2013 г., когда уровень воды у Хабаровска достиг своего исторического максимума в 808 см над нулём поста (Бортин, Милаев 2014). Обращает на себя внимание, что в условиях столь мощного подъёма воды никто не предпринимал даже попыток перехвата «лишнего» стока. На всех амурских водохранилищах, включая китайские, в этот период происходил холостой сброс накопленной водной массы. Впоследствии это разрушительное наводнение было приравнено к катастрофе национального масштаба (Данилов-Данильян, Гельфан 2014).

Нередко на Дальнем Востоке при приближении тайфунов подобные холостые сбросы осуществляются заранее. То есть имеющиеся гидротехнические сооружения, даже наиболее крупные, не в состоянии аккумулировать столь гигантские объёмы «водных излишков».

<sup>3</sup> В соответствии с Докладом Росгидромета за 2025 г.: *«современное глобальное потепление», активная фаза которого началась в середине 70-х годов прошлого столетия, продолжается в настоящее время и проявляется почти повсеместно. На территории России теплеет в 2,5 раза быстрее, чем на Земном шаре в целом (+0,51 °C/10 лет против +0,20 °C/10 лет)»* (Доклад... 2026). Кроме того, *«согласно модельным расчётам, глобальная температура приземного воздуха будет повышаться в течение всего XXI века, если концентрация парниковых газов будет возрастать»* (Третий оценочный доклад... 2022, с. 17).



**Рис. 4.** Затопленная территория ниже Хабаровска во время паводка 2013 г. Из открытых источников.

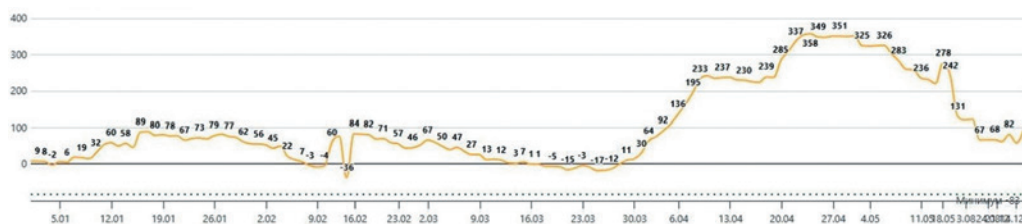
**Fig. 4.** Flooded area downstream of Khabarovsk during the 2013 flood. From open sources.

Среди катастрофических подъёмов воды на р. Оби упомянем исторически максимальный паводок в апреле-мае 2024 г., вызванный интенсивным таянием больших снегозапасов и обильными осадками (рис. 5, 6). В частности, по информации «Коммерсанта», прошедшая весна 2024 г. стала испытанием сразу для нескольких регионов Урала – из-за наводнения суммарно затопленными оказались тысячи домов в Оренбуржье, ХМАО, Омской, Курганской и Тюменской областях. Ситуация с паводковыми водами начала осложняться ещё в конце марта, когда специалисты Росгидромета сообщили о вероятности высокого уровня воды в реках Тобол и Ишим (левый и самый длинный приток Иртыша), что дало основание для прогноза о возможных подтоплениях. Специалисты связывали возросшую интенсивность



**Рис. 5.** Паводок в Тюмени в апреле-мае 2024 г. Фото: группа «Пере Ишим». 18 апреля 2024 г. Из открытых источников.

**Fig. 5.** Flood in Tyumen in April–May 2024. Photo: «Pere Ishim» group. April 18, 2024. From open sources.



**Рис. 6.** Детальные гидрографы уровня воды р. Обь в многоводный 2024 г. по гидропосту в г. Новосибирск по данным ФГБУ «Западно-Сибирское УГМС». Из: (Ефременко и др. 2026, с. 7).

**Fig. 6.** Detailed hydrographs of Ob River water levels in the high-water year 2024 at the Novosibirsk gauging station, based on data from the West Siberian Hydrometeorological Center. From: (Efremenko et al. 2026, p. 7).

половодья с осенним увлажнением почвы, превышающим многолетние показатели, а также с более глубоким снежным покровом, что стало предпосылкой для высоких паводковых вод (URL: <https://www.kommersant.ru/doc/7382113> [дата обращения: 22.07.2026]). «Газета.ру» в этот период сообщала, что в Новосибирской области «повышение уровня воды в Оби произошло после сброса воды из водохранилища из-за притока малых рек с Алтая. Вода разлилась на набережной Новосибирска, затопила часть СНТ (садоводческие некоммерческие товарищества. – Авт.) и часть парка «Арена», а также подтопив речные суда» (URL: <https://www.gazeta.ru/social/news/2024/04/25/22867496.shtml?ysclid=mrvzh3xs3775433337> [дата обращения: 22.07.2026]). Иными словами, весной 2024 г. Новосибирское водохранилище проводило холостой сброс, не обеспечив, тем самым сохранность образовавшихся «излишков воды».

Критическим в период паводка стало 29 апреля 2024 г., когда уровень реки Ишим в селе Абатское Тюменской области достиг своего **исторического максимума в 1215 см при критической отметке 960 см**. Незадолго до этого, 7 апреля 2024 г., наполняемость Сергеевского водохранилища, расположенного на Ишиме в пределах Казахстана, составила 175% (объём – 1213 млн м³). Уровень водохранилища достиг 1190 см (максимальный – 800 см). Перелив над гребнем плотины составил 390 см, а 10 апреля высота перелива превысила исторический максимум – 422 см (URL: [https://ru.wikipedia.org/wiki/Сергеевское\\_водохранилище\\_\(Казахстан\)](https://ru.wikipedia.org/wiki/Сергеевское_водохранилище_(Казахстан)) [дата обращения: 22.07.2026]).

