

**ВЕСТНИК  
ТОМСКОГО  
ГОСУДАРСТВЕННОГО  
УНИВЕРСИТЕТА  
БИОЛОГИЯ**

**Tomsk State University Journal of Biology**

---

*Научный журнал*

---

**2024**

**№ 67**

Зарегистрирован в Федеральной службе по надзору в сфере  
массовых коммуникаций, связи и охраны культурного наследия  
(свидетельство о регистрации ПИ № ФС 77-29499 от 27 сентября 2007 г.)

Подписной индекс в объединённом каталоге «Пресса России» 44024

Журнал включен в «Перечень рецензируемых научных изданий, в которых  
должны быть опубликованы основные научные результаты диссертаций  
на соискание ученой степени кандидата наук, на соискание ученой  
степени доктора наук» Высшей аттестационной комиссии

16+

**Учредитель – Томский государственный университет**

Научный журнал «Вестник Томского государственного университета. Биология» публикует результаты завершённых оригинальных исследований (теоретические и экспериментальные статьи) в различных областях современной биологии, ранее нигде не публиковавшиеся и не представленные к публикации в другом издании; публикуются описания принципиально новых методов исследования, обзорные статьи по отдельным проблемам. Основные требования к представляемым рукописям: новизна и обоснованность фактического материала, ясность, сжатость изложения, воспроизводимость экспериментальных данных. Решение о публикации принимается редколлегией после рецензирования, учитываемое соответствие материала тематике журнала, актуальность проблемы, научную и практическую новизну и значимость, профессионализм выполнения работы. Принимаются статьи на русском и английском языках. Средний срок публикации 6–9 месяцев. Журнал выходит ежеквартально. Публикации осуществляются на некоммерческой основе. Все опубликованные материалы находятся в свободном доступе.

Индексируется: SCOPUS; Web of Science (Biological Abstracts, BIOSIS Previews, Emerging Sources Citation Index, Zoological Record, RSCI); Google Scholar; eLIBRARY.RU; CYBERLENINKA. Внесен в Ulrich's Periodicals Directory.

Адрес издателя и редакции: 634050, г. Томск, пр. Ленина, 36, Национальный исследовательский Томский государственный университет, Биологический институт; сайт: <http://journals.tsu.ru/biology/>

**РЕДАКЦИОННАЯ КОЛЛЕГИЯ**

- Воробьев Д.С.** – гл. редактор (Томский государственный университет, Томск, Россия)  
**Покровский О.С.** – зам. гл. редактора (Национальный центр научных исследований, Тулуза, Франция)  
**Артемов Г.Н.** – отв. редактор (Томский государственный университет, Томск, Россия)  
**Баранова О.Г.** – отв. редактор (Ботанический институт им. В.Л. Комарова РАН, Санкт-Петербург, Россия)  
**Бобровский М.В.** – отв. редактор (Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, Пушкино, Россия)  
**Волокитина А.В.** – отв. редактор (Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, Красноярск)  
**Горшкевич С.П.** – отв. редактор (Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН, Томск, Россия)  
**Громовых Т.И.** – отв. редактор (Московский политехнический университет, Москва, Россия)  
**Денисов Е.В.** – отв. редактор (НИИ онкологии Томского НИМЦ РАН, Томск, Россия)  
**Дорогина О.В.** – отв. редактор (Центральный сибирский ботанический сад СО РАН, Новосибирск, Россия)  
**Дюкарев А.Г.** – отв. редактор (Институт мониторинга и климатических систем РАН, Томск)  
**Зверев А.А.** – отв. редактор (Томский государственный университет, Томск, Россия)  
**Иванов Ю.В.** – отв. редактор (Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН, Москва, Россия)  
**Кривец С.А.** – отв. редактор (Институт мониторинга и климатических систем РАН, Томск)  
**Кулижский С.П.** – отв. редактор (Томский государственный университет, Томск, Россия)  
**Лойко С.В.** – отв. редактор (Томский государственный университет, Томск, Россия)  
**Минеева Н.М.** – отв. редактор (Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН, пос. Борок)  
**Симакова А.В.** – отв. редактор (Томский государственный университет, Томск, Россия)  
**Тарасов В.В.** – отв. редактор (Институт экологии растений и животных УрО РАН, Екатеринбург, Россия)  
**Франк Ю.А.** – отв. редактор (Томский государственный университет, Томск, Россия)  
**Шефтель Б.И.** – отв. редактор (Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, Москва, Россия)  
**Штерншис М.В.** – отв. редактор (Всероссийский научно-исследовательский институт биологической защиты растений, Краснодар, Россия)  
**Раудина Т.В.** – отв. секретарь (Томский государственный университет, Томск, Россия)  
e-mail: [biotsu@mail.ru](mailto:biotsu@mail.ru)

**РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ**

**Александровский А.Л.** (Институт географии РАН, Москва, Россия); **Ананьева Н.Б.** (Зоологический институт РАН, Санкт-Петербург, Россия); **Афтанас Л.И.** (НИИ физиологии и экспериментальной медицины СО РАМН, Новосибирск, Россия); **Васильева Е.Д.** (Зоомузей МГУ, Москва, Россия); **Дюбуа А.** (Национальный музей естественной истории, Париж, Франция); **Зеллер Б.** (Национальный институт агрономических исследований, Нанси, Франция); **Зинченко Т.Д.** (Институт экологии Волжского бассейна РАН, Тольятти, Россия); **Кингма Г.** (Маастрихтский университет, Маастрихт, Нидерланды); **Крюков В.Ю.** (Институт систематики и экологии животных СО РАН, Новосибирск, Россия); **Кузнецов Вл.В.** (Институт физиологии растений им. К.А. Тимирязева РАН, Москва, Россия); **Лодыгин Е.Д.** (Институт биологии ФИЦ Коми НЦ УрО РАН, Коми научный центр УрО РАН, Сыктывкар, Россия); **Лунашин В.В.** (Университет Арканзаса медицинских наук, Арканзас, США); **Максимов Т.Х.** (Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, Якутск, Россия); **Носов А.М.** (Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова, Москва, Россия); **Оленников Д.Н.** (Институт общей и экспериментальной биологии СО РАН, Улан-Удэ, Россия); **Пердиссе А.** (Национальный Музей естественных наук, Мадрид, Испания); **Смирнова О.В.** (Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН, Москва, Россия); **Соколова Ю.Я.** (Университет Луизианы, Батон Руж, Луизиана, США); **Степанов В.А.** (НИИ медицинской генетики Томского НЦ СО РАМН, Томск, Россия); **Торчик В.И.** (Центральный ботанический сад НАН Беларуси, Минск, Беларусь); **Шарахов И.В.** (Политехнический университет Вирджинии, Вирджиния, США).

**Издательство:** Издательство Томского государственного университета. Редактор В.Г. Лихачева; редактор-переводчик В.В. Воздвиженский; оригинал-макет А.И. Лелюору; дизайн обложки Л.Д. Кривцова

Подписано в печать 05.09.2024 г. Формат 70×108<sup>1/16</sup>. Усл. печ. л. 15,1. Тираж 50 экз. Заказ № 6018. Цена свободная. Дата выхода в свет 26.09.2024 г.

Журнал отпечатан на полиграфическом оборудовании Издательства ТГУ. 634050, Ленина, 36, Томск, Россия. Тел. 8+(382-2)-52-98-49. Сайт: <http://publish.tsu.ru>. E-mail: [rio.tsu@mail.ru](mailto:rio.tsu@mail.ru)

**About *Vestnik Tomskogo Gosudarstvennogo Universiteta. Biologiya* =  
Tomsk State University Journal of Biology**

**Founder – Tomsk State University**

*Tomsk State University Journal of Biology* is a quarterly international and peer-reviewed scientific journal publishing the results of the completed experimental research, reviews and novel methods of research in Biological Sciences on the basis of its originality, importance, scientific character, validity, precision and clarity. The Journal is intended for a broad range of scientists and experts in biology and ecology.

The editorial board of the *Tomsk State University Journal of Biology* commits to the internationally accepted principles of publication ethics expressed.

**International standard serial edition number:** EISSN 2311-2077, ISSN 1998-8591

**Language:** Russian, English

**Publications are on non-commercial basis (FREE)**

**Open access**

**Publication timeframe:** 6-9 months

All manuscripts are to be reviewed: double blind peer review (2-10-weeks)

**Abstracting and Indexing:** SCOPUS; Web of Science (Biological Abstracts, BIOSIS Previews, Emerging Sources Citation Index, Zoological Record, RSCl); Google Scholar; eLIBRARY.RU; CYBERLENINKA; Ulrich's Periodicals Directory

**Contact the Journal**

Tomsk State University, Institute of Biology, 36 Lenin Ave., Tomsk 634050, Russian Federation

e-mail: [biotsu@mail.ru](mailto:biotsu@mail.ru), <http://journals.tsu.ru/biology/en/>

**Editor-in-Chief - Danil S. Vorobiev**, Tomsk State University (Tomsk, Russia),

**Co-Editor-in-Chief - Oleg S. Pokrovsky**, National Centre for Scientific Research (Toulouse, France)

**Associate Editor - Tatiana V. Raudina**, Tomsk State University (Tomsk, Russia)

**EDITORIAL COUNCIL**

**Danil S Vorobiev** - Editor-in-Chief, Tomsk State University, Tomsk, Russia

**Oleg S. Pokrovsky** - Co-Editor-in-Chief, National Centre for Scientific Research, Toulouse, France

**Gleb N. Artemov** - Editor, Tomsk State University, Tomsk, Russia

**Olga G. Baranova** - Editor, Komarov Botanical Institute, RAS, St. Petersburg, Russia

**Maxim V. Bobrovsky** - Editor, Institute of Physicochemical and Biological Problems in Soil Science, RAS, Pysichino, Russia

**Alexandra V. Volokitina** - Editor, Forest Fire Science Laboratory, Sukachev Institute of Forest, Siberian Branch of the RAS, Krasnoyarsk, Russia

**Sergei N. Goroshkevich** - Editor, Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems, SB RAS, Tomsk, Russia

**Tatyana I. Gromovych** - Editor, Moscow Polytechnic University, Moscow, Russia

**Evgeny V. Denisov** - Editor, Cancer Research Institute of Tomsk NRMC, Tomsk, Russia

**Olga V. Dorogina** - Editor, Central Siberian Botanical Garden SB RAS, Novosibirsk, Russia

**Anatoliy G. Dukarev** - Editor, Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems, SB RAS, Tomsk, Russia

**Andrei A. Zverev** - Editor, Tomsk State University, Tomsk, Russia

**Yury V. Ivanov** - Editor, Timiryazev Institute of Plant Physiology, RAS, Moscow, Russia

**Svetlana A. Krivets** - Editor, Institute of Monitoring of Climatic and Ecological Systems, SB RAS, Tomsk, Russia

**Sergey P. Kulizhskiy** - Editor, Tomsk State University, Tomsk, Russia

**Sergey V. Loiko** - Editor, Tomsk State University, Tomsk, Russia

**Natalya M. Mineeva** - Editor, Papanin Institute for Biology of Inland Waters, RAS, Borok, Russia

**Anastasia V. Simakova** - Editor, Tomsk State University, Tomsk, Russia

**Vladimir V. Tarasov** - Editor, Institute of Plant and Animal Ecology, RAS, Yekaterinburg, Russia

**Yulia A. Frank** - Editor, Tomsk State University, Tomsk, Russia

**Boris I. Sheftel** - Editor, AN Severtsov Institute of Ecology and Evolution, RAS, Moscow, Russia

**Margarita V. Shternshis** - Editor, All-Russian Research Institute of Biological Plant Protection, Krasnodar, Russia

**Tatiana V. Raudina** - Associate Editor, Tomsk State University, Tomsk, Russia,

e-mail: [biotsu@mail.ru](mailto:biotsu@mail.ru)

**EDITORIAL BOARD**

**Alexandrovskiy AL**, Institute of Geography RAS (Moscow, Russia); **Ananjeva NB**, Zoological Institute RAS (St. Petersburg, Russia); **Aftanas LI**, State Research Institute of Physiology SB RAMS (Novosibirsk, Russia); **Vasil'eva ED**, Zoological Museum, MV Lomonosov Moscow State University (Moscow, Russia); **Dubois A**, French National Museum of Natural History (Paris, France); **Zeller B**, French National Institute for Agricultural Research (Nancy, France); **Zinchenko TD**, Institute of Ecology of the Volga River Basin RAS (Togliatti, Russia); **Kingma H**, Maastricht University (Maastricht, Netherlands); **Kryukov VY**, Institute of Systematics and Ecology of Animals SB RAS (Novosibirsk, Russia); **Kuznetsov VIV**, Timiryazev Institute of Plant Physiology RAS (Moscow, Russia); **Lodygin ED**, Institute of Biology of Komi Scientific Centre UB RAS (Syktyvkar, Russia); **Lupashin VV**, University of Arkansas for Medical Sciences (Arkansas, USA); **Maximov TC**, Institute for Biological Problems of the Cryolithozone SB RAS (Yakutsk, Russia); **Nosov AM**, MV Lomonosov Moscow State University (Moscow, Russia); **Olenikov DN**, Institute of General and Experimental Biology SB RAS (Ulan-Ude, Russia); **Perdices A**, National Museum of Natural Sciences (Madrid, Spain); **Smirnova OV**, Center of Ecology and Productivity of Forests RAS (Moscow, Russia); **Sokolova YY**, Louisiana State University (Baton Rouge, Louisiana, USA); **Stepanov VA**, Research Institute of Medical Genetics SB RAMS (Tomsk, Russia); **Torchyk UI**, Central Botanical Garden of the National Academy of Sciences of Belarus (Minsk, Republic of Belarus); **Sharakhov IV**, Virginia Polytechnic Institute and State University (Blacksburg, Virginia, USA)

**PUBLISHER:** TSU Press (Tomsk State University, Tomsk, Russian Federation). Editor VG Lihacheva; Translator/Editor VV Vozdvizhenskij; camera-ready copy AI Leloyur; cover design LD Krivtsova.

Passed for printing 05.09.2024. Format 70×108<sup>1/16</sup>. Conventional printed sheets 15,1. Circulation is 50 copies. Orders No 6018. Open price. Date of publication 26.09.2024.

36 Lenin Ave, Tomsk, 634050, Russian Federation. Tel. +7 (382-2)-52-98-49. <http://publish.tsu.ru>. E-mail: [rio.tsu@mail.ru](mailto:rio.tsu@mail.ru)

## СОДЕРЖАНИЕ

Симакова А.В. Обращение к читателю .....	6
--	---

### ВКЛАД М.Д. РУЗСКОГО В НАУКУ И ОБРАЗОВАНИЕ

<b>Рахимов И.И., Игнашев Н.Е., Басыйров А.М.</b> Вклад Михаила Дмитриевича Рузского в изучение фауны птиц Волжско-Камского края .....	8
<b>Щербаков М.В.</b> Михаил Дмитриевич Рузский – взгляд из XXI века .....	16
<b>Хайрутдинов И.З., Гаранин В.И., Беляев А.Н.</b> Коллекции амфибий и рептилий М.Д. Рузского в собраниях Зоологического музея и гербария им. Э.А. Эверсмана .....	40
<b>Ярцев В.В., Бастрикова А.Е., Куранова В.Н.</b> Герпетологическая коллекция Михаила Дмитриевича Рузского в музейном фонде Томского государственного университета .....	58

### НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ М.Д. РУЗСКОГО: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ

<b>Бойкобиллов Ж.Б.</b> угли, <b>Адилов Б.Ш., Интересова Е.А., Намозов С.М., Юлдашов М.А., Камилов Б.Г.</b> Серебряный карась <i>Carassius gibelio</i> в Чарвакском водохранилище Узбекистана: морфологическая и молекулярно-генетическая характеристика .....	71
<b>Интересова Е.А., Сукнев Д.Л., Шаталин В.А., Морозко А.В., Кабиев Т.А., Дорогин М.А., Цапенков А.В.</b> Возраст и рост обыкновенного судака <i>Sander lucioperca</i> в разнотипных водоемах юга Западной Сибири .....	88
<b>Острроверхова Н.В.</b> Селекция медоносной пчелы: достижения, проблемы и перспективы .....	102
<b>Симакова А.В., Бабкина И.Б., Бабкин А.М., Полторацкая Н.В., Полторацкая Т.Н., Шихин А.В.</b> Современная ситуация по описторхозу в Томской области .....	152
<b>Ярцев В.В., Евсеева С.С.</b> Анатомия клоаки углозубов рода <i>Salamandrella</i> (Amphibia: Caudata, Hynobiidae) .....	170

## TABLE OF CONTENTS

<b>Simakova A.V.</b> Opening statement by the editorial council .....	6
---	---

### M.D. RUZSKY, CONTRIBUTION TO SCIENCE AND EDUCATION

<b>Rakhimov II, Ignashev NE, Basyrov AM</b> Contribution of Mikhail Dmitrievich Ruzsky to the study of bird fauna of the Volga-Kama region .....	8
<b>Shcherbakov MV</b> Mikhail Dmitrievich Ruzsky - a view from the XXI century .....	16
<b>Khairutdinov IZ, Garanin VI, Belyaev AN</b> Collections of amphibians and reptiles by M.D. Ruzsky in Zoological Museum and Herbarium named after. E.A. Eversman .....	40
<b>Yartsev VV, Bastrikova AE, Kuranova VN</b> Herpetological collection of Mikhail Dmitrievich Ruzsky in the museum holdings of Tomsk State University .....	58

### RESEARCH AREAS OF M.D. RUZSKY. CURRENT STATE

<b>Boykobilov JB, Adilov BSh, Interesova EA, Namozov SM, Yuldashov MA, Kamilov BG</b> Gibel carp <i>Carassius gibelio</i> in the Charvak reservoir of Uzbekistan: morphological and molecular-genetic characteristics .....	71
<b>Interesova EA, Suknev DL, Shatalin VA, Morozko AV, Kabiev TA, Dorogin MA, Tsapenkov AV</b> Age and growth of the pike-perch <i>Sander lucioperca</i> in the south of Western Siberia .....	88
<b>Ostroverkhova NV</b> Honey bee selection: achievements, problems, and prospects .....	102
<b>Simakova AV, Babkina IB, Babkin AM, Poltoratskaya NV, Poltoratskaya TN, Shikhin AV</b> The current situation of opisthorchiasis in the Tomsk region .....	152
<b>Yartsev VV, Evseeva SS</b> Cloacal anatomy of the Siberian salamanders, <i>Salamandrella</i> (Amphibia: Caudata, Hynobiidae) .....	170

doi: 10.17223/19988591/67/1

## Уважаемые коллеги: читатели и авторы!

*«Разные бывают звезды. Одни сияют ярким светом, а другие менее ярко. Но они тоже сияют... Каждый, кто любит науку, кто вносит в нее хоть немного нового, является звездой. Мы все с Вами звезды!»* – это выдержка из ответной речи Михаила Дмитриевича Рuzского на его 80-летнем юбилее в 1944 г. В ней Михаил Дмитриевич выразил всю свою любовь к науке и научному сообществу.

М.Д. Рuzский (1864–1948) – зоолог-энциклопедист, профессор, заведующий кафедрой зоологии беспозвоночных, заведующий Зоологическим музеем Томского государственного университета.

После защиты докторской диссертации Михаил Дмитриевич подает документы на конкурсы по вакантным должностям профессора Саратовского (1910 г.) и Одесского (1911 г.) университетов, проходит их, но не утверждается Министерством народного просвещения ни в один из этих университетов. Затем подает документы в Киевский и Томский университеты, вновь проходит по конкурсу в оба университета, на этот раз Министерство его утверждает. Михаил Дмитриевич выбирает Томский университет. С приездом в Томск в 1913 г. начался заключительный тридцатипятилетний этап в жизни и научной деятельности М.Д. Рuzского.

*«Я предпочел Томск и не каюсь в этом. Не потому, что Томск как город чем-нибудь лучше Киева. Вероятно, во многих отношениях мне жилось бы лучше в Киеве. Но меня тянули в Сибирь мои научные интересы. Здесь было и остаётся больше неизведанного. Я полюбил Сибирь».*

Важнейшим направлением исследований М.Д. Рuzского являлась энтомология. Его энтомологические работы посвящены изучению чешуекрылых, паразитических двукрылых, и, конечно же, муравьям. Всего Михаил Дмитриевич опубликовал 64 работы по наземным беспозвоночным, из которых 42 посвящены муравьям. В фондах ТГУ хранятся энтомологические коллекции М.Д. Рuzского (коллекция муравьёв России, собранная лично Михаилом Дмитриевичем, и муравьёв, присланных ему коллегами и учениками со всего мира).

Энтомологические исследования были не единственным направлением научных интересов Михаила Дмитриевича Рuzского. Он был специалистом широкого биологического профиля, известным своей эрудицией в области естествознания (ихтиология, медицинская биология, паразитология, орнитология, герпетология и пр.). Современники называли его последним биологом-энциклопедистом. Он владел несколькими языками и был известен своей феноменальной памятью.

За свою долгую жизнь М.Д. Рuzский был удостоен различных званий и наград, в дореволюционный период награжден орденами Святого Станислава 2-й (1915 г.) и 3-й (1901 г.) степеней, Святой Анны 3-й степени (1908 г.), ме-

далями Серебряной на Александровской ленте в память царствования Императора Александра III и Светло-бронзовой в память 300-летия царствования династии Романовых. В Советский период к 80-летию юбилею награжден орденом Трудового Красного Знамени (1944 г.), а по окончании войны медалью «За доблестный труд в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг.» (1946 г.).

Выпуск № 67 журнала «Вестник Томского государственного университета. Биология» приурочен к 160-летию со дня рождения Михаила Дмитриевича Рузского и посвящен научному творчеству профессора, а также научным исследованиям, основоположником которых он являлся. Сотрудники трех зоологических кафедр ТГУ продолжают дело М.Д. Рузского по изучению фауны Сибири.

*Ответственный редактор,  
заведующий кафедрой зоологии беспозвоночных  
д-р биол. наук, доцент  
А.В. Симакова*

## ВКЛАД М.Д. РУЗСКОГО В НАУКУ И ОБРАЗОВАНИЕ

Научная статья

УДК 910.4

doi: 10.17223/19988591/67/2

### Вклад Михаила Дмитриевича Рузского в изучение фауны птиц Волжско-Камского края

Ильгизар Ильясович Рахимов<sup>1</sup>, Никита Евгеньевич Игнашев<sup>2</sup>,  
Айзат Миркасимович Басыйров<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup> *Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия*

<sup>1</sup> <http://orcid.org/0000-0002-4016-6764>, [rakhim56@mail.ru](mailto:rakhim56@mail.ru)

<sup>2</sup> <https://orcid.org/0000-0002-5962-9327>, [Ignashev13Nik@mail.ru](mailto:Ignashev13Nik@mail.ru)

<sup>3</sup> <https://orcid.org/0000-0002-7113-5880>, [basaizat@yandex.ru](mailto:basaizat@yandex.ru)

**Аннотация.** Представлены данные по истории орнитологических исследований на территории Волжско-Камского края. Одно из важных мест в становлении региональной орнитологии принадлежит Михаилу Дмитриевичу Рузскому, который сформировался как зоолог в стенах Казанского университета. Статья содержит интересные данные о научной деятельности в казанский период жизни выдающегося русского зоолога.

**Ключевые слова:** Михаил Дмитриевич Рузский, Казань, изучение птиц

**Для цитирования:** Рахимов И.И., Игнашев Н.Е., Басыйров А.М. Вклад Михаила Дмитриевича Рузского в изучение фауны птиц Волжско-Камского края // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2024. № 67. С. 8–15. doi: 10.17223/19988591/67/2

Original article

doi: 10.17223/19988591/67/2

### Contribution of Mikhail Dmitrievich Ruzsky to the study of bird fauna of the Volga-Kama region

Ilgizar I. Rakhimov<sup>1</sup>, Nikita E. Ignashev<sup>2</sup>, Aizat M. Basyrov<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup> *Kazan (Volga Region) Federal University, Kazan, Russian Federation*

<sup>1</sup> <http://orcid.org/0000-0002-4016-6764>, [rakhim56@mail.ru](mailto:rakhim56@mail.ru)

<sup>2</sup> <https://orcid.org/0000-0002-5962-9327>, [Ignashev13Nik@mail.ru](mailto:Ignashev13Nik@mail.ru)

<sup>3</sup> <https://orcid.org/0000-0002-7113-5880>, [basaizat@yandex.ru](mailto:basaizat@yandex.ru)

**Summary.** Mikhail Dmitrievich Ruzsky is one of the last encyclopedic scientists of the 20th century, known for his works on zoology, ichthyology and ornithology, hydrobiology, and entomology. Professor Mikhail Dmitrievich Ruzsky (1864-1948) is one of the country's outstanding biologists and founders of the national science of ants, the first researcher of the myrmecofauna of Russia and neighboring countries. He made

a significant contribution to the development of not only individual sciences, but also the formation of university education in Russia. The Kazan period of his biography is significant for his life and career. Mikhail Dmitrievich began his bird watching in Kazan and its surroundings while still being a very young researcher. His formation as a scientist began in Kazan Imperial University. Ruzsky had his first publications on birds in 1889, although he began conducting ornithological observations from the first years of university. The significant coverage of the territory allowed him not only to obtain new data on the distribution of birds in these areas, but also compare the lists of species and changes in their composition. His interest in studying fauna was influenced by the works of his predecessors - famous local historians and scientists of Russia - Pallas, Eversman, Bogdanov, and others. Ruzsky gave the first list of birds of the Kazan province. In 1893, he presented his master's thesis, Materials for the Study of Birds of the Kazan Province, whose results were published in the Proceedings of the Society of Naturalists of Kazan University. Ruzsky was the curator and collector of the Zoological Museum of Kazan University; within just one decade (from 1887 to 1896), he delivered 439 specimens of birds to the museum. His works made it possible to compile the first list of the avifauna of Kazan. He noted 56 species of birds directly inhabiting the city, and about 50 species found in the vicinity. A comparison of Ruzsky's regional avifaunistic lists with the data from recent years made it possible to present the dynamics and main changes that occurred in the composition of the bird fauna of the Volga-Kama Region over two hundred years. He was one of the organizers of the Kazan City Museum (now the National Museum of the Republic of Tatarstan), chairman of its Council (1912), and having received the title of honorary member of the museum staff, he became director of the Natural History Department (1908-1913). Mikhail Dmitrievich was directly involved in the formation of the third Zoological Museum in Kazan located in the Veterinary Institute (now the Kazan State Academy of Veterinary Medicine), where he also worked for some time. The studies conducted on the avifauna of the Volga-Kama Region laid the foundation for subsequent large-scale work on both zoogeography, species distribution, and species ecology. In 1913, Mikhail Dmitrievich Ruzsky was elected professor of the Department of Zoology in Kiev and Tomsk Universities. He faced the choice and gave his preference to Tomsk devoting next 35 years of his life to working for the benefit of science in Tomsk University.

*The article contains 2 Figures, 13 References.*

**Keywords:** Mikhail Dmitrievich Ruzsky, Kazan, study of birds

**For citation:** Rakhimov II, Ignashev NE, Basyrov AM. Contribution of Mikhail Dmitrievich Ruzsky to the study of bird fauna of the Volga-Kama region. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya = Tomsk State University Journal of Biology*. 2024;67:8-15. doi: 10.17223/19988591/67/2

Михаил Дмитриевич Ружский, как свидетельствуют издания, посвященные изучению научного наследия ученого, – один из последних ученых-энциклопедистов XX в., известный своими трудами по зоологии, ихтиологии и орнитологии, гидробиологии и паразитологии, энтомологии и мирмекологии [1, 2]. Даже тот факт, что профессор Михаил Дмитриевич Ружский (1864–1948) – один из создателей отечественной науки о муравьях и первый исследователь мирмекофауны России и сопредельных стран, ставит его в ряд с выдающимися биологами страны. Он внес существенный вклад в развитие не только отдельных наук, но и в становление университетского образования России. Значительный период в его жизни занимал казанский период его биографии. Формирование его как ученого, первые достижения и карьерный рост начались в стенах Императорского Казанского универси-

тета. Несомненно, на его мировоззрение и интерес к науке, к изучению фауны Российского государства повлияли работы его предшественников – известных краеведов, естествоиспытателей и ученых Волжско-Камского края и России.

Первые сведения и систематическое изучение фауны Восточной России, включая Поволжье, Волго-Вятский район и Предуралье, начались со второй половины XVIII в. и связаны с именем члена Российской академии наук П.С. Палласа. Он был идейным вдохновителем и участником ряда «посылок» для изучения «земли русской». В ходе этого проекта были организованы три большие экспедиции Академии наук в Поволжье, Башкирию и Урал, первую из которых в 1768–1770 гг. возглавил он сам, вторую – И.И. Лепехин и третью – И.П. Фальк. Собран огромный материал по фауне этих регионов, опубликованный в 1827–1831 гг. в известной книге П.С. Палласа «*Zoographia Rosso-Asiatica*» [3]. В этой первой фундаментальной работе по фаунистике дается описание 425 видов птиц. В многочисленных путевых записках собран значительный, хотя и разрозненный объем зоологических наблюдений. Материалы, полученные в ходе экспедиций, важны как летопись, содержащая данные по изменениям, произошедшим в местной фауне в течение более чем 200-летней истории края.

С 1821 г. систематическим изучением животного мира Оренбургского края начал заниматься Э.А. Эверсман, проработавший более тридцати лет в Казанском университете. Территория, где он проводил свои исследования, охватывала огромную площадь между Волгой и Уралом. Итогом сорокалетней исследовательской работы по фауне явились многочисленные статьи, книги, в том числе «Естественная история птиц Оренбургского края» (т. 3), вышедшая в 1866 г. [4]. В книге приводятся описание 324 видов птиц, данные по их распространению и образу жизни. Труд Э.А. Эверсмана был первой попыткой систематического анализа орнитофауны большого региона от Среднего Поволжья и Предуралья до Каспия. Существенный вклад в изучение фауны, в том числе птиц Среднего Поволжья, внес М.Н. Богданов. В его книге «Птицы и звери черноземной полосы Поволжья и долины средней и нижней Волги» [5] впервые дается историко-географический анализ фауны региона с учетом геологических, почвенных и флористических условий. Подобная комплексная характеристика состояния фауны заложила основы работ по региональной экологической оценке орнитофауны и населения птиц не только Волжско-Камского края, но также имела значение и для развития эколого-фаунистических исследований в нашей стране.

Ко второй половине XIX в. – началу XX в. ряд известных ученых и краеведов работали и провели орнитологические исследования во многих уголках обширного региона востока европейской части России. Значительными для становления орнитофаунистики Волжско-Камского края были работы Л.П. Сабанеева по птицам Среднего Урала и Пермской губернии [6], Н.А. Зарудного по Оренбургскому краю [7], П.П. Сушкина по Башкирии [8], Б.М. Житкова, С.А. Бутурлина по Симбирской губернии [9]. В этих работах содержатся материалы по фаунистике, особенностям экологии отдельных видов животных, их распространению и относительной численности некоторых

представителей. Интерес к познанию фауны родного края возник у Михаила Дмитриевича Рuzского под влиянием трудов этих ученых, заложивших основу зоологическим исследованиям в Волжско-Уральском регионе.

Михаил Дмитриевич начал свои наблюдения за птицами в Казани и ее окрестностях еще будучи совсем юным исследователем. И с 1889 г. у М.Д. Рuzского появляются первые публикации по птицам, хотя проводить орнитологические наблюдения он начал с первых курсов университета. Он провел обследования фауны птиц уездов Казанской губернии – Царевококшайского, Чебоксарского, Казанского. Чуть позже он провел поездки и исследовал Симбирский уезд Симбирской губернии, Бугульминский, Бугурусланский. Ставропольский уезды Самарской губернии, Мензелинский уезд Уфимской губернии и Малмыжский уезд Вятской губернии [10, 11]. Значительный охват территории позволил ему не только получить новые данные о распространении птиц в этих местах, но и сравнить списки видов и изменения в их составе.

В кратком отчете о своих исследованиях в 1890–1891 гг. М.Д. Рuzский дал первый список птиц Казанской губернии. При составлении списка птиц он использовал данные своих предшественников – Э.А. Эверсмана (1866 г.) и М.Н. Богданова (1871 г.). В 1893 г. он завершил свою магистерскую диссертацию «Материалы к изучению птиц Казанской губернии», результаты которой опубликованы в одном из выпусков 25-го тома Трудов Общества естествоиспытателей при Казанском университете [12]. Через пять лет (1898 г.) диссертация, получившая положительный отзыв профессора А.А. Остроумова, была защищена. Она как бы подвела итог первого накопительного этапа орнитологических исследований на территории Волжско-Камского края. Из 268 перечисленных видов птиц 216 добыты и 24 наблюдались автором. Более 40 видов птиц указано для Казанской губернии впервые. В эти годы, благодаря сборам М.Д. Рuzского и таксидермиста С.И. Билькевича, прошло последнее крупное пополнение коллекции птиц Зоологического музея университета (рис. 1).



**Рис. 1.** Экземпляры из коллекции птиц Зоологического музея университета КФУ, собранные М.Д. Рuzским (фото И.И. Рахимова)

[Fig. 1. Specimens from the collection of birds of the Zoological Museum of KFU University, collected by M.D. Ruzsky (photo by I.I. Rakhimov)]

«Птицы Казанской губернии», кроме ученой степени магистра зоологии, принесли автору премию Казанского общества естествоиспытателей им. К.Ф. Кесслера (1894 г.).

В Казани Михаил Дмитриевич Рузский был хранителем и коллектором Зоологического музея университета; только за десятилетие (1887–1896 гг.) им доставлено в музей 439 экз. птиц, а вместе с другими коллекторами, прежде всего с С.И. Билькевичем и И.Н. Стрельниковым, – более 1 000 экз. (рис. 2).

Он был одним из организаторов Казанского городского музея (ныне – Национальный музей Республики Татарстан), председателем его Совета (1912 г.) и директором естественно-исторического отдела (1908–1913 гг.); получив звание почетного члена-сотрудника музея. Михаил Дмитриевич имел прямое отношение к формированию третьего зоологического музея в Казани – в Ветеринарном институте (ныне – Казанская государственная академия ветеринарной медицины), где он также проработал некоторое время.



**Рис. 2.** Фото молодого М.Д. Рузского (табличка находится в Зоологическом музее КФУ на специальной полке по истории музея) (фото И.И. Рахимова)

**[Fig. 2.** Photo of young M.D. Ruzsky (the plate is located in the zoological museum of KFU on a special shelf on the history of the museum) (photo by I.I. Rakhimov)]

Исследования, проведенные по орнитофауне Волжско-Камского края, заложили основу для последующих масштабных работ как по зоогеографии, распространению видов, так и по экологии видов. На рубеже XIX–XX вв. в России наблюдалось активное развитие промышленности, использование природных ресурсов, изменение ландшафтного облика, что не могло не сказаться на региональной фауне. Исследователями того времени отмечены изменения, произошедшие в региональной фауне птиц, в том числе под влиянием деятельности человека. Так, М.Д. Рузский в работе «Орнитологические наблюдения в Симбирской губернии» [9] к группе птиц, живущих вблизи человека, относил галку, серую ворону, грача, ворона. Автор пишет: «...при известных условиях обнаруживается заметное стремление селиться около человека и его жилья, пользуясь их близостью, как защитой от врагов

и не встречающие здесь в то же время особенно сильной конкуренции со стороны родственных групп». Эти наблюдения стали основой изучения орнитофауны антропогенных и урбанизированных территорий. Детальная проработка «Материалов к изучению птиц Казанской губернии» М.Д. Рузского позволила выявить первый видовой список орнитофауны г. Казани. Им отмечено 56 видов птиц, непосредственно заселяющих город, около 50 видов, встреченных в окрестностях, которые в настоящее время включены в городскую территорию. Для 16 видов указано гнездование в различных биотопах города. Если сравнивать с данными последних лет по г. Казани, где отмечено 186 видов птиц [13], то список М.Д. Рузского выглядит скромным, но при этом чрезвычайно важным для последующих исследований.

Интересными представляются заметки М.Д. Рузского о встречах редких видов птиц. Некоторые сведения представляются уникальными. М.Д. Рузский упоминает о встрече в крае черной вороны, что представляется очень интересным и не отмеченным в последующий период исследований орнитологов Волжско-Камского края.

Все эти работы имеют большое значение для изучения истории формирования современной фауны птиц и роли антропогенных факторов в ее становлении. В них содержатся, в основном, материалы по фаунистике, особенностям экологии отдельных видов птиц, их распространению и относительной численности. Сведения по орнитофауне антропогенных ландшафтов носят, в основном, фрагментарный характер. Не исследуя детально вопросы синантропизации птиц, М.Д. Рузский тем не менее указывал на факт заселения многими видами птиц поселений человека и использования при этом преимуществ в питании и гнездовании видов. Даже такие краткие упоминания, как «встречен», «залетает в поселения», «пойман в окрестностях» и т.п., имеют большое значение. Анализ этих сообщений позволил составить первые сводки по фауне городов Волжско-Камского региона.

Работы М.Д. Рузского остаются актуальными до сих пор при выявлении изменений авифауны. Например, упомянутая в его работах по Казанской губернии колония серой цапли на кладбище у д. Верхняя Корса (Арский район Республики Татарстан) существует до наших дней и объявлена памятником природы. Сравнение региональных авифаунистических списков конца XIX – начала XX в. М.Д. Рузского с данными последних лет XXI в. позволило представить динамику и основные изменения, произошедшие в составе фауны птиц Волжско-Камского края за двести лет. Изучение изменений фауны и населения птиц в условиях трансформации естественных экосистем является актуальной задачей орнитологии, решение которой обеспечит сохранение биоразнообразия региона и позволит определить перспективы охраны животного мира. Научные достижения в орнитологии, бесспорно, внесли значимый вклад в изучение фауны птиц Волжско-Камского края.

В 1913 г. Михаил Дмитриевич Рузский избирается профессором кафедры зоологии Киевского и Томского университетов. Он стоял перед выбором и отдал свое предпочтение Томску – городу, которому посвятил всю свою оставшуюся жизнь и на протяжении последующих 35 лет трудился во благо науки в Томском университете.

**Список источников**

1. Гаранин В.И. М.Д. Рузкий (1864–1948). Казанский период // Известия Самарского научного центра РАН. 2014. Т. 16, № 5 (1). С. 639–640.
2. Иоганзен Б.Г. Михаил Дмитриевич Рузский (1864–1948) и его вклад в зоологию // Эколого-фаунистические исследования Сибири. Томск, 1981. С. 5–11.
3. Pallas P.S. Zoographia Rosso-Asiatica. Petropoli : Academia scientarum, 1811–1814. Т. 1. Р. 297–568. Т. 2. Р. 1–374.
4. Эверсман Э. Естественная история птиц Оренбургского края. Казань, 1866. 621 с.
5. Богданов М.Н. Птицы и звери черноземной полосы Поволжья и долины средней и нижней Волги (биогеографические материалы) // Труды Общества естествоиспытателей при императорском Казанском университете. Казань, 1871. Т. 1. Отд. 1. 226 с.
6. Сабанеев Л.П. Позвоночные Среднего Урала и географическое распространение их в Пермской и Оренбургской губерниях. М., 1874. 204 с.
7. Зарудный Н.А. Орнитологическая фауна Оренбургского края // Записки Академии наук. Т. 57, прил. № 1. Петербург, 1888. С. 1–338.
8. Сушкин П.П. Птицы Уфимской губернии // Материалы к познанию фауны и флоры России. Отдел зоологический. СПб. : РИАН, 1897. Вып. 4. С. 73–98.
9. Житков Б.М., Бугурлин С.А. Материалы для орнитофауны Симбирской губернии // Записки Императорского Русского географического общества по общей географии. СПб., 1906. Т. XLI, № 2. 275 с.
10. Рузский М.Д. Орнитологические наблюдения в Симбирской губернии // Приложение к протоколам заседаний общества естествоиспытателей при Казанском университете, 1893–1894. Казань, 1894. Т. 25, прил. № 142. С. 1–15.
11. Рузский М.Д. Зоологические экскурсии в Оренбургский край // Труды общества естествоиспытателей при Казанском университете. 1895. Т. 38, вып. 5. С. 1–38.
12. Рузский М.Д. Материалы к изучению птиц Казанской губернии // Труды общества естествоиспытателей при Казанском университете. 1893. Т. 25, вып. 6. С. 119–130.
13. Рахимов И.И. Авифауна Среднего Поволжья в условиях антропогенной трансформации естественных природных ландшафтов. Казань : Новое время, 2002. 252 с.