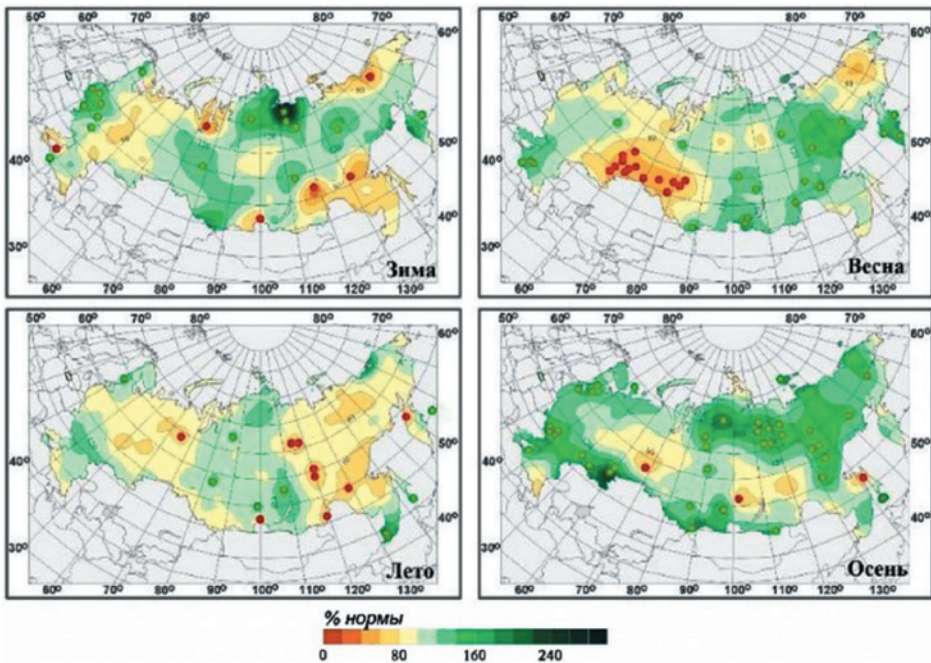
Выходит, замысел сторонников поворота сибирских рек может обернуться тем, что последующие переливы лишней водной массы над гребнями казахстанских плотин нам придётся возвращать в Казахстан, но уже из-под Ханты-Мансийска...

Таким образом, ввиду невозможности перехвата значительной части паводкового стока, забор рассчитанных «излишков воды» будет приходиться на меженную фазу. Однако отбор меженных вод может оказаться неосуществимым не только из-за экологических и экономических ограничений, но и из-за отсутствия достаточного объёма воды...

Как и предполагалось, маловодные меженные сезоны в восточной части России регистрируются всё чаще, в том числе и в таких традиционно влагоизбыточных регионах как бассейн Амура и бассейны рек юга Приморского края (Богатов, Федоровский 2018; Богатов, Прозорова, Никулина 2023). В бассейне р. Обь засушливые летне-осенние сезоны также становятся обычным явлением. Так, в XXI в. экстремально маловодные этапы здесь отмечались в 2008, 2012 и 2014 гг., а в период

с конца 2010-х гг. по 2023 г. наблюдалась продолжительная маловодная фаза. Тёплый сезон 2023 г. оказался особенно засушливым (рис. 7). Например, в июле в г. Тюмень был зафиксирован экстремально низкий уровень воды р. Тура [СПРАВКА: река Тура впадает в р. Тобол, длина реки – 1030 км, площадь водосборного бассейна – 80400 км<sup>2</sup>. Река является основным источником забора воды для водоснабжения Тюмени]. По данным водомерного поста, уровень воды в реке Тура на 16 июля составлял – 81 см, а к 5 сентября снизился до – 85 см, причём годом раньше в этот же день он был зафиксирован на отметке – 77 см. В то критическое время местным властям пришлось предпринимать экстренные меры, чтобы не допустить остановки коммунальных предприятий. В Тюмени, например, поперёк реки были установлены баржи, что позволило немного повысить уровень воды для обеспечения работы водозабора на ТЭЦ-1 (рис. 8). Обмеление Туры в межень 2023 г. спровоцировало замор рыбы, зарастание и замусоривание обмелевших берегов.

Поскольку река Тура является межрегиональной и протекает не только в Тюменской, но и в Свердловской области, в те дни обсуждалась необходимость объединения усилий двух субъектов Российской Федерации по организации мероприятий, которые помогли бы реке пережить иссушение, в том числе организовать сброс воды из Верхне-Туринского водохранилища (Вернер 2024). Однако без разрешения федеральных властей организация объединенной помощи оказалась невозможна. [СПРАВКА: водные ресурсы относятся к федеральной собственности, в связи с чем региональные власти не могут осуществлять водохозяйственные мероприятия без разрешения центральных органов, причём для такого одобрения нужна серьёзная доказательная база, показывающая системный характер проблемы].



**Рис. 7.** Аномалии осадков на территории России в 2023 г., с указанием локализации 5% экстремумов (красные/тёмные кружки) и 95% (зелёные/серые кружки). Из: (Доклад... 2024, с. 21).

**Fig. 7.** Precipitation anomalies across Russia in 2023, showing the locations of the 5% extremes (red/dark circles) and 95% extremes (green/gray circles). From: Report... (2024, p. 21).

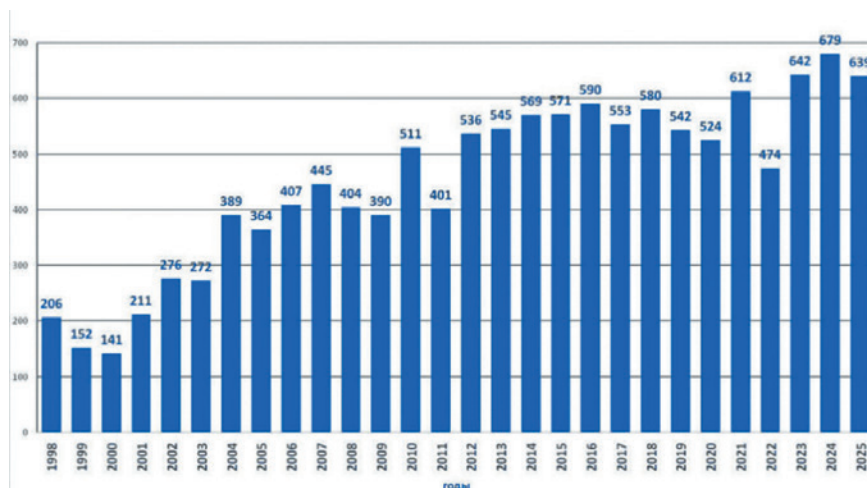


**Рис. 8.** Баржи, перегордившие р. Туру в Тюмени. Источник: Ирина Шарова / 72.RU. 15 июля 2023 г.

**Fig. 8.** Barges blocking the Tura River in Tyumen. Source: Irina Sharova / 72.RU. July 15, 2023.

Важно ещё добавить, что на фоне продолжающегося потепления климата происходит увеличение общего количества опасных метеорологических явлений, в том числе гидрологических крайностей! Так, в 2025 г. число таких метеорологических событий составило 639 (рис. 9). Для сравнения напомним, что в конце XX в. число подобных опасных явлений не выходило за пределы 140–200.

Из изложенного следует простой вывод: в перспективе (если глобальное потепление будет продолжаться, а оно продолжается) доля опасных гидрологических явлений будет возрастать, т. е. интенсивность весенних половодий будет увеличиваться, а меженный сток – всё чаще снижаться. Таким образом, меженный период в среднем будет характеризоваться пониженной водностью, что не исключает формирование в многоводные годы на отдельных участках бассейна более высоких летне-осенних паводков.



**Рис. 9.** Распределение опасных метеорологических явлений в Российской Федерации, по годам. Из: (Доклад... 2026, с. 760).

**Fig. 9.** Distribution of hazardous meteorological phenomena in the Russian Federation, by year. From: (Report... 2026, p. 760).

### Некоторые количественные оценки изъятия «лишнего» стока

Представленные Б. И. Нигматулиным плановые цифры забора части стока примерно в 20–70 км<sup>3</sup>/год (в среднем 45 км<sup>3</sup>/год) рассчитаны от величины суммарного годового стока не только великих сибирских рек, но и, по-видимому, северо-европейских (=3000 км<sup>3</sup>/год). [СПРАВКА: по данным Вязиловой и др. (2022), максимальный суммарный годовой сток шести наиболее крупных сибирских рек наблюдался в 2007 г. и составил 2391 км<sup>3</sup>/год]. Если изъятие стока оценить в 1.6% (эта цифра указана в выступлении Л. М. Гориловского) от годового стока всех рек арктического региона, то получится примерно такой же результат – 48 км<sup>3</sup>/год.

Переходя непосредственно к реке Оби, мы имеем возможность оценить объём будущего отбора «лишнего» стока исходя из условий, приведённых в докладе Л. М. Гориловского: 5.5 км<sup>3</sup>/год на первом этапе и его четырёхкратное увеличение на последующем, итого – 22 км<sup>3</sup>/год. Учитывая, что средний расход Оби на замыкающем створе (с учётом тенденций роста водности) в настоящее время оценивается приблизительно в 430 км<sup>3</sup>/год, в этом случае планируемая доля изъятия воды от объёма годового стока реки составит не 1.6%, а чуть более 5%. При этом возможным местом для забора воды может вновь стать площадка ниже слияния Оби с Иртышем, где формируется до 80% стока Оби (данные гидрологического поста Обь – с. Белогорье), т. е. участок с годовым стоком около 345 км<sup>3</sup>/год. В данном контексте для указанной площадки забор воды в 22 км<sup>3</sup>/год будет эквивалентен приблизительно **6.4% среднегодового стока реки или до 35%!!! среднего летне-осеннего и зимнего стока** (с учётом, что 85% от 345 км<sup>3</sup>/год стока будет приходиться на половодье, в условиях которого также будут изыматься среднемесячные объёмы водной массы). Поскольку водохозяйственные мероприятия (водоснабжение, судоходство и др.) традиционно базируются на использовании не средних водных ресурсов, а ресурсов маловодного года с различной степенью гарантии от возможных перебоев [чем выше эта гарантия (обеспеченность), тем меньше ёмкость водных ресурсов, которую можно использовать], то оценка забора воды в 22 км<sup>3</sup>/год выглядит крайне спекулятивной.