**References**

1. Garanin VI. M.D.Ruzkiy (1864-1948). Kazanskiy period [M.D.Ruzky (1864-1948). The Kazan period] *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra RAN*. 2014;16,35(1):639-640. In Russian
2. Ioganzen BG. Mikhail Dmitrievich Ruzskiy (1864-1948) i ego vklad v zoologiyu [Mikhail Dmitrievich Ruzsky (1864-1948) and his contribution to zoology]. *Ekologofaunisticheskie issledovaniya Sibiri*. 1981;5-11. In Russian
3. Pallas PS. Zoographia Rosso-Asiatica. Petropoli: Academia scientarum Publ.; 1893. 374 p.
4. Eversman E. Estestvennaya istoriya ptits Orenburgskogo kraya [The natural history of birds of the Orenburg region]. Translated from Kazan; 1866. 621 p. In Russian
5. Bogdanov MN. Ptitsy i zveri chernozemnoy polosy Povolzh'ya i doliny sredney i nizhney Volgi (biogeograficheskie materialy) [Birds and animals of the Black Earth strip of the Volga region and the middle and lower Volga valley (biogeographical materials)]. *Trudy Obshchestva estestvoispytateley. Pri imperatorskom Kazanskom universitete*. 1871;1:226. In Russian
6. Sabaneev LP. Pozvonochnye Srednego Urala i geograficheskoe rasprostranenie ikh v Permskoy i Orenburgskoy guberniyakh [Vertebrates of the Middle Urals and their geographical distribution in the Perm and Orenburg provinces]. Moscow Publ.; 1874. 204 p. In Russian
7. Zarudny NA. Ornitologicheskaya fauna Orenburgskogo kraya [Ornithological fauna of the Orenburg region]. *Zapiski Akademii nauk*. St.-Peterburg. 1888;57(1):1-338. In Russian
8. Sushkin PP. Ptitsy Ufimskoy gubernii. Materialy k poznaniyu fauny i flory Rossii [Birds of the Ufa province. Materials for the knowledge of the fauna and flora of Russia]. St.-Peterburg. 1897;(4):73-98. In Russian

9. Zhitkov BM., Buturlin SA. Materialy dlya ornitofauny Simbirskoy gubernii. Zapiski Imperatorskogo Russkogo geograficheskogo obshchestva po obshchey geografii [Materials for the avifauna of the Simbirsk province. Notes of the Imperial Russian Geographical Society on General Geography]. St.-Peterburg. 1906;(2):275. In Russian
10. Ruzskiy MD. Ornitologicheskie nablyudeniya v Simbirskoy gubernii [Ornithological observations in the Simbirsk province]. *Prilozhenie k protokolam zasedaniy obshchestva estestvoispytateley pri Kazanskom universitete, 1893-1894*. Kazan. 1894;25(142):1-15. In Russian
11. Ruzskiy MD. Zoologicheskie ekskursii v Orenburgskiy kray [Zoological excursions in the Orenburg region]. *Trudy obshchestva estestvoispytateley pri Kazanskom universitete*. Kazan. 1895;38(5):1-38. In Russian
12. Ruzskiy MD. Materialy k izucheniyu ptits Kazanskoj gubernii [Materials for the study of birds of the Kazan province]. *Trudy obshchestva estestvoispytateley pri Kazanskom universitete*. Kazan. 1893;25(6):119-130. In Russian
13. Rakhimov II. Avifauna Srednego Povolzh'ya v usloviyakh antropogennoy transformatsii estestvennykh prirodnykh landshaftov [Avifauna of the Middle Volga region in conditions of anthropogenic transformation of natural landscapes]. Kazan: Novoe vremya Publ.; 2002. 252 p. In Russian

***Информация об авторах:***

**Рахимов Ильгизар Ильясович**, доктор биологических наук, профессор, заведующий кафедрой биоэкологии, гигиены и общественного здоровья Института фундаментальной медицины и биологии Казанского (Приволжского) федерального университета (Казань, Россия).

E-mail: rakhim56@mail.ru

**Игнашев Никита Евгеньевич**, старший преподаватель кафедры биоэкологии, гигиены и общественного здоровья Института фундаментальной медицины и биологии Казанского (Приволжского) федерального университета (Казань, Россия).

E-mail: ignashev13nik@mail.ru

**Басыйров Айзат Миркасимович**, старший преподаватель кафедры биоэкологии, гигиены и общественного здоровья Института фундаментальной медицины и биологии Казанского (Приволжского) федерального университета (Казань, Россия).

E-mail: basaizat@yandex.ru

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.*

***Information about the authors:***

**Ilgizar I. Rakhimov**, doctor of Biological Sciences, Professor, Head of the Department of Bioecology, Hygiene and Public Health, Institute of Fundamental Medicine and Biology, Kazan (Volga Region) Federal University (Kazan, Russian Federation).

E-mail: rakhim56@mail.ru

**Nikita E. Ignashev**, senior lecturer at the Department of Bioecology, Hygiene and Public Health, Institute of Fundamental Medicine and Biology, Kazan (Volga Region) Federal University (Kazan, Russian Federation).

E-mail: ignashev13nik@mail.ru

**Aizat M. Basyrov**, senior lecturer at the Department of Bioecology, Hygiene and Public Health, Institute of Fundamental Medicine and Biology, Kazan (Volga Region) Federal University (Kazan, Russian Federation).

E-mail: basaizat@yandex.ru

***The Authors declare no conflict of interest.***

*Статья поступила в редакцию 16.11.2023;  
одобрена после рецензирования 20.12.2023; принята к публикации 05.09.2024.*

*The article was submitted 16.11.2023;  
approved after reviewing 20.12.2023; accepted for publication 05.09.2024.*

Научная статья  
УДК 595.7(092)  
doi: 10.17223/19988591/67/3

## Михаил Дмитриевич Рузский – взгляд из XXI века

Михаил Викторович Щербаков<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *Национальный исследовательский Томский государственный университет,  
Томск, Россия, tephritis@mail.ru*

**Аннотация.** Приведены сведения о жизни и научной работе заслуженного деятеля науки, доктора биологических наук, профессора М.Д. Рузского (1864–1948).

**Ключевые слова:** М.Д. Рузский, Казань, Томск, университет, зоология, энтомология, Западная Сибирь

**Для цитирования:** Щербаков М.В. Михаил Дмитриевич Рузский – взгляд из XXI века // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2024. № 67. С. 16–39. doi: 10.17223/19988591/67/3

Original article  
doi: 10.17223/19988591/67/3

## Mikhail Dmitrievich Ruzsky - a view from the XXI century

Mikhail V. Shcherbakov<sup>1</sup>

<sup>1</sup> *National Research Tomsk State University, Tomsk, Russian Federation,  
tephritis@mail.ru*

**Summary.** Mikhail Dmitrievich Ruzsky was born on 19 (7) of April, 1864 in Osmino village of the Gdov Uezd, Petersburg Province of Russia. His father was collegiate councillor Dmitrii Dmitrievich Ruzsky, a civil servant of the independent principality department of Russian Empire, and his mother was Anastasiya Dmitrievna Ruzskaya. In 1884 he graduated from the classical gymnasium in Simbirsk with a silver medal award. In the senior class of the same gymnasium was Aleksandr Il'ich Ulyanov, the elder brother of Vladimir Lenin, who was a friend of Mikhail Dmitrievich, and they often spent time studying nature in the environs of Simbirsk. Ruzsky's family was on friendly terms with Ulyanov's family. Following the gymnasium, Mikhail Dmitrievich entered the Department of Natural Sciences of the Physical and Mathematical Faculty of Kazan University during which time he started doing research under the supervision of Prof. N.M. Melnikov and Prof. M.M. Usov. His first article was published in 1886, and 9 articles, 5 on entomology and 4 on ichthyology, were published prior to his graduation from the University. He was awarded a gold medal for the graduate work Pelagic Fauna of Kaban Lake, and a prize from the Kazan Naturalist Society after K.F. Kessler for his master's thesis Materials to Study Birds of Kazan Province. Mikhail Dmitrievich became a privat-docent at the Department of Zoology, Comparative Anatomy and Physiology at Kazan University in June 1898. In 1905 he published the first volume of his fundamental research Ants of Russia, the second volume appeared in 1907, and Ruzsky defended his Doctorate dissertation in Kharkov University in 1908. For his work devoted to the study of ants he was awarded a Gold Medal and a prize by Karl Baer of the Petersburg Academy of Sciences and a prize by A.P. Bogdanov of the Moscow Society of Natural Science, Anthropology and Ethnography. In 1912 he was elected Extraordinary Professor at the Imperial Tomsk University, where he headed the Department of

Zoology and Comparative Anatomy, and the Zoological Museum, which he held until his death.

M.D. Ruzsky published several articles in different aspects of zoology: entomology, ornithology, ichthyology, hydrobiology, herpetology, theriology, and parasitology. He was also a historian of science writing papers about contemporary and predecessor scientists and compiling essays regarding research in Siberia. About 160 articles belong to his pen, namely: 18 articles on faunistic research, zoological excursion reports incorporated into Zoodinamics of Barabinsk Steppe; 42 myrmecological papers including the two-volume work *Ants of Russia*; 22 publications on different terrestrial invertebrates; 14 articles on amphibians, reptiles, birds, and mammals; 48 papers devoted to the history and bibliography of zoology. He made numerous trips to Kazan, Nizhniy Novgorod, Simbirsk, Samara, Vyatka, Ufa, Saratov, Perm', Astrakhan', Orenburg, and Tobolsk Provinces, Central and South Urals, Akmolinsk Oblast, Kiegizskaya Steppe, the Caucasus and the Crimea during his time at Kazan University during 1888-1912, and to Tomsk Province and North Altai in 1914, to Enisei Province in 1915, to Irkutsk Province, Zabaikalsk and Amur Oblasts, Baikal lake, basin of the Selenga and the Amur rivers as far as the suburbs of Khabarovsk in 1916, to Barabinskaya steppe and Karachi Resort in 1923, and his last trip to Barabinskaya steppe in 1939 (celebrating his 75th jubilee). He lectured not only in Kazan (1898-1913) and Tomsk (1913-1948) Universities, but also in Kazan Veterinary Institution (1900-1913), Tomsk Pedagogical Institute (as Head of Department in 1936-1939). Living in Kazan, he taught in Kazan Zemskaya School for Teachers (women seminary) (1884-1913), and the private Six Classes Womens' professional school by L.P. Shumkova (1895-1907). During his time in Tomsk, he taught in the Medical Assistant Obstetrical School (later Medical College) (1914-1924), Pharmaceutical College (1918-1925) and Siberian Higher Womens' Courses (1913-1920) until they were united with the University.

The range of disciplines delivered by M. Ruzsky was very wide, from natural history to physics, physiography, systematics of vertebrate animals, zoology and comparative anatomy, human anatomy, biology and geography of animals, entomology, and other subjects including Latin. He paid special attention to museum development and took part in the work of several Zoological Museums. In Kazan he participated in development of Zoological Museum in Kazan University, and was co-founder, chairman of council, and director of the Natural-History Department of the Kazan City Museum, and he was awarded an "honorary official member" title for this work (1889-1902). When working in the Veterinary Institute he participated in the foundation of a third Zoological Museum in Kazan. He also headed the Zoological Museum of Tomsk University, and founded and led Natural History Museum in the Lake Karachi resort.

Mikhail Dmitrievich Ruzsky was conferred with several titles and awards during his long life. During the period of the Russian Empire, he was awarded orders of Saint Stanislav of the third (1901) and the second (1915) classes, that of Saint Anna of the third class (1908), and medals Silver on Alexander Ribbon in Memory of the Reign of Emperor Alexander III, and Light-Bronze in Memory of 300 years of Reign of the Romanovs Dynasty. According to the table of ranks as of 21 May, 1913 Mikhail Ruzsky became a collegiate councillor with precedence. In the Soviet Union, he was awarded with the order Working Red Banner to his 80th anniversary (1944), and the medal For Valorous Work During Great Patriotic War 1941-1945 after the end of the Second World War (1946). In 1934 he was awarded the honorary degree Honoured Science Worker of RSFSR. He passed away due to general sclerosis on 13 April, 1948 at the age of 83.

*The article contains 5 Figures, 20 References.*

**Keywords:** M.D. Ruzsky, Kazan, Tomsk, university, zoology, entomology, Western Siberia

**For citation:** Shcherbakov MV. Mikhail Dmitrievich Ruzsky - a view from the XXI century. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya = Tomsk State University Journal of Biology*. 2024;67:16-39. doi: 10.17223/19988591/67/3

## **Введение**

В 2024 г. исполняется 160 лет со дня рождения заслуженного деятеля науки РСФСР, профессора Михаила Дмитриевича Рузского (1864–1948). О его жизненном пути написано несколько работ как его современниками, так и исследователями его биографии, часто в публикациях (особенно современных) содержится много повторяющейся информации, касающейся биографических сведений и обзора научной деятельности. На сегодняшний день основными работами по описанию жизненного пути и научной деятельности М.Д. Рузского можно считать, конечно же, статьи современников – это прижизненные публикации Р.П. Бережкова, посвященные 50-летию научной деятельности М.Д. Рузского [1] и 80-летию со дня его рождения [2], также посвященная 80-летию юбилею работа Б.Г. Иоганзена [3]. Далее идут мемориальные и памятные статьи – Б.Г. Иоганзена [4–7] и Б.П. Токина [8]. Более поздние работы включают в себя анализ различных направлений исследований Михаила Дмитриевича и кафедры в целом – Г.П. Островерховой [9, 10]. Из современных работ прежде всего надо отметить статьи В.И. Гаранина [11] и статьи в справочных биографических изданиях [12, 13]. Сложно что-то добавить к уже изданным трудам, поэтому в настоящей статье будут приведены уже известные факты с добавлением сведений, основанных на архивных документах Музея истории ТГУ, кафедры зоологии беспозвоночных и кафедры ихтиологии и гидробиологии Биологического института ТГУ.

## **Жизнь и научная деятельность М.Д. Рузского в документах и воспоминаниях современников**

Михаил Дмитриевич Рузский родился 19 (7) сентября 1964 г. в с. Осьмино Гдовского уезда Петербургской губернии (современный Лужский район Ленинградской области) в семье чиновника департамента уделов коллежского асессора Дмитрия Дмитриевича Рузского и его жены Анастасии Дмитриевны. 8 сентября новорожденный был крещен в Георгиевской (Георгия Победоносца) церкви. Восприемниками при крещении были чиновник департамента уделов губернский секретарь Николай Иванович Халтурин и Мария Сергеевна Юкина, дочь титулярного советника Сергея Алексеевича Юкина.

По данным сайта «Российский родословный фонд» [14], дед Михаила Дмитриевича Дмитрий Алексеевич Рузский (около 1802–1834) был внебрачным сыном Алексея Михайловича Лермонтова (середина XVIII в.–1815), городничего г. Руза. От многолетней внебрачной связи с купеческой дочерью Маврой Козминичной Калашниковой у него было 9 детей, все они получили фамилию по месту рождения – Рузские, поэтому совершенно обоснованно включение М.Д. Рузского в справочник «Поляки в Томске

(XIX–XX вв.): биографии» только на основании окончания фамилии [15]. Таким образом, Михаил Дмитриевич находился в дальнем родстве с Михаилом Юрьевичем Лермонтовым, двоюродным братом Михаила Дмитриевича был генерал-адъютант Николай Владимирович Рузский (1854–1918) – участник русско-турецкой, русско-японской и Первой мировой войн, принимавший участие в отречении Николая II от престола. По происхождению Рузские, несомненно, относились к дворянам, но статус незаконнорожденных не позволял носить этот титул по рождению, приходилось добиваться его собственным трудом. В некоторых источниках указывается о происхождении М.Д. Рузского «из дворян», но сам Михаил Дмитриевич нигде в официальных документах этого не указывал, умалчивание дворянского происхождения в советское время понятно («сын служащего», «сын землемера», «разночинец»), но и в дореволюционных формулярных списках указывается – «сын чиновника».

Михаил Дмитриевич был вторым ребенком в семье, это была большая семья, старший брат Александр, младшие братья и сестры Сергей, Лидия, Антонина, Мария, Ольга, Николай, Владимир, Евгений. Отец, Дмитрий Дмитриевич (1830–1893), будучи чиновником департамента уделов (землемером), часто менял место жительства, и детство Михаил Дмитриевич провел на Украине в городе Богуславе, где, возможно, и зародилась его тяга к природе. В 70-е гг. семья обосновалась в Симбирске. Поначалу образованием Михаила Дмитриевича занималась мать – Анастасия Дмитриевна (в девичестве Федотова) (?–1879), позже он поступил в классическую гимназию г. Симбирска. Классом старше шел Александр Ильич Ульянов (несмотря на то, что был на полтора года младше), с которым Михаил Дмитриевич дружил и часто проводил время в окрестностях Симбирска, бродя с подаренным отцом ружьем по окрестным лесам или рыбака на р. Свияга. С собой они брали младшего брата Александра Ильича Володю, или как его тогда называли, Валю – будущего организатора пролетарской революции в Российской империи и создателя Советского государства Владимира Ильича Ленина. Семьи Ульяновых и Рузских были близко знакомы. В 1883 г. Александр Ильич с золотой медалью окончил гимназию и поступил на естественное отделение физико-математического факультета Санкт-Петербургского университета, помимо учебы занимался наукой и опубликовал статью «Об органах сегментарных и половых пресноводных *Annulata*». В то же время он увлекся революционной деятельностью и в результате неудавшегося покушения на Александра III был осужден и казнен в 21 год. Михаил Дмитриевич к тому времени уже учился в Казанском университете и состоял в дружеской переписке с Александром Ильичом, к тому же кроме дружбы их объединяли и научные интересы, после казни друга он был взят под полицейский надзор.

После окончания с серебряной медалью гимназии в 1884 г. Михаил Дмитриевич поступил в Казанский университет на естественное отделение физико-математического факультета. Сразу же, помимо учебы, начинается научная работа под руководством профессоров Н.М. Мельникова и

М.М. Усова, первая публикация выходит в 1886 г., всего к моменту окончания университета у молодого ученого уже 9 опубликованных работ (5 по энтомологии и 4 по ихтиологии). По окончании университета (рис. 1), получив звание действительного студента, почти сразу получает следующее звание и первую награду за научный труд. Вот что говорится в «Формулярном списке о службе»: «По представлению Физико-математическим факультетом 20 октября 1888 г. написанного г. Рузским сочинения на данную факультетом тему под заглавием: “Пелагическая фауна озера Кабана”, признанного факультетом заслуживающим высшей награды, Советом университета утвержден в степени кандидата естественных наук 29 октября 1888 г. и в торжественном собрании университета 5 ноября того же года награжден золотой медалью». К тому времени Михаил Дмитриевич уже работал лаборантом зоомузея – «предложением г. Попечителя Казанского Округа от 13 октября 1888 г. за № 5136, допущен к временному исправлению должности лаборанта при зоологическом кабинете Императорского Казанского университета с 1 сентября 1888 г. впредь до исходатайствования замещения должности лаборанта должностью хранителя кабинета, с предоставлением ему содержания из оклада 500 руб. – 1 сентября 1888». Через год, 31 декабря 1889 г., он становится уже хранителем Зоологического музея.



**Рис. 1.** М.Д. Рузский в год окончания Казанского университета (1888)

(фото из фондов МИ ТГУ)

[Fig. 1. M.D. Ruzsky in the year of graduation from Kazan University (1888)]

Далее в «Формулярном списке» идут записи этапов научного и педагогического пути – командировка на съезд русских естествоиспытателей и

врачей, получение званий согласно Табели о рангах, устройство преподавателем в Казанскую земскую школу для образования народных учительниц, командировка за границу с мая по октябрь 1895 г. (с выдачей пособия в 500 руб. из специальных средств университета). Сдает экзамен на степень магистра зоологии, сравнительной анатомии и физиологии, надо отметить, что в отличие от современных экзаменов этот экзамен длился почти год – с мая 1897 г. по январь 1898 г., в отведенный срок представлялась и сама магистерская диссертация, которая и была защищена. «На основании представленного и публично защищенного им сочинения под заглавием “Материалы к изучению птиц Казанской губернии” 26 апреля 1898 г. удостоен Физико-математическим факультетом Императорского Казанского университета степени магистра зоологии и утвержден в сей степени Советом университета». За эту же работу ранее (1894 г.) была получена премия Казанского общества естествоиспытателей им. К.Ф. Кесслера. Уже в июне 1898 г. Михаил Дмитриевич становится приват-доцентом Казанского университета по кафедре зоологии, сравнительной анатомии и физиологии.

В 1905 г. выходит первый том фундаментального труда «Муравьи России», в 1907 г. – второй, а в 1908 г. в Харьковском университете состоялась защита докторской диссертации на эту тему. Сохранился докторский диплом Михаила Дмитриевича за номером 3629. «Совет Императорского Харьковского университета сие свидетельствует, что магистр зоологии Михаил Дмитриевич Рузский, после публичного защищения написанной им диссертации под заглавием “Муравьи России” – представленной им в Императорский Харьковский университет для получения степени доктора зоологии, утвержден в означенной степени, определением университетского совета 27 Марта 1908 года в удостоверение сего дан ему, Рузскому, сей диплом, за надлежащею подписью и с приложением печати. Харьков. Сентябрь 27 дня 1908 года». Подписан диплом ректором Императорского Харьковского университета, действительным статским советником и кавалером Д.И. Багалеем.

За свою работу по изучению муравьев Михаил Дмитриевич получает очередные награды – золотую медаль и премию им. К. Бэра Петербургской академии наук и премию им. А.П. Богданова Московского общества любителей естествознания, антропологии и этнографии.

После защиты докторской диссертации для Михаила Дмитриевича не нашлось достойной должности ни в Казанском университете, ни в Казанском ветеринарном институте, в котором он работал по совместительству с 1901 г. Он подает документы на конкурсы по вакантным должностям профессора Саратовского (1910 г.) и Одесского (1911 г.) университетов, проходит их, но не утверждается Министерством народного просвещения ни в один из этих университетов. Еще одна попытка – подаются документы в Киевский и Томский университеты, проходит по конкурсу в оба университета, на этот раз Министерство более благосклонно. Михаил Дмитриевич выбирает Томский университет. «Я предпочел Томск и не каюсь в этом. Не потому, что Томск, как город, чем-нибудь лучше Киева. Вероятно, во многих отношениях мне жилось бы лучше в Киеве. Но меня тянули в Сибирь мои

научные интересы. Здесь было и остаётся больше неизведанного. Я полюбил Сибирь» [8]. Свои поездки в Сибирь и сотрудничество с Томским университетом он начал задолго до приезда в Томск: первая Сибирская экспедиция состоялась в 1896 г. (юг Тобольской губернии и Акмолинская область). Из Томска в Казань ему передавали для обработки материалы по муравьям, сам Михаил Дмитриевич передавал в университет материалы для зоологического музея. Так, в отчете о состоянии Императорского Томского университета за 1899 г. среди зоологических поступлений значится «коллекция спиртовых препаратов (56 номеров) различных животных, преимущественно из Европейской России, пожертвованной М.Д. Рузским, приват-доцентом Казанского университета», а в отчете Н.Ф. Кащенко о зоологической экспедиции на Алтай за 1900 г. говорится: «...из беспозвоночных были собираемы главным образом муравьи, которые отосланы для разработки М.Д. Рузскому» [16].

Как проходила процедура конкурса, можно судить по сохранившимся документам в музее истории ТГУ. В 1912 г. в Томском университете освободилось место заведующего кафедрой зоологии и сравнительной анатомии, Н.Ф. Кащенко, будучи к тому времени внештатным профессором, по состоянию здоровья оставил университет и Сибирь. Медицинский факультет Томского университета принял 31 августа постановление обратиться в университеты с просьбой оказать содействие в замещении этой должности. Всего на конкурс поступили документы из шести университетов: от доктора зоологии, приват-доцента Императорского Казанского университета Михаила Дмитриевича Рузского; от доктора зоологии, приват-доцента Императорского Казанского университета Ипполита Петровича Забусова; от доктора зоологии, преподавателя Московского городского университета им. А.Л. Шанявского Дмитрия Фёдоровича Синицына; от доктора зоологии, приват-доцент Императорского Московского университета Николая Васильевича Богоявленского; от магистра зоологии, приват-доцента университета Святого Владимира (Киев) Владимира Петровича Поспелова; от магистра зоологии, приват-доцента Императорского Санкт-Петербургского университета Дмитрия Дмитриевича Педашенко. «За сим были заслушаны заявления кандидатов, желающих занять кафедру, их жизнеописание, отзывы специалистов об ученых трудах конкурентов и сообщения деканов Физико-математических факультетов о рекомендованных ими кандидатах». При этом от Н.В. Богоявленского и Д.Д. Педашенко заявлений о желании занять кафедру не поступало. Два университета (Варшавский и Новороссийский (г. Одесса)) прислали сообщения в том, что у них полноправных кандидатов на кафедру зоологии не имеется. Таким образом, в конкурсе реально участвовало 4 человека. При проведении баллотировки получились следующие результаты: М.Д. Рузский – 22 избирательных и 2 неизбирательных голоса; В.П. Поспелов – 14 избирательных и 10 неизбирательных голосов; И.П. Забусов – 10 избирательных и 14 неизбирательных голосов; Д.Ф. Синицын – 10 избирательных и 14 неизбирательных голосов. По результатам выборов факультет рекомендовал Совету университета в качестве кандидата для за-

мещения вакантной кафедры зоологии и сравнительной анатомии в Императорском Томском университете приват-доцента Императорского Казанского университета, доктора зоологии Михаил Дмитриевича Рузского как получившего наибольшее число избирательных голосов. Заседание факультета прошло 7 декабря 1912 г., выписку из журнала заседаний № 14 подписали временно исполняющий обязанности декана медицинского факультета В.В. Сапожников, секретарь и члены факультета. 14 декабря 1912 г. рекомендация была подана в Совет Императорского Томского университета, а 22 декабря 1912 г. на имя ректора Казанского университета от ректора Томского университета было отправлено письмо с уведомлением об избрании М.Д. Рузского экстра-ординарным профессором Томского университета и просьбой: «...сообщая о сем, имею честь покорнейше просить Ваше Превосходительство уведомить меня, не встречается ли с Вашей стороны каких либо препятствий на назначение приват-доцента Рузского на указанную выше должность и в положительном случае уведомить меня о служебных и нравственных качествах Рузского с препровождением личных документов его». 14 февраля 1913 г. попечителю Западно-Сибирского учебного округа поступило письмо от ректора университета о том, что «при баллотировке в Совете в заседании от 15 декабря минувшего года, приват-доцент Рузский получил 13 избирательных и 5 неизбирательных шаров». Вместе с тем далее ректор сообщает: «Ввиду того, что в производстве выбора кандидата на замещение вакантной кафедры зоологии и сравнительной анатомии не соблюдена ст. 500, т. 11, ч. 1 Свода Законов, издания 1893 г., со своей стороны я не считаю приват-доцента Рузского правильно избранным кандидатом на замещение указанной выше вакантной кафедры». Тем не менее 1 июня 1913 г. в адрес ректора поступает ответ от попечителя Западно-Сибирского учебного округа Л. Лаврентьева: «Высочайшим приказом по гражданскому ведомству от 21 мая 1913 года, за № 29, приват-доцент Императорского Казанского университета, доктор зоологии, надворный советник Рузский назначен экстра-ординарным профессором Императорского Томского университета по кафедре зоологии со сравнительной анатомией». В конце августа 1913 г. Михаил Дмитриевич приезжает в Томск и вступает в должность заведующего кафедрой зоологии и сравнительной анатомии, кроме того, он становится заведующим Зоологическим музеем. 7 сентября в 11 часов в ауд. № 1 состоялась его открытая лекция по зоологии, на которой присутствовали проректор П.И. Тихов, декан М.Ф. Попов, профессора и приват-доценты университета.

С приездом в Томск (рис. 2) начался заключительный тридцатипятилетний этап в жизни и научной деятельности М.Д. Рузского, по приезде в Томск в сентябре 1913 г. ему исполнилось 49 лет, он был в расцвете творческих и жизненных сил и с энтузиазмом принял за работу на новом месте. Но прежде надо было решить бытовые вопросы, и Михаил Дмитриевич подает на имя ректора прошение о выдаче ему «прогонов на проезд от г. Казани до г. Томска и пособие на подъем и обзаведение», просьба удовлетворяется и выдаются «полуторные прогоны от г. Казани до г. Томска 518 р. 02 к. и на подъем и обзаведение 800 руб.». В музее истории ТГУ имеется подробный

расчет проезда с указанием верст (3 390), такса за версту и количество лошадей. М.Д. и Е.Н. Рузские поселяются в доме № 16 по улице Монастырской (современная Крылова). По приезде в Томск Михаил Дмитриевич также меняет паспортную книжку, поскольку раньше паспорта выдавались по месту службы, в архив сдается старый паспорт за № 37, выданный в Казанском университете 23 мая 1897 г., взамен 8 сентября 1913 г. выдается новая паспортная книжка за № 7080. В первое время жизни в Томске все шло, как и раньше: командировки с научной целью, новые должности, звания, пополняется формулярный список. Летом 1914 г. планируется вторая заграничная командировка и даже издается приказ и выдается подписанное ректором «командировочное удостоверение» – «командирован с ученой целью сроком с 25 мая по 25 августа сего 1914 года с сохранением содержания, в удостоверении чего и выдано ему, профессору Рузскому, настоящее свидетельство за надлежащими подписями с приложением казенной печати», но в связи с начавшейся Первой мировой войной заграничную командировку пришлось отменить, ограничившись поездками внутри страны.



**Рис. 2.** М.Д. Рузский по приезде в Томск (1914) (фото из фондов МИ ТГУ)  
[Fig. 2. M.D. Ruzsky on his arrival in Tomsk (1914)]

31 декабря 1914 г. общий стаж работы в системе образования составил 25 лет, встает вопрос об отставке и выводе за штат, в связи с этим ректор университета подает представление (№ 396 от 15 января 1915 г.) попечителю Западно-Сибирского учебного округа с просьбой «не отказать в ходатайстве перед г. Управляющим Министерством народного просвещения об

оставлении экстраординарного профессора, коллежского советника Рузского в занимаемой им должности на 5 лет с 31-го декабря 1914 года». В ответ приходит сообщение, что «предложением Г. Управляющего Министерством Народного Просвещения от 11 марта 1915 за № 981, экстраординарный профессор Императорского Томского университета, доктор зоологии, коллежский советник Рузский оставлен на службе сроком на три года, т.е. по 31-е декабря 1917 года».

В феврале 1917 г. происходит Февральская революция, из названия университета исчезает слово «Императорский», зато появляются новые факультеты (наряду с медицинским и юридическим), открываются еще два – историко-филологический и физико-математический, в составе последнего открылось естественнонаучное отделение, кафедры биологического профиля переходят под его крыло из медицинского факультета. Указом от 24 августа 1917 г. за № 8125 М.Д. Рузскому присваивается звание ординарного профессора, а в сентябре он «журнальным постановлением Физико-математического факультета Томского университета от 21 сентября 1917 г., № 4 избран секретарем этого факультета». Одно время Михаил Дмитриевич исполнял обязанности декана этого факультета (1917–1918 гг.), но в формулярном списке отметки об этом нет.

Последняя запись в формулярном списке от 28 мая 1919 г.: «Постановлением Совета Томского университета от 28 мая 1919 года за № 9 поручено преподавание в 1919–1920 учебном году по вакантной кафедре зоологии с вознаграждением по 1800 руб. в год из остатков от содержания личного состава Университета». Далее в документах имеется существенный пробел, и только с 1923 г. появляются анкеты, трудовой список, автобиографии, учетная карточка научных работников, листки по учету кадров, трудовая книжка (с перечислением всех приказов), отдельные выписки из приказов.

Административная работа не удовлетворяет Михаила Дмитриевича, и он подает заявление об уходе с поста секретаря факультета, к тому времени он уже не исполнял обязанности декана. «Будучи обременен своими научными занятиями прошу Вас, г-н Ректор, довести до сведения Физико-математического факультета, что я отказываюсь от должности секретаря названного факультета. 18 ноября 1919 г.».

В начале тридцатых годов при реорганизации факультетской системы в университете из физико-математического факультета выделяется биологический факультет, Михаил Дмитриевич возглавляет кафедру зоологии беспозвоночных и до конца жизни заведует ею.

Не будем специально перечислять научные заслуги Михаила Дмитриевича, об этом уже много написано, остановимся только на некоторых моментах. Михаил Дмитриевич был разносторонним ученым, не случайно его называли одним из последних ученых-энциклопедистов. Стоит еще раз отметить, что его кандидатская (по сути дела выпускная) работа была по ихтиологии и гидробиологии, магистерская (кандидатская, в современном понимании) – по орнитологии, а докторская – по энтомологии. «Он был подлинным натуралистом, не считал зазорным “залезать” в чужие области зна-

ния, глубоко и разносторонне исследовал природу. Некоторые “экспериментальные зоологи” знают лишь два-три “объекта”. Иногда это приводит не к углублению проблемы, а к незнанию природы» [8]. Знание нескольких языков позволило знакомиться с современной литературой, общаться с зарубежными коллегами. Хотя сам Михаил Дмитриевич отмечал (личный листок по учету кадров за 1938 г.), что свободно не владеет ни одним иностранным языком, но и перечень их весьма впечатляет – итальянский и английский – слабо; латинский, греческий, немецкий, французский – хорошо (личный листок по учету кадров за 1944 г.).

Его перу принадлежат работы по разным аспектам зоологии – энтомологии, орнитологии, ихтиологии и гидробиологии, герпетологии, териологии, паразитологии. Хорошее знание разных объектов и разностороннее их изучение позволили делать Михаилу Дмитриевичу зоогеографические обобщения и предположения. Кроме того, он был и историком науки, писал как о современниках, так и о предшественниках, составлял исторические очерки об изучении Сибири. Количество работ Михаила Дмитриевича превышает 100, более точную цифру дает Б.Г. Иоганзен [7], подробно изучивший этот вопрос. По его данным, М.Д. Рузский опубликовал более 160 работ: общефаунистические исследования, отчеты о зоологических экскурсиях – всего 18 статей, которые завершаются сводной работой «Зоодинамика Барабинской степи»; мирмекологические работы – всего 42, в том числе двухтомный труд «Муравьи России»; разные работы по наземным беспозвоночным – 22 статьи; исследования в области лимнологии, гидробиологии и ихтиологии – всего 16 работ; работы по наземным позвоночным – земноводным, пресмыкающимся, птицам и млекопитающим – всего 14 статей; работы по истории зоологии и зоологической библиографии – 48 статей. В то же время еще Б.П. Токин [8] сетовал на то, что многие работы опубликованы в малодоступных (местных, эпизодических) изданиях и недоступны широкому кругу исследователей, более того «очень многие работы Рузского практически “затерялись” для науки». Часть публикаций представляют собой рефераты (не больше абзаца) его выступлений на заседаниях зоологической секции Томского общества испытателей природы, тогда как полные версии так, к сожалению, и не были опубликованы.

Михаил Дмитриевич не был «кабинетным ученым», большую часть материалов для написания статей и диссертации он собрал лично, конечно, как это водится среди ученых-полевиков, ему присылали для обработки свои сборы коллеги из разных уголков страны и сам он охотно делился с ними собственными сборами. Вот перечень экспедиций, и мест, где он побывал, составленный им самим: «от Казанского университета с 1888 по 1912 год – губернии Казанская, Нижегородская, Симбирская, Самарская, Вятская, Уфимская, Саратовская, Пермская, Астраханская, Оренбургская, Тобольская, средний и южный Урал, Акмолинская область, Киргизская степь, Кавказ, Крым; от Томского университета – Томская губерния и на северный Алтай (1914 г.), Енисейская губерния (1915 г.), Иркутская губерния, Забайкальская и Амурская области, оз. Байкал, бассейн рек Селенги и Амура до г. Хабаровска (1916 г.), в Барабинскую степь на курорт оз. Карачи (в 1923 г.)».

Видно, что в основном Михаил Дмитриевич экскурсировал в дореволюционное время, понятно, что в бурное революционное время и период Гражданской войны по экспедициям особенно не поездишь, а там и возраст уже не подходящий для путешествий. Может, поэтому последние свои поездки Михаил Дмитриевич осуществлял на курорт «Озеро Карачи», где и отдыхал, и занимался исследованиями. Последняя его поездка в Барабинские степи осуществлена в год его 75-летия (1939).

Б.Г. Иоганзен в своей рукописи одного из докладов, посвященных своему учителю, так описывал путешествия Михаила Дмитриевича: «В научной жизни Михаила Дмитриевича зоологические экскурсии играли исключительно важное значение. О проведенных им экскурсиях можно судить по опубликованным статьям и кратким автобиографическим данным, которые часто противоречивы. Следует сказать, что Р. избегал многолюдных и сложно организуемых экспедиций, предпочитая в одиночку или с помощником совершать поездки, которые он сам всегда называл экскурсиями... В своих научных экскурсиях Михаил Дмитриевич выступал как разносторонний естествоиспытатель. Он хорошо знал геологию и физическую географию, почвы и растительность, что позволяло ему давать описание животного мира на фоне всего ландшафта в целом. Характеризуя фауну той или иной местности, а также отдельные станции, Михаил Дмитриевич умел всегда выделить характерные виды животных, к каким бы они группам не принадлежали».

Отдавая должное Н.Ф. Кащенко, являющемуся первым профессором-зоологом в Томском университете и заложившему основы зоологических исследований в Томске и Сибири, в то же время современники и многочисленные последователи считали именно М.Д. Рузского истинным создателем Сибирской зоологической научной школы, сформировавшим ее основное направление – эколого-фаунистическое. Вот как об этом писал Б.П. Токин: «Он пользовался уважением и любовью всей научной интеллигенции Сибири. Кафедра Рузского в течение десятков лет была неофициальной “Сибирской Академией” в области зоологии, центром подготовки биологических кадров в Сибири и консультативным центром зоологических исследований многих сибиряков и уральцев. Имя Рузского привлекало молодёжь со всей Сибири и Урала на биологический факультет университета» [8].

Михаил Дмитриевич имел большой опыт преподавания не только в Казанском (1898–1913) и Томском (1913–1948) университетах. Он преподавал и в Казанском ветеринарном институте (1900–1913), Томском педагогическом институте (с заведованием кафедры) (1936–1939). В Казанский период жизни преподавал в Казанской земской школе для образования народных учительниц (женская семинария) (1884–1913), частном шестиклассном женском профессиональном училище Л.П. Шумковой (1895–1907); в Томский – Акушерско-фельдшерской школе (позже медтехникум) (1914–1924), фармацевтическом техникуме (1918–1925), Сибирских высших женских курсах (1913–1920) до их слияния с университетом. Широкий спектр преподаваемых дисциплин – естественная история, физика и физическая география, си-

стематика позвоночных животных, зоология и сравнительная анатомия, анатомия человека, биология и география животных, общий курс зоологии, энтомология и целый ряд других, включая латинский язык.

Лекции Михаила Дмитриевича отличались краткостью и точностью, к студентам был строг, но справедлив. Особенно строго относился к соискателям ученых степеней. Входил в комиссии по принятию кандидатских экзаменов, неоднократно выступал оппонентом при защите диссертаций. Кроме преподавательской деятельности читал публичные лекции и заслужил признание как блестящий оратор. Число студентов, прошедших через его занятия, исчисляются тысячами. В списке учеников (среди преподавательского состава) по Томскому университету, составленном Б.Г. Иоганzenом, в 1945 г. числятся Б.Г. Иоганзен (профессор, доктор биологических наук), Е.Ф. Киселева (доцент, кандидат биологических наук), С.Д. Титова (доцент, кандидат биологических наук), В.М. Поспелова (ассистент), В.М. Круглова (ассистент), А.Ф. Вашкевич (профессор Каунасского университета), И.П. Лаптев (доцент, кандидат биологических наук), Н.С. Тяпкин (ассистент), А.В. Коваленок (доцент, кандидат биологических наук), К.Н. Ратанов (доцент, кандидат биологических наук), В.В. Внуковский (профессор), С.Д. Лавров (профессор Саратовского с.х. института), А.И. Янушевич (доцент, кандидат биологических наук), И.И. Колюшев (доцент, кандидат биологических наук) (рис. 3).



**Рис. 3.** М.Д. Рузский читает лекцию по зоологии студентам-биологам III курса (1929)  
(фото из фондов МИ ТГУ)

[Fig. 3. M.D. Ruzsky gives a lecture on zoology to biology students of the III course (1929)]

Михаил Дмитриевич много времени уделял музейной работе, он непосредственно принимал участие в работе, а в некоторых случаях создании с нуля нескольких зоологических музеев. В Казани он принимал участие в работе трех музеев – зоологического в Казанском университете (1889–1902), был в числе организаторов Казанского городского музея (Национальный музей Республики Татарстан), председателем его Совета (избран 26.11.1911) и директором его естественно-исторического отдела, получив звание почетного члена-сотрудника музея. В период работы в Ветеринарном институте (Казанская государственная академия ветеринарной медицины) имел прямое отношение к формированию третьего зоологического музея в Казани.

В Томске, имея к тому времени богатый опыт музейной работы, он продолжил работу Н.Ф. Кашенко по развитию зоологического музея. Приехав в Томск, Михаил Дмитриевич, по его словам, застал музей и зоологический кабинет в неудовлетворительном состоянии и приложил немало усилий по выбиванию средств для пополнения коллекций музея. Сохранилось рукописное воспоминание о тех временах: «Зоологический музей и кабинет я застал в мало удовлетворительном состоянии, чего никак не ожидал. В музее недоставало очень многих предметов (чучел, спиртовых препаратов и других необходимых для преподавания зоологии и сравнительной анатомии). В кабинете научная библиотека была очень скудна. Отсутствовали самые необходимые определители и руководства, в особенности по беспозвоночным. Сравнительно-анатомических препаратов совсем не было. Объяснялось это тем, что первый профессор зоологии в университете Н.Ф. Кашенко был не зоолог, а медик по образованию, который, приехав в Томск в 1888 г., сам начал учиться зоологии, а о фауне Сибири не имел никакого понятия. ...Мне пришлось, испросив не без борьбы у Совета университета 2 000 руб., выписывать из Москвы и из заграницы чучела и препараты разных животных, которые значительно дополнили коллекции музея. Удалось выписать и многие необходимые научные сочинения, но начавшаяся в 1914 г мировая война не дала мне завершить это дело». В официальных документах нет сведений о точном временном отрезке, когда Михаил Дмитриевич возглавлял зоологический музей. Известно, что с приездом в Томск он возглавил кроме кафедры и музей, в мае 1927 г. он, будучи заведующим музеем, подал докладную записку о состоянии зоологического музея в президиум физико-математического факультета [16], хотя есть сведения, что с 1924 г. музеем заведовал Г.Э. Иогансен. В трудовой книжке имеется запись от 21 марта 1941 г.: «Введен в состав совета зоомузея». Более никаких официальных записей о работе в музее не обнаружено.

Оценивая большой вклад Михаила Дмитриевича в развитие Зоологического музея, биологи университета выходили с предложением присвоить зоологическому музею ТГУ его имя. Первый раз подобное предложение было еще при жизни Михаила Дмитриевича и приурочено к его 80-летнему юбилею, причем приказом по университету № 125/С от 15 сентября 1944 г. имя было присвоено (приказ подписан ректором Я.Д. Горлачевым). Поскольку в

те времена даже такие простые решения требовали согласования в вышестоящих инстанциях, в приказе содержалась просьба об утверждении этого решения у Народного комиссариата просвещения РСФСР. Возможно, что в Комиссариате не поддержали этого решения. Еще дважды биологи ТГУ обращались с просьбой присвоить имя М.Д. Рузского зоомузею ТГУ – в год смерти и в первую годовщину смерти. В первом случае было составлено письмо на имя министра высшего образования СССР С.В. Кафтanova, подписанное исполняющим обязанности ректора В.А. Пегелем, во втором – практически идентичное письмо составлено на имя ректора В.Т. Макарова о возбуждении перед Министерством высшего образования СССР ходатайства об увековечении памяти М.Д. Рузского, но и эти обращения остались без удовлетворения.

Еще один музей в сибирский период жизни Михаила Дмитриевича связан с его именем. В 1923 г. по предложению директора Шестирикова и главврача профессора И.А. Валединского Михаил Дмитриевич был приглашен в качестве биолога-консультанта на курорт «Озеро Карачи», где занялся изучением фауны Барабинской степи и созданием естественно-исторического музея (рис. 4). В общей сложности на курорте М.Д. Рузский проработал с 1923 по 1939 г., проводя там каждое лето (от трех до пяти месяцев). Первые годы становления музея проходили трудно, коллекции, не имея специального места хранения, за зимнее время приходили в негодность. В 1926 г. при новом директоре Г.М. Шергове музею выделили отдельное помещение, были заказаны шкафы для хранения коллекций, появился опытный препаратор. На 1929 г. собрание музея включало 4 857 экземпляров животных, большую часть из которых составляли насекомые и пауки [17]. К 1932 г. чучел и банок с коллекциями было уже 900 и 63 ящика насекомых и пауков в количестве 5 250 экземпляров, в 1937 г. коллекция имела 673 единицы хранения (из них 66 ящиков с коллекциями насекомых и пауков), но гербарий был уже почти уничтожен [18]. Постановлением Наркомздрава РСФСР (в деле Михаила Дмитриевича имеется только ссылка на приказ директора курорта Г.Д. Шергова за № 153 по управлению курорта Карачи от 26.VIII.1928 г.) музею было присвоено имя М.Д. Рузского, это единственный музей, который носил его имя. Почему носил? Музей постигла судьба многих провинциальных музеев, держащихся на энтузиазме отдельных людей, в 90-е гг. прошлого века музей ликвидировали, в университет были переданы немногие сохранившиеся экспонаты (документы Михаила Дмитриевича). Слова, сказанные им о музее Ф.В. Геблера в Барнауле, оказались пророческими и для музея самого М.Д. Рузского: «...он имел чрезвычайно жалкий, удручающий вид: чучела зверей и птиц, поеденные молью, были без шерсти и перьев, насекомые в поломанных ящиках с разбитыми стеклами покрылись плесенью, булавки позеленели, растения в гербарии совершенно истлели, превратившись в труху» [19].

М.Д. Рузский состоял в нескольких научных обществах – Казанском обществе естествоиспытателей, Московском обществе любителей естествознания, антропологии и этнографии, Русском энтомологическом обществе в Петрограде, Русском географическом обществе в Петрограде, Обществе

естествоиспытателей и врачей при Томском университете, Томском обществе испытателей природы. Но только об одном из них имеется официальная запись в формулярном списке: «С-Петербургским Русским Энтомологическим Обществом в заседании 3 февраля 1897 г. избран в действительные члены сего Общества, в чем и выдан ему диплом за № 509». Что касается Томского общества испытателей природы, то изначально Михаил Дмитриевич организовал Советское Сибирское зоологическое общество, но в 1933 г. оно на правах зоологической секции (под его же председательством) вошло в состав Томского общества испытателей природы. Кроме научных обществ, в анкете за 1923 г. указывается, что Михаил Дмитриевич был членом Сибирского общества друзей Красного воздушного флота, добровольно ли он вступил в это общество или нет, мы уже не узнаем.



**Рис. 4.** М.Д. Рuzский среди врачей курорта «Карачи» (27.06.1927)

(фото из фондов МИ ТГУ): верхний ряд слева направо – доктор М.К. Бутовский, М.Д. Рuzский, директор курорта Г.М. Шергов

[Fig. 4. M.D. Ruzsky among doctors of "Karachi" resort (27.06.1927),

top row from left to right – doctor M.K. Butovsky, M.D. Ruzsky, director of the resort G.M. Shergov]

За свою долгую жизнь М.Д. Рuzский был удостоен различных званий и наград, в дореволюционный период награжден орденами Святого Станислава 2-й (1915) и 3-й (1901) степеней, Святой Анны 3-й степени (1908), медалями Серебряной на Александровской ленте в память царствования Императора Александра III, Светло-бронзовой в память 300-летия царствования династии Романовых. В Советский период к 80-летию юбилею награжден орденом Трудового Красного Знамени (1944), а по окончании войны – медалью За доблестный труд в Великой Отечественной войне 1941–1945 гг. (1946).

В дореволюционный период М.Д. Рузский, согласно Табели о рангах, достиг чина коллежского советника со старшинством с 21 мая 1913 г. (высочайший приказ по гражданскому ведомству 30 апреля 1914 г. за № 25). В 1934 г. ему присвоено почетное звание «Заслуженный деятель науки РСФСР» (протокол № 116 заседания от 25 мая 1934 г. Президиума Всероссийского Центрального Исполнительного Комитета Советов).

При переходе Советского государства на собственную систему научных степеней Михаил Дмитриевич переутвержден в ученой степени доктора биологических наук без защиты диссертации (решение Высшей аттестационной комиссии Всесоюзного комитета по делам высшей школы при СНК СССР, протокол № 11/62 от 11 марта 1938 г. § 52).

В деле, хранящемся в Музее истории ТГУ, есть свидетельства и о других наградах (полученных или отклоненных), не столь значительных, но интересных в плане понимания исторического момента, в котором находился Михаил Дмитриевич. Так, в 1928 г. М.Д. Рузский вместе с другими учеными (Г.Э. Иоганзен, П.Н. Крылов и др.) выдвигался на звание Героя труда – это звание предшествовало званию Героя Социалистического Труда, введенному в 1938 г., но пленум Томского окружного бюро профессиональных союзов отклонил предложение, обосновав свое решение недостаточностью данных об общественной работе кандидатов.

Еще один приказ – «Приказ № 80 по Томскому государственному университету им. В.В. Куйбышева от 25.05.34 года. В день пятидесятилетия Томского государственного университета, в соответствии с распоряжением Наркома Просвещения тов. Бубнова А.С. и решениями общественных организаций, Приказываю: 1. Выдающимся деятелям университета профессорам Рузскому, Молину, Кузнецову, В.Л. Вершинину, Мыш и Боголепову – преподнести от имени профессоров, студентов, рабочих и сотрудников университета юбилейный университетский альбом. Наградить Рузского, Молина, Кузнецова премией в 1500 руб. каждого. П.п. директор ТГУ – Щепотьев».

Выписка из приказа № 160 по Томскому государственному университету им. В.В. Куйбышева от 22.10.1934 г.: «согласно постановления Президиума Зап. Сиб Краевого Исполнительного Комитета от 20 мая сего года за № 8204 – распределить полученные юбилейные премии Крайисполкома следующим образом: 1. Заслуженному деятелю науки доктору зоологии Рузскому – настольные часы».

Интересно письмо тогдашнего директора ТГУ Б.П. Токина народному комиссару просвещения РСФСР А.С. Бубнову (4.12.1934) о праздновании 50-летия научной деятельности заслуженного деятеля, профессора Рузского и 25-летия научной деятельности заслуженного деятеля наук, профессора В.Д. Кузнецова, в котором, в частности, говорится: «Помимо этого, было бы крайне желательно (и это имело бы большое воспитательное политическое значение) премирование обоих юбиляров персональными машинами от имени Наркомпроса РСФСР». Но, конечно, машины им никто не выделил. В своей записке от 14 февраля 1941 г. Михаил Дмитриевич просит Р.П. Бережкова прислать за ним лошадь для поездки в университет, так как «ходить пешком я не могу».

В день 75-летия (сентябрь 1939 г.), отмечая большую педагогическую деятельность, Михаилу Дмитриевичу объявляется не только благодарность, также он премируется путевкой в Институт физических методов лечения.

С 1 февраля 1941 г. решением народного комиссариата просвещения РСФСР М.Д. Рузскому назначается персональная пенсия республиканского значения в размере 300 руб. в месяц.

22 июня 1941 г. начинается Великая Отечественная война, а в начале ноября умирает супруга Михаила Дмитриевича Евдокия Николаевна, живший с ними воспитанник Н.С. Тяпкин призывается на фронт. Наступают тяжелые времена и для страны, и для ее граждан независимо от званий и заслуг. В 1944 г. Михаил Дмитриевич отмечает 80-летний юбилей (рис. 5), торжество планируется провести, насколько это возможно, в масштабах города. Из пунктов плана по проведению юбилея выделяется один – «просить ректорат университета своевременно обеспечить квартиру М.Д. Рузского на всю зиму топливом и необходимым ремонтом». Как много за этими словами скрыто.



**Рис. 5.** М.Д. Рузский в последние годы жизни (фото из фондов МИ ТГУ)  
[Fig. 5. M.D. Ruzsky in the last years of his life]

О семье Михаила Дмитриевича известно немного. Брат его Сергей (1865–1892) был филологом, сестра Мария (1867–?) жила позднее в Казани и в 1912–1913 гг. работала надзирательницей (смотрительницей) Казанского городского музея; известно, что она, в частности, привела в порядок коллекцию минералов. О двух младших братьях – Владимире и Николае – данных нет, а самый младший брат Евгений (1877–1936) был известным в Казани акушером-гинекологом и был женат на Марии Николаевне Мельни-

ковой, дочери профессора Казанского университета Н.М. Мельникова, учителя М.Д. Рузского. Сын Е.Д. и М.Н. Рузских Юрий участвовал позднее в деятельности студенческого научного кружка «Любители природы» при КГУ [11]. Сестра Ольга вышла замуж за Георгия Николаевича Мосолова, их сын Валентин одно время проживал в Томске (1928–1929), затем переехал в Карачи (1929–1934), а в 1935 г. переехал в Гурзуф, где работал в пионерском лагере «Артек». В период жизни в Томске и Карачах он общался с Михаилом Дмитриевичем, но по отъезде в Крым связь нарушилась, попытка ее восстановить под конец жизни Михаила Дмитриевича по непонятным причинам не увенчалась успехом.

Михаил Дмитриевич женился поздно, буквально перед отъездом в Томск, в Формулярном списке имеется запись: «...повенчан 18 мая 1912 г. первым браком с девицей Евдокией Николаевной Сальниковой, родившейся 11 марта (28 февраля) 1874 г. Жена вероисповедания православного и находится при нем». Жена, насколько можно судить по отрывочным сведениям, была его помощником и соратником. Ее имя упоминается в Бюллетене зоосекции Томского общества испытателей природы среди других учредителей этой секции. Сам Михаил Дмитриевич кратко так отзывался о своей жене после ее кончины: «Считаю обязанным по долгу признательности и памяти добавить, что в моей научной работе на курорте за все время пребывания там постоянно весьма деятельное участие принимала моя покойная жена, Евдокия Николаевна Рузская, как в отношении устройства музея, так в особенности по собиранию коллекций различных животных (главным образом, насекомых) и растений» [20]. Поскольку своих детей у них не было, они взяли на воспитание Сергея Николаевича Тяпкина (1912 г.р.), не совсем понятен его статус, так как, по одним сведениям это воспитанник, по другим – племянник. Так, первые сведения о нем имеются в личном листке по учету кадров за 1928 г. и там указывается, что на иждивении у Михаила Дмитриевича находятся жена Евдокия Николаевна и племянник Николай, ученик 5-й школы 2 ступени. Его имя перечислено среди учеников Михаила Дмитриевича и приводится в списке ушедших на фронт сотрудников ТГУ, но не от биологического, а от геолого-географического факультета. Других сведений найти не удалось.

М.Д. Рузский, пережив войну, умер от общего склероза 13 апреля 1948 г. на восемьдесят четвертом году жизни. В некоторых источниках указана неточная дата – 16 апреля, но в этот день были прощание и похороны. Был разработан подробный план прощания, все расходы по прощанию и погребению отнесены на счет университета. Прощание проходило в зоологическом музее, в месте, которому так много было отдано сил при жизни. Если учесть, что в 1925 г. музей переехал в помещение бывшей домово́й церкви университета, то можно сказать, что прощание проходило, хоть и в малой степени, по православным канонам. В почетном карауле стояли представители ректората, факультета, студенты. От университета траурная процессия двинулась к Южному кладбищу пешком, где состоялись погребение и траурный митинг.

На момент смерти Михаил Дмитриевич был старейшим ученым не только ТГУ, но и страны, заставшим и лично знавшим многих известных

ученых конца XIX – начала XX в.; из широко известных фамилий можно упомянуть И.И. Мечникова и Н.М. Пржевальского. На долю Михаила Дмитриевича выпало жить в непростое время первой половины XX в. – две мировые войны, революция, Гражданская война, репрессии. Напиши он книгу воспоминаний – это было бы поистине эпохальное произведение. Б.П. Токин [8] хотел видеть «большую научную биографию М.Д., книгу воспоминаний о нем – о простом, хорошем, большом человеке, об ученом, о педагоге, о патриоте нашей Родины. Такие книги нужны всем, в особенности нашей смелой, дерзновенной молодёжи, вбирающей в себя всё лучшее, что создано предшественниками – тружениками науки». Но, увы, книги так и нет, ближе всех в этом направлении продвинулись в Казанском университете, издав брошюру о нем в серии «Выдающиеся ученые Казанского университета» [11].

В настоящее время зоологи Томского государственного университета по крупницам собирают осколки прошлого. Многого утеряно, что-то удастся восстановить. Не осталось живых свидетелей деятельности Михаила Дмитриевича, ученики его учеников уже в преклонном возрасте и на вопросы о Михаиле Дмитриевиче, как правило, ничего сказать не могут, кроме известных фактов, описанных в статьях. О том, каким был Михаил Дмитриевич человеком, о его личных качествах тоже ничего не известно. Научное наследие и память о Михаиле Дмитриевиче сохраняются, хотя, может не так активно, как в первые годы после его смерти, когда были живы его ученики. К столетию со дня рождения М.Д. Рузского бывший Колпашевский переулок получил его имя, иногда появляются высказывания, что Михаил Дмитриевич там жил, но это неверно, жил он все время по одному адресу – на ул. Крылова.

В Томском университете были организованы чтения памяти М.Д. Рузского, часть из них проведены без печати трудов, часть – с изданием сборников. Первые прошли в год 25-летия смерти (1973), но в 1990-е гг. традиция, к сожалению, прервалась. Зоологи добивались также разрешения учредить ежегодную премию имени М.Д. Рузского за лучшее зоологическое исследование, посвященное Сибири, но сведений о награжденных нет.

После капитального ремонта университета кафедру зоологии беспозвоночных «не пустили» на свои исторические площади на третьем этаже, которые она занимала со дня открытия университета в составе зоологического кабинета, предложив взамен аудитории на первом и в цокольном этажах. Учебная аудитория, где проводятся практические занятия, читаются спецкурсы, хранятся препараты, коллекции, получила имя Михаила Дмитриевича. Поначалу это была только табличка на дверях аудитории, размещенная там решением тогдашней заведующей кафедрой Г.П. Островерховой. В настоящее время в университете проводится большая работа по сохранению и актуализации музейного собрания, и имя М.Д. Рузского в 2021 г. официально присвоено аудитории, более того, сама аудитория получила статус мемориального кабинета М.Д. Рузского и вошла в музейный комплекс ТГУ (приказ № 679/ОД от 19.07.2021). В отличие от других музеев, кабинет не изъят из аудиторного фонда, в нем читаются лекции и проводятся практи-

ческие занятия со студентами, и в этом заключается его уникальность. К сожалению, сразу же закралась ошибка, иногда информация подается так, как будто сохранился именно исторический кабинет М.Д. Рузского, но надо повториться, что первоначально зоологический кабинет, где работал Михаил Дмитриевич находился совсем в другом месте. В настоящее время идет описание исторических экспонатов кафедры и кабинета, куда относятся препараты, коллекции (в том числе и Михаила Дмитриевича), книги, оттиски, фотоматериалы и картины. Что касается последнего, то на кафедре имеются два живописных портрета Михаила Дмитриевича, один сделан по фотографии и, скорее всего, размещался в профессорской портретной галерее до капитального ремонта ТГУ. Портрет выполнен в Томском отделении художественного фонда СССР художником Константином Григорьевичем Залозным, что примечательно, дата на портрете стоит 13 апреля 1973 г. (25-летие смерти). Второй портрет прижизненный, написанный в 1927 г. томским художником Вильгельмом Ивановичем Лукиным. Интересно, что В.И. Лукин больше известен как автор пейзажей и натюрмортов и портрет М.Д. Рузского – это редкий пример портрета в творчестве художника. Портрет подарен в 1968 г. Ниной Ивановной Карелиной, в настоящее время не известна история дарения, имела ли отношение даритель к М.Д. Рузскому или автору портрета и каким образом портрет оказался у нее. В современной профессорской галерее ТГУ находится новый портрет, выполненный по фотографии 1914 г.

В дарственной надписи к оттиску статьи о М.Д. Рузском Борис Петрович Токин написал: «Неверно, что потомки должны интересоваться лишь готовыми результатами творчества ученых. Ученых мы должны оценивать и по их законченным работам, и по их замыслам, неосуществленным научным мечтам, по методам работы, по всем человеческим качествам». Хочется верить, что этой публикацией хоть в малой степени удалось этого достичь.

### **Заключение**

Сотрудники трех зоологических кафедр ТГУ продолжают дело М.Д. Рузского по изучению фауны Сибири. Появились новые направления в исследованиях, сохраняются традиционные. Ведется большая работа в зоомузее по учету, реставрации и оцифровке коллекций. Предстоит большая работа по поиску и оцифровке всех (включая те самые потери) публикаций Михаила Дмитриевича с обеспечением открытого доступа для всех желающих. Часть этой работы уже проведена в Казанском университете – в открытом доступе находятся тома Трудов общества естествоиспытателей при Императорском Казанском университете. На сайте Научной библиотеки Томского университета размещены тома Известий Императорского Томского университета и другие издания, в которых можно найти работы Михаила Дмитриевича.

Каждый день, из года в год, в мемориальный кабинет М.Д. Рузского идут студенты, открывающие для себя мир зоологии, уходят одни, приходят другие. Звучат, поначалу робкие, голоса докладчиков о своих первых научных

результатах, открытиях. Ведутся научные дискуссии сотрудников. Проводятся экскурсии для студентов и школьников. И все это под пристальным взглядом Михаила Дмитриевича, смотрящего с портрета на своих потомков, продолжателей его идей. И значит, имя Михаила Дмитриевича Рузского не потускнеет, не покроется пылью, не уйдет в небытие.

#### Список источников

1. Бережков Р.П. Научная деятельность профессора М.Д. Рузского // Труды Биологического института Томского государственного университета. 1936. Т. 4. С. 1–6.
2. Бережков Р.П. Научная и педагогическая деятельность профессора М.Д. Рузского // Труды Томского государственного университета им. В.В. Куйбышева. Серия биологическая. 1946. Т. 97. С. 1–16.
3. Иоганзен Б.Г. 80-летие профессора М.Д. Рузского // Природа. 1945. № 4. С. 93–96.
4. Иоганзен Б.Г. Михаил Дмитриевич Рузский (1864–1948): Некролог // Ученые записки ТГУ. 1948. № 10. С. 3–10.
5. Иоганзен Б.Г. К столетию со дня рождения М.Д. Рузского // Доклады зоологического совещания, посвященного 100-летию со дня рождения Михаила Дмитриевича Рузского. Томск, 1964. С. 5–7.
6. Иоганзен Б.Г., Коваленок А.В. Профессор зоологии Михаил Дмитриевич Рузский. К 100-летию со дня рождения // Ученые записки Томского ордена Трудового Красного Знамени государственного университета им. В.В. Куйбышева. Биология и почвоведение. 1967. Вып. 53. С. 281–283.
7. Иоганзен Б.Г. М.Д. Рузский и его вклад в зоологию // Эколого-фаунистические исследования Сибири : сборник статей. Томск, 1981. С. 5–11.
8. Токин Б.П. Памяти Михаила Дмитриевича Рузского (1864–1948) // Природа. 1949. № 6. С. 86–90.
9. Островерхова Г.П. Вклад зоологов Томского университета в изучение биоразнообразия беспозвоночных животных // Вестник ТГУ. Приложение № 5: Биолого-почвенный факультет: прошлое, настоящее и будущее : материалы научной конференции посвященной 125-летию основания Томского государственного университета и 70-летию биолого-почвенного факультета (г. Томск, 23–24 апреля 2003 г.). 2003. С. 35–44.
10. Островерхова Г.П. Из истории научных исследований и образования в области зоологии беспозвоночных в Томском университете // Вестник ТГУ. Приложение № 11: Концептуальные и практические аспекты научных исследований и образования в области зоологии беспозвоночных : материалы I Всероссийской школы-семинара с международным участием (г. Томск, 20–22 октября 2004 г.). 2004. С. 57–62.
11. Гаранин В.И. Михаил Дмитриевич Рузский, 1864–1948. Казань : Изд-во Казанского университета, 2002. 24 с.
12. Профессора Томского университета. Биографический словарь / отв. ред. С.Ф. Фоминых. Вып. 1: 1888–1917. Томск : Изд-во Томского университета, 1996. 288 с.
13. Рузский Михаил Дмитриевич. Электронная энциклопедия ТГУ. URL: [http://wiki.tsu.ru/wiki/index.php?title=Рузский,\\_Михаил\\_Дмитриевич&oldid=33298](http://wiki.tsu.ru/wiki/index.php?title=Рузский,_Михаил_Дмитриевич&oldid=33298) (дата обращения: 24.05.2024).
14. Российский родословный фонд. URL: <https://www.rgfond.ru> (дата обращения: 10.05.2024).
15. Поляки в Томске (XIX–XX вв.): биографии / автор-составитель В.А. Ханевич. Томск : Изд-во Томского государственного педагогического университета, 2012. 686 с.
16. Томские музеи. Музеи университетов: материалы к энциклопедии «Музеи и музейное дело Томской области» / под ред. С.Ф. Фоминых, Э.И. Черняка. Томск : Изд-во Томского университета, 2012. 388 с.

17. Рузский М.Д. Курорт «Озеро Карачи». Карачинский естественно-исторический музей // Омский медицинский журнал. 1928. № 6. Отдельный оттиск. 4 с.
18. Рузский М.Д. Карачинский естественно-исторический музей, его возникновение и современное состояние // Труды Биологического научно-исследовательского института Томского университета. 1937. Т. IV. С. 230.
19. Рузский М.Д. Фридрих Вильгельмович Геблер (1782–1850). М. : Изд-во МОИП, 1940. 12 с.
20. Рузский М.Д. Зоодинамика Барабинской степи // Труды Томского государственного университета им. В.В. Куйбышева. Серия биологическая. 1946. Т. 97. С. 17–68.

### References

1. Berezhkov RP. Nauchnaya deyatel'nost' professora M.D. Ruzskogo [Scientific activity of professor M.D. Ruzsky]. *Trudy Biologicheskogo instituta Tomskogo gosudarstvennogo universiteta*. 1936;4:1-6. In Russian
2. Berezhkov RP. Professor M.D. Ruzsky's scinrific and pedagogical work. *Trudy Tomskogo gosudarstvennogo universiteta im. V.V. Kuybysheva. Seriya biologicheskaya*. 1946;97:1-16. In Russian, English summary
3. Ioganzen BG. 80-letie professora M.D. Ruzskogo [80th anniversary of professor M.D. Ruzsky]. *Priroda*. 1945;4:93-96. In Russian
4. Ioganzen BG. Mikhail Dmitrievich Ruzskiy (1864-1948): Nekrolog. [Mikhail Dmitrievich Ruzsky (1864-1948): Obituary]. *Uchenye zapiski TGU*. 1948;10:3-10.
5. Ioganzen BG. K stoletiyu so dnya rozhdeniya M.D. Ruzskogo [To the centenary of the birth of M.D. Ruzsky]. In: *Doklady zoologicheskogo soveshchaniya, posvyashchennogo 100-letiyu so dnya rozhdeniya Mikhaila Dmitrievicha Ruzskogo* [Papers of the zoological meeting dedicated to the 100th anniversary of the birth of Mikhail Dmitrievich Ruzsky]. Tomsk: Tomsk Publ., 1964. pp 5-7. In Russian
6. Ioganzen BG, Kovalenok AV. Professor zoologii Mikhail Dmitrievich Ruzskiy. k 100-letiyu so dnya rozhdeniya [Professor of zoology Mikhail Dmitrievich Ruzsky. On the 100th anniversary of his birth]. *Uchenye zapiski Tomskogo ordena Trudovogo krasnogo знамени Gosudarstvennogo universiteta im. V.V. Kuybysheva. Biologiya i pochvovedenie*. 1967; 53:281-283. In Russian
7. Ioganzen BG. M.D. Ruzskiy i ego vklad v zoologiyu [M.D. Ruzsky and his contribution to zoology]. In: *Ekologo-faunisticheskie issledovaniya Sibiri. Sbornik statey*. [Ecological and faunistic studies of Siberia. Collection of articles]. – Tomsk: Tomsk Publ., 1981. pp. 5-11. In Russian
8. Tokin BP. Pamyati Mikhaila Dmitrievicha Ruzskogo (1864-1948) [In memory of Mikhail Dmitrievich Ruzsky (1864-1948)]. *Priroda*. 1949;6:86-90. In Russian
9. Ostroverkhova GP. Vklad zoologov Tomskogo universiteta v izuchenie bioraznoobraziya bespozvonochnykh zhiivotnykh [Contribution of Tomsk University zoologists to the study of invertebrate biodiversity]. In: *Biologo-pochvennyy fakul'tet: proshloe, nastoyashchee i budushchee*. Materialy nauch. konf. posvyashchennoy 125-letiyu osnovaniya Tomskogo gosudarstvennogo universiteta i 70-letiyu biologo-pochvennogo fakul'teta [*Faculty of biology and soil: past, present and future*. Proc. of the Sci. Conf. dedicated to the 125th anniversary of Tomsk State University and the 70th anniversary of the Faculty of Biology and Soil (Tomsk, Russia 23-24 April 2003)]. *Vestnik TGU, Prilozhenie 5*. 2003. pp. 35-44. In Russian
10. Ostroverkhova GP. Iz istorii nauchnykh issledovaniy i obrazovaniya v oblasti zoologii bespozvonochnykh v Tomskom universitete [From the history of research and education in the field of invertebrate zoology at Tomsk University]. In: *Kontseptual'nye i prakticheskie aspekty nauchnykh issledovaniy i obrazovaniya v oblasti zoologii bespozvonochnykh*. Mat. I Vserossiyskoy shkoly-seminara s mezhdunarodnym uchastiem [Conceptual and practical aspects of research and education in invertebrate zoology. Proc. of the I All-Russian School-

- Seminar with International Participation (Tomsk, 20-22 October, 2004). *Vestnik TGU, Prilozhenie* 11. 2004. pp. 57-62. In Russian
11. Garanin VI. Mikhail Dmitrievich Ruzskiy, 1864-1948 g. [Mikhail Dmitrievich Ruzskiy, 1864-1948]. Kazan: Kazan University Publ.; 2002. 24 p. In Russian
  12. Professora Tomskogo universiteta. Biograficheskiy slovar' Vyp. I. 1888–1917 [Professors of Tomsk University. Biographical Dictionary. Issue I. 1888–1917]. Fominykh SF, editor. Tomsk: Tomsk University Publ.; 1996. 288 p. In Russian
  13. Ruzskiy Mikhail Dmitrievich. Elektronnaya entsiklopediya TGU [Ruzskiy Mikhail Dmitrievich. Electronic encyclopaedia TSU] [Electronic resource]. Available at: [http://wiki.tsu.ru/wiki/index.php?title=Ruzskiy,\\_Mikhail\\_Dmitrievich&oldid=33298](http://wiki.tsu.ru/wiki/index.php?title=Ruzskiy,_Mikhail_Dmitrievich&oldid=33298) (accessed 24.05.2024). In Russian
  14. Rossiyskiy rodoslovniiy fond [Russian genealogical fund] [Electronic resource]. Available at: <https://www.rgfond.ru> (accessed 10.05.2024). In Russian
  15. Polyaki v Tomске (XIX-XX vv.): biografii [Poles in Tomsk (XIX-XX cc.): biographies]. Khanevich VA, contributing author. Tomsk, Tomsk State Pedagogical University Publ.; 2012. pp 686 p. In Russian
  16. Tomskie muzei. Muzei universitetov: Materialy k entsiklopedii "Muzei i muzeynoe delo Tomskoy oblasti" [Tomsk museums. University Museums: Materials for the encyclopaedia "Museums and museology of the Tomsk Region"]. Fominykh SF, Chernyaka EI, editors. Tomsk: Tomsk University Publ.; 2012. 388 p. In Russian
  17. Ruzskiy MD. Kurort "Ozero Karachi". Karachinskiy estestvenno-istoricheskiy muzey [[Lake Karachi Resort. Karachi Natural History Museum]. *Omskiy meditsinskiy zhurnal*. 1928;6. ot del'nyy ottsik:4 p. In Russian
  18. Ruzskiy MD. Karachinskiy estestvenno-istoricheskiy muzey, ego vozniknovenie i sovremennoe sostoyaniye [Karachi Natural History Museum, its origin and current status]. *Trudy Biologicheskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta Tomskogo universiteta*. 1937;IV:230. In Russian
  19. Ruzskiy MD. Fridrikh Vil'gel'movich Gebler (1782-1850). [Friedrich Wilhelmowicz Gebler (1782-1850)]. Moscow: MOIP Publ.; 1940. 12 p. In Russian
  20. Ruzskiy MD. Zoodynamics of Baraba steppe. *Trudy Tomskogo gosudarstvennogo universiteta im. V.V. Kuybysheva. Seriya biologicheskaya*. 1946;97:17-68. In Russian, English summary

***Информация об авторе:***

**Щербаков Михаил Викторович**, доцент, канд. биол. наук, доцент кафедры зоологии беспозвоночных Томского государственного университета (Томск, Россия).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6053-8265>

E-mail: [tephritis@mail.ru](mailto:tephritis@mail.ru)

***Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.***

***Information about the author:***

**Mikhail V. Shcherbakov**, Cand.Sci. (Biol.), Associate Professor, Department of Invertebrate Zoology, National Research Tomsk State University (Tomsk, Russian Federation).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6053-8265>

E-mail: [tephritis@mail.ru](mailto:tephritis@mail.ru)

***The Author declares no conflict of interest.***

*Статья поступила в редакцию 03.06.2024;  
одобрена после рецензирования 21.07.2024; принята к публикации 05.09.2024.*

*The article was submitted 03.06.2024;  
approved after reviewing 21.07.2024; accepted for publication 05.09.2024.*

Научная статья  
УДК 597/599  
doi: 10.17223/19988591/67/4

## Коллекции амфибий и рептилий М.Д. Рузского в собраниях Зоологического музея и гербария им. Э.А. Эверсмана

Ильдар Зиннурович Хайрутдинов<sup>1</sup>, Валериан Иванович Гаранин<sup>2</sup>,  
Александр Николаевич Беляев<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup> *Казанский (Приволжский) федеральный университет, Казань, Россия*  
<sup>1</sup> *ldar.hairutdinov@kpfu.ru*  
<sup>3</sup> *crocidura@mail.ru*

**Аннотация.** Зоологический музей и гербарий им. Э.А. Эверсмана – один из старейших музеев Казанского федерального университета, чья история началась на исходе XVIII в. Становление музея неразрывно связано с именами многих видных отечественных ученых – К.Ф. Фукса, Э.И. Эйхвальда, Э.А. Эверсмана, А.М. Бутлерова, И.Д. Пельцама, Э.А. Мейера, В.И. Баранова и др. Значимое место среди них занимает Михаил Дмитриевич Рузский, чья жизнь была связана с Казанью и Казанским университетом на протяжении более чем четверти века – с 1884 по 1913 г. Зоологические коллекции, собранные лично М.Д. Рузским, являются отображением его научных интересов и исследований, представляют собой историческую и научную ценность.

**Ключевые слова:** М.Д. Рузский, амфибии, рептилии, Зоологический музей, Казанский университет

**Благодарность:** авторы выражают благодарность старшему научному сотруднику Лаборатории герпетологии Зоологического института РАН Дорониной Игорю Владимировичу за консультации при работе с коллекциями.

**Для цитирования:** Хайрутдинов И.З., Гаранин В.И., Беляев А.Н. Коллекции амфибий и рептилий М.Д. Рузского в собраниях Зоологического музея и гербария им. Э.А. Эверсмана // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2024. № 67. С. 40–57. doi: 10.17223/19988591/67/4

Original article  
doi: 10.17223/19988591/67/4

## Collections of amphibians and reptiles by M.D. Ruzsky in Zoological Museum and Herbarium named after E.A. Eversman

Ildar Z. Khairutdinov<sup>1</sup>, Valerian I. Garanin<sup>2</sup>, Alexander N. Belyaev<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup> *Kazan (Volga region) Federal University, Kazan, Russian Federation*  
<sup>1</sup> *ldar.hairutdinov@kpfu.ru*  
<sup>3</sup> *crocidura@mail.ru*

**Summary.** Zoological Museum and Herbarium named after E.A. Eversman is one of the oldest museums of Kazan Federal University, whose history began at the end of the 18th century. The formation of the Museum is inextricably linked with the names

of many prominent Russian scientists. A significant place among them belongs to Mikhail Dmitrievich Ruzsky (1864-1948), whose life was connected with Kazan and Kazan University for more than a quarter of a century – from 1884 to 1913. Zoological collections of M.D. Ruzsky are a reflection of his scientific interests and research, and are of historical and scientific value.

There was a great role of M.D. Ruzsky as a collector and employee of the Zoological Museum of Kazan University, who made significant efforts in its development. Thus, for example, M.D. Ruzsky transferred 38 species of fish and 19 species of mammals to the museum. The collection of birds by M.D. Ruzsky, gathered in the period from 1887 to 1896, includes 439 samples. The articles and monographs of M.D. Ruzsky, the museum samples he collected, dating back more than a century, not only preserve the scientist's memory, but also have not lost their relevance and significance even today. In this work, we wanted to analyze the collections of amphibians and reptiles collected by M.D. Ruzsky in the "Kazan period" of his life, and stored in the collections of Zoological Museum and Herbarium named after E.A. Eversman.

The connection of M.D. Ruzsky with the Zoological Museum, at that time represented in the form of the Zoological Cabinet, and his role in replenishing the museum's collections can be clearly seen especially in the first decade of his stay in Kazan. In 1884, M.D. Ruzsky became a student of the Department of Natural Sciences of the Faculty of Physics and Mathematics of Kazan Imperial University. We would like to note that the initial stage of M.D. Ruzsky's formation as a zoologist is characterized by an extremely wide range of interests, which was manifested in the study of all available groups of animals – insects, fish, amphibians, reptiles, birds – and their collection. It is important that private collecting contributed greatly to the formation and growth of many Kazan museums, including the ones of Imperial University.

After graduating from the university (1888), Mikhail Dmitrievich began performing the duties of a laboratory assistant at the Zoological Museum, and in 1889 he became a curator, working in this position until 1902. His research on the study of amphibians and reptiles of the Kazan province and neighboring territories dates back to the same period of time – 11 counties of the Kazan province, 5 counties in Simbirsk, and separate parts of the counties of Nizhny Novgorod, Vyatka, and Samara provinces. Probably, the materials collected during these studies formed the basis of M.D. Ruzsky's collection of amphibians and reptiles, now presented in the collections of Zoological Museum of our university (*See Tables 1, 2*). It was in the period from 1884 to 1894 that the museum's collection was most significantly replenished by Ruzsky, including through collections of amphibians and reptiles, of which 46 storage units were accumulated during this time.

A significant part of the collection of amphibians and reptiles collected by M.D. Ruzsky (about 40 storage units) refers primarily to the vast territory of the Kazan province, especially to the Kazan district, which is explained by the accessibility of this territory for study. In addition to the Kazan province, Ruzsky's collections include findings from the territory of the former Simbirsk province (*See Tables 1-3*).