Проблема усложняется тем, что зарубежные (верхняя часть бассейна Оби) и российские потребители воды уже изымают значительную часть стока реки на собственные нужды, и дополнительное столь значительное изъятие его объёма заметно усилит и без того высокий уровень загрязнения в нижнем течении реки. Известно, что среди 10 наиболее грязных рек России р. Обь ныне занимает лидирующее первое место, обогнав Волгу по числу зафиксированных случаев экстремального загрязнения (Соткова 2020).

Существенным ограничивающим фактором возрождаемого проекта выступает его высокая энергоёмкость. Ведь для переброски стока необходимо создавать насосные системы значительной мощности, обеспечивающие подъём и транспортировку больших объёмов воды на большие расстояния.

### Заключительные выводы и комментарии

В сложившихся климатических условиях планируемый забор части стока р. Оби в 22 км<sup>3</sup>/год способен спровоцировать в регионе экологическую, экономическую и социальную катастрофы, поэтому сама идея переброски стока в обозримом будущем из-за чрезмерно больших рисков абсолютно нецелесообразна.

Иногда, обсуждая возможности поворота северных и сибирских рек, возвращаются к дорогостоящей концепции компании РусГидро, предполагающей создание каскада регулирующих водохранилищ-накопителей, расположенных вдоль трассы

переброски. Согласно этому инженерному решению в многоводные периоды в водохранилищах будет происходить накопление воды, затем её регулируемая подача. Данная технология позволит сгладить сезонные и годовые колебания и создать стратегический запас воды для маловодных лет, а также приведет к снижению пиковых нагрузок на реку и её пойму. Однако в противовес этой идее приводятся справедливые аргументы об огромной площади затопления, потери земель, особенно в условиях Западно-Сибирской низменности – одной из крупнейших равнин Земли (площадь 2.7 млн км), не говоря уже о затоплении населенных пунктов и уникальных экосистем. Напомним, что для среднего и нижнего течения Оби и её притоков характерны незначительные уклоны и малая скорость течения. Так, например, падение русла Оби на участке от Новосибирска до устья на протяжении 3000 км равно всего 90 м, а скорость её течения не превышает 0.5 м/с. Потери на испарение с поверхности крупных водохранилищ также значительно уменьшат КПД водохозяйственной системы.

Ещё один аргумент сторонников изъятия излишнего стока Оби связан с предполагаемым снижением тепловой нагрузки на Арктику (Протокол 2025, доклад Б. И. Нигматулина, с. 3). На самом деле влияние речного стока на Арктический регион не столь однозначно. Например, согласно недавнему исследованию, проведённому международной группой учёных, органические вещества, выносимые крупными сибирскими реками в Северный Ледовитый океан, способствуют более активному образованию облаков, что, в свою очередь, ведёт к дополнительному охлаждению региона (Brean et al. 2026). В то же время представляется маловероятным, что забор обской воды в объеме 22 км<sup>3</sup>/год сможет снизить какую-либо значимую нагрузку на Обь-Енисейский плюм – один из крупнейших речных плюмов в Мировом океане (Осадчиев 2021). Однако подобное изъятие может спровоцировать изменение солёности в Обской губе в маловодные сезоны. В последнем случае следует ожидать проникновения морских вод вглубь Обской губы с последующей угрозой смыкания с заморными водами р. Оби, что, несомненно, пагубно скажется в первую очередь на сиговых рыбах, для которых Обская губа является гигантским рыбопитомником (Матковский 2019), и реликтовой фауне ракообразных – обитателях Обской губы, основных кормовых объектах сиговых (Степанова, Степанов 2006). Заметим, что замор в Оби из-за отсутствия в воде кислорода, чаще всего, образуется в декабре в период ледостава в районе устья р. Кеть (правый приток Оби). И оттуда, со скоростью 15 км в сутки, устремляется вниз по течению, доходя до середины Обской губы. Под его губительным воздействием оказывается более 1080 тыс. км<sup>2</sup> водных просторов (Богданов 2013).

В заключение вновь зададимся вопросом, а нужно ли накапливать и перебрасывать куда-либо самую грязную воду России? Перво-наперво полезнее было бы решить экологические проблемы Обского бассейна, а затем рассуждать о цене на воду. Хорошо бы при этом помнить о сохранности уникальных водных и наземных природных комплексов Западно-Сибирской равнины, находящихся в зонах влияния речных вод, включая ценнейшие породы рыб и обширные болота, играющие исключительную роль в поддержании глобального климатического **баланса**.

### **Литература (References)**

Богатов В. В., Прозорова Л. А., Никулина Т. В. 2023. Замор крупных двустворчатых моллюсков в реках южного Приморья в летне-осенний сезон 2021 г. // *Экология*. № 1. С. 35–45. <https://doi.org/10.31857/S0367059723010031> (Bogatov V. V., Prozorova L. A., Nikulina T. V. 2023. Loss of

- Large Bivalves in the Rivers of the Southern Primorye (Russian Far East) in Summer and Autumn of 2021. *Russian Journal of Ecology* 54(1): 31–41. <https://doi.org/10.1134/S1067413623010034>)
- Богатов В. В., Федоровский А. С.** 2017. Основы речной гидрологии и гидробиологии. – Владивосток: Дальнаука. 384 с. (**Bogatov V. V., Fedorovskiy A. S.** 2017. Basics of river hydrology and hydrobiology. Vladivostok: Dalnauka, 384 pp. [In Russian].)
- Богданов В. Д.** 2013. Обь – наша кормилица // *Мир Севера: этнополит. и литературно-худож. журн.* № 1 (83). С. 30–39. (**Bogdanov V. D.** 2013. Ob is our wet nurse. *The World of the North: Ethnopolitical and Literary-Artist Journal* 1 (83): 30–39. [In Russian].)
- Богданов В. Д., Агафонов Л. И.** 2001. Влияние гидрологических условий поймы Нижней Оби на воспроизводство сиговых рыб // *Экология.* № 1. С. 50–56. (**Bogdanov V. D., Agafonov L. I.** 2001. Influence of hydrological conditions of the Lower Ob floodplain on reproduction in coregonids. *Russian Journal of Ecology* 1: 45–51. <https://doi.org/10.1023/A:1009522132546>)
- Болота Западной Сибири – их роль в биосфере.* 2000. / Под ред. А. А. Земцова. – Томск: ТГУ, СибНИИТ. 72 с. (*Swamps of Western Siberia – their role in the biosphere.* 2000. Ed. A. A. Zemtsov. Tomsk: Tomsk State University, Siberian Peat Research Institute, 72 pp. [In Russian].)
- Бортин Н. Н., Милаев В. М.** 2014. Исследование многолетней динамики и схема сверхдолгосрочного прогноза наводнений на реке Амур // *Водное хозяйство России.* № 4. С. 45–59. (**Bortin N. N., Milayev V. M.** 2014. Studies of the many-year dynamics and the scheme of super/long-term forecast of floods on the Amur River. *Water Sector of Russia* 4: 45–59. [In Russian].)
- Булавина А. С.** 2020. Климатические факторы формирования стока реки Обь // *Наука юга России.* Т. 16, № 1. С. 45–54. (**Bulavina A. S.** 2020. Climatic factors in the formation of the Ob River runoff. *Science in the South of Russia* 16(1): 45–54. [In Russian].)
- Вернер А.** 2024. «Трансграничный вопрос»: может ли соседняя область помочь спасти Туру от иссушения? Тюменская и Свердловская области вместе могут спасти Туру от иссушения. // *NASHGOROD.RU.* 5 марта. (**Werner A.** 2024. “The cross-border question”: Can the neighboring region help save the Tura River from drying up? The Tyumen and Sverdlovsk Regions can work together to save the Tura River from drying up? *NASHGOROD.RU.* March 5. [In Russian].) URL: [https://nashgorod.ru/news/2024-03-05/transgranichnyy-vopros-mozhet-li-sosednyaya-oblast-pomoch-spasti-turu-ot-issusheniya-5016554?utm\\_source=dzen.ru&utm\\_medium=referral&utm\\_campaign=dzen.ru&utm\\_referrer=dzen.ru](https://nashgorod.ru/news/2024-03-05/transgranichnyy-vopros-mozhet-li-sosednyaya-oblast-pomoch-spasti-turu-ot-issusheniya-5016554?utm_source=dzen.ru&utm_medium=referral&utm_campaign=dzen.ru&utm_referrer=dzen.ru) (дата обращения: 22.07.2026).
- Винокуров Е., Ахунбаев А., Чуев С., Адахаев А., Сарсембеков Т.** 2025. Бассейн реки Иртыш: трансграничные вызовы и практические решения. Доклад 25/2. – Алматы: Евразийский банк развития. 56 с. (**Vinokurov E., Akhunbaev A., Chuev S., Adakhaev A., Sarsembekov T.** 2025. Irtysh River Basin: Transboundary Challenges and Practical Solutions. Report 25/2. Almaty: Eurasian Development Bank, 56 pp. [In Russian].)
- Вязилова А. Е., Алексеев А. Г., Харланенкова Н. Е.** 2022. Влияние глобального потепления на приток речных вод в арктические моря // *Метеорология и гидрология.* № 6. С. 46–55. <https://doi.org/10.52002/0130-2906-2022-6-46-55> (**Vyazilova A. E., Alekseev A. G., and Kharlanenkova N. E.** 2022. Impact of Global Warming on River Inflow to the Arctic Seas. *Russian Meteorology and Hydrology* 47(6): 449–456. <https://doi.org/10.3103/s1068373922060048>)
- Данилов-Данильян В. Д., Гельфан А. Н.** 2014. Катастрофа национального масштаба // *Наука и жизнь.* № 1. С. 32–39. (**Danilov-Danilyan V. D., Gelfan A. N.** 2014. National-Scale Catastrophe. *Science and Life* 1: 32–39. [In Russian].)
- Данилов-Данильян В. И., Катцов В. М., Порфирьев Б. Н.** 2023. Экология и климат: где мы сейчас и где будем через два-три десятилетия ситуация в России // *Вестник РАН.* Т. 93, № 11. С. 1032–1046. (**Danilov-Danilyan V. I., Kattsov V. M., Porfiriev B. N.** 2023. Ecology and climate: where we are now and where we will be in two or three decades: situation in Russia. *Herald of the Russian Academy of Sciences* 93(11): 1032–1046. [In Russian].) <https://doi.org/10.31857/S0869587323110038>
- Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2023 год.* 2024. – М. Росгидромет. 122 с. (*Report on the climate features in the Russian Federation for 2023.* 2024. Moscow: Roshydromet, 122 pp. [In Russian].)
- Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2025 год.* 2026. – М. Росгидромет. 132 с. (*Report on the climate features in the Russian Federation for 2025.* 2026. Moscow: Roshydromet, 132 pp. [In Russian].)
- Ерхов А. А.** 2026. Гидравлическое обоснование выбора трассы канала перераспределения избыточной части стока Оби через Урал // *Современные проблемы гидравлики и гидротехнического*