Subsequently, M.D. Ruzsky's range of interests in terms of zoology became more defined. It is known that in 1892 M.D. Ruzsky began to study the ants of the Kazan and Simbirsk provinces. In 1894, in collaboration with A.Ya. Gordyagin (future famous botanist and founder of Kazan Geobotanical School), Ruzsky published his first work devoted to the study of the ant fauna of eastern Russia, which largely determined his entire subsequent scientific career. As a result, his attention to other groups of animals and the number of their collections was noticeably reduced.

However, we would like to note that from a geographical point of view, the herpetological collections of Mikhail Dmitrievich Ruzsky are becoming more interesting. For instance, in 1894, Ruzsky made a zoological excursion to the steppes of the Samara and Orenburg provinces, and to the Southern Urals within the Troitsk, Chelyabinsk, and Zlatoust districts. Later in 1896, M. D. Ruzsky visited the Tobolsk and Akmola

provinces; in 1897, Mikhail Dmitrievich visited the territories of what is now Kazakhstan, traveling through the Ural region and visiting the Inder Mountains (on the border of the modern Atyrau and West Kazakhstan regions of Kazakhstan), the mouth of the Urals, and further to Guryev, collecting samples of the local fauna (See Tables 1-3).

In 1899 and 1900 Ruzsky made two large trips to the Caucasus, visiting Dagestan, the Terek region, Western and Eastern Transcaucasia, crossed the Main Caucasus ridge twice, delivering a collection of local animal species to the museum, including amphibians and reptiles (See Tables 2-3). Unfortunately, not everything that Mikhail Dmitrievich collected during his expeditions and transferred for storage to Zoological Cabinet has been preserved to this day. A number of preparations of amphibians and reptiles were excluded from the collection, as evidenced by the entries in the Documentary Catalog of Zoological Cabinet (See Table 3).

*The article contains 1 Figures, 3 Tables, 15 References.*

**Keywords:** M.D. Ruzsky, amphibians, reptiles, Zoological Museum, Kazan University

**Acknowledgements:** The authors express their gratitude to the senior researcher at the Laboratory of Herpetology of the Zoological Institute of the Russian Academy of Sciences, Igor Vladimirovich Doronin, for consultations when working with the collections.

**For citation:** Khairutdinov IZ, Garanin VI, Belyaev AN. Collections of amphibians and reptiles by M.D. Ruzsky in the collections of the Zoological Museum and Herbarium named after E.A. Eversman. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya = Tomsk State University Journal of Biology*. 2024;67:40-57. doi: 10.17223/19988591/67/4

## Введение

Зоологический музей и гербарий им. Э.А. Эверсмана – один из крупнейших музеев естественнонаучного профиля в России. Начало коллекциям музея было положено князем Г.А. Потёмкиным-Таврическим, собиравшим их для проектированного Екатериной II университета в Екатеринославле (ныне г. Днепр). Позднее эти коллекции, включавшие помимо зоологических собраний и образцы минералов, а также библиотеку, по указу Павла I, посетившего Казань в 1798 г., были переданы в Казанскую гимназию, здание которой в 1825 г. вошло в виде Восточного крыла в состав здания Казанского Императорского университета [1].

Уже в 1805 г., при открытии университета, указанные выше собрания составляли коллекцию Натурального кабинета, или Кабинета естественной истории, и использовались при чтении лекций ординарным профессором Карлом Фёдоровичем Фуксом (1776–1846), ставшим первым заведующим музея и сделавшим немало для его дальнейшего развития [2, 3]. Согласно отчету 1819 г., составленному адъютантом В.И. Тимьянским, в коллекции музея насчитывалось 133 номера различных млекопитающих, птиц, рептилий, рыб и беспозвоночных (насекомых и червей) [1].

Оформлению музейных коллекций именно как систематизированных зоологических собраний во многом способствовала многолетняя деятельность Эдуарда Александровича Эверсмана (1794–1860), заведовавшего музеем на протяжении 32 лет. В 1836 г. из состава Кабинета естественной истории

были выведены препараты сравнительно-анатомического характера, вошедшие в состав организованного Зоотомического кабинета, который в 80-х гг. XIX столетия окончательно отделился от Зоологического кабинета. С 1838 г. от музея отделяются Кабинет редкостей (этнографические коллекции) и Кабинет минералогический [1].

Уже гораздо позднее, в 1945 г. самостоятельные коллекции, формировавшие собрания Зоологического и Зоотомического кабинетов, были объединены в один музей, получивший название Зоологического музея Казанского университета. В 2018 г. в составе Зоологического музея им. Э.А. Эверсмана появился Ботанический отдел, куда вошли собрания Ботанического музея кафедры ботаники и физиологии растений Института фундаментальной медицины и биологии Казанского федерального университета. Так завершилось формирование современного Зоологического музея и гербария им. Э.А. Эверсмана.

В настоящее время одна только коллекция ботанического отдела насчитывает около 150 тыс. единиц хранения. Зоологические коллекции музея насчитывают около 5 тыс. единиц хранения позвоночных животных, более 750 единиц хранения насекомых (более 30 тыс. экземпляров), 4 тыс. экземпляров и единиц хранения других беспозвоночных животных, собранных в самых разнообразных уголках Земли.

Один из виднейших отечественных ученых-энциклопедистов, сделавший весомый вклад в развитие Зоологического музея Казанского университета, – Михаил Дмитриевич Рuzский (1864–1948). Становление его как ученого неразрывно связано с жизнью и деятельностью в Казани, где он прошел все ступени: от студента, который уже на первом курсе стал заниматься научными исследованиями и окончил с получением степени кандидата естественных наук, через должности лаборанта, хранителя Зоологического кабинета, приват-доцента кафедры зоологии, сравнительной анатомии и физиологии Императорского Казанского университета до доктора зоологии, а впоследствии – руководителя кафедрой зоологии Казанского ветеринарного университета. Велика роль М.Д. Рuzского как коллектора и сотрудника Зоологического музея Казанского университета, сыгравшего значимую роль в его развитии. Так, например, М.Д. Рuzским передано в музей 38 видов рыб, 19 видов млекопитающих, а одна только коллекция птиц, собранная М.Д. Рuzским в период с 1887 по 1896 г., составляет 439 экз. [4]. Статьи и монографии М.Д. Рuzского, собранные им музейные экспонаты, имеющие более чем вековую давность, не только хранят память об ученом, но не потеряли своей актуальности и значимости и в наши дни. В данной публикации мы хотели проанализировать коллекции амфибий и рептилий, собранные М.Д. Рuzским в его «казанский период» жизни, и хранящиеся в собраниях Зоологического музея и гербария им. Э.А. Эверсмана.

### **Результаты исследования**

Связь Михаила Дмитриевича Рuzского с Зоологическим музеем, на тот момент времени представленного в виде Зоологического кабинета [1], и его

роль в пополнении коллекций музея особенно ярко прослеживаются в первое десятилетие его пребывания в Казани. В 1884 г. М.Д. Рузский становится студентом отделения естественных наук физико-математического факультета Казанского Императорского университета [5]. Хочется отметить, что первоначальный этап становления М.Д. Рузского как зоолога характеризуется крайне широким кругом интересов, что проявлялось в изучении всех доступных групп животных – насекомых, рыб, земноводных, пресмыкающихся, птиц – и их коллекционировании. Именно частное коллекционирование во многом способствовало становлению и росту многих казанских музеев, в том числе и университетских [3, 6]. Так, еще в студенческие годы Рузским в июне 1887 г. в окрестностях г. Симбирска (ныне Ульяновск) была добыта прыткая ящерица *Lacerta agilis* Linnaeus, 1758, впоследствии переданная в коллекцию музея (табл. 1).

Таблица 1 [Table 1]

**Сборы амфибий и рептилий М.Д. Рузского, исключенные из коллекции Зоологического музея и гербария им. Э.А. Эверсмана**  
**[Specimens of amphibians and reptiles by M.D. Ruzsky, excluded from the collection Zoological Museum and Herbarium named after. E.A. Eversman]**

№ по Документальному каталогу [No. by documentary catalog]	Название [Name]	Запись по Документальному каталогу [Documentary catalog entry]	Пол и количество [Gender and number]	Место и дата находки [Place and date of discovery]
<b>Амфибии [Amphibians]</b>				
ДК 25 [DC 25]	Тритон обыкновенный <i>Lissotriton vulgaris</i> (Linnaeus, 1758) [Smooth newt]	<i>Triton (Molge) vulgaris</i>	Самка, 1 экз. [1 sample, female]	Казанская губ., Казанский у., Кижича. Апрель, 1898 г. [Kazan prov., Kazan distr., Kizhitsa. April, 1898]
ДК 41 [DC 41]	Травяная лягушка <i>Rana temporaria</i> Linnaeus, 1758 [Common grass frog]	<i>Rana muta</i> Laur.	2 экз. [2 sample]	Казанская губ., 1888 г. [Kazan prov., 1888]
ДК 44 [DC 44]	Травяная лягушка <i>Rana temporaria</i> Linnaeus, 1758 [Common grass frog]	<i>Rana muta</i> Laur.	1 экз. [1 sample]	Казанская губ., Лаишевский у., с. Нижняя Серда. 27.04.1894 г. [Kazan prov., Laishevsky distr., Lower Serda vil., 04.27.1894]
ДК 49 [DC 49]	Остромордая лягушка <i>Rana arvalis</i> Nilsson, 1842 [Moor frog]	<i>Rana arvalis</i> Nils.	1 экз. [1 sample]	Казанская губ., д. Боровое Матюшино. 01.11. 1888 г. [Kazan prov., Borovoe Matyushino vil., 01.11.1888]
ДК 67 [DC 67]	Лягушка <i>Pelophylax</i> sp. [Frog of the genus <i>Pelophylax</i> ]	<i>Rana esculenta</i> L.	1 экз. [1 sample]	Казанский у., дол. р. Казанки. Сентябрь, 1891. [Kazan prov., Kazan distr., Kazanka riv. val., September, 1891]

№ по Документальному каталогу [No. by documentary catalog]	Название [Name]	Запись по Документальному каталогу [Documentary catalog entry]	Пол и количество [Gender and number]	Место и дата находки [Place and date of discovery]
ДК 69 [DC 69]	Лягушка <i>Pelophylax sp.</i> [Frog of the genus <i>Pelophylax</i> ]	<i>Rana esculenta</i> L.	1 экз. [1 sample]	Казанская губ., Свияжский у., Услонский о-в. Апрель, 1889 г. [Kazan prov., Sviyazhsky distr., Uslonsky isl., April, 1889]
ДК 74 [DC 74]	Головастики <i>Pelophylax sp.</i> [Tadpoles of the genus <i>Pelophylax</i> ]	<i>Rana esculenta</i> L.	—	Казанская губ., Казанский у., Кижича. Апрель, 1889 г. [Kazan prov., Kazan distr., Kizhitsa. April, 1889]
ДК 78 [DC 78]	Головастики неустановленной видовой принадлежности. [Tadpoles of unknown species]	<i>Rana sp.</i>	—	Казанская губ., Казанский у., Казань. 1892 г. [Kazan prov., Kazan distr., Kazan. 1892]
ДК 102 [DC 102]	Жаба зеленая <i>Bufo viridis</i> (Laurenti, 1768) [European green toad]	<i>Bufo viridis</i> Laur.	1 экз. [1 sample]	Казанская губ., Лаишевский у. Август, 1890 г. [Kazan prov., Laishevsky distr. August, 1890]
ДК 107 [DC 107]	Жаба зеленая <i>Bufo viridis</i> (Laurenti, 1768) [European green toad]	<i>Bufo viridis</i> Laur.	1 экз. [1 sample]	Казанская губ., Казанский у., Казань, Ботанический сад. Сентябрь, 1891 г. [Kazan prov., Kazan distr., Kazan, Botanical Garden. September, 1891]
ДК 114 [DC 114]	Остромордая лягушка <i>Rana arvalis</i> Nilsson, 1842 [Moor frog]	<i>Rana arvalis</i>	1 экз. [1 sample]	Оренбургская губ., Губерлинские горы. 1894 г. [Orenburg prov., Gubernlinsky mount., 1894]
ДК 115 [DC 115]	Икра <i>Pelophylax sp.</i> [Frog spawn of the genus <i>Pelophylax</i> ]	<i>Rana esculenta</i> .	—	Казанская губ., Казанский у., окр. Казани. 1901 г. [Kazan prov., Kazan distr., Kazan sur., 1901]
ДК 116 [DC 116]	Головастики остромордой лягушки <i>Rana arvalis</i> Nilsson, 1842 [Moor frog tadpoles]	<i>Rana arvalis</i>	1 банка [1 flask]	Казанская губ., Казанский у., Кижича. 1901 г. [Kazan prov., Kazan distr., Kizhitsa. 1901]
ДК 117 [DC 117]	Головастики <i>Pelophylax sp.</i> [Tadpoles of the genus <i>Pelophylax</i> ]	<i>Rana esculenta</i>	1 банка [1 flask]	Кавказ. 1899 г. [Caucasus. 1899]
ДК 118 [DC 118]	Тритон обыкновенный <i>Lissotriton vulgaris</i> (Linnaeus, 1758) [Smooth newt]	<i>Triton vulgaris</i>	1 экз. [1 sample]	Симбирская губ. 1901 г. [Simbirsk prov., 1901]
Рептилии [Reptiles]				
ДК 24 [DC 24]	Ящерица прыткая <i>Lacerta agilis</i> Linnaeus, 1758 [Sand lizard]	<i>Lacerta agilis</i> L.	1 экз. [1 sample]	Симбирская губ., окр. Симбирска. Июнь, 1887 г. [Simbirsk prov., Simbirsk sur., June, 1887]

№ по Документальному каталогу [No. by documentary catalog]	Название [Name]	Запись по Документальному каталогу [Documentary catalog entry]	Пол и количество [Gender and number]	Место и дата находки [Place and date of discovery]
ДК 52 [DC 52]	Ящерица живородящая <i>Zootoca vivipara</i> (Lichtenstein, 1823) [Common, or Viviparous lizard]	<i>Lacerta vivipara</i>	1 экз. [1 sample]	Казанская губ., Чистопольский у. с. Урганча. 1892 г. [Kazan prov., Chistopol distr., Urgancha vill., 1892]
ДК 57 [DC 57]	Ящерица прыткая <i>Lacerta agilis</i> Linnaeus, 1758 [Sand lizard]	<i>Lacerta agilis</i> L.	1 экз. [1 sample]	Казанская губ., Казанский у., окр. Кижичи. Май, 1890 г. [Kazan prov., Kazan distr., Kizhitsy sur., May, 1890]
ДК 229 [DC 229]	Гадюка обыкновенная <i>Vipera berus</i> (Linnaeus, 1758) [Common European adder]	<i>Vipera berus</i> L.	2 экз. [2 samples]	Казанская губ., Мамадышский и Чистопольский у. 1892 г. [Kazan prov., Mamadyshsky and Chistopol distr., 1892]
ДК 232 [DC 232]	Гадюка обыкновенная <i>Vipera berus</i> (Linnaeus, 1758) [Common European adder]	<i>Vipera berus</i> L.	2 экз. [2 samples]	Оренбургская губ., хр. Уй-Таш 1894 г. [Orenburg prov., Uy-Tash rid., 1894]
ДК 233 [DC 233]	Гадюка обыкновенная <i>Vipera berus</i> (Linnaeus, 1758) [Common European adder]	<i>Vipera berus</i> L.	2 экз. [2 samples]	Оренбургская губ., хр. Уй-Таш. 1894 г. [Orenburg prov., Uy-Tash rid., 1894]
ДК 357 [DC 357]	Гадюка обыкновенная <i>Vipera berus</i> (Linnaeus, 1758) [Common European adder]	<i>Vipera berus</i> L.	1 экз. [1 sample]	Казанская губ., Казанский у., д. Займище. [Kazan prov., Kazan distr., Zaimishche vill.]

*Примечание.* Вост. – Восточный; губ. – губерния; у. – уезд; окр. – окрестности; д. – деревня; с. – село; дол. – долина; р. – река; хр. – хребет; о-в – остров; juv. – juvenile.  
[Note. East. - Eastern; prov. - province; distr. - district; sur. - surroundings; vill. - village; val. - valley; riv. - river; rid. - ridge; isl. - island; mount. – mountains; juv. - juvenile].

По окончании университета (1888 г.) Михаил Дмитриевич приступает к исполнению обязанностей лаборанта Зоологического музея, а в 1889 г. становится хранителем, проработав на этой должности до 1902 г. К этому же периоду времени относятся его исследования по изучению амфибий и рептилий Казанской губернии и прилежащих территорий. Итогом этих исследований стал отчет на 8 страницах «Результаты исследований земноводных и пресмыкающихся в Казанской губ. и местностях с ней смежных» от 1894 г., доложенный на заседании Общества естествоиспытателей при Казанском университете. Материал был собран на обширной территории – 11 уездов Казанской губернии, 5 уездов в Симбирской, отдельные части уездов Нижегородской, Вятской и Самарской губерний [2, 4]. По всей видимости, материалы, собранные во время этих исследований, и составили ядро

коллекции амфибий и рептилий М.Д. Рузского, представленные ныне в собраниях Зоологического музея нашего университета (табл. 2, 3). Именно в период с 1884 по 1894 г. коллекция музея была наиболее существенно пополнена Рузским, в том числе и за счет сборов амфибий и рептилий, которых за это время набралось 46 единиц хранения.

Таблица 2 [Table 2]

**Сборы амфибий М.Д. Рузского из коллекции Зоологического музея и гербария им. Э. А. Эверсмана**

[Specimens of amphibians by M.D. Ruzsky from the museum collections of the Zoological Museum and Herbarium named after E.A. Eversman]

№ по Документальному каталогу [No. by Documentary catalog]	Название [Name]	Запись по Документальному каталогу [Documentary Catalog entry]	Пол и количество [Gender and number]	Место и дата находки [Place and date of discovery]
ДК 9 [DC 9]	Аксолотль, амбистома мексиканская <i>Ambystoma mexicanum</i> (Shaw et Nodder, 1798) [Axolotl]	<i>Siredon pisciformis</i>	1 экз. [1 sample]	Аквариум, Казань. Февраль, 1897 г. [Aquarium, Kazan. February, 1897]
ДК 16 [DC 16]	Тритон гребенчатый <i>Triturus cristatus</i> Laurenti, 1768 [Northern crested newt]	<i>Triton (Molge) cristatus</i> Gray.	1 экз. [1 sample]	Казанская губ., Царевококшайский у. Июнь, 1888 г. [Kazan prov., Tsarevokokshaisky. distr., June, 1888]
ДК 18 [DC 18]	Личинки тритона гребенчатого <i>Triturus cristatus</i> Laurenti, 1768 [Northern crested newt larvae]	<i>Triton cristatus</i> Gray.	6 экз. [6 samples]	Казанская губ. 1892 г. [Kazan prov., 1892]
ДК 20 [DC 20]	Тритон гребенчатый <i>Triturus cristatus</i> Laurenti, 1768 [Northern crested newt]	<i>Triton cristatus</i> Gray.	Самец и самка [Male and female]	Казанская губ., Лаишевский у., дол. р. Волги. Май, 1890 г. [Kazan prov., Laishevsky distr., Volga riv. val., May, 1890]
ДК 22 [DC 22]	Тритон обыкновенный <i>Lissotriton vulgaris</i> (Linnaeus, 1758) [Smooth newt]	<i>Triton (Molge) vulgaris</i>	Самец и самка [Male and female]	Казанская губ., Казанский у., д. Малые Клыки. 1891 г. [Kazan prov., Kazan distr., Malye Klyki vill., 1891]
ДК 27 [DC 27]	Тритон обыкновенный <i>Lissotriton vulgaris</i> (Linnaeus, 1758) [Smooth newt]	<i>Triton (Molge) vulgaris</i>	1 экз. [1 sample]	Казанская губ., Казанский у., Кижица. 1898 г. [Kazan prov., Kazan distr., Kizhitsa. 1898]
ДК 42 [DC 42]	Травяная лягушка <i>Rana temporaria</i> Linnaeus, 1758 [Common grass frog]	<i>Rana muta</i> Laur.	1 экз. [1 sample]	Симбирская губ., Ардатовский у. Сентябрь, 1893 г. [Simbirsk prov., Ardatovsky distr., September, 1893]
ДК 43 [DC 43]	Травяная лягушка <i>Rana temporaria</i> Linnaeus, 1758 [Common grass frog]	<i>Rana muta</i> Laur.	1 экз. [1 sample]	Самарская губ., Бугурус-ланский у. 1894 г. [Samara prov., Buguruslansky distr., 1894]

№ по Документальному каталогу [No. by Documentary catalog]	Название [Name]	Запись по Документальному каталогу [Documentary Catalog entry]	Пол и количество [Gender and number]	Место и дата находки [Place and date of discovery]
ДК 54 [DC 54]	Икра травяной лягушки <i>Rana temporaria</i> Linnaeus, 1758 [Common grass frog spawn]	<i>Rana muta</i> Laur.	—	Казанская губ., Казанский у., дол. р. Казанки. 08.04.1890 г. [Kazan prov., Kazan distr., Kazanka riv. val. 04/08/1890]
ДК 55 [DC 55]	Остромордая лягушка <i>Rana arvalis</i> Nilsson, 1842 [Moor frog]	<i>Rana arvalis</i> Nils.	1 экз. [1 sample]	Казанская губ. д. Борисково. Июль, 1893 г. [Kazan prov., Boriskovo vill., July, 1893]
ДК 56 [DC 56]	Остромордая лягушка <i>Rana arvalis</i> Nilsson, 1842 [Moor frog]	<i>Rana arvalis</i> Nils.	1 экз. [1 sample]	Казанская губ., Свияжский у., д. Моркваши. Июль, 1893 г. [Kazan prov., Sviyazhsky distr., Morkvashi vill., July, 1893]
ДК 59 [DC 59]	Остромордая лягушка <i>Rana arvalis</i> Nilsson, 1842 [Moor frog]	<i>Rana arvalis</i> Nils.	1 экз. [1 sample]	Тобольская губ., Тюкалинский окр., с. Крестики. 1896 г. [Tobolsk prov., Tyukalinsky distr., Crestiky vill. 1896]
ДК 60 [DC 60]	Остромордая лягушка <i>Rana arvalis</i> Nilsson, 1842 [Moor frog]	<i>Rana arvalis</i> Nils.	1 экз. [1 sample]	Оренбургская губ., Вост. склон Оренбургского Урала, хр. Бугасты. Июнь, 1894 г. [Orenburg prov., East. slope of the Orenburg Urals, Bugasty rid., June, 1894]
ДК 66 [DC 66]	Озерная лягушка <i>Pelophylax ridibundus</i> (Pallas 1771) [Marsh frog]	<i>Rana esculenta</i> L.	1 экз. [1 sample]	Казанская губ., Казанский у. 08.08.1891 г. [Kazan prov., Kazan distr., 08.08.1891]
ДК 68 [DC 68]	Озерная лягушка <i>Pelophylax ridibundus</i> (Pallas 1771) [Marsh frog]	<i>Rana esculenta</i> L.	1 экз. [1 sample]	Казанская губ., Лаишевский у. 1890 г. [Kazan prov., Laishevsky distr. 1890]
ДК 71 [DC 71]	Озерная лягушка <i>Pelophylax ridibundus</i> (Pallas 1771) [Marsh frog]	<i>Rana esculenta</i> L.	1 экз. [1 sample]	Симбирская губ., Курмышский у., р. Сура. 1889 г. [Simbirsk prov., Kurmyshsky distr., Sura riv., 1889]
ДК 79 [DC 79]	Озерная лягушка <i>Pelophylax ridibundus</i> (Pallas 1771) [Marsh frog]	<i>Rana esculenta</i> L.	1 экз. [1 sample]	Симбирская губ., р. Свияга в окр. Симбирска. Апрель, 1895 г. [Simbirsk prov., Sviyaga riv. in sur. of Simbirsk, April, 1895]
ДК 84 [DC 84]	Чесночница Палласа <i>Pelobates vespertinus</i> (Pallas, 1771) [Pallas' Spadefoot Toad]	<i>Pelobates fuscus</i> Laur.	1 экз. [1 sample]	Казанская губ., Казанский у. 1890 г. [Kazan prov., Kazan distr., 1890]

№ по Документальному каталогу [No. by Documentary catalog]	Название [Name]	Запись по Документальному каталогу [Documentary Catalog entry]	Пол и количество [Gender and number]	Место и дата находки [Place and date of discovery]
ДК 87 [DC 87]	Жерлянка краснобрюхая <i>Bombina bombina</i> (Linnaeus, 1761) [European fire-bellied toad]	<i>Bombinator</i> ( <i>Bombinus</i> ) <i>igneus</i> L.	1 экз. [1 sample]	Симбирская губ., дол. р. Суры. 5.05.1889 г. [Simbirsk prov., Sura riv. val., 05/05/1889]

Примечание. Сокращения приведены под табл. 1.  
[Note. Abbreviations are given below Table 1].

Таблица 3 [Table 3]

**Сборы рептилий М.Д. Рузского из коллекции Зоологического музея и гербария им. Э.А. Эверсмана**  
[Reptile specimens by M.D. Ruzsky from the museum collections of the Zoological Museum and Herbarium named after E.A. Eversman]

№ по Документальному каталогу [No. by Documentary Catalog]	Название [Name]	Запись по Документальному каталогу [Documentary Catalog entry]	Пол и количество [Gender and number]	Место и дата находки [Place and date of discovery]
ДК 13 [DC 13]	Ящерица прыткая <i>Lacerta agilis</i> Linnaeus, 1758 [Sand lizard]	<i>Lacerta agilis</i> L.	1 экз. juv. [1 sample, juv.]	Казанская губ., Казанский у., дол. р. Волги, 1888 г. [Kazan prov., Kazan distr., Volga riv. val., 1888]
ДК 20 [DC 20]	Ящерица прыткая <i>Lacerta agilis</i> Linnaeus, 1758 [Sand lizard]	<i>Lacerta agilis</i> L.	1 экз. juv. [1 sample, juv.]	Казанская губ., Тетюшский у., д. Алкеево. 1888 г. [Kazan prov., Tetyushsky distr., Alkeevo vill., 1888]
ДК 25 [DC 25]	Ящерица прыткая <i>Lacerta agilis</i> Linnaeus, 1758 [Sand lizard]	<i>Lacerta agilis</i> L.	2 экз. [2 samples]	Казанская губ., Царевококшайский у., д. Сидорово, 1888 г. [Kazan prov., Tsarevokokshaysky distr., Sidorovo vill., 1888]
ДК 30 [DC 30]	Кладка ящерицы прыткой <i>Lacerta agilis</i> Linnaeus, 1758 [Sand lizard eggs]	<i>Lacerta agilis</i> L.	7 экз. [7 samples]	Казанская губ., Казанский у., Кижича. Май, 1890 г. [Kazan prov., Kazan distr., Kizhitsa. May, 1890]
ДК 33 [DC 33]	Ящерица прыткая <i>Lacerta agilis</i> Linnaeus, 1758 [Sand lizard]	<i>Lacerta agilis</i> L.	1 экз. [1 sample]	Казанская губ., Чистопольский у., д. Караульная Гора. 1892 г. [Kazan prov., Chistopol distr., Karaulnaya Gora vill., 1892]

№ по Документальному каталогу [No. by Documentary Catalog]	Название [Name]	Запись по Документальному каталогу [Documentary Catalog entry]	Пол и количество [Gender and number]	Место и дата находки [Place and date of discovery]
ДК 35 [DC 35]	Ящерица прыткая <i>Lacerta agilis</i> Linnaeus, 1758 [Sand lizard]	<i>Lacerta agilis</i> L.	1 экз. [1 sample]	Оренбургская губ., Губерлинские горы. 1894 г. [Orenburg prov., Guberlinsky mount. 1894]
ДК 36 [DC 36]	Ящерица прыткая <i>Lacerta agilis</i> Linnaeus, 1758 [Sand lizard]	<i>Lacerta agilis</i> L.	1 экз. [1 sample]	Самарская губ., окр. Сергиевских минеральных вод. 1894 г. [Samara prov., env. Sergievsky mineral waters sur., 1894]
ДК 42 [DC 42]	Ящерица живородящая <i>Zootoca vivipara</i> (Lichtenstein, 1823) [Common, or Viviparous lizard]	<i>Lacerta vivipara</i>	1 экз. [1 sample]	Казанская губ., 1889 г. [Kazan prov., 1889]
ДК 51 [DC 51]	Ящерица живородящая <i>Zootoca vivipara</i> (Lichtenstein, 1823) [Common, or Viviparous lizard]	<i>Lacerta vivipara</i>	1 экз. [1 sample]	Казанская губ., Казанский у., д. Займище. Апрель, 1888 г. [Kazan prov., Kazan distr., Zaimishche vill., April, 1888]
ДК 53 [DC 53]	Ящерица живородящая <i>Zootoca vivipara</i> (Lichtenstein, 1823) [Common, or Viviparous lizard]	<i>Lacerta vivipara</i>	1 экз. [1 sample]	Казанская губ., Свияжский у., д. Моркваша, 22.08.1893 г. [Kazan prov., Sviyazhsky distr., Morkvashi vill., 08/22/1893]
ДК 54 [DC 54]	Ящерица живородящая <i>Zootoca vivipara</i> (Lichtenstein, 1823) [Common, or Viviparous lizard]	<i>Lacerta vivipara</i>	2 экз. [2 samples]	Оренбургская губ., Урал, гора Нажим-Тай. 1894 г. [Orenburg prov., Ural, Nazhim-Tau mount., 1894]
ДК 55 [DC 55]	Ящерица живородящая <i>Zootoca vivipara</i> (Lichtenstein, 1823) [Common, or Viviparous lizard]	<i>Lacerta vivipara</i>	1 экз. [1 sample]	Оренбургская губ., Иремельские горы. 1894 г. [Orenburg prov., Iremel mount., 1894]
ДК 114 [DC 114]	Веретеница колхидская <i>Anguis colchica</i> (Nordmann, 1840) [Eastern slowworm]	<i>Anguis fragilis</i> Gray.	1 экз. [1 sample]	Казанская губ., Чистопольский у. 1892 г. [Kazan prov., Chistopol distr., 1892]
ДК 150 [DC 150]	Веретеница колхидская <i>Anguis colchica</i> (Nordmann, 1840) [Eastern slowworm]	<i>Anguis fragilis</i> Gray.	1 экз. [1 sample]	Оренбургская губ., Урал. 1894 г. [Orenburg prov., Ural. 1894]
ДК 226 [DC 226]	Гадюка обыкновенная <i>Vipera berus</i> (Linnaeus, 1758) [Common European adder]	<i>Vipera berus</i> L.	1 экз. [1 sample]	Казанская губ., Казанский у., д. Займище. 21.05.1889 г. [Kazan prov., Kazan distr., Zaimishche vill. 05/21/1889]

№ по Документальному каталогу [No. by Documentary Catalog]	Название [Name]	Запись по Документальному каталогу [Documentary Catalog entry]	Пол и количество [Gender and number]	Место и дата находки [Place and date of discovery]
ДК 389 [DC 389]	Ящерица кавказская <i>Darevskia caucasica</i> (Méhely, 1909) [Caucasian lizard]	<i>Lacerta muralis</i> L.	3 экз. [3 samples]	Кавказ, Зекарский перевал. 1899 г. [Caucasus, Zekarsky pass. 1899]
ДК 390 [DC 390]	Ящурка разноцветная <i>Eremias arguta</i> (Pallas, 1773) [Steppe-runner]	<i>Eremias variabilis</i>	1 экз. [1 sample]	Индерские горы. 1897 г. [Inder mount., 1897]
ДК 391 [DC 391]	Ящурка быстрая <i>Eremias velox</i> (Pallas, 1771) [Steppe-runner]	<i>Eremias velox</i>	1 экз. [1 sample]	Кавказ, Темир-Хан-Шура. 1899 г. [Caucasus, Temir-Khan-Shura. 1899]
ДК 392 [DC 392]	Ящурка разноцветная <i>Eremias arguta</i> (Pallas, 1773) [Central Asian racerunner]	<i>Eremias variabilis</i>	1 экз. [1 sample]	Кавказ. 1899 г. [Caucasus. 1899]
ДК 393 [DC 393]	Круглоголовка такыр-ная <i>Phrynocephalus helioscopus</i> (Pallas, 1771) [Sunwatcher toadhead agama]	<i>Phrynocephalus helioscopus</i>	1 экз. [1 sample]	Индерские горы. 1897 г. [Inder mount., 1897]

Примечание. Сокращения приведены под табл. 1.  
[Note. Abbreviations are given below Table 1].

Значительная часть коллекции амфибий и рептилий, собранной М.Д. Рузским (около 40 единиц хранения), относится, прежде всего, к обширной территории Казанской губернии, а именно к Казанскому уезду, что объясняется доступностью данной территории для изучения. Подавляющее большинство видов, собранных М.Д. Рузским на данной территории, – типичные для современной территории Казани и ближайших пригородов. В то же время хочется отметить, что в сборах М.Д. Рузского встречаются виды, ныне внесенные в Красную книгу Республики Татарстан как редкие [7]. Так, для окрестностей деревни Займище отмечается поимка обыкновенной гадюки *Vipera berus* (Linnaeus, 1758) (№ ДК 226, табл. 3; № ДК 357, табл. 1). Ныне данная территория представляет собой частный сектор на территории города Казани. Несмотря на наличие довольно обширного лесного массива поблизости, встречи этого вида здесь не отмечаются.

Развитие города коснулось не только относительно редких видов герпетофауны. В сборах М.Д. Рузского с территории, вошедшей впоследствии в черту города, отмечаются и более тривиальные виды. Так, например, Рузским были собраны экземпляры обыкновенного тритона *Lissotriton vulgaris* (Linnaeus, 1758) из окрестностей поселков, бывших в том время далеко за пределами города: Малые Клыки, Кижига (ныне Кизический Введенский мужской монастырь) (№ ДК22, ДК27, табл. 2; № ДК 25, табл. 1). Обе эти

территории впоследствии были активно застроены, и указанный вид амфибий здесь больше не встречается. Из пресмыкающихся это можно отметить для прыткой ящерицы *L. agilis*. Экземпляры этого вида также добыты М.Д. Рузским у Кижиги (№ ДК 30, табл. 3; № ДК 57, табл. 1).

Таким образом, подобные зоологические сборы позволяют нам судить о прежних характеристиках среды и видах, которые ее населяли, и о том, насколько меняются условия обитания животных с течением времени, что, несомненно, очень ценно для современных экологических и зоологических исследований.

Сборы Рузского с территории бывшей Симбирской губернии представлены следующими экземплярами. Так, в Ардатовском уезде (ныне относится к Республике Мордовия) Рузским добыта травяная лягушка *Rana temporaria* Linnaeus, 1758 (№ ДК 42, табл. 2), в настоящее время имеющая статус охраняемого вида для Мордовии [8]. В Курмышском уезде (ныне относится к Нижегородской области) на реке Суре добыт экземпляр озерной лягушки *Pelophylax ridibundus* (Pallas 1771) (№ ДК 71, табл. 2). Экземпляр этого же вида добыт М.Д. Рузским и из окрестностей современного Ульяновска (№ ДК 79, табл. 2). В долине реки Суры был добыт и экземпляр краснотельной жерлянки *Bombina bombina* (Linnaeus, 1761) (№ ДК 79, табл. 2).

В этот период времени становится более очерченным круг интересов М.Д. Рузского в плане зоологии. Известно, что уже в 1892 г. М.Д. Рузский начинает изучение муравьев Казанской и Симбирской губерний, а в 1894 г. в соавторстве с А.Я. Гордягиным (будущим известным ботаником, основателем Казанской геоботанической школы) выходит первая его работа, посвященная изучению фауны муравьев Восточной России [4], что во многом и определило всю его дальнейшую научную карьеру. Как следствие, внимание другим группам животных и количество их сборов заметно сокращаются.

Тем не менее хочется отметить, что с географической точки зрения герпетологические коллекции Михаила Дмитриевича Рузского становятся интереснее. Так, в 1894 г. Рузский совершает зоологическую экскурсию в степи Самарской и Оренбургской губерний, а также на Южный Урал в пределах Троицкого, Челябинского и Златоустовского уездов [9]. В Бугурусланском уезде Самарской губернии Рузским добыт один экземпляр травяной лягушки *R. temporaria* (№ ДК 43, табл. 2). Ныне данная территория входит в состав Оренбургской области, а травяная лягушка входит в число охраняемых видов для данной территории [10]. Здесь же был добыт экземпляр прыткой ящерицы *L. agilis* (№ ДК 36, табл. 3).

Сборы с территории Оренбургской губернии несколько обширнее. Тут следует уточнить, что Оренбургская губерния включала в себя территории, которые в современный период вошли в состав других административно-территориальных единиц. Так, в районе хребта Бугасты в июне 1894 г. М.Д. Рузским добыта остромордая лягушка *Rana arvalis* Nilsson, 1842 (№ ДК 60, табл. 2). Ныне эта территория входит в Учалинский район Республики Башкортостан. Здесь же располагается гора Нажим-Тау, у подножия которой берет свое начало река Урал. Здесь М.Д. Рузским была добыта живородящая ящерица *Zootoca vivipara* (Lichtenstein, 1823) (№ ДК 54,

табл. 3). В этом же районе расположен хребет Уй-Таш, ныне геологический памятник природы [11]. Отсюда Рузским были привезены несколько экземпляров обыкновенной гадюки *V. berus* (№№ ДК 232, ДК 233, табл. 1). В Ирмельских горах, расположенных в Белорецком районе современной Республики Башкортостан, была добыта *Z. vivipara* (№ ДК 55, табл. 3).

Географические точки сбора, ныне относящиеся непосредственно к современной Оренбургской области, представлены в сборах М.Д. Рузского остромордой лягушкой *R. arvalis* (№ ДК 114, табл. 1), прыткой ящерицей *L. agilis* (№ ДК 35, табл. 3), пойманными в окрестностях Губерлинских гор на востоке современной Оренбургской области. Еще один вид, найденный Рузским в Оренбургской губернии, – веретеница колхидская *Anguis colchica* (Nordmann, 1840), к сожалению, имеет весьма размытую географическую привязку – «Урал» (№ ДК 150, табл. 3). Ныне этот вид является охраняемым для Оренбургской области [10].

Позднее, в 1896 г., М.Д. Рузский посетил Тобольскую и Акмолинскую губернии (по поручению Тобольского губернатора, совместно с А.Я. Гордягиным в качестве геоботаника). К Тюкалинскому округу Тобольской губернии (ныне Омская область) относится находка М.Д. Рузского остромордой лягушки *R. arvalis* (№ ДК 59, табл. 2).

В 1897 г. Михаил Дмитриевич Рузский посетил территории нынешнего Казахстана, проехав по Уральской области, посетив Индерские горы (на границе современных Атырауской и Западно-Казахстанской областей Казахстана) и устье Урала, и далее к г. Гурьеву. К числу интересных находок, несомненно, следует отнести разноцветную ящурку *Eremias arguta* (Pallas, 1773) (№ ДК 390, табл. 3) и такырную круглоголовку *Phrynocephalus helioscopus* (Pallas, 1771) (№ ДК 390, табл. 3), добытых в районе Индерских гор. Оба вида являются обычными для пустынных биотопов Урало-Каспийского региона [12].

В 1899 и 1900 гг. Рузский совершил две большие поездки на Кавказ, посетив Дагестан, Терскую область, Западное и Восточное Закавказье, дважды пересекал Главный Кавказский хребет [4]. По результатам поездок в коллекцию амфибий и рептилий Зоологического кабинета попало три вида ящериц, из них два вида ящурок – быстрая ящурка *Eremias velox* (Pallas, 1771), добытая в окрестностях Темир-Хан-Шуры (ныне г. Буйнакск), и разноцветная ящурка *E. arguta* (№№ ДК 391 и ДК 392 соответственно, табл. 3). На Зекарском перевале (ныне территория Грузии) были добыты экземпляры ящериц, зафиксированных в Документальном каталоге Музея как «*Lacerta muralis* L.» (№ ДК 389, табл. 3), ныне идентифицированных как *Darevskia caucasica* (Méhely, 1909) (рис. 1).