- строительства: сборник тез. докл. IX Всероссийского научно-практич. семинара (г. Москва, 20 мая 2026 г.). – М.: Издательство МИСИ – МГСУ. С. 163–164. (Erkhov A. A. 2026. Hydraulic justification for choosing the route of the channel for redistributing the excess part of the Ob flow through the Urals. In: Modern problems of hydraulics and hydraulic engineering: collection of abstracts of reports of the IX All-Russian scientific and practical seminar (Moscow, May 20, 2026). Moscow: Publishing house of MISI–MGSU, pp. 163–164. [In Russian].) URL: <https://mgsu.ru/resources/izdatelskaya-deyatelnost/izdaniya/izdaniya-otkr-dostupa/> (дата обращения: 22.07.2026).
- Ефременко Д. А., Куприянов Д. Е., Пилипенко Т. В.** 2026. Оценка влияния нестационарного гидрологического режима нижнего бьефа Новосибирского гидроузла на фильтрационную надежность берегозащитных сооружений // *Международный научно-исследовательский журнал*. № 4 (166). Апрель. С. 1–13. (Efremenko D. A., Kupriyaynov D. Y., Pilipenko T. V. 2026. Evaluation of the impact of the non-stationary hydrological regime of the downstream of the Novosibirsk hydroelectric complex on the filtration reliability of shoreline protection structures. *International Research Journal* 4(166): 1–13. [In Russian].) <https://doi.org/10.60797/IRJ.2026.166.49>
- Замятин В. А.** 1977. Влияние гидрологического режима на рыбные запасы р. Оби // Рыбное хозяйство Обь-Иртышского бассейна: Тр. Обь-Тазовского отд. СибрыбНИИпроекта. Новая сер. – Свердловск: Средне-Урал. изд-во. Т. 4. С. 76–84. (Zamyatin V. A. 1977. Influence of the hydrological regime on fish stocks of the Ob River. In: Fisheries of the Ob-Irtysh basin: Proceedings of the Ob-Tazovsky branch of the Siberian Fisheries Research Institute of Projects. New series. Sverdlovsk: Sredne-Ural Publishing House. Vol. 4, pp. 76–84. [In Russian].)
- Интересова Е. А.** 2016. Чужеродные виды рыб в бассейне Оби // *Российский журнал биологических инвазий*. Т. 9, № 1. С. 83–100. (Interesova E. A. 2016. Non-native freshwater fish species in the Ob River Basin. *Russian Journal of Biological Invasion* 9(1): 83–100. [In Russian].)
- Лёзин В. А.** 2011. Водные ресурсы рек и озёр Тюменской области // *Вестник Тюменского государственного университета. Экология и природопользование*. № 12. С. 62–69. (Lyozin V. A. Water resources of the rivers and lakes of Tyumen Region. *Vestnik Tyumenskogo Gosudarstvennogo Universiteta. Ekologiya i prirodopol'zovaniye* 12: 62–69. [In Russian].)
- Матковский А. К.** 2019. Причины сокращения запасов полупроходных сиговых рыб Обь-Иртышского бассейна // *Вестник рыбохозяйственной науки*. Т. 6, № 1 (21). С. 27–48. (Matkovsky A. K. 2019. Causes of semidiadromus whitefish population reduction in Ob-Irtysh basin. *Vestnik Rybokhozaistvennoi Nauki* 6(1/21): 27–48. [In Russian].)
- Межбассейновая переброска стока рек: реализованные и нереализованные проекты.* 2020. – Ташкент: Научно-информационный центр Межгосударственной координационной водохозяйственной комиссии Центральной Азии. 96 с. (*Inter-basin transfer of river flow: implemented and unimplemented projects.* 2020. Tashkent: Scientific and Information Center of the Interstate Coordinating Water Commission of Central Asia, 96 pp. [In Russian].)
- Мелешко В. П.** 2006. Изменения гидрологического цикла в Северной Евразии, обусловленные потеплением климата // *Вычислительные технологии*. Т. 11, часть 1. Специальный выпуск. С. 29–38. (Meleshko V. P. 2006. Changes in the hydrological cycle in Northern Eurasia caused by climate warming. *Computational Technologies* 11(1, special issue): 29–38. [In Russian].)
- Москаленко Б. К.** 1956. Влияние многолетних колебаний уровня реки Оби на рост, плодовитость и размножение некоторых рыб // *Зоологический журнал*. Т. 35, вып. 5. С. 746–752. (Moskalenko B. K. 1956. The influence of long-term fluctuations in the Ob River level on the growth, fertility and reproduction of some fish. *Zoologicheskii Zhurnal* 35(5): 746–752. [In Russian].)
- Осадчиев А. А.** 2021. Речные плумы. – М.: Научный мир. 284 с. (Osadchiev A. A. 2021. River plumes. Moscow: Nauchny Mir, 284 pp. [In Russian].)
- Протокол заседания Научного совета Отделения наук о Земле РАН «Водные ресурсы суши» от 22 октября 2025 г. № 1.* – М.: ОНЗ РАН. 5 с. (Рукопись). (*Minutes of the Scientific Council of the Department of Earth Sciences of the Russian Academy of Sciences “Land Water Resources” dated October 22, 2025. No. 1.* Moscow: Department of Earth Sciences RAS, 5 pp. (Manuscript). [In Russian].)
- Попов П. А.** 2007. Рыбы Сибири. – Новосибирск: НГУ. 526 с. (Popov P. A. 2007. Fishes of Siberia. Novosibirsk: Novosibirsk State University, 526 pp. [In Russian].)
- Попов П. А.** 2009. Видовой состав и характер распространения рыб на территории Сибири // *Вопросы ихтиологии*. Т. 49, вып. 4. С. 451–463. (Popov P. A. 2009. Species composition and pattern of fish distribution in Siberia. *Journal of Ichthyology* 49(7): 483–495. <https://doi.org/10.1134/S0032945209070017>)