Отдельного упоминания заслуживает находка М.Д. Рузским на Кавказе головастика зеленых лягушек, отмеченных в Документальном каталоге как «*Rana esculenta*» (№ ДК 117, табл. 1). По современным данным, ареал съедобной лягушки *Pelophylax esculentus* (Linnaeus, 1758) лежит значительно севернее Кавказа [13]. Таким образом, этот вид на указанной территории отмечаться не может. Скорее всего, речь идет об озерной лягушке

*P. ridibundus*, единственном виде рода *Pelophylax*, который там зарегистрирован. По всей видимости, Михаил Дмитриевич не различал представителей данного рода, регистрируя все три вида зеленых лягушек под единым названием «*Rana esculenta* L.» [14]. Об этом говорят и другие записи Документального каталога Музея, где под тем же названием представлены особи *P. ridibundus* (см. табл. 2).



**Рис. 1.** Экземпляры *D. caucasica* (ДК 389), собранные М.Д. Рузским на Зекарском перевале в 1899 г. Фото И.З. Хайрутдинова

**[Fig. 1.** Specimens of *D. caucasica* (DC 389), collected by M.D. Ruzsky at Zekarsky Pass in 1899. Photo by I.Z. Khairutdinov]

К большому сожалению не всё, что Михаил Дмитриевич собрал за время своих экспедиций и передал на хранение в Зоологический кабинет, удалось сохранить до наших дней. Ряд препаратов амфибий и рептилий был исключен из коллекции, о чем свидетельствуют записи в Документальном каталоге Зоологического кабинета (см. табл. 1). О причинах можно только догадываться, но если обратиться к источникам, то можно прочесть следующее: «Другие обстоятельства, гибельные для музея... – во-первых, недостаточность отопления, в силу чего, когда зимою температура держалась ниже нуля, препараты, помещенные в формалин, замерзали, и во-вторых, – недостаток спирта, так как за последнее время, несмотря на ежегодно составляемые сметы, Музей не получает ни капли спирта, а недавно полученное Зоологическим кабинетом количество (2 четверти) едва хватает на короткое время для нужд лаборатории» [1]. В другом источнике [15], со ссылкой на того же автора, можно прочесть следующие строки: «Музейные препараты обречены на высыхание, а между ними имеются препараты значительной ценности, некоторые имеющие уже столетнюю давность».

## Заключение

Таким образом, герпетологическая коллекция Зоологического музея Казанского университета была пополнена Михаилом Дмитриевичем Рузским 80 экземплярами, в том числе 10 видами амфибий и 8 видами рептилий, подавляющее большинство которых являются представителями отечественной фауны. Значительная часть этих сборов, как и коллекции других групп позвоночных, собранных М.Д. Рузским в ходе его научных изысканий, хранится и ныне, представляя определенный научный интерес, прежде всего для выявления распространения видов в пространстве и во времени, а также храня память об учёном с широчайшим кругом интересов.

## Список источников

1. Остроумов А.А. К истории Зоологического кабинета Казанского университета // Ученые записки Казанского государственного университета им. В.И. Ульянова-Ленина. Кн. 1. Казань : Государственный университет, 1926. С. 12–21.
2. Гаранин В.И., Кузнецов В.А., Курбангалиева Х.М., Яковлев В.А. История зоологических исследований в Казанском университете: XIX–XX вв. Казань : Изд-во Казан. ун-та, 2003. 88 с.
3. Назипова Г.Р. Ученый-коллекционер: к истории частного коллекционирования в дореволюционной Казани // *Via in tempore*. История. Политология. 2008. № 5 (45). С. 74–80.
4. Гаранин В.И. Михаил Дмитриевич Рузский, 1864–1948. Казань : Изд-во Казанск. ун-та, 2002. 24 с.
5. Гаранин В.И. Михаил Дмитриевич Рузский – Казанский период жизни // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. 2014. Т. 16, № 5 (1). С. 639–640.
6. Назипова Г.Р. Первые музейные коллекции губернской Казани // Ученые записки Казанского университета. Гуманитарные науки. 2013. Т. 155, кн. 3, ч.1. С. 130–135.
7. Красная книга Республики Татарстан. Растения, животные, грибы. Издание третье. Казань : Идель-Пресс, 2016. 760 с.
8. Красная книга Республики Мордовии : в 2 т. Т. 2: Животные. Саранск : Мордов. кн. изд-во, 2005. 336 с.
9. Загоскин Н.П. Биографический словарь профессоров и преподавателей Императорского Казанского университета (1804–1904). Ч. I. Казань : Типо-литография Императорского университета, 1904. 554 с.
10. Красная книга Оренбургской области: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных, растений и грибов: официальное издание. Воронеж : МИР, 2019. 448 с.
11. Реестр особо охраняемых природных территорий Республики Башкортостан. 2-е изд., перераб. Уфа : Издательский центр «МедиаПринт», 2010. 414 с.
12. Дебело П.В., Чибилев А.А. Амфибии и рептилии Урало-Каспийского региона. Серия: Природное разнообразие Урало-Каспийского региона. Т. III. Екатеринбург : РИО УрО РАН, 2013. 400 с.
13. Кузьмин С.Л. Земноводные бывшего СССР. М. : Т-во научных изданий КМК, 2012. 370 с.
14. Гаранин В.И. Земноводные и пресмыкающиеся Волжско-Камского края. М. : Наука, 1983. 175 с.
15. Сидорова И.Б. Музеи Казанского университета на заре советской эпохи (1917–1929 гг.) // Ученые записки Казанского университета. Гуманитарные науки. 2012. Т. 154, кн. 3. С. 227–239.

## References

1. Ostroumov AA. K istorii Zoologicheskogo kabineta Kazanskogo universiteta [On the history of the Zoological Cabinet of Kazan University]. In: *Uchenyye zapiski Kazanskogo Gosudarstvennogo universiteta im. V.I. Ul'yanova-Lenina* [Scientific notes of the Kazan State University named after V.I. Ulyanov-Lenin]. Gruzdev V.S. editor. Book 1. Kazan': Gosudarstvennyy universitet; 1926. pp. 12-21. In Russian
2. Garanin VI., Kuznetsov VA, Kurbangaliyeva KhM., Yakovlev VA. Istoriya zoologicheskikh issledovaniy v Kazanskom universitete: XIX-XX [History of zoological research at Kazan University: XIX-XX centuries]. Kazan': Kazan State University Publ.; 2003. 88 p. In Russian
3. Nazipova GR. Scientist - collector: to the history of private collecting in pre-revolution Kazan. *Via in tempore. Istoriya. Politologiya*. 2008;5(45):74-80. In Russian, English summary
4. Garanin VI. Mikhail Dmitriyevich Ruzskiy, 1864-1948. Kazan': Kazan State University Publ.; 2002. 24 p. In Russian
5. Garanin VI. Mikhail Dmitriyevich Ruzsky - Kazan period of life. *Izvestiya Samarskogo nauchnogo tsentra Rossiyskoy akademii nauk*. 2014;5(1):639-640. In Russian, English summary
6. Nazipova GR. The first museum collections of provincial Kazan. *Uchenyye zapiski Kazanskogo universiteta. Gumanitarnyye nauki*. 2013;155:3(1):130-135. In Russian, English summary
7. Krasnaya kniga Respubliki Tatarstan. Rasteniya, zhivotnyye, griby. [Red Book of the Republic of Tatarstan. Plants, animals, mushrooms]. Third ed. Kazan': «Idel'-Press» Publ.; 2016. 760 p. In Russian
8. Krasnaya kniga Respubliki Mordovii. T. 2: Zhivotnyye. [Red Book of the Republic of Mordovia. Vol. 2: Animals]. Saransk: Mordovskoye Knizhnoye Izdatel'stvo; 2005. 336 p. In Russian
9. Zagoskin NP. Biograficheskiy slovar' professorov i prepodavateley Imperatorskogo Kazanskogo universiteta (1804-1904) [Biographical Dictionary of Professors and Teachers of the Imperial Kazan University (1804-1904)]. Part I. Kazan': Tipo-litografiya Imperatorskogo universiteta; 1904. 554 p.
10. Krasnaya kniga Orenburgskoy oblasti: Redkiye i nakhodyashchiyesya pod ugrozoy ischeznoventiya vidy zhivotnykh, rasteniy i gribov: ofitsial'noye izdaniye [Red Book of the Orenburg Region: Rare and endangered species of animals, plants and fungi: official publication]. Voronezh: «MIR» Publ.; 2019. 448 p. In Russian
11. Reyestr osobo okhranyayemykh prirodnykh territoriy Respubliki Bashkortostan [Register of specially protected natural areas of the Republic of Bashkortostan]. 2nd ed. Ufa: Izdatel'skiy tsentr «MediaPrint»; 2010. 414 p. In Russian
12. Debelo PV., Chibilev AA. Amfibii i reptilii Uralo-Caspiyskogo regiona [Amphibians and reptiles of the Ural-Caspian region]. Seriya: Prirodnoye raznoobraziye Uralo-Caspiyskogo regiona. Vol. III. Yekaterinburg: Ural Branch of the Russian Academy of Sciences Editorial and Publishing department Publ.; 2013. 400 p. In Russian
13. Kuz'min SL. Zemnovodnyye byvshego SSSR [Amphibians of the former USSR]. Moscow: Tovarichestvo nauchnykh izdaniy Publ.; 2012. 370 p. In Russian
14. Garanin VI. Zemnovodnyye i presmykayushchiyesya Volzhsko-Kamskogo kraya [Amphibians and reptiles of the Volga-Kama region]. Moscow: Nauka Publ.; 1983. 175 p. In Russian
15. Sidorova IB. Museums of Kazan University at the dawn of the Soviet era (1917-1929)]. *Uchenyye zapiski Kazanskogo universiteta. Gumanitarnyye nauki*. 2012;154(3):227-239. In Russian, English summary

**Информация об авторах:**

**Хайрутдинов Ильдар Зиннурович**, доцент, канд. биол. наук, главный хранитель музейных предметов Зоологического музея и гербария им. Э.А. Эверсмана Дирекции музеев Казанского (Приволжского) Федерального университета (Казань, Россия).

E-mail: Ildar.hairutdinov@kpfu.ru

**Гаранин Валериан Иванович**, доцент, канд. биол. наук, инженер Зоологического музея и гербария им. Э.А. Эверсмана Дирекции музеев Казанского (Приволжского) Федерального университета (Казань, Россия).

**Беляев Александр Николаевич**, заведующий Зоологическим музеем и гербарием им. Э.А. Эверсмана Дирекции музеев Казанского (Приволжского) Федерального университета (Казань, Россия).

E-mail: crocidura@mail.ru

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.*

**Information about the authors:**

**Ildar Z. Khairutdinov**, Cand.Sci. (Biol.), Chief curator of the Zoological Museum and Herbarium named after. E.A. Eversman Directorate of Museums, Kazan (Volga Region) Federal University (Kazan, Russian Federation).

E-mail: Ildar.hairutdinov@kpfu.ru

**Valerian I. Garanin**, Cand.Sci. (Biol.), Engineer of the Zoological Museum and Herbarium named after. E.A. Eversman Directorate of Museums, Kazan (Volga Region) Federal University (Kazan, Russian Federation).

**Alexander N. Belyaev**, Head of the Zoological Museum and Herbarium named after. E.A. Eversman Directorate of Museums, Kazan (Volga Region) Federal University (Kazan, Russian Federation).

E-mail: crocidura@mail.ru

*The Authors declare no conflict of interest.*

*Статья поступила в редакцию 16.11.2023;  
одобрена после рецензирования 12.12.2023; принята к публикации 05.09.2024.*

*The article was submitted 16.11.2023;  
approved after reviewing 12.12.2023; accepted for publication 05.09.2024.*

Научная статья  
УДК [597.6 + 598.1]: [069 + 92]  
doi: 10.17223/19988591/67/5

## Герпетологическая коллекция Михаила Дмитриевича Рузского в музейном фонде Томского государственного университета

Вадим Вадимович Ярцев<sup>1</sup>, Анастасия Евгеньевна Бастрикова<sup>2</sup>,  
Валентина Николаевна Куранова<sup>3</sup>

<sup>1, 2, 3</sup> *Национальный исследовательский Томский государственный университет,  
Томск, Россия*

<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0001-7789-7424>, [vadim\\_yartsev@mail.ru](mailto:vadim_yartsev@mail.ru)

<sup>2</sup> [bastrikova\\_a\\_e@mail.ru](mailto:bastrikova_a_e@mail.ru)

<sup>3</sup> <https://orcid.org/0000-0003-1952-9310>, [kuranova49@mail.ru](mailto:kuranova49@mail.ru)

**Аннотация.** Проведён анализ сборов земноводных и пресмыкающихся известного русского зоолога М.Д. Рузского, хранящихся в фондах Зоологического музея Томского государственного университета. Коллекция сформирована по результатам зоологических экспедиций М.Д. Рузского в период с 1892 по 1916 г. по Уралу, Поволжью, Казахстану, Кавказу, Крыму, Сибири, Дальнему Востоку и Монголии. Она включает 31 музейный предмет – 51 экз. животных, из которых 1 вид хвостатых земноводных (3 экз.), 8 – бесхвостых (23 экз.), 7 – ящериц (19 экз.) и 4 – змей (6 экз.). В коллекции представлены сборы двух видов земноводных и трёх – пресмыкающихся с территорий, где они внесены в региональные Красные книги. Коллекция, сформированная более ста лет назад выдающимся учёным, имеет историко-культурное значение.

**Ключевые слова:** земноводные, пресмыкающиеся, зоологические коллекции, история зоологии, М.Д. Рузский, Сибирь

**Источник финансирования:** работа выполнена при поддержке проекта «Создание университетской музейной среды как части социальной инфраструктуры Большого университета Томска» в рамках Федеральной программы «Развитие интеграционных процессов в сфере науки, высшего образования и индустрии» Национального проекта «Наука и университеты» («Приоритет–2030»).

**Благодарность:** авторы искренне благодарят за консультации С.Н. Литвинчука (Санкт-Петербург), за помощь в определении скальных ящериц – И.В. Доронина (Санкт-Петербург) и Л.Ф. Мазанаеву (Махачкала, Дагестан).

**Для цитирования:** Ярцев В.В., Бастрикова А.Е., Куранова В.Н. Герпетологическая коллекция Михаила Дмитриевича Рузского в музейном фонде Томского государственного университета // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2024. № 67. С. 58–70. doi: 10.17223/19988591/67/5

Original article

doi: 10.17223/19988591/67/5

## Herpetological collection of Mikhail Dmitrievich Ruzsky in the museum holdings of Tomsk State University

Vadim V. Yartsev<sup>1</sup>, Anastasia E. Bastrikova<sup>2</sup>, Valentina N. Kuranova<sup>3</sup>

<sup>1,2,3</sup> National Research Tomsk State University, Tomsk, Russian Federation

<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0001-7789-7424>, [vadim\\_yartsev@mail.ru](mailto:vadim_yartsev@mail.ru)

<sup>2</sup> [bastrikova\\_a\\_e@mail.ru](mailto:bastrikova_a_e@mail.ru)

<sup>3</sup> <https://orcid.org/0000-0003-1952-9310>, [kuranova49@mail.ru](mailto:kuranova49@mail.ru)

**Summary.** New methods and approaches to the study of historical zoological collections make it possible to identify their new value for science. In this regard, it is relevant to analyze the diversity of specimens presented in various zoological collections and publish current information about their composition and history of formation. We analyzed the collection of amphibians and reptiles by a famous Russian zoologist M.D. Ruzsky, stored in the holdings of the Zoological Museum of Tomsk State University. This collection was formed in the period from 1892 to 1916 during his expeditions to the Caucasus, the Volga basin and the Urals, Siberia, the Far East, and Mongolia. It includes 31 museum objects – fluid preserved specimens (See Fig. 1): 3 specimens of 1 species of salamanders, 23 specimens of 8 species of anurans, 19 specimens of 7 species of lizards, and 6 specimens of 4 species of snakes. In this collection, there are specimens of 2 species of amphibians and 3 species of reptiles from territories where they are included in the regional Red Data Books: *Triturus cristatus* from Ulyanovsk Oblast, *Dryophytes japonica* from Buryatia, *Anguis fragilis* and *Vipera (Pelias) renardi* from Bashkortostan, *V. (P.) berus* from Krasnoyarsk Krai. This collection, formed more than a hundred years ago by an outstanding research scientist, is of historical and cultural significance.

The article contains 1 Figure, 23 References.

**Keywords:** amphibians, reptiles, zoological collections, history of zoology, M.D. Ruzsky, Siberia

**Fundings:** This work was supported by project “Creation of a university museum environment as part of the social infrastructure of the Big University of Tomsk” within the framework of the Federal program “Development of integration processes in the field of science, higher education and industry” of the National Project “Science and Universities” (“Priority – 2030”).

**Acknowledgments:** The authors sincerely thank S.N. Litvinchuk (St. Petersburg) for consultations, also I.V. Doronin (St. Petersburg) and L.F. Mazanaeva (Makhachkala, Dagestan) for help in identifying rock lizards.

**For citation:** Yartsev VV, Bastrikova AE, Kuranova VN. Herpetological collection of Mikhail Dmitrievich Ruzsky in the museum holdings of Tomsk State University. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya = Tomsk State University Journal of Biology*. 2024;67:58-70. doi: 10.17223/19988591/67/5

Биологические коллекции можно рассматривать как архив биоразнообразия или как набор вещественных свидетельств состава и структуры биоразнообразия. Наличие коллекций позволяет проверять и перепроверять результаты выполненных исследований, в том числе с применением новых

технологий (томография, изучение изотопного состава биоматериалов, молекулярно-генетический анализ и др.) [1]. С историческими коллекциями связаны этические аспекты таксономических исследований, прежде всего, описание в качестве самостоятельных видов заведомо исчезнувших популяций. В настоящее время, когда в изучении живых организмов ведущую роль приобретают молекулярно-генетические методы, в исторических музейных коллекциях, исследуя так называемую «старую», или «историческую» ДНК, можно обнаружить неизвестные ранее виды, которые трудно или невозможно найти в природе [2]. Развитие технологий изучения коллекций увеличивает ценность каждого музейного экземпляра, поскольку позволяет извлекать из него всё новую и новую информацию [1]. Не являются исключением и мемориальные коллекции, связанные с научной работой выдающихся исследователей. Одним из таких собраний, хранящихся в фондах Зоологического музея Томского государственного университета (ТГУ), являются сборы известного русского зоолога Михаила Дмитриевича Рузского, анализу герпетологической части которых и посвящена настоящая работа.

Михаил Дмитриевич Рузский (1864–1948) – русский зоолог, профессор. Родился в семье чиновника в с. Осьмино Гдовского уезда Санкт-Петербургской губернии [3]. В 1884 г. окончил с серебряной медалью гимназию в Симбирске, в 1888 г. – физико-математический факультет Императорского Казанского университета со степенью кандидата естественных наук. С 1889 по 1902 г. работал хранителем зоологического кабинета Казанского университета. В 1898 г. получил степень магистра зоологии. В 1895 г. проходил заграничную научную командировку в Европе. С 1898 г. – приват-доцент по кафедре зоологии, сравнительной анатомии и физиологии Казанского университета, с 1901 г. занимал аналогичную должность по кафедре зоологии и сравнительной анатомии в Казанском ветеринарном институте. В 1908 г. защитил в Харьковском университете диссертацию «Муравьи России» и получил степень доктора зоологии. В 1910 г. был приглашён профессором в Саратовский университет, в 1911 г. избран профессором Одесского университета, но в обоих случаях его кандидатура не была утверждена министерством.

В 1913 г. избран экстраординарным профессором Киевского университета и ординарным профессором Томского университета, но М.Д. Рузский выбрал работу в Сибири [3]. Он стал заведующим кафедрой зоологии и сравнительной анатомии медицинского факультета, Зоологическим музеем после профессора Николая Феофановича Кашенко, с 1932 г. – заведующим кафедрой зоологии беспозвоночных животных физико-математического факультета Томского университета. С 1913 до 1920 г. являлся профессором на Сибирских высших женских курсах. В 1917 г. был секретарём физико-математического факультета, а в 1918–1919 гг. – его деканом. С 1936 по 1940 г. заведовал кафедрой зоологии и биологии Томского педагогического института, с 1935 по 1941 г. руководил лабораторией зоологии в Биологическом НИИ при Томском университете. В 1934 г. М.Д. Рузскому присуждено звание заслуженного деятеля науки РСФСР.

Направления научной работы М.Д. Рузского связаны со следующими областями: фаунистические исследования восточных областей европейской

части Российской империи и СССР, Западной Сибири, энтомология (главным образом, мирмекология, но также сельскохозяйственная и медицинская энтомология), ихтиология, орнитология, лимнология и другие вопросы зоологии [3, 4]. Всего им проведено 24 экспедиции, из которых наиболее крупные были в степи Западного Казахстана, Губерлинские горы и на Южный Урал (1894), Западную Сибирь и Северный Казахстан (1896), на Кавказ (1899), в Башкирию (1901 и 1903), в Киргизскую степь (1902), в Среднее Поволжье (1906), на Средний Урал (1907), в Крым (1908), в Туркменистан (1912), в Кузнецкий Алатау и на Алтай (1914), бассейн верхнего Енисея и Минусинский край (1915), в Забайкалье, Северную Монголию, на Амур и в Уссурийский край (1916), а также ежегодно – в Барабинскую степь (1923–1934). М.Д. Рузским опубликовано более 120 работ, из которых половина посвящена фауне беспозвоночных и позвоночных животных Западной Сибири. На основе собственных многолетних исследований и литературных сведений им осуществлен эколого-фаунистический и зоогеографический анализ животных Западной Сибири и пограничных с ней территорий, сформулированы черты генезиса фауны позвоночных [5]. Так, детальное рассмотрение характера распространения в регионе трех видов земноводных и пяти видов пресмыкающихся позволило констатировать, что среди них доминируют европейские формы. Это определённо указывает, что заселение Западной Сибири земноводными и пресмыкающимися шло преимущественно с запада, причём Урал не мог быть серьезной преградой [5, 6].

Несмотря на то, что герпетологическим исследованиям М.Д. Рузский посвятил лишь одну специальную работу «Результаты исследований земноводных и пресмыкающихся Казанской губернии и местностях с нею смежных» [7], в фондах Зоологического музея Томского университета хранится коллекция, сформированная им в ходе разных исследований. Всего она насчитывает 51 экз., из которых 26 экз. девяти видов земноводных (1 вид хвостатых – 3 экз. и 8 видов бесхвостых – 23 экз.), 25 экз. одиннадцати видов пресмыкающихся (7 видов ящериц – 19 экз. и 4 вида змей – 6 экз.). Ниже дан обзор данной коллекции. Систематическое положение видов представлено согласно общепринятой таксономической системе [8–10] с учетом последних изменений [11–13]. Географические названия приводятся по данным этикеток с использованием топонимики периода исследований автора (конец XIX – первая половина XX вв.).

### **Систематический обзор герпетологической коллекции М.Д. Рузского в Зоологическом музее Томского университета**

#### **Класс ЗЕМНОВОДНЫЕ – AMPHIBIA Gray, 1825**

##### **Отряд ХВОСТАТЫЕ ЗЕМНОВОДНЫЕ – CAUDATA Fischer von Waldheim, 1813**

##### **Семейство Настоящие саламандры – Salamandridae Goldfuss, 1820**

Род Тритон – *Triturus Rafinesque*, 1815

**Гребенчатый тритон – *Triturus cristatus (Laurenti, 1768)***

3 экз., Симбирская губерния, старица р. Сура, 1893.

Отряд БЕСХВОСТЫЕ ЗЕМНОВОДНЫЕ –  
ANURA Fischer von Waldheim, 1813

Семейство Чесночницы – Pelobatidae Bonaparte, 1850

Род Чесночница – *Pelobates Wagler*, 1830

**Чесночница Палласа – *Pelobates vespertinus (Pallas, 1771)***

3 экз., Киргизская область, июнь 1902.

Семейство Квакши – Hylidae Rafinesque, 1815

Род Квакши – *Dryophytes Fitzinger*, 1843

**Дальневосточная квакша – *Dryophytes japonicus (Günther, 1859)***

1 экз., Забайкальская область, окрестности г. Троицкосавска, 09.07.1916.

Семейство Жабы – Bufonidae Gray, 1825

Род Серые жабы – *Bufo Garsault*, 1764

**Обыкновенная жаба – *Bufo bufo (Linnaeus, 1758)***

5 экз., Томская губерния, окрестности г. Кузнецка, июнь 1914.

Род Жабы Штрауха – *Strauchbufo Fei, Ye, and Jiang*, 2012

**Монгольская жаба – *Strauchbufo raddei (Strauch, 1876)***

1 экз., Забайкальская область, окрестности г. Троицкосавска, 11.07.1916.

Семейство Настоящие лягушки – Ranidae Batsch, 1796

Род Бурые лягушки – *Rana Linnaeus*, 1758

**Травяная лягушка – *Rana temporaria Linnaeus, 1758***

1 экз., Казанская губерния, 1894.

**Остромордая лягушка – *Rana arvalis Nilsson, 1842***

1 экз., Енисейская губерния, Курганский округ, 1896.

2 экз., окрестности г. Минусинска, август 1915.

1 экз., Томская губерния, Бийский уезд, с. Сухая Чемровка, июнь 1914.

1 экз., Кузнецкий уезд, с. Мартыново, 22.06.1914.

1 экз., окрестности г. Барнаула, июль 1914.

1 экз., Казанская губерния, Мамадышский уезд, 1892.

**Сибирская лягушка – *Rana amurensis Boulenger, 1886***

3 экз., Монголия, верховья р. Буры, 12.07.1916.

Род зеленые (водные) лягушки – *Pelophylax Fitzinger*, 1843

**Прудовая лягушка – *Pelophylax lessonae (Camerano, 1882)***

2 экз.: 1 экз. – г. Симбирск, р. Свияга, 1896; 1 экз. – г. Симбирск, р. Свияга, луга, 1896.

**Класс ПРЕСМЫКАЮЩИЕСЯ – REPTILIA Laurenti, 1768**

Надотряд ЧЕШУЙЧАТЫЕ – SQUAMATA Oppel, 1811

Отряд Ящерицы – Sauria Mccarthey, 1822

Семейство Веретеницевые – Anguidae Gray, 1825

Род Веретеницы – *Anguis* Linnaeus, 1758

**Веретеница ломкая – *Anguis fragilis* Linnaeus, 1758**

1 экз., Уфимская губерния, Белебеевский уезд, д. Новая Ключевка, 1903.

1 экз., Симбирская губерния, Ардатовский уезд, 1893.

Семейство Агамовые – Agamidae Spix, 1825

Род Круглоголовки – *Phrynocephalus* Kaup, 1825

**Песчаная круглоголовка –**

***Phrynocephalus interscapularis* Lichtenstein & Martens, 1856**

5 экз., восточный берег Каспийского моря, 1892.

Семейство Настоящие ящерицы – Lacertidae Bonaparte, 1831

Род Ящурки – *Eremias* Fitzinger in Wiegmann, 1834

**Разноцветная ящурка – *Eremias arguta* (Pallas, 1773)**

2 экз., Индерские горы, июль 1897.

Род Зеленые ящерицы – *Lacerta* Linnaeus, 1758

**Прыткая ящерица – *Lacerta agilis* Linnaeus, 1758**

1 экз., Минусинский уезд, с. Абаканское, на р. Енисей, июль 1915.

1 экз., г. Томск, Городок, 15.07.1913.

1 экз., Симбирская губерния, Ардатовский уезд, 1894.

Род Скальные ящерицы – *Darevskia* Arribas, 1999

**Кавказская ящерица – *Darevskia caucasica* (Mehely, 1909)**

2 экз., Кавказ, 1899.

**Дагестанская ящерица – *Darevskia daghestanica* (Darevsky, 1967)**

1 экз., Дагестан, Карабахский лес, 1899.

Род Лесные ящерицы – *Zootoca* Wagler, 1830

**Живородящая ящерица – *Zootoca vivipara* (Jacquin, 1787)**

4 экз., г. Томск, 1914.

Отряд Змеи – Serpentes Linnaeus, 1758

Семейство Ужеобразные – Colubridae Oppel, 1811

Род Лазающие полозы – *Elaphe* Fitzinger in Wagler, 1833

**Узорчатый полоз – *Elaphe dione* (Pallas, 1773)**

1 экз., гора Самохвал на р. Енисей, около г. Минусинска, август 1915.

Род Настоящие ужи – *Natrix* Laurenti, 1768

**Обыкновенный уж – *Natrix natrix* (Linnaeus, 1758)**

1 экз., о. Тагарский, окрестности г. Минусинска, август 1915.

Семейство Гадюковые змеи, или Гадюки – *Viperidae* Laurenti, 1768

Род Гадюки – *Vipera* Laurenti, 1768

**Обыкновенная гадюка – *Vipera (Peliás) berus* (Linnaeus, 1758)**

1 экз., Забайкальская область, окрестности г. Чита, июль 1916.

1 экз., Енисейская губерния, Минусинский уезд, Минусинская казённая дача, сосновый бор, август 1915.

1 экз., окрестности г. Томска, Архимандринская заимка, 10.05.1915.

**Восточная степная гадюка – *Vipera (Peliás) renardi* (Christoph, 1861)**

1 экз., Уфимская губерния, Белебеевский уезд, июль 1901.

Наиболее ранние герпетологические сборы, представленные в фонде Зоологического музея ТГУ, связаны с периодом работы М.Д. Рузского хранителем зоологического кабинета Казанского университета (1892–1902 гг.) [3]. Они относятся к территории Казанской и Симбирской губерний – сделаны им в ходе изучения фауны позвоночных животных (в особенности птиц) данных территорий в 1888–1893 гг. и позже, а также к поездкам 1896 г. по Тобольской губернии и Акмолинской области (совместно с препаратором Казанского университета С.И. Белькевичем по поручению губернатора Тобольской губернии), 1897 г. – по Уральской области, в устье р. Урал, к г. Гурьеву и на Индерские горы, 1899 г. – на Кавказ, лета 1901 г. – в Белебеевский уезд Уфимской губернии [3]. Результатом этих поездок стали сборы 8 экз. земноводных, относящихся к пяти видам, и 13 экз. семи видов пресмыкающихся, представленных в фондах Зоологического музея ТГУ.

Ящерицы, привезённые М.Д. Рузским с Кавказа, определены им как стенная ящерица, *Podarcis muralis* (Laurenti, 1768). Однако представители рода Стенные ящерицы – *Podarcis* Wagler, 1830 распространены главным образом в странах Средиземноморья на юге Европы [8]. Из 15 известных видов один встречается на территории Северной Евразии. Стенные ящерицы близки к роду *Lacerta*, особенно скальным ящерицам группы *Archeolacerta*, с которыми длительное время отождествлялись. Стенная ящерица встречается в изобилии в Средней и Южной Европе, в Турции и Малой Азии. В монографии «Муравьи России» М.Д. Рузским даны описания маршрутов, где отловлены ящерицы: «В 1899 и 1900 годах я совершил две поездки на Кавказ. Первая: от Петровска на Гуниб, Владикавказ, Кутаис (по военно-осетинской дор.), Ахачых, Тифлис и Баку. Вторая: от Пятигорска через Владикавказ на Тифлис, Батум, Новороссийск и Феодоссию» [14. С. 4]. Переопределение экземпляров показало, что данные особи относятся к скальным ящерицам – *Darevskia caucasica* и *D. daghestanica*.

С 1902 г. и до переезда в Томск в 1913 г., когда М.Д. Рузский работал уже только в преподавательской должности в Казани – приват-доцентом по кафедре зоологии, сравнительной анатомии и физиологии Казанского университета и по кафедре зоологии и сравнительной анатомии в Казанском ветеринарном институте [3], в фондах музея представлено только два его герпетологических сбора. Первый – 3 экз. чесночницы Палласа, собранных в

июне 1902 г. в Киргизской степи. На авторской этикетке указан вид – обыкновенная чесночница, *Pelobates fuscus* (Laurenti, 1768). Однако в начале XXI в. при изучении изменчивости данного вида выяснено, что её ареал населяют две формы, отличающиеся по размеру ядерного генома и биохимическим показателям. Ряд исследователей восточной формы рассматривали её подвидом (или даже видом – чесночница Паласса) *P. f. vespertinus* (Pallas, 1771). Границу между ними проводят по Белгородской, Курской, Орловской и Самарской областям [10]. Дальнейшие молекулярно-генетические исследования *P. fuscus* [13, 15] подтвердили видовую самостоятельность «западной формы» *P. fuscus* (Laurenti, 1768) и «восточной» – *P. vespertinus* (Pallas, 1771), распространённой также в ряде областей Западной Сибири. Второй сбор – 1903 г. – экземпляр ломкой веретеницы из д. Новая Ключевка Белебеевского уезда Уфимской губернии.

Остальные герпетологические коллекции связаны с работой М.Д. Рузского в Томском университете – это 15 экз. четырёх видов бесхвостых земноводных и 11 экз. пяти видов пресмыкающихся, собранных с 1913 по 1916 г. в Томске и окрестностях (рис. 1), а также в ходе поездок по Томской, Енисейской губерниям, Забайкальской области и в Северную Монголию.



**Рис. 1.** Влажный препарат (а) из коллекции М.Д. Рузского в фондах Зоологического музея Томского государственного университета – прыткая ящерица, *Lacerta agilis* (г. Томск, Городок, 15.07.1913); б, с – этикетки, написанные М.Д. Рузским. Фото А.Е. Бастриковой

[Fig. 1. Fluid preserved specimen (a) of *Lacerta agilis* (Tomsk, Gorodok, 15.07.1913) from the M.D. Ruzsky collection in the holdings of the Museum of Zoology of Tomsk State University; b, c – labels written by M.D. Ruzsky. Photo by A.E. Bastrikova]

Зоологические коллекции играют колоссальную роль в корректной подготовке региональных фаунистических сводок [16]. География экспедиций М.Д. Рузского обширна – регионы Кавказа, Волжского бассейна и Урала, Западной и Средней Сибири, Дальнего Востока. Небольшая историческая коллекция земноводных и пресмыкающихся из фондов Зоологического музея ТГУ, собранная М.Д. Рузским во время путешествий, не теряет значимости при проведении таксономических ревизий, составлении каталогов, кадастров и подготовке фаунистических сводок [17, 18]. В коллекции также представлены сборы пяти видов с территорий, где они внесены в региональные Красные книги: *T. cristatus* – Ульяновской области, *D. japonica* – Республики Бурятия, *A. fragilis* и *V. (P.) renardi* – Башкирии, *V. (P.) berus* – Красноярского края [19–22]. Особый интерес представляет экземпляр *L. agilis* из с. Абаканского (Красноярский край), затопленного при строительстве Красноярской ГЭС [23]. Коллекция имеет несомненно и историко-культурную ценность, поскольку она связана с научной деятельностью известного российского зоолога М.Д. Рузского. Кроме того, все представленные в ней музейные предметы созданы и хранятся более ста лет в фондах Зоологического музея ТГУ.

#### Список источников

1. Калякин М.В. Итоги и перспективы развития коллекционного дела в МГУ им. М.В. Ломоносова: зоологические коллекции // Биологические коллекции сегодня и завтра : материалы Российской конференции с международным участием «Передовые практики и перспективы использования зоологических коллекций» / Зоологические исследования. 2018. Т. 20. С. 52–59.
2. Васильева Е.Д. Свежий взгляд на исторические коллекции: современные таксоны, описанные на основе материалов прошлых лет // Биологические коллекции сегодня и завтра : материалы Российской конференции с международным участием «Передовые практики и перспективы использования зоологических коллекций» / Зоологические исследования. 2018. Т. 20. С. 177.
3. Профессора Томского университета: биографический словарь. Вып. 1: 1888–1917 / отв. ред. С.Ф. Фоминых. Томск : Издательство Томского университета, 1996. 286 с.
4. Бережков Р.П. Научная деятельность профессора М.Д. Рузского // Труды Биологического научно-исследовательского института. 1937. Т. IV. С. 1–6.
5. Рузский М.Д. Зоодинамика Барабинской степи // Вопросы зоологии: Труды Томского государственного университета. Серия биологическая. Т. 97. Томск : Издательство Томского университета, 1946. С. 17–68.
6. Куранова В.Н. Возраст и происхождение батрахо- и герпетофауны Западной Сибири // Сибирская зоологическая конференция : тезисы докладов. Новосибирск : ИСиЭЖ СО РАН, 2004. С. 145–146.
7. Рузский М.Д. Результаты исследований земноводных и пресмыкающихся в Казанской губернии и местностях с нею смежных // Приложение к протоколу заседания Общества естествоиспытателей при Императорском Казанском университете. 1894. № 139. 8 с.
8. Ананьева Н.Б., Орлов Н.Л., Халиков Р.Г., Даревский И.С., Рябов С.А., Барабанов А.В. Атлас пресмыкающихся Северной Евразии (таксономическое разнообразие, географическое распространение и природоохранный статус). СПб. : Зоологический институт РАН, 2004. 232 с.
9. Кузьмин С.Л. Земноводные бывшего СССР. М. : Товарищество научных изданий КМК, 2012. 370 с.

10. Дунаев Е.А., Орлова В.Ф. Земноводные и пресмыкающиеся России: Атлас-определитель. 2-е изд., перераб. и доп. М. : Фитон XXI, 2017. 328 с.
11. Duellman W.E., Marion A.B., Hedges S.B.. Phylogenetics, classification, and biogeography of the treefrogs (Amphibia: Anura: Arboranae) // *Zootaxa*. 2016. Vol. 4104, № 1. PP. 1–109. doi: 10.11646/ZOOTAXA.4104.1.1
12. Dufresnes C., Strachinis I., Tzoras E., Litvinchuk S. N., Denoël M. Call a spade a spade: taxonomy and distribution of *Pelobates*, with description of a new Balkan endemic // *ZooKeys*. 2019. Vol. 859. PP. 131–158. doi: 10.3897/zookeys.859.33634
13. Uetz P., Freed P., Aguilar R., Reyes F., Kudera J., Hošek J. (eds.) *The Reptile Database*. 2023. URL: <http://www.reptiledatabase.org>
14. Рузский М.Д. Муравьи России // *Труды Общества естествоиспытателей при Императорском Казанском университете*. 1905. Т. 38, вып. 4–6. 800 с.
15. Litvinchuk S.N., Crot tini A., Federici S., De Pous Ph., Donaire D., Andreone F., Kalezić M.L., Džukić G., Lada G., Borkin L.J., Rosanov J.M. Phylogeographic patterns of genetic diversity in the common spadefoot toad, *Pelobates fuscus* (Anura: Pelobatidae), reveal evolutionary history, postglacial range expansion and secondary contact // *Organisms Diversity & Evolution*. 2013. Vol. 13. PP. 433–451. doi: 10.1007/s13127-013-0127-5
16. Бобров В.В. Роль зоологических коллекций в подготовке региональных фаунистических сводок (на примере ящериц Вьетнама) // *Биологические коллекции сегодня и завтра : материалы Российской конференции с международным участием «Передовые практики и перспективы использования зоологических коллекций» / Зоологические исследования*. 2018. Т. 20. С. 23–26.
17. Куранова В.Н., Симонов Е.П., Ярцев В.В., Шамгунова Р.Р., Стариков В.П. Разнообразие, распространение и природоохранный статус пресмыкающихся Западной Сибири // *Герпетологические исследования в Казахстане и сопредельных странах*. Алматы : АСБК–СОПК, 2010. С. 118–149.
18. Simonov E., Kuranova V.N., Lisachev A., Yartsev V.V., Bogomolova I.N. Database of Amphibia distribution in West Siberia (Russia) // *Biodiversity Data Journal*. 2022. Vol. 10. PP. 1–19. doi: 10.3897/BDJ.10.e82436
19. Красная книга Ульяновской области / науч. ред. Е.А. Артемьева, А.В. Масленников, М.В. Корепов. М. : Буки Веди, 2015. 550 с.
20. Красная книга Республики Бурятия. Животные. 4-е изд., доп. и перераб. / отв. ред. Е.Н. Бадмаева. Белгород : КОНСТАНТА, 2023. 300 с.
21. Красная книга Республики Башкортостан. Т. 2: Животные / сост. В.Н. Алексеев [и др.]. Уфа : Информреклама, 2014. 244 с.
22. Красная книга Красноярского края : в 2 т. Т. 1: Редкие и находящиеся под угрозой исчезновения виды животных / гл. ред. А.П. Савченко ; сост. А.П. Савченко [и др.]. Красноярск, 2022. 251 с.
23. Антипова Е.М., Енуленко О.В. К истории исследования флоры с. Краснотуранского Краснотуранского района Красноярского края (Минусинская степь) // *Вестник Красноярского государственного аграрного университета*. 2011. № 5. С. 30–33.