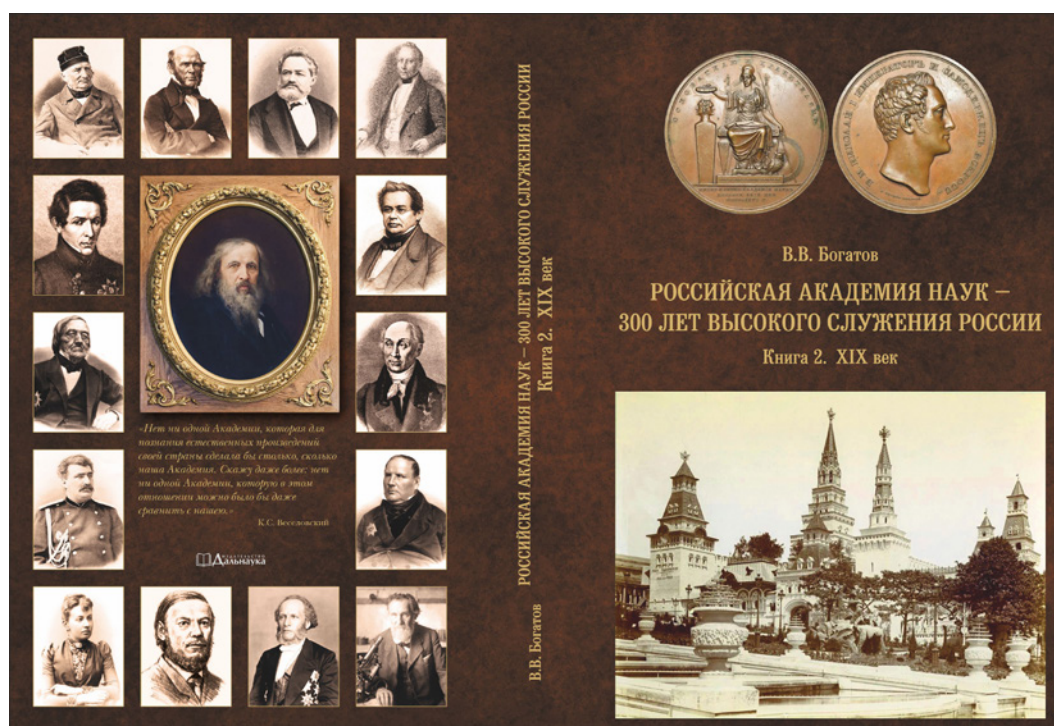
- Пузанов А. В., Безматерных Д. М., Винокуров Ю. И. и др. 2017. Современное состояние и экологические проблемы Обь-Иртышского бассейна // *Водное хозяйство России*. № 6. С. 106–118. (Puzanov A. V., Bezmaternykh D. M., Vinokurov Yu. I., et al. 2017. Current state and ecological problems of the Ob-Irtysh basin. *Water Management of Russia* 6: 106–118. [In Russian].)
- Пузанов А. В., Зиновьев А. Т., Безматерных Д. М., Резников В. Ф., Трошкин Д. Н. 2018. Опасные гидрологические явления в бассейне верхней Оби: современные тенденции и прогнозирование // *Водное хозяйство России*. № 4. С. 69–77. (Puzanov A. V., Zinoviev A. T., Bezmaternykh D. M., Reznikov V. F., Troshkin D. N. 2018. Hazardous Hydrological Phenomena in the Upper Ob Basin: Current Trends and Forecasting. *Water Management in Russia* 4: 69–77. [In Russian].)
- Резолюция заседания Научного совета Отделения наук о Земле РАН «Водные ресурсы суши» от 22 октября 2025 г. – М.: Ин-т водных проблем РАН. 6 с. (Рукопись). (*Resolution of the Scientific Council of the Department of Earth Sciences of the Russian Academy of Sciences "Land Water Resources" dated October 22, 2025. Moscow: Institute of Water Problems of the Russian Academy of Sciences, 6 pp. (Manuscript). [In Russian].*)
- Третий оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Общее резюме. 2022. – СПб.: Научное издание технологий. 124 с. (*Third Assessment Report on Climate Change and Its Impacts in the Russian Federation. General Summary. 2022. St. Petersburg: Naukoemkie Tekhnologii, 124 pp. [In Russian].*)
- Сирин А. А. 2022. Болота и антропогенно-измененные торфяники: углерод, парниковые газы, изменение климата // *Успехи современной биологии*. Т. 142, № 6. С. 560–577. (Sirin A. A. 2022. Peatbogs and Anthropogenically Modified Peatlands: Carbon, Greenhouse Gases and Climate Change. *Advances in Current Biology* 142(6): 560–577. [In Russian].) <https://doi.org/10.31857/S0042132422060096>
- Современное состояние водных ресурсов и функционирование водохозяйственного комплекса бассейна Оби и Иртыша. 2012. / Отв. ред. Ю. И. Винокуров, А. В. Пузанов, Д. М. Безматерных. – Новосибирск: Изд-во СО РАН. 236 с. (*Current state of water resources and functioning of water management complex in Ob and Irtysh basins. 2012. Eds. Yu. I. Vinokurov, A. V. Puzanov, D. M. Bezmaternykh. Novosibirsk: Publishing House of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, 236 pp. [In Russian].*)
- Соткова М. 2020. 10 самых грязных рек России: от Колымы до Терека // *Огонёк*, № 43. С. 34. (Sotkova M. 2020. 10 of the Dirtiest Rivers in Russia: from the Kolyma to the Terek. *Ogonyok* 43: 34. [In Russian].) URL: <https://www.kommersant.ru/doc/4548601?ysclid=mqzshy9ts740624055> (дата обращения: 22.07.2026).
- Степанова В. Б., Степанов С. И. 2006. Значение реликтовых ракообразных в питании сиговых рыб в подлёдный период // *Вестник экологии, лесоведения и ландшафтоведения*. № 6. С. 142–145. (Stepanova V. B., Stepanov S. I. 2006. Importance of relict crustaceans in whitefish nutrition during under the ice period. *Bulletin of Ecology, Forestry and Landscape Science* 6: 142–145. [In Russian].)
- Ткачев Б. П., Досанов С. С. 2020. Экстремальные наводнения на реках Югры // *Успехи современного естествознания*. № 4. С. 157–162. (Tkachev B. P., Dosanov S. S. 2020. Extreme Flooding on the Rivers of Yugra. *Advances in Current Natural Sciences* 4: 157–162. [In Russian].)
- Экология рыб Обь-Иртышского бассейна. 2006. / Ред. Д. С. Павлов, А. Д. Мочек. – М. Т-во научных изданий КМК. 596 с. (*Ecology of fishes of the Ob-Irtysh basin. 2006. Eds. D. S. Pavlov, A. D. Mochek. Moscow, KMK Scientific Publications Partnership, 596 pp. [In Russian].*)
- Юрковская Т. К., Сафронова И. Н. 2019. Зональные деления растительного покрова Западной Сибири // *Ботанический журнал*. Т. 104. № 1. С. 3–11. (Yurkovskaya T. K., Safronova I. N. 2019. Zonal Regularities of vegetation cover of Western Siberia. *Botanical Journal* 98(7): 885–902 [In Russian].) <https://doi.org/10.1134/S0006813619010113>
- Brean J., Harrison R. M., Fichot C. G., et al. 2026. Continental river runoff enhances atmospheric aerosol formation over the Arctic Ocean. *Communications Earth and Environment* 7(52): 1–10. <https://doi.org/10.1038/s43247-025-02986-8>