## References

1. Kalyakin M.V. Itogi i perspektivy razvitiya kollektzionnogo dela v MGU im. M.V. Lomonosova: zoologicheskie kollektzii [Results and prospects for the development of collecting at Lomonosov Moscow State University] // In *Biologicheskie kollektzii segodnya i zavtra. Materialy Rossiyskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem «Peredovye praktiki i perspektivy ispol'zovaniya zoologicheskikh kollektsiy»*. *Zoologicheskie issledovaniya*. 2018;20:52-59. In Russian
2. Vasil'eva E.D. Svezhiy vzglyad na istoricheskie kollektzii: sovremennyye taksony, opisaniye na osnove materialov proshlykh let [A fresh look at historical collections: modern taxa described based on materials from previous years] // In *Biologicheskie kollektzii segodnya i zavtra. Materialy Rossiyskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem «Peredovye*

- praktiki i perspektivy ispol'zovaniya zoologicheskikh kollektsiy». *Zoologicheskie issledovaniya*. 2018;20:177. In Russian
3. Professora Tomskogo universiteta: biograficheskiy slovar'. Vypusk 1: 1888–1917 [Professors of Tomsk University: a biographical glossary. Issue 1: 1888–1917]. Fominykh SF, editor. Tomsk: Izdatel'stvo Tomskogo universiteta; 1996. 286 p. In Russian
  4. Berezhkov RP. Nauchnaya deyatel'nost' professora M.D. Ruzskogo [Scientific activity of Professor M.D. Ruzsky] *Trudy Biologicheskogo nauchno-issledovatel'skogo instituta*. 1937; IV:1-6. In Russian
  5. Ruzskiy MD. Zoodinamika Barabinskoy stepi [Zoodynamics of the Barabinsk steppe]. In *Voprosy zoologii*. Trudy Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Seriya biologicheskaya. Vol. 97. Tomsk: Izdatel'stvo Tomskogo universiteta, 1946. pp. 17-68. In Russian
  6. Kuranova VN. Vozrast i proiskhozhdenie batrakho- i gerpetofauny Zapadnoy Sibiri [The age and origin of the batracho- and herpetofauna of Western Siberia] In: Sibirskaya zoologicheskaya konferentsiya. Tezisy dokladov. Novosibirsk: ISiEZh SO RAN, 2004. pp. 145-146. In Russian
  7. Ruzskiy MD. Rezul'taty issledovaniy zemnovodnykh i presmykayushchikhsya v Kazanskiy gubernii i mestnostyakh s neyu smezhnykh [The results of studies of amphibians and reptiles in the Kazan province and areas adjacent to it]. *Prilozhenie k protokolu zasedaniya Obshchestva Estestvoispytateley pri Imperatorskom Kazanskom universitete*. 1894;(139):8 . In Russian
  8. Anan'eva NB, Orlov NL, Khalikov RG, Darevskiy IS, Ryabov SA, Barabanov AV. Atlas presmykayushchikhsya Severnoy Evrazii (taksonomicheskoe raznoobrazie, geograficheskoe rasprostranenie i prirodookhranny status) [Atlas of reptiles of Northern Eurasia (taxonomic diversity, geographical distribution and conservation status)]. Saint Petersburg: Zoologicheskii institut RAN; 2004. 232 p. In Russian
  9. Kuz'min SL. Zemnovodnye byvshego SSSR [Amphibians of the former USSR]. Moscow: KMK Scientific Press; 2012. 370 p. In Russian
  10. Dunaev EA, Orlova VF. Zemnovodnye i presmykayushchiesya Rossii: Atlas-opredelitel'. Izd-e 2-e, pererabotannoe i dopolnennoe [Amphibians and reptiles of Russia: Atlas. 2nd edition, revised and expanded]. Moscow: Fiton XXI; 2017. 328 p. In Russian
  11. Duellman WE., Marion AB., Hedges SB. Phylogenetics, classification, and biogeography of the treefrogs (Amphibia: Anura: Arboranae). *Zootaxa*. 2016;4104(1):1-109. doi: 10.11646/ZOOTAXA.4104.1.1
  12. Dufresnes C, Strachinis I, Tzoraz E, Litvinchuk SN., Denoël M. Call a spade a spade: taxonomy and distribution of *Pelobates*, with description of a new Balkan endemic. *ZooKeys*. 2019; 859:131-158. doi:10.3897/zookeys.859.33634.
  13. Uetz P, Freed P, Aguilar R, Reyes F, Kudera J, Hošek J. (eds.) The Reptile Database. 2023. URL: <http://www.reptiledatabase.org>.
  14. Ruzskiy M.D. Murav'i Rossii [Ants of Russia]. *Trudy Obshchestva Estestvoispytateley pri Imperatorskom Kazanskom universitete*. 1905;38(4-6):800 p. In Russian
  15. Litvinchuk S.N., Crot tini A., Federici S., De Pous Ph., Donaire D., Andreone F., Kalezić M.L., Džukić G., Lada G., Borkin L.J., Rosanov J.M.. Phylogeographic patterns of genetic diversity in the common spadefoot toad, *Pelobates fuscus* (Anura: Pelobatidae), reveal evolutionary history, postglacial range expansion and secondary contact. *Organisms Diversity & Evolution*. 2013;13:433-451. doi: 10.1007/s13127-013-0127-5
  16. Bobrov VV. Rol' zoologicheskikh kollektsiy v podgotovke regional'nykh faunisticheskikh svodok (na primere yashcherits V'etnama) [The role of zoological collections in the preparation of regional faunal reports (using the example of lizards in Vietnam).] In *Biologicheskie kollektzii segodnya i zavtra*. Materialy Rossiyskoy konferentsii s mezhdunarodnym uchastiem «Peredovye praktiki i perspektivy ispol'zovaniya zoologicheskikh kollektsiy». *Zoologicheskie issledovaniya*. 2018;20:23-26. In Russian
  17. Kuranova VN, Simonov EP, Yartsev VV, Shamgunova RR, Starikov VP. Raznoobrazie, rasprostranenie i prirodookhranny status presmykayushchikhsya Zapadnoy Sibiri

- [Diversity, distribution and conservation status of the reptiles of Western Siberia.]. In *Герпетологические исследования в Казахстане и сопредельных странах*. Almaty: ASBK-SOPK; 2010. pp. 118-149. In Russian
18. Simonov E., Kuranova VN., Lisachev A, Yartsev VV, Bogomolova IN. Database of Amphibia distribution in West Siberia (Russia). *Biodiversity Data Journal*. 2022;10:1-19. doi: 10.3897/BDJ.10.e82436
  19. Krasnaya kniga Ulyanovskoy oblasti [The Red Book of the Ulyanovsk region]. Artem'eva EA, Maslennikov AV, Korepov MV, editor. Moscow: Buki Vedi; 2015. 550 p. In Russian
  20. Krasnaya kniga Respubliki Burjatija. Zhivotnye. 4-e izd., dop. i pererab. [The Red Book of the Republic of Buryatia. Animals. 4th ed., additional and revised]. Badmaeva EN, editor. Belgorod: KONSTANTA; 2023. 300 p. In Russian
  21. Krasnaya kniga Respubliki Bashkortostan. T. 2 Zhivotnye [The Red Book of the Republic of Bashkortostan. Vol. 2 Animals]. Comp. Sost. Alekseev VN [et al.]. Ufa: Informreklama; 2014. 244 p. In Russian
  22. Krasnaya kniga Krasnoyarskogo kraya: v 2 t. T. 1. Redkie i nakhodyashchiesya pod ugrozoy ischeznoveniya vidy zhivotnykh [The Red Book of the Krasnoyarsk Territory: in 2 vols. Vol. 1. Rare and endangered species of animals]. Savchenko AP, editor; comp. Savchenko AP [et al.] SFU. Krasnoyarsk; 2022. 251 p. In Russian
  23. Antipova EM., Enulenko OV. K istorii issledovaniya flory s. Krasnoturanskogo Krasnoturanskogo rayona Krasnoyarskogo kraya (Minusinskaya step') [On the history of flora research in Krasnoturansk, Krasnoturansk district of the Krasnoyarsk Territory (Minusinsk steppe)]. *The Bulletin of KrasGAU*. 2011;(5):30-33. In Russian

**Информация об авторах:**

**Ярцев Вадим Вадимович**, канд. биол. наук, и. о. заведующего, доцент кафедры зоологии позвоночных и экологии Биологического института Национального исследовательского Томского государственного университета, заведующий Зоологическим музеем Биологического института Национального исследовательского Томского государственного университета (Томск, Россия).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7789-7424>

E-mail: [vadim\\_yartsev@mail.ru](mailto:vadim_yartsev@mail.ru)

**Бастрикова Анастасия Евгеньевна**, канд. биол. наук, хранитель фондов Зоологического музея Биологического института Национального исследовательского Томского государственного университета (Томск, Россия).

E-mail: [bastrikova\\_a\\_e@mail.ru](mailto:bastrikova_a_e@mail.ru)

**Куранова Валентина Николаевна**, канд. биол. наук, доцент кафедры зоологии позвоночных и экологии Биологического института Национального исследовательского Томского государственного университета (Томск, Россия).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1952-9310>

E-mail: [kuranova49@mail.ru](mailto:kuranova49@mail.ru)

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.*

**Information about the authors:**

**Vadim V. Yartsev**, Cand.Sci. (Biol.), Acting Head of the Department of Vertebrate Zoology and Ecology, Assistant Professor of the Department of Vertebrate Zoology and Ecology, Head of the Museum of Zoology, Institute of Biology, Tomsk State University (Tomsk, Russian Federation).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7789-7424>

E-mail: [vadim\\_yartsev@mail.ru](mailto:vadim_yartsev@mail.ru)

**Anastasia E. Bastrikova**, Cand.Sci. (Biol.), Curator of the holdings, Museum of Zoology, Tomsk State University (Tomsk, Russian Federation).

E-mail: [bastrikova\\_a\\_e@mail.ru](mailto:bastrikova_a_e@mail.ru)

**Valentina N. Kuranova**, Cand.Sci. (Biol.), Assistant Professor of the Department of Vertebrate Zoology and Ecology, Institute of Biology, Tomsk State University (Tomsk, Russian Federation).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1952-9310>

E-mail: kuranova49@mail.ru

*The Authors declare no conflict of interest.*

*Статья поступила в редакцию 25.03.2024;  
одобрена после рецензирования 05.05.2024; принята к публикации 05.09.2024.*

*The article was submitted 25.03.2024;  
approved after reviewing 05.05.2024; accepted for publication 05.09.2024.*

## НАПРАВЛЕНИЯ ИССЛЕДОВАНИЙ М.Д. РУЗКОГО: СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ

Научная статья  
УДК 574.2  
doi: 10.17223/19988591/67/5

### Серебряный карась *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) в Чарвакском водохранилище Узбекистана: морфологическая и молекулярно-генетическая характеристика

Жахонгир Баходир угли Бойкобилов<sup>1</sup>, Бахтиер Шухратович Адилов<sup>2</sup>,  
Елена Александровна Интересова<sup>3</sup>, Сирожиддин Махмудович Намозов<sup>4</sup>,  
Мансур Арзикулович Юлдашов<sup>5</sup>, Бахтияр Ганиевич Камилов<sup>6</sup>

<sup>1,4</sup> Институт зоологии Академии наук Узбекистана, Ташкент, Узбекистан

<sup>2</sup> Институт генетики и экспериментальной биологии растений Академии наук  
Узбекистана, Ташкент, Узбекистан

<sup>3</sup> Национальный исследовательский Томский государственный университет,  
Томск, Россия

<sup>3</sup> Новосибирский филиал ФГБНУ «ВНИРО», Новосибирск, Россия

<sup>5</sup> Ташкентский государственный аграрный университет, Ташкент, Узбекистан

<sup>6</sup> Филиал ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет»  
в Ташкентской области Республики Узбекистан, Ташкент, Узбекистан  
<sup>1</sup> [jaha3522887@gmail.com](mailto:jaha3522887@gmail.com)

<sup>2</sup> <https://orcid.org/0009-0004-2148-307X>, [bakhti.genetics@gmail.com](mailto:bakhti.genetics@gmail.com)

<sup>3</sup> <https://orcid.org/0000-0002-1148-6283>, [interesova@zapsib.vniro.ru](mailto:interesova@zapsib.vniro.ru)

<sup>4</sup> <https://orcid.org/0000-0001-8549-1846>, [sirojiddin.namozov.90@mail.ru](mailto:sirojiddin.namozov.90@mail.ru)

<sup>5</sup> <https://orcid.org/0000-0002-1597-6132>, [mansur.yuldashov.64@mail.ru](mailto:mansur.yuldashov.64@mail.ru)

<sup>6</sup> <https://orcid.org/0000-0002-9274-8635>, [b.kam58@rambler.ru](mailto:b.kam58@rambler.ru)

**Аннотация.** Морфологическая изменчивость в ответ на особенности окружающей среды – важная способность чужеродных видов, повышающая их адаптивные возможности и способствующая натурализации в новых местах обитания. Серебряный карась *Carassius gibelio* – широко распространенный инвазивный вид. В низовьях Сырдарьи и Амударьи карась известен с IV тысячелетия до н.э., отмечен и в первой половине XX в. Однако численность его была не велика. В 1960-х гг. в водоемы Узбекистана, в результате целенаправленной интродукции из подмосковного рыбхоза «Саввино» и случайного завоза с молодькой растительноядных рыб с Дальнего Востока России, была вселена амурская форма данного вида, после чего началось ее несанкционированное расселение с посадочным материалом культурных карповых рыб. В 1970-х гг. серебряный карась попал в Чарвакское водохранилище. Анализ нуклеотидных последовательностей гена *cvt b* серебряного карася из данного водоема показал их сходство с образцами из верховьев р. Янцзы, Китай, что доказывает дальневосточное происхождение карася в этом водоеме. В нетипичных для серебряного карася условиях горного

холодноводного Чарвакского водохранилища, показатели его счетных признаков в целом соответствует особенностям вида в данной климатической зоне, а индексы пластических признаков как при традиционном морфологическом анализе, так и при анализе морфометрических дистанций согласно методу оценки «truss protocol», не имеют выраженных отличий от показателей серебряного карася, обитающего в равнинном водохранилище Тудакуль и в рыбоводных прудах рыбопитомника Научно-исследовательского института рыбного хозяйства Узбекистана. Вопрос о широте распространения амурской формы серебряного карася в регионе и о возможном сохранении аборигенной формы данного вида остается открытым и требует дальнейших исследований с использованием молекулярно-генетических методов.

**Ключевые слова:** серебряный карась, *Carassius gibelio*, чужеродные виды, интродуценты, морфология рыб, цитохром b, мтДНК, Чарвакское водохранилище, Узбекистан

**Источник финансирования:** настоящие исследования проведены в рамках выполнения проекта «Исследование популяционного фенотипического разнообразия и адаптационного потенциала гидробионтов для теоретического обоснования развития рыбного хозяйства Узбекистана» в Институте зоологии Академии наук Узбекистана и в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (проект № FSWM-2020-0019).

**Благодарности:** авторы благодарны дирекции Института зоологии Академии наук Узбекистана за создание условий для выполнения запланированного объема работ.

**Для цитирования** Бойкобилов Ж.Б. угли, Адилов Б.Ш., Интересова Е.А., Намозов С.М., Юлдашов М.А., Камиллов Б.Г. Серебряный карась *Carassius gibelio* в Чарвакском водохранилище Узбекистана: морфологическая и молекулярно-генетическая характеристика // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2024. № 67. С. 71–87. doi: 10.17223/19988591/67/5

## **Prussian carp *Carassius gibelio* in the Charvak reservoir of Uzbekistan: morphological and molecular-genetic characteristics**

**Jakhongir B. Boykobilov<sup>1</sup>, Bakhtiyor Sh. Adilov<sup>2</sup>, Elena A. Interesova<sup>3</sup>, Sirojiddin M. Namozov<sup>4</sup>, Mansur A. Yuldashov<sup>5</sup>, Bakhtiyor G. Kamilov<sup>6</sup>**

<sup>1,4</sup> Institute of zoology, Uzbekistan Academy of Sciences, Tashkent, Uzbekistan

<sup>2</sup> Institute of Genetics and Plant Experimental Biology, Uzbekistan Academy of Sciences, Tashkent, Uzbekistan

<sup>3</sup> National Research Tomsk State University, Tomsk, Russian Federation

<sup>3</sup> Novosibirsk Branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography, Novosibirsk, Russian Federation

<sup>5</sup> Tashkent State Agrarian University, Tashkent, Uzbekistan

<sup>6</sup> Branch of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education “Astrakhan State Technical University” in Tashkent region of the Republic of Uzbekistan, Tashkent, Uzbekistan

<sup>1</sup> [jaxa3522887@gmail.com](mailto:jaxa3522887@gmail.com)

<sup>2</sup> <https://orcid.org/0009-0004-2148-307X>, [bakhti.genetics@gmail.com](mailto:bakhti.genetics@gmail.com)

<sup>3</sup> <https://orcid.org/0000-0002-1148-6283>, [interesova@zapsib.vniro.ru](mailto:interesova@zapsib.vniro.ru)

<sup>4</sup> <https://orcid.org/0000-0001-8549-1846>, [sirojiddin.namozov.90@mail.ru](mailto:sirojiddin.namozov.90@mail.ru)

<sup>5</sup> <https://orcid.org/0000-0002-1597-6132>, [mansur.yuldashov.64@mail.ru](mailto:mansur.yuldashov.64@mail.ru)

<sup>6</sup> <https://orcid.org/0000-0002-9274-8635>, [b.kam58@rambler.ru](mailto:b.kam58@rambler.ru)

**Summary.** Morphological variability in response to environmental features is an important feature of alien species, increasing their adaptive capabilities and facilitating naturalization in new habitats. The prussian carp *Carassius gibelio* is currently very widespread in the world. Much of its current range is believed to be acquired as a result of human activity, with the prussian carp recognized as an invasive species capable of having a significant impact on recipient ecosystems. On the territory of Uzbekistan, prussian carp has been known in the lower reaches of the Syr-Darya and Amu-Darya since the 4th millennium BC, and was also recorded in the first half of the 20th century. However, its numbers were not large. In the 1960s, the Amur form of the prussian carp was introduced into the water bodies of Uzbekistan, as a result of a targeted introduction from the "Savvino" fish farm near Moscow and the accidental import of herbivorous fish with juveniles from the Russian Far East, after which its unauthorized resettlement began with planting material of cultivated cyprinids. In the 1970s, prussian carp found their way into the Charvak Reservoir. This is a mountain cold-water reservoir, formed on the Chirchik River (the right tributary of the Syrdarya River) and is located between the spurs of the Western Tien-Shan. With an area of only 37 km<sup>2</sup>, it has a volume of about 2 km<sup>3</sup> and a depth of more than 50 m. The reservoir is characterized by summer drawdown of the water level used for irrigation in the river valley Chirchik. This causes an almost complete absence of vegetation in the water area of the reservoir. Despite the atypical conditions, the prussian carp formed a self-sustaining population. There is none below the reservoir dam to the middle reaches of the Chirchik River. Indicators of counting characteristics of prussian carp in reservoir are D III-IV 17-19; A II 5-6; 26-30 (average 29) scales in the lateral line; on the first gill arch, 40-53 (on average 48) gill rakers and generally correspond to the characteristics in this climatic zone. Indices of plastic characteristics, both in traditional morphological analysis (see Table 1) and in the analysis of morphometric distances according to the "truss protocol" assessment method (see Table 2), do not have pronounced differences from the indicators of prussian carp living in a lowland reservoir Tudakul and in the fish ponds of the fish hatchery of the Research Institute of Fisheries of Uzbekistan.

Analysis of the nucleotide sequences of the *cyt b* gene of prussian carp from the Charvak reservoir showed their similarity with samples from the upper reaches of the Yangtze river, China (see Table 3), which proves Far Eastern origin of prussian carp in the Charvak reservoir. It is likely that it was the prussian carp, brought from the Far East, that ensured the growth in the number of the species in Uzbekistan. The question of the breadth of distribution of the Amur form of prussian carp in the region and the preservation of its native form currently remains open and requires further research using molecular genetic methods.

*The article contains 2 Figures, 3 Tables and 30 References.*

**Keywords:** prussian carp, *Carassius gibelio*, non-native species, biological invasions, fish morphology, cytochrome b, mtDNA, Charvak reservoir, Uzbekistan

**Fundings:** The study was performed out as part of the project "Study of the population phenotypic diversity and adaptive potential of aquatic organisms for the theoretical justification of the development of fisheries in Uzbekistan" at Institute of Zoology of Uzbekistan Academy of Sciences and it was performed within the framework of a state assignment of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (project No. FSWM-2020-0019).

**Acknowledgments:** The authors are grateful to the directorate of the Institute of Zoology of the Academy of Sciences of Uzbekistan for creating conditions for the implementation of the planned scope of work.

**For citation:** Boykobilov JB, Adilov BSh, Interesova EA, Namozov SM, Yuldashov MA, Kamilov BG. Gibel carp *Carassius gibelio* in the Charvak reservoir of Uzbekistan: morphological and molecular-genetic characteristics. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya = Tomsk State University Journal of Biology.* 2024;67:71-87. doi: 10.17223/19988591/67/5

## Введение

Серебряный карась *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) – некрупный представитель сем. Cyprinidae, типичный обитатель различных стоячих водоемов и равнинных рек с развитой растительностью, иногда отмечаемый на участках рек с быстрым течением. Это относительно теплолюбивая рыба, предпочитающая неглубокие эвтрофные воды. В настоящее время серебряный карась очень широко распространен в мире [1]. Считают, что значительная часть его современного ареала является приобретенной в результате деятельности человека [2], при этом серебряный карась признан инвазивным видом, способным оказывать значительное влияние на реципиентные экосистемы путем воздействия на трофические сети, гибридизацию с аборигенными видами, приводя к снижению биоразнообразия [2–6]. На территории Узбекистана серебряный карась известен с IV тысячелетия до н.э. [7], обитал в низовьях Сырдарьи и в дельте Амударьи и в первой половине XX в. [8]. Однако численность его была не велика. В настоящее время вид относительно многочислен [9]. При этом известно, что в 1950-х гг. в пруды рыбхоза «Дамачи» Ташкентской области была завезена молодь серебряного карася из подмосковного рыбхоза «Саввино», где ранее были акклиматизированы караси, привезенные из водоемов в бассейне Амура. В начале 1960-х гг. молодь серебряного карася с Дальнего Востока России случайно была завезена с молодь белого толстолобика *Hypophthalmichthys molitrix* и белого амура *Stenopharyngodon idella* в пруды Ташкентской области [10, 11]. В результате завезенный серебряный карась прижился, а эти рыбные хозяйства стали источником для его расселения по территории Узбекистана. С 1960-х гг. по настоящее время молодь серебряного карася из этих рыбхозов несанкционированно постоянно развозится с посадочным материалом культурных карповых рыб по всем прудовым хозяйствам, равнинным водохранилищам и озерам страны. В 1970-х гг. серебряный карась попал в Чарвакское водохранилище. Это горный холодноводный водоем, образован на реке Чирчик (правый приток р. Сырдарья) и расположен между отрогами Западного Тянь-Шаня. При площади всего в 37 км<sup>2</sup>, имеет объем около 2 км<sup>3</sup> и глубины более 50 м. Для водохранилища характерна летняя сработка уровня воды, расходуемой для ирригации в долине р. Чирчик. Это обуславливает практически полное отсутствие зарослей растительности по акватории водоема. Несмотря на нетипичные условия, серебряный карась прижился, образовав самовоспроизводящуюся популяцию. Ниже плотины водохранилища до среднего течения реки Чирчик его нет. Учитывая особенности приобретенного местообитания, для расширения представлений об адаптационных возможностях данного инвазивного вида, целью работы явилось описание морфологических особенностей серебряного карася в

Чарвакском водохранилище, а также определение нуклеотидной последовательности гена цитохрома *b* мтДНК для идентификации его происхождения

### Материал и методы

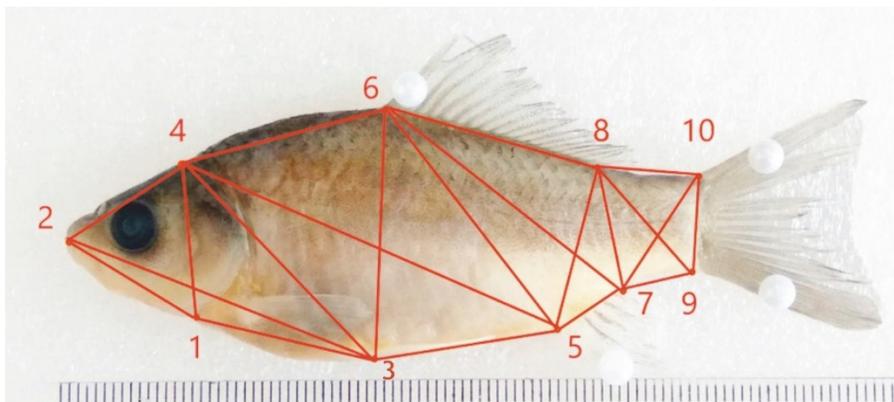
*Сбор материала.* Материал собран весной 2022 г. на разных участках Чарвакского водохранилища ставными сетями с ячеей 16–55 мм (рис. 1). Видовая идентификация проведена по определителю рыб Узбекистана [11]. Видовое название указано согласно принятой международной классификации [1]. Общий объем материала составил 52 экз. рыб. У рыб отрезали фрагмент хвостового плавника и фиксировали в растворе DESS для последующего молекулярно-генетического анализа. Далее всех пойманных особей серебряного карася фиксировали в 4%-ном растворе формалина.



**Рис. 1.** Схема района исследований. Чарвакское водохранилище на реке Чирчик в Ташкентской области, Узбекистан (точками отмечены места лова)  
[Fig. 1. The study area. Charvak reservoir on the Chirchik River in Tashkent region, Uzbekistan (dots mark fishing spots)]

*Анализ морфологических признаков.* Все собранные экземпляры были подвергнуты морфологическому анализу. В лабораторных условиях у рыб определяли общую и стандартную (до конца чешуйного покрова) длины

тела с точностью до 0,1 см, общую массу тела с точностью до 0,1 г. Просчитывали меристические признаки общепринятыми методами, а также измеряли пластические признаки согласно схеме промеров рыб семейства карповых [12]. На поверхности тела рыб выделили 10 ориентиров и сделали промеры согласно методу оценки «truss protocol» [13, 14] (рис. 2). Измерения приведены в виде: промер «2–4» означает расстояние между ориентирами 2 и 4. Все промеры делал один оператор. При обеих схемах промеров пластических признаков пересчитали измеряемые признаки в индексы, приведя их в процентах от стандартной длины каждой особи, а также показатели промеров головы – в процентах от длины головы.



**Рис. 2.** Схема расположения ориентиров для оценки морфометрических дистанций «truss protocol»: 1 – нижний переход от головы к брюшной части (нижнее окончание черепа, нижняя точка жаберной крышки); 2 – передний конец рыла у верхней челюсти; 3 – нижняя кромка тела строго под основание первого луча брюшного плавника; 4 – самая задняя часть нейрокраниума (начало чешуйчатого затылка); 5 – основание первого луча анального плавника; 6 – основание первого луча спинного плавника; 7 – основание последнего луча анального плавника; 8 – основание последнего луча спинного плавника; 9 – нижнее начало хвостового плавника; 10 – верхнее начало хвостового плавника

[Fig. 2. Illustration of the arrangement of landmarks for the assessment of morphometric distances "truss protocol": 1 - lower transition from the head to the abdominal part (lower end of the skull, lower point of the gill cover); 2 - anterior tip of snout at upper jaw; 3 - lower edge of the body strictly under the base of the first ray of the pelvic fin; 4 - most posterior aspect of neurocranium (beginning of scaled nape); 5 - base of the first ray of the anal fin; 6 - base of the first ray of the dorsal fin; 7 - base of the last ray of the anal fin; 8 - base of the last ray of the dorsal fin; 9 - lower beginning of the caudal fin; 10 - upper beginning of the caudal fin]

*Молекулярно-генетический анализ.* Фиксацию тканей серебряного карася проводили в растворе DESS, содержащем ДМСО, 0,25 М этилендиаминтетраацетата натрия, насыщенный NaCl (pH 8,0) [15].

Выделение ДНК осуществляли с использованием набора для очистки геномной ДНК GeneJET (Thermo Fisher Scientific). Измерение количества и качества геномной ДНК проводили с помощью спектрофотометра NanoDrop Eight (Thermo Fisher Scientific, США), затем образцы ДНК хранили при  $-20^{\circ}\text{C}$  до проведения ПЦР.

Участок гена цитохрома *b* мтДНК (далее – *cyt b*) амплифицировали с использованием праймеров *Cytb\_F1* (5'-GAAGAACCACCGTTGTTATTC-3') и *Cytb\_R1* (5'-ACCTCCRAYCTYCGGATTACA-3') [18, 19]. Для ПЦР использовали смесь реагентов для амплификации «Platinum™ Taq DNA Polymerase» (Thermo Fisher Scientific, США). ПЦР-смесь (25 мкл) содержала ДНК исследуемого образца (4 мкл), 14,9 мкл dd H<sub>2</sub>O, 2,5 мкл 10xPCR-буфера, 0,75 мкл 50 mM MgCl<sub>2</sub>, 0,5 мкл 10 mM смеси dNTP, 0,5 мкл 10 mM прямого праймера, 0,5 мкл 10 mM обратного праймера, 1,25 мкл удлинителя KB, 0,1 мкл ДНК-полимеразы Platinum Taq.

Для ПЦР использовали следующую программу термоциклирования: начальная денатурация (95°C, 10 мин), денатурация (94°C, 10 с), отжиг (55°C, 30 с), элонгация (72°C, 1 мин), 40 циклов, финальная элонгация (72°C, 5 мин).

Полученные продукты ПЦР исследовали методом гель-электрофореза с буфером 1xTBE (pH 8,3) в 2% агарозном геле с последующим окрашиванием геля раствором бромистого этидия (EtBr) 0,5 мкг/мл. Электрофорез проводили на системе горизонтального электрофореза СЭ-1 («Геликон», Россия) при напряжении 100 В в течение 100 минут. Продукты ПЦР визуализировали в УФ-свете и фотодокументировали с помощью гель-документирующей системы BK-AG100 (BioBase Kings Co., Ltd, Китай).

Для определения нуклеотидных последовательностей гена *cyt b* проводили секвенирование амплифицированных продуктов. Для этого фрагменты амплификации вырезали из агарозного геля и очищали с использованием набора PureLink™ Quick Gel Extraction Kit (Invitrogen, США) согласно методике производителя. Секвенирующие реакции выполняли с применением набора Big Dye® Terminator v 3.1 Cycle Sequencing Kit («Applied Biosystems», США) согласно методике производителя.

Реакция циклического секвенирования состояла из ddH<sub>2</sub>O – 3,5 мкл, BigDye – 1 мкл, 5x буфера для секвенирования – 2 мкл, секвенирующего праймера – 0,5 мкл, очищенного ПЦР-продукта – 2 мкл. Для секвенирования использовали праймеры *Cytb\_F1* и *Cytb\_R1*.

Для реакции циклического секвенирования использовали следующую программу термоциклирования: начальная стадия денатурации 96°C 10 минут; затем денатурацию при 96°C в течение 10 с, отжиг при 55°C в течение 10 с и элонгацию при 60°C в течение 3 мин повторяли в течение 40 последовательных циклов.

Продукты реакции секвенирования очищали от флуоресцентно меченых терминаторных нуклеотидов с использованием набора Dynabeads Sequencing Clean-Up Kit (Applied Biosystems, США). Капиллярный электрофорез продуктов реакции секвенирования ДНК проводили на генетическом анализаторе Applied Biosystems 3500 (Thermo Fisher Scientific).

Компьютерную обработку данных, полученных в результате секвенирования, проводили с помощью программы SnapGene 5.3.1. Поиск близких нуклеотидных последовательностей был выполнен по базе данных GeneBank. Анализ сходства нуклеотидных последовательностей участка гена *cyt b* (процент перекрытия и процент сходства последовательностей)

проводили с использованием программы BLAST Национального центра биотехнологической информации США (NCBI) [16, 17].

### Результаты

В выборке серебряного карася из Чарвакского водохранилища отмечены особи с общей длиной от 3,5 до 18,7 см, стандартной длиной 2,8–15,2 см, и общей массой 1–12 г.

Меристические признаки серебряного карася Чарвакского водохранилища следующие: D III-IV 17–19; A II 5-6; 26–30 (в среднем 29) чешуй в боковой линии; на первой жаберной дуге 40–53 (в среднем 48) жаберных тычинок.

Индексы пластических признаков серебряного карася по традиционной схеме промеров приведены в табл. 1. Индексы пластических показателей по промерам между выбранными ориентирами по поверхности формы тела («truss protocol») представлены в табл. 2.

Таблица 1 [Table 1]

**Пластические признаки серебряного карася *Carassius gibelio*  
Чарвакского водохранилища, Узбекистан**  
[Morphometric characteristics of the prussian carp *Carassius gibelio*  
from the Charvak reservoir, Uzbekistan]

Признак [Morphometric characteristics]	Мин. [Minimum]	Макс. [Maximum]	Хсред [Average value]	Sx [Standard error]	Cv, % [Coefficient of variation]
В процентах от стандартной длины тела [As a percentage of standard length]					
Длина туловища [Body length]	66,1	78,3	73,95	1,81	6,0
Длина рыла [Snout length]	3,9	8,2	5,15	0,67	31,9
Диаметр глаза [Eye diameter]	4,8	6,4	5,56	0,26	11,6
Заглазничный отдел головы [Postorbital region of the head]	13,5	19,3	15,43	0,90	14,3
Длина головы [Head length]	21,2	33,6	25,92	1,84	17,4
Высота головы у затылка [Head height at the back of the head]	21,3	23,9	22,24	0,37	4,1
Наибольшая высота тела [Maximum body height]	35,9	38,3	37,40	0,43	2,8
Наименьшая высота тела [Minimum body height]	14,5	15,3	14,81	0,12	2,1
Антедорсальное расстояние [Antedorsal distance]	50,0	53,0	50,94	0,46	2,2
Постдорсальное расстояние [Postdorsal distance]	18,2	23,7	21,60	0,76	8,6
Длина хвостового стебля [Caudal peduncle length]	14,4	18,9	16,83	0,60	8,7
Длина основания спинного плавника [Base length dorsal fin]	33,8	35,9	34,91	0,39	2,8

Признак [Morphometric characteristics]	Мин. [Minimum]	Макс. [Maximum]	Х <sub>сред</sub> [Average value]	Sx [Standard error]	C <sub>v</sub> , % [Coefficient of variation]
Наибольшая высота спинного плавника [Highest height dorsal fin]	15,8	20,9	19,32	0,79	10,1
Длина основания анального плавника [Base length anal fin]	8,0	11,0	9,82	0,49	12,2
Наибольшая высота анального плавника [Highest height anal fin]	13,2	15,4	14,72	0,36	5,9
Длина грудного плавника [Length pectoral fin]	17,2	20,6	18,73	0,49	6,4
Длина брюшного плавника [Length ventral fin]	17,3	19,4	18,62	0,33	4,4
Расстояние между грудным и брюшным плавниками [Pectoral - ventral fins distance]	21,7	26,0	23,51	0,58	6,0
Расстояние между брюшным и анальным плавниками [Ventral - anal fins distance]	26,5	30,4	28,17	0,51	4,4
В процентах от длины головы [As a percentage of head length]					
Длина рыла [Snout length]	15,6	25,1	21,37	0,69	12,4
Диаметр глаза [Eye diameter]	18,7	33,5	25,15	0,98	15,1
Заглазничный отдел головы [Postorbital region of the head]	48,2	66,4	54,61	1,35	9,6
Высота головы у затылка [Head height at the back of the head]	97,7	104,6	100,69	0,44	1,7

Таблица 2 [Table 2]

**Морфометрические дистанции «truss protocol» (в процентах от стандартной длины тела) серебряного карася *Carassius gibelio* Чарвакского водохранилища, Узбекистан**  
[Morphometric distances (as a percentage of standard length) of the prussian carp *Carassius gibelio* from the Charvak reservoir, Uzbekistan]

Расстояние между ориентирами [Morphometric characteristics]	Мин [Minimum]	Макс [Maximum]	Х <sub>сред</sub> [Mean]	Sx [Standard error]	C <sub>v</sub> , % [Coefficient of variation]
2-4	17,9	26,4	21,18	0,53	9,7
4-6	26,1	33,0	31,20	0,43	5,3
6-8	33,7	36,5	34,85	0,22	2,5
8-10	13,2	20,2	17,33	0,49	10,9
9-10	13,6	16,1	14,54	0,17	4,6
7-9	9,5	14,7	12,30	0,43	13,5
5-7	8,7	14,7	11,13	0,43	14,8
3-5	19,9	30,1	27,25	0,68	9,7
2-3	47,1	56,2	50,39	0,62	4,8

Расстояние между ориентирами [Morphometric characteristics]	Мин [Minimum]	Макс [Maximum]	Х <sub>сред</sub> [Mean]	S <sub>x</sub> [Standard error]	C <sub>v</sub> , % [Coefficient of variation]
1–2	16,3	25,7	21,33	0,70	12,6
1–4	22,1	27,2	23,85	0,38	6,2
1–3	26,2	33,4	29,87	0,52	6,7
3–4	39,9	46,3	42,11	0,40	3,7
5–6	41,6	48,1	44,43	0,47	4,1
7–8	17,9	23,8	20,38	0,54	10,2
4–5	58,6	66,9	63,28	0,53	3,3
3–6	35,2	39,5	37,46	0,35	3,7
6–7	45,0	51,4	47,72	0,44	3,6
5–8	23,9	28,0	25,70	0,37	5,6
7–10	18,6	23,2	20,87	0,39	7,2
8–9	20,9	29,0	24,32	0,59	9,4

Таблица 3 [Table 3]

**Результаты Blast-анализа секвенированных участков гена *cyt b* серебряного карася *Carassius gibelio* Чарвакского водохранилища, Узбекистан**  
**[Results of Blast-analysis of sequenced gene *cyt b* of the prussian carp *Carassius gibelio* from the Charvak reservoir, Uzbekistan]**

Название образца серебряного карася Чарвакского водохранилища в коллекции [Name of the specimen in the collection]	Название наиболее близкородственного образца серебряного карася [The name of the most closely related specimen of prussian carp]	Идентификационный номер (ID) нуклеотидной последовательности гена <i>cyt b</i> наиболее близкородственного образца серебряного карася [Identification number (ID) of the nucleotide sequence of the <i>cyt b</i> of the most closely related specimen of the prussian carp]	Страна происхождения и ареал наиболее близкородственного изолята карася [Country of origin and range of the most closely related isolate of prussian carp]	Процент сходства [Percentage of similarity]
Чирчик-3 [Chirchik-3]	CQBP2	KU668573.1	Китай, верховья реки Янцзы [China, upper Yangtze River]	100
Чирчик-4 [Chirchik-4]	fb58	LC337604.1	Китай, верховья реки Янцзы [China, upper Yangtze River]	99,83
Чирчик-5 [Chirchik-5]	CQBP2	KU668573.1	Китай, верховья реки Янцзы [China, upper Yangtze River]	99,43
Чирчик-6 [Chirchik-6]	CQFJ4	KU668579.1	Китай, верховья реки Янцзы [China, upper Yangtze River]	99,65

В результате амплификации участка гена *cyt b* были получены ПЦР продукты ожидаемого размера 1133 б.р. (координаты секвенированного ампликона на референсном митохондриальном геноме: 15305–16437 б.р., координаты гена *cyt b* на референсном митохондриальном геноме: 15298–16438) во всех исследованных образцах. Анализ нуклеотидных последовательностей серебряного карася из Чарвакского водохранилища показал их сходство с образцами из верховьев р. Янцзы, Китай (табл. 3).