**Богатов В. В. 2026. Российская академия наук – 300 лет высокого служения России. Книга 2: XIX век. – Владивосток: Дальнаука. 480 с.**

Вышла в свет новая книга главного редактора журнала академика РАН Виктора Всеволодовича Богатова по исследованию истории Императорской Санкт-Петербургской Академии наук в XIX веке. Первый том истории Академии, опубликованный автором в 2025 г., освещал события XVIII века, начиная с учреждения Петром I Академии наук и художеств в 1724 г.

Актуальность новой книги отражена в её названии. Академия создавалась не просто для организации исследований, её задачи мыслились более глубоко и были подчинены высокому служению родине. Новой книгой автор напоминает нам об этом, а также о том, что к середине XIX века Российская империя становится в один ряд с великими научными державами и даже лидирует в ряде областей: математики, астрономии, метеорологии, океанографии; по многим биологическим, физическим и химическим дисциплинам, в военной технике (в том числе была пионером минного и ракетного дела) и вновь актуальной полевой медицине. Знакомство с новой монографией наполняет читателя законной гордостью за славные страницы истории Академии, связывает события прошлого и настоящего и вселяет уверенность в будущих взлётах и достижениях российской науки на службе Отечеству.

Монография содержит многочисленные цитаты из первоисточников и архивных документов, часть из которых публикуются впервые. Несмотря на обширную фактологию, книга написана в популярном стиле и адресована широкому кругу читателей. Издание богато иллюстрировано портретами деятелей науки, искусства и государства, картами экспедиций и пр., в том числе репродукцией фрагмента недавно уничтоженной панорамы «Оборона Севастополя» – своеобразного флэшбэка Крымской войны 1853–1856 гг. и современности.



---

---

# 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)

\*

**2026**

**Том 14, № 3**

\*

**Редакторы номера:** Л. А. Прозорова, М. В. Черепанова, Е. А. Беляев

Номер утверждён в печать на заседании редколлегии

Вёрстка и корректура выполнены в издательстве «ДАЛЬНАУКА»

Фото на обложке:

Жаберные гастроподы *Benedictia baicalensis* и *Megalovalvata baicalensis* пасутся  
на эндемичных зелёных губках *Lubomirskia* sp. в литорали оз. Байкал.

Подводное фото водолазов ЛИН СО РАН 28.02.2014.

Выход в свет 30.09.2026 г.

Формат 70x108/16. Усл. п. л. 9,6. Уч.-изд. л. 9,8.

Тираж 50 экз. Заказ .

Издательство ООО «Дальнаука»

690106, г. Владивосток, пр. Красного Знамени, 10, каб. 20.

Тел. +7 9242630160. E-mail: [naukadv2000@mail.ru](mailto:naukadv2000@mail.ru). <https://dalnaukadv.ru>

---

---

Отпечатано в ООО «Типография ПСП95»

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