### Обсуждение

Результаты молекулярно-генетического анализа серебряного карася из Чарвакского водохранилища свидетельствуют, что в этот водоем была вселена амурская форма данного вида. Вероятно, именно карась, завезенный с Дальнего Востока, обеспечил рост его численности на территории Узбекистана. Аналогичное увеличение численности серебряного карася, обусловленное замещением автохтонной формы вида интродуцированной амурской, в настоящее время происходит в разнотипных водоемах Понто-Каспийского региона [20–22], и в Сибири [23]. Вопрос о широте распространения амурской формы серебряного карася на территории Узбекистана и сохранении его аборигенной формы в настоящее время остается открытым и требует дальнейших исследований с использованием молекулярно-генетических методов.

Морфологическая изменчивость в ответ на особенности окружающей среды – важная способность чужеродных видов, повышающая их адаптивные возможности и способствующая натурализации в новых местах обитания [24, 25]. Чарвакское водохранилище – горный, глубокий, холодноводный водоем, сильно отличается по условиям среды от неглубоких эвтрофных прудов и озер, типичных местообитаний серебряного карася. Однако в этих условиях показатели его счетных признаков в целом соответствует особенностям вида в данной климатической зоне [26–29]. По сравнению с ранее исследованными серебряными карасями из равнинного водохранилища Тудакуль [29], карась из Чарвакского водохранилища имеет на 1,6–3,0% большие относительные размеры головы (за исключением высоты головы на уровне затылка), на 8,8% большую высоту спинного плавника, но на 7,1% меньшую длину его основания и на 2,9% меньшую длину основания анального плавника. По сравнению с карасем из равнинных рыбоводных прудов рыбопитомника Научно-исследовательского института рыбного хозяйства Узбекистана [30], карась Чарвакского водохранилища имеет на 0,1–3,4% меньшие относительные размеры головы, на 6,5% большее постдорсальное расстояние, на 5,5% меньшую высоту анального плавника, на 3,5% меньше длину основания спинного плавника. Практически две трети индексов пластических признаков серебряного карася Чарвакского водохранилища характеризуются невысокой изменчивостью ( $C_v$  менее 10%). Большая часть индексов имеет даже меньший коэффициент вариации (за исключением длины тела, длины рыла, заглазничного отдела головы, длины основания анального плавника), чем в рыбоводных прудах на равнине [30].

Анализ изменчивости индексов морфологических дистанций в рамках «truss protocol» показал, что коэффициент вариации этих показателей у карася Чарвакского водохранилища несколько выше, чем в равнинных водоемах –  $C_v$  более 10% отмечен у 23,8% анализируемых дистанций, тогда как у карася в прудах рыбопитомника Научно-исследовательского института рыбного хозяйства Узбекистана [30] – только у 14,3%, что может быть связано с разным возрастным составом выборок.

### **Заключение**

В 1960-х гг. в водоемы Узбекистана был вселена амурская форма серебряного карася. Известно два вектора инвазии – целенаправленная интродукция из подмосковного рыбхоза «Саввино» и случайный завоз с молодькой растительоядных рыб с Дальнего Востока России. Анализ нуклеотидных последовательностей гена *cut b* серебряного карася Чарвакского водохранилища показал его сходство с образцами из верховьев р. Янцзы, Китай, что доказывает дальневосточное происхождение карася в этом водоеме. Возможно, рост численности данного вида на территории Узбекистана связан с распространением его амурской формы, однако этот вопрос требует дальнейшего изучения с использованием молекулярно-генетических методов.

В нетипичных для серебряного карася условиях горного холодноводного Чарвакского водохранилища, показатели его счетных признаков в целом соответствуют особенностям вида в данной климатической зоне, а индексы пластических как при традиционном морфологическом анализе, так и при анализе морфометрических дистанций согласно методу оценки «truss protocol», не имеют выраженных отличий от показателей серебряного карася, обитающего в равнинном водохранилище Тудакуль и в рыбноводных прудах рыбопитомника Научно-исследовательского института рыбного хозяйства Узбекистана.

### **Список источников**

1. Froese R.D. Pauly D. Eds. Fish Base. World Wide Web electronic publication. (02/2023). URL: [www.fishbase.org/](http://www.fishbase.org/) (дата обращения: 10.07.2024).
2. Tarkan A., Copp G.H., Top N., Özdemir N., Önsoy B., Bilge G., Filiz H., Yapici S., Ekmekçi F.G., Kirankaya Ş. G., Emiroğlu Ö., Gaygusuz Ö., Gürsoy Gaygusuz Ç., Oymak A., Özcan G., Saç G. Are introduced gibel carp *Carassius gibelio* in Turkey more invasive in artificial than in natural waters? // *Fisheries Management and Ecology*. 2012. № 19. PP. 178–187. doi: 10.1111/j.1365-2400.2011.00841.x
3. Docherty C., Ruppert J., Rudolfsen T., Hamann A., Poesch M. S. Assessing the spread and potential impact of Prussian Carp *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) to freshwater fishes in western North America // *BioInvasions Records*. 2017. Vol. 6, № 3. PP. 291–296. doi: 10.3391/bir.2017.6.3.15
4. Ruppert J.L.W., Docherty C., Neufeld, K., Hamilton K., MacPherson L., Poesch M.S. Native freshwater species get out of the way: Prussian carp (*Carassius gibelio*) impacts both fish and benthic invertebrate communities in North America // *Royal Society Open Science*. 2017. № 4. 170400. doi: 10.1098/rsos.170400
5. Самые опасные инвазионные виды России (ТОП-100) / под ред. Ю.Ю. Дребудзе, В.Ш. Петросян, Л.А. Хляп. М. : Тов-во научных изданий КМК, 2018. 688 с.

6. Vilizzi L., Copp G. H., Hill J., Adamovich B. et al. A global-scale screening of non-native aquatic organisms to identify potentially invasive species under current and future climate conditions // *Science of The Total Environment*. 2021. Vol. 788, № 147868. doi: 10.1016/j.scitotenv.2021.147868
7. Цепкин Е.А. Промысловая ихтиология низовьев Амударьи в эпоху неолита // *Бюл. Моск. Об-ва испытателей природы. Отд. Биол.* 1988. Т. 93, вып. 4. С. 51–56.
8. Берг Л. С. Рыбы пресных вод СССР и сопредельных стран. Ч. 2. М. ; Л. : Изд-во Академии наук СССР, 1949. 232 с.
9. Юлдашов М.А., Камиллов Б.Г. Результаты интродукций чужеродных видов рыб в водоемы Узбекистана // *Научные труды Дальрыбвтуза*. 2018. Т. 44 (1). С. 40–48.
10. Камиллов Г.К. Рыбы и биологические основы рыбохозяйственного освоения водохранилищ Узбекистана. Ташкент : Фан, 1973. 220 с.
11. Салихов Т.В., Камиллов Б.Г., Атаджанов А.К. Рыбы Узбекистана (определитель). Ташкент : Chinor ENK, 2001. 152 с.
12. Правдин И.Ф. Руководство по изучению рыб (преимущественно пресноводных). М. : Пищевая промышленность, 1966. 376 с.
13. Strauss R.E., Bookstein F.L. The truss: body form reconstruction in morphometrics // *Syst. Zool.* 1982. № 31 (2). PP. 113–135.
14. Strauss R.E., Bond C.E. Taxonomic Methods: Morphology. Chapter 4 // *Methods for fish biology*, C. B. Schreck; P. B. Moyle editors, Bethesda, USA : American Fisheries Society, 1990. PP. 109–140.
15. Yoder M., Tandingan de Ley I., King I. W., Mundo-Ocampo M., Mann J., Blaxter M., Poiras L., De Ley P. DESS: a versatile solution for preserving morphology and extractable DNA of nematodes // *Nematology*. 2006. Vol. 8 (3). PP. 367–376.
16. Altschul S F., Gish W., Miller W., Myers E.W., Lipman D.J. Basic local alignment search tool // *J Mol Biol.* 1990. Vol. 215 (3). PP. 403–410. doi: 10.1016/S0022-2836(05)80360-2
17. National Library of Medicine. Available at: <https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi> (accessed: 03.06.2024).
18. Klechtová V., Bohlen J., Freyhof J., Ráb P. Molecular phylogeny of the Southeast Asian freshwater fish family Botiidae (Teleostei: Cobitoidea) and the origin of polyploidy in their evolution // *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 2006. № 39. PP. 529–541.
19. Knytl M., Kalous L., Symonová R., Rylková K., Ráb P. Chromosome Studies of European Cyprinid Fishes: Cross-Species Painting Reveals Natural Allotetraploid Origin of a *Carassius* Female with 206 Chromosomes // *Cytogenet Genome Res.* 2013. № 139. PP. 276–283. doi: 10.1159/000350689
20. Куцоконь Ю.К. Распространение и морфобиологические особенности чужеродных видов рыб в бассейне р. Рось (приток р. Днепр) // *Российский Журнал Биологических Инвазий*. 2010. № 1. С. 19–29.
21. Вехов Д.А. Некоторые проблемные вопросы биологии серебряного карася *Carassius auratus* lato // *Науч.-техн. бюл. лаб. ихтиологии ИНЭНКО*. 2013. Вып. 19. С. 5–38.
22. Герасимов Ю.В. Смирнов А.К., Кодухова Ю.В. Оценка возможных причин изменений численности и половой структуры в популяциях серебряного карася (*Carassius auratus gibelio* Bloch., 1783) // *Биология внутренних вод*. 2018. № 1. С. 70–79. doi: 10.7868/S0320965218010096
23. Побединцева М.А., Решетникова С.Н., Сердюкова Н.А., Бишани А., Трифонов В.А., Интересова Е.А. Генетическая гетерогенность серебряного карася *Carassius gibelio* (Cyprinidae) в бассейне Средней Оби // *Генетика*. 2021. Т. 57, № 4. С. 429–436. doi: 10.31857/S0016675821040111
24. Yavno S., Fox M.G. Morphological change and phenotypic plasticity in native and non-native pumpkinseed sunfish in response to sustained water velocities // *Journal of Evolutionary Biology*. 2013. № 26. PP. 2383–2395. doi: 10.1111/jeb.12230
25. Rolla M., Consuegra S., de Leaniz C.G. Trophic plasticity of the highly invasive Topmouth gudgeon (*Pseudorasbora parva*) inferred from stable isotope analysis // *Frontiers in Ecology and Evolution*. 2020. № 8. P. 212. doi: 10.3389/fevo.2020.00212

26. Рыбы Казахстана : в 5 т. Т. 3: Карповые (продолжение) / В.П. Митрофанов, Г.М. Дукравец, В.А. Мельников, А.А. Баимбетов и др. Алма-Ата : Наука, 1988. 304 с.
27. Мамедов Т.М., Кулиев З.М., Смирнов А.И., Ткаченко В.А. Биологические и экологические особенности караса серебряного *Carassius auratus gibelio* (Bloch, 1782) Нахичеванского водохранилища // Рибогосподарська наука України. 2009. № 3. С. 61–67.
28. Yerli S.V., Mangit F., Emiroğlu Ö., Yeğen V., Uysal R., Ünlü E., Alp A., Buhan E., Yıldırım T., Zengin M. Distribution of Invasive *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) (Teleostei: Cyprinidae) in Turkey // Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences. 2014. № 14. PP. 581–590.
29. Hakimova R., Yuldashov M., Kamilov B., Ummatova M.E. Morphology, age and growth of prussian carp (*Carassius gibelio*) in tudakul reservoir in Uzbekistan // Acad. Sci. Repos. 2023. Vol. 4, № 5. С. 74–81.
30. Khalimova N.T., Kanatbaeva T.S., Ummatova M.E. et al. Morphological characteristics of carp (*Carassius Gibelio*) in the conditions of pond fish farming in Uzbekistan // IOP Conference Series: Earth and Environmental Science. 2023. Vol. 1142, № 1. P. 012072. doi: 10.1088/1755-1315/1142/1/012072

### References

1. Froese RD, Pauly D. Eds. Fish Base. World Wide Web electronic publication (02/2023). [Electronic resource]. Available at: <https://www.fishbase.se/summary/Carassius-carassius.html> (accessed: 10.07.2024).
2. Tarkan AS, Copp GH, Top N, Özdemir N, Önsoy B, Bilge G, Filiz H, Yapıcı S, Ekmekçi FG, Kirankaya ŞG, Emiroğlu Ö, Gaygusuz Ö, Gürsoy Gaygusuz Ç, Oymak A, Özcan G, Saç G. Are introduced gibel carp *Carassius gibelio* in Turkey more invasive in artificial than in natural waters? *Fisheries Management and Ecology*. 2012;19:178-187. doi: 10.1111/j.1365-2400.2011.00841.x
3. Docherty C, Ruppert J, Rudolfsen T, Hamann A, Poesch MS. Assessing the spread and potential impact of Prussian Carp *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) to freshwater fishes in western North America. *BiolInvasions Records*. 2017;6(3):291-296. doi: 10.3391/bir.2017.6.3.15
4. Ruppert JLW, Docherty C, Neufeld K, Hamilton K, MacPherson L, Poesch MS. Native freshwater species get out of the way: Prussian carp (*Carassius gibelio*) impacts both fish and benthic invertebrate communities in North America. *Royal Society Open Science*. 2017;4:170400. doi: 10.1098/rsos.170400
5. Самые опасные инвазионные виды России (TOP-100) [The most dangerous invasive species in Russia (TOP-100)]. Ed. Dgebuadze YuYu, Petrosyan VSh, Khlyap LA. Moscow: Scientific Publications Company KMK; 2018. 688 p. In Russian
6. Vilizzi L, Copp GH, Hill J, Adamovich B. et al. A global-scale screening of non-native aquatic organisms to identify potentially invasive species under current and future climate conditions. *Science of The Total Environment*. 2021;788:147868. doi: 10.1016/j.scitotenv.2021.147868
7. Cepkin EA. Promyslovaja ihtologija nizov'ev Amudar'i v jepohu neolita [Commercial ichthyology of the lower reaches of the Amu Darya in the Neolithic era]. *Bjul. Mosk. Ob-va ispytatelej prirody. Otd. Biol.* 1988;93(4):51-56. In Russian
8. Berg LS. Ryby presnyh vod SSSR i sopredel'nyh stran [Freshwater fishes of the USSR and adjacent countries]. Ch. 2., Moscow - Leningrad: Publishing house of the USSR Academy of Sciences; 1949. 232 p. In Russian
9. Yuldashov MA, Kamilov BG. Rezultaty introdukcij chuzherodnyh vidov ryb v vodoemy Uzbekistana [Results of introductions of alien fish species into water bodies of Uzbekistan]. *Scientific works of Dalrybvtuza*. 2018;44(1):40-48. In Russian
10. Kamilov GK. Ryby i biologicheskie osnovy rybohoz'jajstvennogo osvoenija vodohranilishh Uzbekistana [Fish and biological bases of fisheries development of reservoirs of Uzbekistan]. Tashkent: Publishing house Fan; 1973. 220 p. In Russian

11. Salikhov TV, Kamilov BG, Atadzhanov AK. Ryby Uzbekistana (opredelitel') [Fishes of Uzbekistan (identification)]. Tashkent: Chinor ENK; 2001. 152 p. In Russian
12. Pravdin IF. Rukovodstvo po izucheniju ryb (preimushhestvenno presnovodnyh) [Guide to the Study of Fish (Mainly Freshwater)]. Moscow: Food Industry, 1966. 376 p. In Russian
13. Strauss RE, Bookstein FL. The truss: body form reconstruction in morphometrics. *Syst. Zool.* 1982;31(2):113-135.
14. Strauss RE., Bond CE. Taxonomic Methods: Morphology. Chapter 4. In: Methods for fish biology. CB Schreck; PB Moyle editors, Bethesda, USA: American Fisheries Society, 1990.109-140 p.
15. Yoder M, Tandingan de Ley I, King IW, Mundo-Ocampo M, Mann J, Blaxter M, Poiras L, De Ley P. DESS: a versatile solution for preserving morphology and extractable DNA of nematodes. *Nematology.* 2006;8(3):367-376.
16. Altschul SF, Gish W, Miller W, Myers EW, Lipman DJ. Basic local alignment search tool. *J Mol Biol.* 1990;215(3):403-10. doi: 10.1016/S0022-2836(05)80360-2
17. National Library of Medicine. [Electronic resource]. Available at: <https://blast.ncbi.nlm.nih.gov/Blast.cgi> (accessed: 03.06.2024).
18. Klechtová V, Bohlen J, Freyhof J, Ráb P. Molecular phylogeny of the Southeast Asian freshwater Wsh family Botiidae (Teleostei: Cobitoidea) and the origin of polyploidy in their evolution. *Molecular Phylogenetics and Evolution.* 2006;39:529-541.
19. Knytl M, Kalous L, Symonová R, Rylková K, Ráb P. Chromosome Studies of European Cyprinid Fishes: Cross-Species Painting Reveals Natural Allotetraploid Origin of a Carassius Female with 206 Chromosomes. *Cytogenet Genome Res.* 2013;139:276-283. doi: 10.1159/000350689
20. Kutsokon YuK. Rasprostranenie i morfobiologicheskie osobennosti chuzherodnyh vidov ryb v bassejne r. Ros' (pritok r. Dnepr) [Distribution and morphobiological features of alien fish species in the Ros River basin (a tributary of the Dnieper River)]. *Russian Journal of Biological Invasions.* 2010;1:19-29. In Russian
21. Vekhov DA. Nekotorye problemnye voprosy biologii serebrjanogo karasja *Sarassius auratus lato* [Some problematic issues of biology of the silver carp *Carassius auratus lato*]. *Scientific and technical bulletin of the ichthyology laboratory of INENKO.* 2013;19:5-38. In Russian
22. Gerasimov YV, Smirnov AK, Kodukhova YV. Assessment of Possible Causes of Changes in Abundance and Sexual Structure in Populations of Prussian Carp (*Carassius auratus gibelio* Bloch., 1783). *Inland Water Biology.* 2018;11(1):72-80. doi: 10.1134/S199508291704006X.
23. Pobeditseva MA, Reshetnikova SN, Serdyukova NA, Bishani A, Trifonov VA, Interestova EA. Genetic Diversity of the Prussian Carp *Carassius gibelio* (Cyprinidae). *Russian Journal of Genetics.* 2021;57(4):446-452. doi: 10.1134/S1022795421040116
24. Yavno S, Fox MG. Morphological change and phenotypic plasticity in native and non-native pumpkinseed sunfish in response to sustained water velocities. *Journal of Evolutionary Biology.* 2013;26:2383-2395. doi: 10.1111/jeb.12230
25. Rolla M, Consuegra S, de Leaniz CG. Trophic plasticity of the highly invasive Topmouth gudgeon (*Pseudorasbora parva*) inferred from stable isotope analysis. *Frontiers in Ecology and Evolution.* 2020;8:212. doi: 10.3389/fevo.2020.00212
26. Ryby Kazahstana [Fishes of Kazakhstan]: In 5 volumes. Volume 3: Cyprinidae (continued). Alma-Ata: Nauka; 1988. 304 p. In Russian
27. Mamedov TM, Kuliev ZM, Smirnov AI., Tkachenko VA. Biologicheskie i jekologicheskie osobennosti karasja serebristogo *Carassius auratus gibelio* (Bloch, 1782) Nahichevanskogo vodohranilishha [Biological and ecological features of the silver crucian carp *Carassius auratus gibelio* (Bloch, 1782) of the Nakhichevan Reservoir]. *Fishery and State Science of Ukraine.* 2009;3:61-67. In Ukrainian
28. Yerli SV, Mangit F, Emiroğlu Ö, Yeğen V, Uysal R, Ünlü E, Alp A, Buhan E, Yıldırım T, Zengin M. Distribution of Invasive *Carassius gibelio* (Bloch, 1782) (Teleostei: Cyprinidae) in Turkey. *Turkish Journal of Fisheries and Aquatic Sciences.* 2014;14:581-590.

29. Hakimova R, Yuldashov M, Kamilov B, Ummatova ME. Morphology, age and growth of prussian carp (*Carassius gibelio*) in tudakul reservoir in Uzbekistan. *Acad. Sci. Repos.* 2023;4(5):74-81.
30. Khalimova NT, Kanatbaeva TS, Ummatova ME. et al. Morphological characteristics of carp (*Carassius Gibelio*) in the conditions of pond fish farming in Uzbekistan. *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science.* 2023;1142(1): 012072. doi: 10.1088/1755-1315/1142/1/012072

**Информация об авторах:**

**Бойкобилов Жахонгир Баходир угли**, лаборант лаборатории Ихтиологии и гидробиологии Института зоологии Академии наук Узбекистана (Ташкент, Узбекистан).

E-mail: jaxa3522887@gmail.com

**Адилов Бахтияр Шухратович**, д-р биол. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории иммунитета растений Института генетики и экспериментальной биологии растений Академии наук Узбекистана (Ташкент, Узбекистан).

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-2148-307X>

E-mail: bakhti.genetics@gmail.com

**Интересова Елена Александровна**, доцент, д-р биол. наук, главный научный сотрудник лаборатории ихтиологии Новосибирского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («ЗапСибНИРО») (Новосибирск, Россия); профессор кафедры ихтиологии и гидробиологии Биологического института Национального исследовательского Томского государственного университета (Томск, Россия).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1148-6283>

E-mail: interesovaea@yandex.ru

**Намозов Сирожиддин Махмудович**, младший научный сотрудник лаборатории Ихтиологии и гидробиологии Института зоологии Академии Наук Узбекистана (Ташкент, Узбекистан).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8549-1846>

E-mail: sirojiddin.namozov.90@mail.ru

**Юлдашов Мансур Арзикулович**, д-р биол. наук, профессор кафедры общей зоотехнии и ветеринарии Ташкентского государственного аграрного университета (Ташкент, Узбекистан).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1597-6132>

E-mail: mansur.yuldashov64@mail.ru

**Камилов Бахтияр Ганиевич**, д-р биол. наук, профессор кафедры водных биоресурсов и технологий Фиала ФГБОУ ВО «Астраханский государственный технический университет» в Ташкентской области Республики Узбекистан (Ташкент, Узбекистан).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9274-8635>,

E-mail: b.kam58@rambler.ru

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.*

**Information about the authors:**

**Jakhongir B. Boykobolov**, Laboratory Assistant, Laboratory of Ichthyology and Hydrobiology, Institute of Zoology, Uzbekistan Academy of Sciences (Tashkent, Uzbekistan)

E-mail: jaxa3522887@gmail.com

**Bakhtiyor Sh. Adilov**, Doctor of Biology Sciences, Leading researcher of Laboratory of plant immunity of Institute of Genetics and Plant Experimental Biology, Uzbekistan Academy of Sciences (Tashkent, Uzbekistan)

ORCID: <https://orcid.org/0009-0004-2148-307X>,

E-mail: bakhti.genetics@gmail.com

**Elena A. Interesova**, Doctor of Biology Sciences, Chief Researcher of the Ichthyology Laboratory, Novosibirsk Branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (“ZapSibNIRO”) (Novosibirsk, Russia); Prof., Department of Ichthyology and

Hydrobiology, Institute of Biology of the National Research Tomsk State University (Tomsk, Russia).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1148-6283>

E-mail: [interesovaea@yandex.ru](mailto:interesovaea@yandex.ru)

**Sirojiddin M. Namozov**, Junior Researcher, Laboratory of Ichthyology and Hydrobiology, Institute of Zoology, Uzbekistan Academy of Sciences (Tashkent, Uzbekistan)

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-8549-1846>

E-mail: [sirojiddin.namozov.90@mail.ru](mailto:sirojiddin.namozov.90@mail.ru)

**Mansur A. Yuldashov**, Doctor of Biology Sciences, Professor of the Department of General Animal Science and Veterinary Medicine, Tashkent State Agrarian University (Tashkent, Uzbekistan).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1597-6132>

E-mail: [mansur.yuldashov64@mail.ru](mailto:mansur.yuldashov64@mail.ru)

**Bakhtiyar G. Kamilov**, Doctor of Biology Sciences, Professor of the Department of "Aquatic bioresources and technologies", Branch of the Federal State Budgetary Educational Institution of Higher Education "Astrakhan State Technical University" in Tashkent region of the Republic of Uzbekistan (Tashkent, Uzbekistan).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-9274-8635>

E-mail: [b.kam58@rambler.ru](mailto:b.kam58@rambler.ru)

***The Authors declare no conflict of interest.***

*Статья поступила в редакцию 25.07.2024;  
одобрена после рецензирования 20.08.2024; принята к публикации 05.09.2024.*

*The article was submitted 25.07.2024;  
approved after reviewing 20.08.2024; accepted for publication 05.09.2024*

Научная статья

УДК 574.2

doi: 10.17223/19988591/67/7

## Возраст и рост обыкновенного судака *Sander lucioperca* в разнотипных водоемах юга Западной Сибири

Елена Александровна Интересова<sup>1</sup>, Дмитрий Леонидович Сукнев<sup>2</sup>,  
Владислав Андреевич Шаталин<sup>3</sup>, Анастасия Васильевна Морозко<sup>4</sup>,  
Талгат Айдарбекович Кабиев<sup>5</sup>, Михаил Андреевич Дорогин<sup>6</sup>,  
Андрей Валерьевич Цапенков<sup>7</sup>

<sup>1, 2, 3, 4, 5, 6, 7</sup> Новосибирский филиал ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии» («ЗапСибНИРО»), Новосибирск, Россия

<sup>1</sup> Национальный исследовательский Томский государственный университет,  
Томск, Россия

<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0002-1148-6283>, [interesova@zapsib.vniro.ru](mailto:interesova@zapsib.vniro.ru)

<sup>2</sup> <https://orcid.org/0000-0002-6660-2085>, [suknev@zapsib.vniro.ru](mailto:suknev@zapsib.vniro.ru)

<sup>3</sup> <https://orcid.org/0000-0001-7690-220>, [shatalin@zapsib.vniro.ru](mailto:shatalin@zapsib.vniro.ru)

<sup>4</sup> <https://orcid.org/0000-0003-2677-973X>, [morozko@zapsib.vniro.ru](mailto:morozko@zapsib.vniro.ru)

<sup>5</sup> [kabiev@zapsib.vniro.ru](mailto:kabiev@zapsib.vniro.ru)

<sup>6</sup> <https://orcid.org/0000-0002-6182-9897>, [dorogin@zapsib.vniro.ru](mailto:dorogin@zapsib.vniro.ru)

<sup>7</sup> <https://orcid.org/0000-0001-6108-7267>, [tsapenkov@zapsib.vniro.ru](mailto:tsapenkov@zapsib.vniro.ru)

**Аннотация.** Возраст и рост рыб – важнейшие характеристики, лежащие в основе оценки состояния рыбных запасов и построения прогноза будущих уловов. Обыкновенный судак *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758) в Западной Сибири – чужеродный вид рыб. В настоящее время он распространен по всему бассейну Оби и является важным объектом промысла. В данном исследовании обобщены многолетние данные Новосибирского филиала ФГБНУ «ВНИРО» о росте разновозрастных особей обыкновенного судака, собранные в ходе мониторинга водных биологических ресурсов на Новосибирском водохранилище (54°20' с.ш., 81°57' в.д.) и оз. Чаны (54°55' с.ш., 77°31' в.д.) за последние 10 лет (2013–2022 гг.). Сбор рыб для анализа их размерных характеристик ежегодно проводят из промысловых уловов. Выявлено, что в среднем в последнее десятилетие судак в оз. Чаны характеризуется несколько меньшей промысловой длиной и большей массой, чем в Новосибирском водохранилище. Показано, что абсолютный годовой прирост промысловой длины и массы рыб младших возрастных групп судака в Новосибирском водохранилище имеет статистически значимую положительную корреляцию с температурой в апреле, а в оз. Чаны – в мае. Учитывая, что средняя температура апреля в районе водохранилища выше, чем у оз. Чаны, вероятно, в последнем молодь судака начинает активно питаться несколько позже, что может объяснить меньшие линейные размеры судака младших возрастных групп в оз. Чаны по сравнению с Новосибирским водохранилищем.

**Ключевые слова:** обыкновенный судак, *Sander lucioperca*, чужеродные виды, рост, температура, Западная Сибирь, рыбные ресурсы

**Источник финансирования:** работа выполнена при поддержке гранта Российского научного фонда (РНФ) № 24-26-00101, <https://rscf.ru/project/24-26-00101/>

**Благодарность:** авторы выражают признательность всем коллегам – сотрудникам Новосибирского филиала ФГБНУ «ВНИРО», в разные годы принимавшим участие в сборе материала.

**Для цитирования:** Интересова Е.А., Сукнев Д.Л., Шаталин В.А., Морозко А.В., Кабиев Т.А., Дорогин М.А., Цапенков А.В. Возраст и рост обыкновенного судака *Sander lucioperca* в разнотипных водоемах юга Западной Сибири // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2024. № 67. С. 88–101. doi: 10.17223/19988591/67/7

Original article

doi: 10.17223/19988591/67/7

## **Age and growth of the pike-perch *Sander lucioperca* in the south of Western Siberia**

**Elena A. Interesova<sup>1</sup>, Dmitry L. Suknev<sup>2</sup>, Vladislav A. Shatalin<sup>3</sup>,  
Anastasia V. Morozko<sup>4</sup>, Talgat A. Kabiev<sup>5</sup>,  
Mikhail A. Dorogin<sup>6</sup>, Andrey V. Tsapenkov<sup>7</sup>**

<sup>1, 2, 3, 4, 5, 6, 7</sup>Novosibirsk Branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography ("ZapSibNIRO"), Novosibirsk, Russian Federation

<sup>1</sup>National Research Tomsk State University, Tomsk, Russian Federation

<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0002-1148-6283>, [interesova@zapsib.vniro.ru](mailto:interesova@zapsib.vniro.ru)

<sup>2</sup> <https://orcid.org/0000-0002-6660-2085>, [suknev@zapsib.vniro.ru](mailto:suknev@zapsib.vniro.ru)

<sup>3</sup> <https://orcid.org/0000-0001-7690-220>, [shatalin@zapsib.vniro.ru](mailto:shatalin@zapsib.vniro.ru)

<sup>4</sup> <https://orcid.org/0000-0003-2677-973X>, [morozko@zapsib.vniro.ru](mailto:morozko@zapsib.vniro.ru)

<sup>5</sup> [kabiev@zapsib.vniro.ru](mailto:kabiev@zapsib.vniro.ru)

<sup>6</sup> <https://orcid.org/0000-0002-6182-9897>, [dorogin@zapsib.vniro.ru](mailto:dorogin@zapsib.vniro.ru)

<sup>7</sup> <https://orcid.org/0000-0001-6108-7267>, [tsapenkov@zapsib.vniro.ru](mailto:tsapenkov@zapsib.vniro.ru)

**Summary.** The age and growth of fish are the most important characteristics underlying the assessment of the state of fish stocks and the forecasting of future catches. The pike-perch *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758) is an alien fish species in Western Siberia. It was first introduced into the Ob basin in 1956. The introduction of this species into the Novosibirsk reservoir was carried out in 1959–1964, and into Lake Chany in 1964–1966. Currently, pike-perch is spread throughout the Ob basin and is an important fishery target. This study summarizes long-term data from the Novosibirsk branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography ("VNIRO") about the growth of different-aged individuals of the pike-perch, collected during monitoring of aquatic biological resources in the Novosibirsk reservoir (54°20' N, 81°57' E) and Lake Chany (54°55' N, 77°31' E) over the last 10 years (2013–2022). These water bodies are of different types: the Novosibirsk reservoir was formed on the Ob River, the maximum depth reaches 25 m, the average depth is 8 m. The area of the reservoir is 1.07 thousand km<sup>2</sup>. Lake Chany is located in the Ob-Irtysh interfluvium, drainless, filled due to the runoff of the Kargat and Chulym rivers, atmospheric precipitation and groundwater. The maximum depth is up to 8 m, average depth is 2 m. The area of the lake fluctuates greatly from year to year depending on the water level, in the long-term aspect it has tends to decrease, currently amounting to about 2 thousand km<sup>2</sup>. The lake water has increased mineralization in most of the reaches. Fish collection for analysis of size characteristics is carried out annually from commercial catches. The total volume of material for this study was 2953 individuals from Lake Chany and 1102 individuals from the Novosibirsk reservoir.

As a result of this work, it was found that in commercial catches in different types of water bodies in the south of Western Siberia, pike-perch has been known at the age of up to 14+ years over the last 10 years. In Lake Chany, there were mostly individuals of age groups 2+-4+, and in the Novosibirsk Reservoir - 3+-6+ (See Fig. 1).

The pike-perch size of the same age from commercial catches varies greatly from one year to the next in Lake Chany, and in the Novosibirsk reservoir (See Fig. 2). It confirms the data on significant variability in growth rates of this species and indicating the need for a cautious approach to comparing the length and weight of pike perch in different observation periods.

On average, over the last decade, pike-perch in Lake Chany is characterized by a slightly shorter standard length and greater weight than in the Novosibirsk Reservoir, however, the differences reach statistical significance ( $p < 0.001$ ) only when comparing fish aged 2+ by standard length (See Fig. 3).

The analysis of the relationship between the growth rate of pike-perch and environmental temperature showed that the absolute increase per year of standard length and weight of younger age groups fish in the Novosibirsk Reservoir has a statistically significant positive correlation with the temperature in April ( $r = 0.611-0.775$ ), and in Lake Chany - in May ( $r = 0.633-0.737$ ) (See Tables 1, 2). Considering that the average April temperature in the area of the Novosibirsk reservoir is 1.9°C higher than in the area of Lake Chany, probably, in the latter, juvenile pike-perch begins to actively feeding a little later. It may explain the smaller sizes of pike-perch of younger age groups in Lake Chany compared to the Novosibirsk reservoir.

*The article contains 4 Figures, 2 Tables and 28 References.*

**Keywords:** pike-perch, *Sander lucioperca*, non-native species, growth, temperature, Western Siberia, fish resources

**Fundings:** This work was supported by the Russian Science Foundation (Grant No. 24-26-00101, <https://rscf.ru/project/24-26-00101/>).

**Acknowledgments:** The authors express their gratitude to all colleagues - employees of the Novosibirsk Branch of "VNIRO", who over in different years took part in collecting the material.

**For citation:** Interesova EA, Suknev DL, Shatalin VA, Morozko AV, Kabiev TA, Dorogin MA, Tsapenkov AV. Age and growth of the pike-perch *Sander lucioperca* in the south of Western Siberia. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya = Tomsk State University Journal of Biology*. 2024;67:88-101. doi: 10.17223/19988591/67/7

## Введение

Размерные характеристики организмов – результат синергетического действия генетически определенного потенциала видов и комплекса условий среды. Учитывая, что рыбы служат важным биологическим ресурсом, поиск закономерностей воздействия различных факторов на темпы их роста – задача не только теоретическая, но и практическая, поскольку ее решение позволяет более точно прогнозировать состояние рыбных запасов. Несмотря на высокий интерес исследователей к изучению роста рыб [1–12] и развитую современную теоретическую базу по данному вопросу [9, 13], до настоящего времени многие аспекты этой проблемы остаются недостаточно освещенными. В частности, очень мало внимания уделено сравнительному анализу роста рыб в разнотипных водоемах Сибири.

В Западной Сибири обыкновенный судак *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758) – чужеродный вид. В бассейн р. Оби в водохранилища и озера Зауралья его начали вселять с 1956 г. [14]. В настоящее время он распространен от верховий Оби и Иртыша вплоть до Обской и Тазовской губы [15], служит объектом промысла в крупных водоемах на юге Западной Сибири, в первую очередь – в Новосибирском водохранилище и оз. Чаны [16].

В озеро Чаны судака интродуцировали в период с 1964 по 1966 г. – в водоем было посажено 9 214 экз. разновозрастных особей и 3,4 млн шт. икры вида [14]. В этот период в промысловых уловах судак встречался единично. В мае 1967 г. отмечен первый случай поимки в оз. Чаны самки данного вида со зрелыми половыми продуктами. В промысловой статистике по оз. Чаны судака отмечают с 1975 г., однако долгое время численность его была очень низкой. В Новосибирское водохранилище судака интродуцировали путем доинкубации привезенной икры на искусственных нерестилищах в заливах водоема. Всего с 1959 по 1964 г. завезли 30,93 млн частично проинкубированной икры из разных водоемов европейской части России: оз. Жижицкое, оз. Селигер, Рыбинского водохранилища, Куршского залива [17]. Судак быстро стал самовоспроизводиться, в промысловой статистике по Новосибирскому водохранилищу его отмечают с 1967 г. Постепенно вид расселился вверх и вниз по течению реки и в настоящее время распространен по всему бассейну Оби.

Судак – ценный вид водных биологических ресурсов, однако большого значения в общем объеме добываемой рыбы он не имеет. В частности, в оз. Чаны в последние 10 лет его вылов (согласно данным официальной рыбопромысловой статистики) составляет в среднем 279 т в год (около 5,1% уловов), в Новосибирском водохранилище – 18 т (2,4%) [18]. Это в целом соответствует доле судака в уловах рыбы во внутренних водах Российской Федерации в последние годы – около 3,7%. Вместе с тем, учитывая высокую потребительскую ценность данного вида, интерес к состоянию его запасов велик, что повлекло значительное количество исследований различных аспектов его биологии как в нативном, так и в приобретенном ареале. В частности, показано, что размерные характеристики одновозрастных особей судака различаются в разных водоемах [19–21] и могут отличаться в одном и том же водоеме в разные периоды наблюдений [19, 22–24]. Вероятно, эти различия могут быть обусловлены комплексом факторов, включая разную обеспеченность кормовыми ресурсами, гидрологический режим, температуру, географическое положение водоема и интенсивность промысла [21, 23–25].

Цель данной работы – обобщение накопленных данных о возрастной структуре промысловых стад и размерных характеристиках разновозрастных особей обыкновенного судака *Sander lucioperca* в разнотипных крупных водоемах юга Западной Сибири (Новосибирском водохранилище и оз. Чаны), а также анализ связи темпов его роста и температуры среды.

## Материал и методы

Материалом для настоящей работы послужили многолетние данные Новосибирского филиала ФГБНУ «ВНИРО», полученные в ходе мониторинга состояния водных биологических ресурсов, осуществляемого институтом на водных объектах юга Западной Сибири. Сбор рыб для оценки состояния их запасов ежегодно проводят из промысловых уловов в Новосибирском водохранилище и оз. Чаны. Эти водоемы расположены на одной широте, в лесостепной зоне Западной Сибири, при этом разнотипны. Новосибирское водохранилище (54°20' с.ш., 81°57' в.д.) образовано на р. Оби после сооружения плотины Новосибирской ГЭС в 1957–1959 гг. Максимальная глубина достигает 25 м, в среднем составляет 8 м. Площадь водохранилища – 1,07 тыс. км<sup>2</sup>. Озеро Чаны (54°55' с.ш., 77°31' в.д.) расположено в Обь-Иртышском междуречье, бессточное, наполнение происходит за счет стока рек Каргат и Чулым, атмосферных осадков и грунтовых вод. Максимальная глубина в настоящее время до 8 м, в среднем составляет 2 м. Площадь озера сильно колеблется год от года в зависимости от уровня воды, в целом в многолетнем аспекте имеет тенденцию к сокращению, в настоящее время составляет около 2 тыс. км<sup>2</sup>. Вода озера имеет повышенную минерализацию на большей части плесов. Таким образом, Новосибирское водохранилище – проточный пресноводный водоем с относительно большими глубинами, тогда как оз. Чаны – водоем мелководный, бессточный, с повышенной минерализацией воды.

Для анализа возрастного состава промысловых стад и размерных характеристик разновозрастных особей судака в Новосибирском водохранилище и оз. Чаны использовали данные за последние 10 лет (2013–2022 гг.). Объем материала из Новосибирского водохранилища составил 1 102 экз., а из оз. Чаны – 2 953 экз. Для анализа связи темпов роста судака и температуры среды использовали все имеющиеся непрерывные данные по размерным характеристикам разновозрастных особей – с 1980 г. по настоящее время по Новосибирскому водохранилищу и с 2001 г. по настоящее время по оз. Чаны.

Для анализа размерных характеристик обыкновенного судака использовали промысловую длину и массу рыб. Возраст определен по чешуе. Для характеристики темпов линейного роста рассчитали абсолютный годовой прирост [26] промысловой длины рыб для каждой возрастной группы

$$\Delta C = l_n - l_{n-1},$$

где  $\Delta C$  – абсолютный годовой прирост;  $l_n$  – средняя промысловая длина особей определенной возрастной группы;  $l_{n-1}$  – средняя промысловая длина особей предыдущей возрастной группы в предыдущий год. Аналогичная формула использована для расчета абсолютного годового прироста массы рыб для каждой возрастной группы.

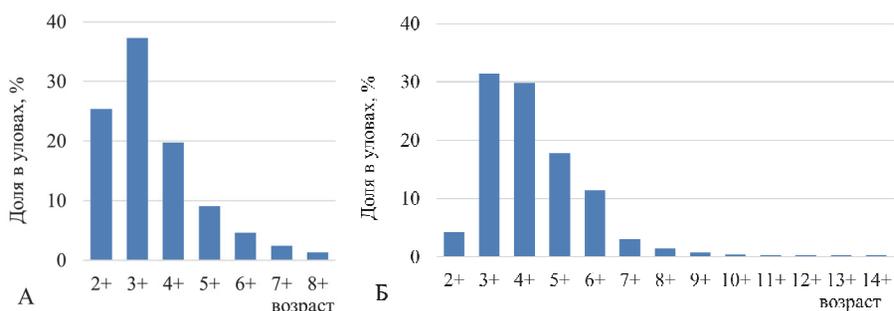
Для анализа температурных трендов в районе Новосибирского водохранилища использовали данные о температуре воздуха по метеостанции в р.п. Ордынское (Россия, Новосибирская область, 54°37' с.ш., 81°90' в.д., высота над уровнем моря 133 м), а в районе оз. Чаны – в г. Барабинске (Россия,

Новосибирская область, 55°33' с.ш., 78°37' в.д., высота над уровнем моря 120 м) [27].

Статистическую обработку данных проводили с помощью MS Excel 2016 и Past 4.03. Значимость различий оценивали с использованием U-критерия Манна–Уитни. Связь величины годовых приростов промысловой длины и массы рыб с температурой оценивали с использованием коэффициента корреляции Пирсона.

### Результаты исследования и обсуждение

В промысловых уловах судака в последние 10 лет (2013–2022 гг.) в оз. Чаны отмечены особи до 8+, преобладают экземпляры в возрасте 2+–4+. В Новосибирском водохранилище наиболее многочисленны в уловах возрастные группы 3+–6+, при этом постоянно, но в незначительном количестве, попадают экземпляры более старшего возраста (рис. 1). Рыбы возрастных групп более 14+, известные в уловах судака в Карелии [20], в оз. Чаны и Новосибирском водохранилище не отмечены.



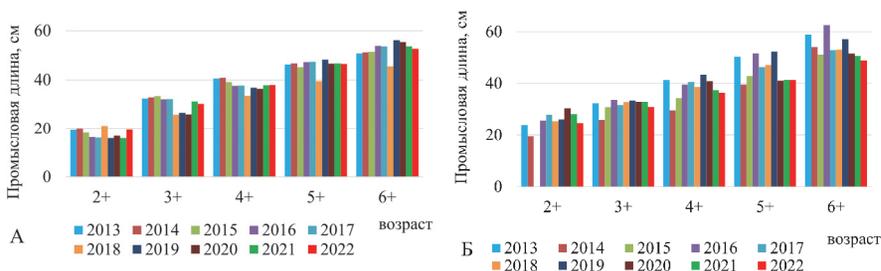
**Рис. 1.** Возрастной состав промысловых уловов обыкновенного судака *Sander lucioperca* в оз. Чаны (А)

и Новосибирском водохранилище (Б) в последние 10 лет (2013–2022 гг.)

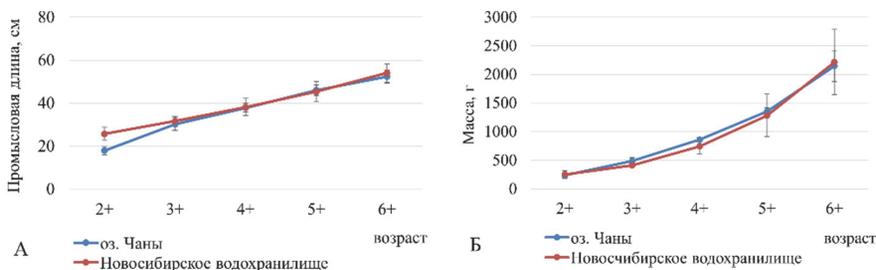
[Fig. 1. Age composition of the pike-perch *Sander lucioperca* commercial catches in Lake Chany (A) and Novosibirsk reservoir (B) in the last 10 years (2013–2022)]

В результате анализа размерных характеристик одновозрастных особей судака наиболее массовых возрастных групп из промысловых уловов в исследованных водоемах за последние 10 лет выявлено, что эти показатели существенно различаются в отдельные годы и в оз. Чаны, и в Новосибирском водохранилище (рис. 2), в ряде случаев достигая статистической значимости ( $p < 0,05$ ). Это согласуется с ранее известными данными о различиях размерных характеристик судака в разные периоды наблюдений для других водоемов [23].

В среднем по данным за последнее десятилетие (2013–2022 гг.) судак в оз. Чаны характеризуется несколько меньшей промысловой длиной и большей массой, чем в Новосибирском водохранилище, однако статистической значимости ( $p < 0,001$ ) различия достигают только при сравнении рыб в возрасте 2+ по промысловой длине (рис. 3).



**Рис. 2.** Промысловая длина разновозрастных особей обыкновенного судака *Sander lucioperca* из оз. Чаны (А) и Новосибирского водохранилища (Б) в последние 10 лет (2013–2022 гг.).  
 [Fig. 2. Standard length of the pike-perch *Sander lucioperca* individuals different ages in Lake Chany (A) and Novosibirsk reservoir (B) in the last 10 years (2013-2022)]

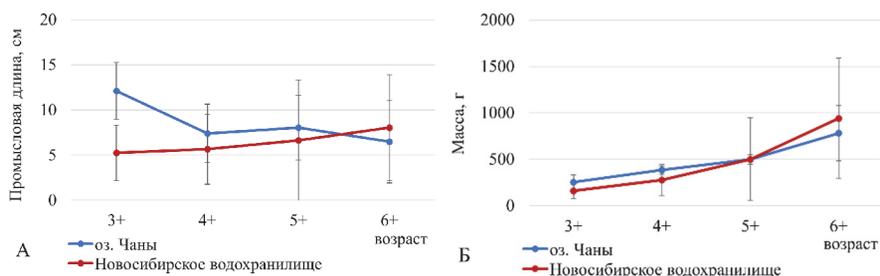


**Рис. 3.** Промысловая длина (А) и масса (Б) разновозрастных особей обыкновенного судака *Sander lucioperca* из оз. Чаны и Новосибирского водохранилища в среднем за последние 10 лет (2013–2022 гг.).  
 Отмечены средние значения и стандартные отклонения  
 [Fig. 3. Standard length (A) and weight (B) of the pike-perch *Sander lucioperca* individuals different ages in Lake Chany and Novosibirsk reservoir average in the last 10 years (2013-2022)]

Для судака оз. Чаны в возрасте до 6 лет характерен более высокий абсолютный годовой прирост промысловой длины и массы, в возрасте 3+ достигающий статистической значимости по промысловой длине ( $p < 0,001$ ). В возрасте 6+ и старше судак в Новосибирском водохранилище имеет несколько более высокий темп роста (рис. 4).

Анализ связи темпов роста судака и температуры среды показал, что абсолютный годовой прирост промысловой длины и массы рыб младших возрастных групп в Новосибирском водохранилище имеет статистически значимую положительную корреляцию с температурой в апреле, а в оз. Чаны – в мае (табл. 1, 2).

Известно, что оптимальная температура для метаболизма судака находится в диапазоне от 10 до 27°C [28]. Таким образом, учитывая, что средняя температура апреля в последние 10 лет в районе Новосибирского водохранилища на 1,9°C выше, чем в районе оз. Чаны, вероятно, в последнем молодь судака начинает активно питаться несколько позже. Это может объяснить меньшие линейные размеры особей младших возрастных групп в оз. Чаны по сравнению с Новосибирским водохранилищем (см. рис. 3).



**Рис. 4.** Абсолютный годовой прирост промысловой длины (А) и массы (Б) разновозрастных особей обыкновенного судака *Sander lucioperca* из оз. Чаны и Новосибирского водохранилища в среднем за последние 10 лет (2013–2022 гг.).

Отмечены средние значения и стандартные отклонения  
 [Fig. 4. Absolute increase per year of standard length (A) and weight (B) of the pike-perch *Sander lucioperca* individuals different ages in Lake Chany and Novosibirsk reservoir average in the last 10 years (2013-2022)]

Таблица 1 [Table 1]

**Корреляция Пирсона между абсолютным годовым приростом промысловой длины обыкновенного судака *Sander lucioperca* и температурой среды**  
 [Pearson correlation between absolute increase per year of standard length of the pike-perch *Sander lucioperca* and environmental temperature]

Возраст [Age]	оз. Чаны, температура в г. Барабинске [Lake Chany, temperature in Barabinsk]			Новосибирское водохранилище, температура в р.п. Ордынское [Novosibirsk Reservoir, temperature in Ordynskoe]		
	в апреле [in April]	в мае [in May]	в июне [in June]	в апреле [in April]	в мае [in May]	в июне [in June]
3+	Нет [No]	$r = 0,633$ ( $p < 0,05$ )	Нет [No]	$r = 0,775$ ( $p < 0,01$ )	Нет [No]	Нет [No]
4+	Нет [No]	Нет [No]	Нет [No]	$r = 0,616$ ( $p < 0,01$ )	Нет [No]	Нет [No]
5+	Нет [No]	Нет [No]	Нет [No]	Нет [No]	Нет [No]	Нет [No]
6+	Нет [No]	Нет [No]	Нет [No]	Нет [No]	Нет [No]	Нет [No]

Таблица 2 [Table 2]

**Корреляция Пирсона между абсолютным годовым приростом массы обыкновенного судака *Sander lucioperca* и температурой среды**  
 [Pearson correlation between absolute increase per year of weight of the pike-perch *Sander lucioperca* and environmental temperature]

Возраст [Age]	оз. Чаны, температура в г. Барабинске [Lake Chany, temperature in Barabinsk]			Новосибирское водохранилище, температура в р.п. Ордынское [Novosibirsk Reservoir, temperature in Ordynskoe]		
	в апреле [in April]	в мае [in May]	в июне [in June]	в апреле [in April]	в мае [in May]	в июне [in June]
3+	Нет [No]	$r = 0,737$ ( $p < 0,05$ )	Нет [No]	$r = 0,611$ ( $p < 0,01$ )	Нет [No]	Нет [No]

Возраст [Age]	оз. Чаны, температура в г. Барабинске [Lake Chany, temperature in Barabinsk]			Новосибирское водохранилище, температура в р.п. Ордынское [Novosibirsk Reservoir, temperature in Ordynskoe]		
	в апреле [in April]	в мае [in May]	в июне [in June]	в апреле [in April]	в мае [in May]	в июне [in June]
4+	Нет [No]	Нет [No]	Нет [No]	$r = 0,508$ ( $p < 0,05$ )	Нет [No]	Нет [No]
5+	Нет [No]	Нет [No]	Нет [No]	Нет [No]	Нет [No]	Нет [No]
6+	Нет [No]	Нет [No]	Нет [No]	Нет [No]	Нет [No]	Нет [No]

### Заключение

В промысловых уловах в разнотипных водоемах юга Западной Сибири обыкновенный судак *Sander lucioperca* в последние 10 лет известен в возрасте до 15 лет, при этом основу уловов в оз. Чаны составляют особи возрастных групп 2+–4+, а в Новосибирском водохранилище – 3+–6+.

Размерные характеристики одновозрастных особей судака из промысловых уловов существенно различаются в отдельные годы и в оз. Чаны, и в Новосибирском водохранилище, подтверждая данные о значительной вариабельности показателей роста этого вида и свидетельствуя о необходимости осторожного подхода к сравнению длины и массы судака в разные периоды наблюдений.

В среднем в последнее десятилетие судак в оз. Чаны характеризуется несколько меньшей промысловой длиной и большей массой, чем в Новосибирском водохранилище, однако статистической значимости различия достигают только при сравнении рыб в возрасте 2+ по промысловой длине. Анализ связи темпов роста судака и температуры среды показал, что абсолютный годовой прирост промысловой длины и массы рыб младших возрастных групп в Новосибирском водохранилище имеет статистически значимую положительную корреляцию с температурой в апреле, а в оз. Чаны – в мае. Учитывая, что средняя температура апреля в районе Новосибирского водохранилища выше, чем оз. Чаны, вероятно, в последнем молодь судака начинает активно питаться несколько позже, что может объяснить меньшие линейные размеры судака младших возрастных групп в оз. Чаны по сравнению с Новосибирским водохранилищем.

### Список источников

1. Шихова Н.М. Анализ колебаний роста, биомассы и численности массовых видов рыб верхневолжских водохранилищ : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Борок, 2001. 19 с.
2. Алимов А.Ф., Богущая Н.Г. Закономерности связи плодовитости с массой тела и скоростью роста у рыб // Журнал общей биологии. 2003. Т. 64, № 2. С. 112–127.
3. Кузнецова Е.Н. Рост рыб и стратегии их жизненных циклов : автореф. дис. ... д-ра биол. наук. М., 2003. 51 с.
4. Яржомбек А.А. Рост рыб и возможный вылов // Труды ВНИРО. 2006. Т. 146. С. 233–237.

5. Яржомбек А.А. Закономерности роста промысловых рыб. М. : Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии, 2011. 182 с.
6. Князев И.В. О моделировании скорости роста рыб при различной температуре и физиологическом температурном оптимуме // Вестник рыбохозяйственной науки. 2017. Т. 4, № 2 (14). С. 4–13.
7. Карамушко Л.И. Биоэнергетика и рост морских видов рыб Арктики. Апатиты : Кольский научный центр Российской академии наук, 2020. 110 с.
8. Höhne L., Palmer M., Monk C.T., Matern S., Nikolaus R., Trudeau A., Arlinghaus R. Environmental determinants of perch (*Perca fluviatilis*) growth in gravel pit lakes and the relative performance of simple versus complex ecological predictors // Ecology of freshwater fish. 2020. Vol. 29, № 4. PP. 557–573. doi: 10.1111/eff.12532
9. Huang M., Ding L., Wang J., Ding Ch., Tao J. The impacts of climate change on fish growth: A summary of conducted studies and current knowledge // Ecological Indicators. 2021. Vol. 121. P. 106976. doi: 10.1016/j.ecolind.2020.106976
10. Flinn S.A., Midway S.R. Trends in growth modeling in fisheries science // Fishes. 2021. № 6. P. 1. doi: 10.3390/fishes6010001
11. Dikou A. Weight–length relationship in fish populations reflects environmental regulation on growth // Hydrobiologia. 2023. Vol. 850, № 2. PP. 335–346. doi: 10.1007/s10750-022-05072-8
12. Li Y., Feng M., Huang L., Zhang P., Wang H., Zhang J., Wang H., Zhang J., Tian Y., Xu J. Weight–length relationship analysis revealing the impacts of multiple factors on body shape of fish in China // Fishes. 2023. Vol. 8, № 5. P. 269. doi: 10.3390/fishes8050269
13. Дгебуадзе Ю.Ю. Экологические закономерности изменчивости роста рыб. М. : Наука, 2001. 275 с.
14. Иоганзен Б.Г., Петкевич А.Н., Вотинов Н.П., Нестеренко Н.В., Подлесный А.В., Тиранов М.Д. Акклиматизация и разведение ценных рыб в естественных водоемах и водохранилищах Сибири и Урала. Свердловск : Средне-Уральское книжное изд-во, 1972. 286 с.
15. Интересова Е.А. Новые виды водных биологических ресурсов (рыбы) в бассейне реки Обь : автореф. дис. ... д-ра биол. наук. Новосибирск, 2021. 44 с.
16. Интересова Е.А., Ростовцев А.А., Егоров Е.В., Зайцев В.Ф., Визер А.М. Промысловое значение чужеродных видов рыб в водоемах юга Западной Сибири // Вестник рыбохозяйственной науки. 2017. Т. 4, № 2 (14). С. 36–44.
17. Феоктистов В.И. Акклиматизация судака в Новосибирском водохранилище : автореф. дис. ... канд. биол. наук. Новосибирск, 1970. 21 с.
18. Абрамов А.Л., Ростовцев А.А., Зайцев В.Ф., Сукнев Д.Л., Дорогин М.А., Интересова Е.А. Рыбные ресурсы Новосибирской области: современное состояние промысла // Рыбоводство и рыбное хозяйство. 2023. Т. 17, № 2. С. 76–87. doi: 10.33920/sei-09-2304-01
19. Танасийчук Л.Н. Об адаптивных возможностях судака // Вопросы ихтиологии. 1974. Т. 14, № 5. С. 806–813.
20. Стерлигова О.П., Рюкшиев А.А., Ильмаст Н.В. Сравнительная биологическая характеристика судака *Sander lucioperca* (L.) озер Онежского и Выгозера // Биология внутренних вод. 2012. № 2. С. 55–60.
21. Быков А.Д. Судак в водоёмах Центральной России // Вопросы рыболовства. 2023. Т. 24, № 3. С. 37–54. doi: 10.36038/0234-2774-2023-24-3-37-54
22. Новоселов В.А. Эколого-морфологические особенности акклиматизантов леща и судака и пути рационального использования их запасов в верховьях Оби : автореф. дис. ... канд. биол. наук. М., 1986. 24 с.
23. Герасимов Ю.В., Стрельников А.С., Иванова М.Н. Динамика структурных показателей популяции судака *Stizostedion lucioperca* (Percidae) Рыбинского водохранилища за период 1954–2010 гг. // Вопросы ихтиологии. 2013. Т. 53, № 1. С. 57–68.
24. Ростовцев А.А., Интересова Е.А., Бабкина И.Б., Визер А.М., Симакова А.В. Уловы, возраст и рост обыкновенного судака *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758) в бассейне

- Средней Оби // Вестник НГАУ (Новосибирский государственный аграрный университет). 2016. № 3 (40). С. 105–112.
25. Зыков Л.А., Иванов В.П. Эколого-географическая изменчивость роста судака *Lucioperca lucioperca* (L.) в границах ареала // Вестник Астраханского государственного технического университета. 2008. № 3 (44). С. 26–32.
26. Мина М.В., Клевезаль Г.А. Рост животных. М. : Наука, 1976. 291 с.
27. Погода и климат (Справочно-информационный портал). М., 2004. URL: <http://www.pogodaiklimat.ru/> (дата обращения: 02.04.2024).
28. Frisk M., Skov P.V., Steffensen J.F. Thermal optimum for pikeperch (*Sander lucioperca*) and the use of ventilation frequency as a predictor of metabolic rate // *Aquaculture*. 2012. Vol. 324–325. PP. 151–157. doi: 10.1016/j.aquaculture.2011.10.024

## References

1. Shikhova NM. Analiz kolebaniy rosta, biomassy i chislenosti massovykh vidov ryb verkhnevolzhskikh vodokhranilishch [Analysis of fluctuations in growth, biomass and abundance of common fish species in Upper Volga reservoirs] [CandSci. Dissertation Abstract, Biology]. Borok: Institute of Inland Water Biology; 2001. 19 p. In Russian
2. Alimov AF, Bogutskaya NG. Zakonomernosti svyazi plodovitosti s massoy tela i skorost'yu rosta u ryb [Regularities of the relationship of fertility with body weight and growth rate in fish]. *Biology Bulletin Reviews*. 2003;64(2):112-127. In Russian
3. Kuznetsova EN. Rost ryb i strategii ikh zhiznennykh tsiklov [Fish growth and life cycle strategies] [DocSci. Dissertation Abstract, Biology]. Moscow: VNIRO; 2003. 51 p. In Russian
4. Yarzhombek AA. Rost ryb i vozmozhnyy vylov [Fish growth and possible catch]. *Trudy VNIRO*. 2006;146:233-237. In Russian
5. Yarzhombek AA. Zakonomernosti rosta promyslovykh ryb [Growth patterns of commercial fish]. Moscow: VNIRO Publ.; 2011. 182 p. In Russian
6. Knyazev IV. O modelirovanii skorosti rosta ryb pri razlichnoy temperature i fiziologicheskom temperaturnom optimume [On modeling the growth rate of fish at different temperatures and physiological temperature optimum]. *Vestnik rybokhozyaystvennoy nauki*. 2017;2(14):4-13. In Russian
7. Karamushko LI. Bioenergetika i rost morskikh vidov ryb Arktiki [Bioenergy and the growth of Arctic marine fish species]. Apatity: Kol'skiy nauchnyy tsentr Rossiyskoy akademii nauk Publ.; 2020. 110 p. In Russian
8. Höhne L, Palmer M, Monk CT, Matern S, Nikolaus R, Trudeau A, Arlinghaus R. Environmental determinants of perch (*Perca fluviatilis*) growth in gravel pit lakes and the relative performance of simple versus complex ecological predictors. *Ecology of freshwater fish*. 2020;29(4):557-573. doi: 10.1111/eff.12532
9. Huang M, Ding L, Wang J, Ding Ch, Tao J. The impacts of climate change on fish growth: A summary of conducted studies and current knowledge. *Ecological Indicators*. 2021;121:106976. doi: 10.1016/j.ecolind.2020.106976
10. Flinn SA, Midway SR. Trends in growth modeling in fisheries science. *Fishes*. 2021;6:1. doi: 10.3390/fishes6010001
11. Dikou A. Weight–length relationship in fish populations reflects environmental regulation on growth. *Hydrobiologia*. 2023;850(2):335-346. doi: 10.1007/s10750-022-05072-8
12. Li Y, Feng M, Huang L, Zhang P, Wang H, Zhang J, Wang H, Zhang J, Tian Y, Xu J. Weight–length relationship analysis revealing the impacts of multiple factors on body shape of fish in China. *Fishes*. 2023; 8(5):269. doi: 10.3390/fishes8050269
13. Dgebuadze YuYu. Ekologicheskie zakonomernosti izmenchivosti rosta ryb [Ecological patterns of fish growth variability]. Moscow: Nauka Publ.; 2001. 275 p. In Russian
14. Ioganzen BG, Petkevich AN, Votinov NP, Nesterenko NV, Podlesnyy AV, Tironov MD. Akklimatizatsiya i razvedenie tsennykh ryb v estestvennykh vodoemakh i vodokhranilishchakh Sibiri i Urala [Acclimatization and breeding of valuable fish in natural

- reservoirs and reservoirs of Siberia and the Urals]. Sverdlovsk: Sredne-Ural'skoe knizhnoe Publ.; 1972. 286 p. In Russian
15. Interestova EA. Novye vidy vodnykh biologicheskikh resursov (ryby) v bassejne reki Ob [New species of aquatic biological resources (fish) in the Ob River basin] [DocSci. Dissertation Abstract, Biology]. Novosibirsk: Novosibirsk State Agrarian University; 2021. 44 p. In Russian
  16. Interestova EA, Rostovtsev AA, Egorov EV, Zaytsev VF, Vizer AM. Promyslovoe znachenie chuzherodnykh vidov ryb v vodoemakh yuga Zapadnoy Sibiri [Commercial significance of alien fish species in water bodies of the south of Western Siberia]. *Vestnik rybnokhozyaystvennoy nauki*. 2017;2(14):36-44. In Russian
  17. Feoktistov MI. Akklimatizatsiya sudaka v Novosibirskom vodokhranilishche [Acclimatization of pike perch in the Novosibirsk reservoir] [CandSci. Dissertation Abstract, Biology]. Novosibirsk: Novosibirsk State Agrarian University; 1970. 21 p. In Russian
  18. Abramov AL, Rostovtsev AA, Zaytsev VF, Suknev DL, Dorogin MA, Interestova EA. Rybnye resursy Novosibirskoy oblasti: sovremennoe sostoyanie promysla [Fish resources of the Novosibirsk region: current state of the fishery]. *Rybovodstvo i rybnoe khozyaystvo*. 2023;17(2):76-87. doi: 10.33920/sel-09-2304-01 In Russian
  19. Tanasiychuk LN. Ob adaptivnykh vozmozhnostyakh sudaka [About the adaptive capabilities of pike perch]. *Journal of Ichthyology*. 1974;14(5):806-813. In Russian
  20. Sterligova OP, Ryukshiev AA, Ilmast NV. Sravnitel'naya biologicheskaya kharakteristika sudaka *Sander lucioperca* (L.) ozer Onezhskogo i Vygozera [Comparative biological characteristics of pike perch *Sander lucioperca* (L.) of lakes Onega and Vygozero]. *Inland Water Biology*. 2012;2:55-60. In Russian
  21. Bykov AD. Sudak v vodoemakh Tsentral'noy Rossii [Pike perch in the reservoirs of central Russia]. *Problems of fisheries*. 2023;24(3):37-54. doi: 10.36038/0234-2774-2023-24-3-37-54. In Russian
  22. Novoselov VA. Ekologo-morfologicheskie osobennosti akklimatizantov leshcha i sudaka i puti ratsional'nogo ispol'zovaniya ikh zapasov v verkhovyakh [Ecological and morphological features of acclimatized bream and pike perch and ways of rational use of their stocks in the upper reaches of the Ob] [CandSci. Dissertation Abstract, Biology]. Moscow: VNIRO; 1986. 24 p. In Russian
  23. Gerasimov YuV., Strel'nikov AS, Ivanova MN. Dinamika strukturnykh pokazateley populyatsii sudaka Stizostedion lucioperca (Percidae) Rybinskogo vodokhranilishcha za period 1954-2010 gg. [Dynamics of structural indicators of the pike perch population *Stizostedion lucioperca* (Percidae) in the Rybinsk Reservoir for the period 1954-2010]. *Journal of Ichthyology*. 2013;53(1):57-68. In Russian
  24. Rostovtsev AA, Interestova EA, Babkina IB, Vizer AM, Simakova AV. Ulovy, vozrast i rost obyknovennogo sudaka *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758) v bassejne Sredney Obi [Catches, age and growth of the common pike perch *Sander lucioperca* (Linnaeus, 1758) in the Middle Ob basin]. *Vestnik Novosibirskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta*. 2016;3(40):105-112. In Russian
  25. Zykov LA., Ivanov VP. Ekologo-geograficheskaya izmenchivost' rosta sudaka *Lucioperca lucioperca* (L.) v granitsakh areala [Ecological and geographical variability of growth of pike perch *Lucioperca lucioperca* (L.) within the boundaries of its range]. *Vestnik Astrakhanskogo gosudarstvennogo tekhnicheskogo universiteta*. 2008;3(44):26-32. In Russian
  26. Mina M.V., Klevezal' G.A. Rost zhivotnykh [Animal growth]. Moscow: Nauka Publ.; 1976. 291 s. In Russian
  27. Weather and climate (Reference and information portal). Moscow, 2004. [Electronic resource]. Available at: <http://www.pogodaiklimat.ru/> (accessed: 04.02.2024.)
  28. Frisk M, Skov PV, Steffensen JF. Thermal optimum for pikeperch (*Sander lucioperca*) and the use of ventilation frequency as a predictor of metabolic rate. *Aquaculture*. 2012;324-325:151-157. doi: 10.1016/j.aquaculture.2011.10.024

**Информация об авторах:**

**Интересова Елена Александровна**, доцент, д-р биол. наук, главный научный сотрудник лаборатории ихтиологии Новосибирского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («ЗапСибНИРО») (Новосибирск, Россия); профессор кафедры ихтиологии и гидробиологии Биологического института Национального исследовательского Томского государственного университета (Томск, Россия).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1148-6283>

E-mail: [interesova@zapsib.vniro.ru](mailto:interesova@zapsib.vniro.ru)

**Сукнев Дмитрий Леонидович**, заместитель руководителя Новосибирского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («ЗапСибНИРО») (Новосибирск, Россия).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6660-2085>

E-mail: [suknev@zapsib.vniro.ru](mailto:suknev@zapsib.vniro.ru)

**Шаталин Владислав Андреевич**, специалист сектора сводного прогноза Новосибирского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («ЗапСибНИРО») (Новосибирск, Россия).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7690-2201>

E-mail: [shatalin@zapsib.vniro.ru](mailto:shatalin@zapsib.vniro.ru)

**Морозко Анастасия Васильевна**, ведущий специалист лаборатории ихтиологии Новосибирского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («ЗапСибНИРО») (Новосибирск, Россия).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2677-973X>

E-mail: [morozko@zapsib.vniro.ru](mailto:morozko@zapsib.vniro.ru)

**Кабиев Талгат Айдарбекович**, ведущий специалист лаборатории аквакультуры Новосибирского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («ЗапСибНИРО») (Новосибирск, Россия).

E-mail: [kabiev@zapsib.vniro.ru](mailto:kabiev@zapsib.vniro.ru)

**Дорогин Михаил Андреевич**, канд. биол. наук, ведущий научный сотрудник лаборатории ихтиологии Новосибирского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («ЗапСибНИРО») (Новосибирск, Россия).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6182-9897>

E-mail: [dorogin@zapsib.vniro.ru](mailto:dorogin@zapsib.vniro.ru)

**Цапенков Андрей Валерьевич**, руководитель группы мониторинга ВБР Томской области Новосибирского филиала ФГБНУ «ВНИРО» («ЗапСибНИРО») (Новосибирск, Россия).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6108-7267>

E-mail: [tsapenkov@zapsib.vniro.ru](mailto:tsapenkov@zapsib.vniro.ru)

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.*

**Information about the authors:**

**Elena A. Interesova**, Associate Professor, Doctor of Biology Sciences, Chief Researcher of the Ichthyology Laboratory, Novosibirsk Branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (“ZapSibNIRO”) (Novosibirsk, Russia); Prof., Department of Ichthyology and Hydrobiology, Institute of Biology of the National Research Tomsk State University (Tomsk, Russia).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1148-6283>

E-mail: [interesova@zapsib.vniro.ru](mailto:interesova@zapsib.vniro.ru)

**Dmitry L. Suknev**, Deputy Head of the Novosibirsk Branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (“ZapSibNIRO”) (Novosibirsk, Russia).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6660-2085>

E-mail: [suknev@zapsib.vniro.ru](mailto:suknev@zapsib.vniro.ru)

**Vladislav A. Shatalin**, specialist in the consolidated forecast sector, Novosibirsk Branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (“ZapSibNIRO”) (Novosibirsk, Russia).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7690-2201>

E-mail: [shatalin@zapsib.vniro.ru](mailto:shatalin@zapsib.vniro.ru)

**Anastasia V. Morozko**, leading specialist of the Ichthyology Laboratory, Novosibirsk Branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (“ZapSibNIRO”) (Novosibirsk, Russia).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-2677-973X>

E-mail: [morozko@zapsib.vniro.ru](mailto:morozko@zapsib.vniro.ru)

**Talgat A. Kabiev**, leading specialist of the Aquaculture Laboratory, Novosibirsk Branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (“ZapSibNIRO”) (Novosibirsk, Russia).

E-mail: [kabiev@zapsib.vniro.ru](mailto:kabiev@zapsib.vniro.ru)

**Mikhail A. Dorogin**, Ph.D. biol. Sciences, leading researcher of the Ichthyology Laboratory, Novosibirsk Branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (“ZapSibNIRO”) (Novosibirsk, Russia).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-6182-9897>

E-mail: [dorogin@zapsib.vniro.ru](mailto:dorogin@zapsib.vniro.ru)

**Andrey V. Tsapenkov**, the head of the monitoring group for the ABR of the Tomsk region of the Novosibirsk Branch of Russian Federal Research Institute of Fisheries and Oceanography (“ZapSibNIRO”) (Novosibirsk, Russia).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-6108-7267>

E-mail: [tsapenkov@zapsib.vniro.ru](mailto:tsapenkov@zapsib.vniro.ru)

***The Authors declare no conflict of interest.***

*Статья поступила в редакцию 03.05.2024;  
одобрена после рецензирования 20.05.2024; принята к публикации 05.09.2024.*

*The article was submitted 03.05.2024;  
approved after reviewing 20.05.2024; accepted for publication 05.09.2024.*

Original article  
УДК 636.082.2:638.12  
doi: 10.17223/19988591/67/8

## Селекция медоносной пчелы: достижения, проблемы и перспективы

Надежда Васильевна Островерхова

*Национальный исследовательский Томский государственный университет,  
Томск, Россия  
<https://orcid.org/0000-0001-9837-4905>, [nvostrov@mail.ru](mailto:nvostrov@mail.ru)*

**Аннотация.** Медоносная пчела *Apis mellifera* L. является важным ресурсным видом и имеет огромное экологическое и экономическое значение. Селекционно-племенная работа представляет собой первостепенное направление пчеловодства, способствующее повышению эффективности опыления энтомофильных сельскохозяйственных растений и интенсификации производства пчелопродуктов. Основной задачей племенной работы является постоянное совершенствование пород и типов пчел и развитие селективно значимых признаков, таких как медовая продуктивность, миролюбие, устойчивость к болезням. В современных условиях селекция медоносной пчелы невозможна без использования методов молекулярной генетики и биоинформатики. Обзор посвящен вопросам селекции медоносной пчелы и включает анализ проблем и достижений классической селекции, а также оценку перспектив внедрения молекулярной селекции в практику пчеловодства.

**Ключевые слова:** породы медоносной пчелы, *Apis mellifera*, селективные признаки, племенная работа, ДНК-маркеры, QTL, молекулярная селекция

**Для цитирования:** Островерхова Н.В. Селекция медоносной пчелы: достижения, проблемы и перспективы // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2024. № 67. С. 102–151. doi: 10.17223/19988591/67/8

## Honey bee selection: achievements, problems, and prospects

Nadezhda V. Ostroverkhova

*National Research Tomsk State University, Tomsk, Russian Federation  
<https://orcid.org/0000-0001-9837-4905>, [nvostrov@mail.ru](mailto:nvostrov@mail.ru)*

**Abstract.** The honey bee (*Apis mellifera* L.) is one of the most important managed insect pollinators worldwide. In recent years, negative processes have been occurring in honey bee populations all over the world, Russia included. Of particular concern are the mass mortality of bees due to decreased adaptation of bee colonies to environmental factors and the hybridization of bees due to replacement of native populations by gentle and productive commercial lines.

Nowadays, honey bee selection is a promising area of world beekeeping which is aimed at improving and breeding new lines and breeds that are highly productive, resistant to diseases, and adapted to local climate and honey flow conditions. The review is devoted to the issues of honeybee selection and includes an analysis of the problems and achievements of classical selection, and an assessment of prospects for the introduction of molecular selection into beekeeping.

In most selection and breeding programs, economic and behavioral traits, primarily honey productivity, colony strength, gentle temper, and low swarming tendency have been of predominant importance. Other selective traits, such as viability, disease resistance, and local adaptation are considered less significant since their insufficient manifestation can be compensated by caring for the bees, for example, pharmaceuticals, artificial feeding, and other beekeeping methods. Latterly, due to the growing problem of *Varroa* infestation of bee colonies, breeding programs also consider traits such as hygienic behavior, the growth of *Varroa* infestation, etc. In Russia, the selection of bees is aimed at obtaining strong colonies that are highly productive in honey, winter-hardy, resistant to diseases, possessing high egg-laying queens, etc. Recently, the genotype-environment interaction and its influence on honey bee health have been of particular interest. These studies demonstrate the relevance of breeding sustainable bee populations and lines adapted to local conditions. This will preserve the diversity of bees, prevent their death, and ensure sustainable productivity and adaptation of bee colonies to environmental changes.

In traditional breeding programs, animals are selected and evaluated based on their phenotypic traits and using pedigrees. Such analysis is very labor-intensive, subjective, and considerably time-consuming. Bee selection is complicated by polyandry, male parthenogenesis, free and random mating of queens, death of mated drones, etc. Although the potential of classic breeding methods has not been fully realized yet, modern breeding programs require the use of molecular genetics methods and genomic technologies. The introduction of molecular markers (SSRs, SNP, etc.), sequencing, microarray, and information technology makes it possible to incorporate genetic information into breeding programs and provides more accurate and efficient breeding results.

Despite the sequencing of the *Apis mellifera* genome in 2006, specific genetic markers that could be used in bee selection have not yet been proposed. At the same time, 'Omics' technologies have made it possible to identify various molecular markers (QTL, SNP, RNA, and proteins), which theoretically can be used for the selection and improvement of bee breeds. Quantitative trait loci (QTL) have now been identified, which is associated with queen fertility, disease resistance, and various types of behavior, including hygienic behavior and *Varroa*-sensitive hygiene in bees. Considerable research interest is aimed at creating bee populations that are resistant to diseases, primarily varroosis as the biggest threat to global beekeeping, and developing methods for assessing the complex behavior of bees and their effective selection.

To assess associations with honey production, gentleness, hygienic behavior, and resistance to the *Varroa* mite, a high-density SNP chip was developed. It can be used in genomic selection of honeybees and for Genome-Wide Association Studies (GWAS). The successful use of Marker-Associated Selection (MAS) in beekeeping has been demonstrated, namely, DNA markers associated with royal jelly productivity (genes of the *mrip* family) have been developed. In 2023, the first study was conducted to estimate the breeding value of a bee reference population based on queen genotyping and it showed that genomic selection can be successfully applied to bees. The use of bee gut microbiome data as markers of colony health and viability in breeding programs is discussed.

Thus, honey bee breeding, including molecular selection, provides an increase in the genetic and adaptive potential of existing breeds and the creation of new lines and ecotypes of bees, highly productive and adapted to certain natural and climatic condi-

tions. Selection of honeybees contributes to the development and intensification of bee-keeping. Even though the development of DNA markers of productivity, adaptability and resistance to diseases will open up new prospects for genetic selection and provide a significant advantage in time, issues related to the improvement of the classical system of bee selection currently remain relevant.

*The article contains 4 Figures, 1 Tables, 105 References.*

**Keywords:** honey bee breeds, *Apis mellifera*, selective traits, breeding, DNA markers, QTL, molecular selection

**For citation:** Ostroverkhova NV. Honey bee selection: achievements, problems, and prospects. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya = Tomsk State University Journal of Biology*. 2024;67:102-151. doi: 10.17223/19988591/67/8

## Введение

Пчеловодство, являясь отраслью АПК России, имеет огромное значение, так как обеспечивает производство пищевых и лечебных продуктов, опыление более 150 видов сельскохозяйственных растений, повышая их урожайность и качество плодов и семян [1, 2]. Важными задачами пчеловодства являются увеличение объема производства пчелопродукции и рост эффективности опыления сельскохозяйственных культур [2, 3].

В последние десятилетия в популяциях медоносной пчелы во всем мире, включая Россию, происходят негативные процессы, среди которых огромную тревогу вызывают повсеместная гибель пчелосемей из-за снижения их приспособленности к изменяющимся условиям среды и межпородная гибридизация пчел как результат распространения коммерческих линий и замещение ими аборигенных популяций [4–7].

Одним из путей решения вышеназванных проблем является селекция медоносной пчелы *Apis mellifera* L. Селекционно-племенная работа с пчелами представляет собой актуальное и перспективное направление развития пчеловодства [1, 2], так как ориентирована на совершенствование существующих и выведение новых пород, типов и линий, адаптированных к определенным природно-климатическим условиям, устойчивых к болезням и обладающих желательными биологическими и хозяйственно ценными свойствами [8]. Так, в России хорошо известны породные типы «Бурзянская бортевая» и «Орловский», полученные методами классической селекции и характеризующиеся высокой продуктивностью и хорошей приспособленностью к местным условиям климата и медосбора [9, 10]. Породный тип среднерусской породы «Приокский» создан для использования на опылении клевера лугового в северных регионах страны [11].

Несмотря на значительные перспективы и возможности селекции медоносной пчелы, следует учитывать и обратную сторону развития пчеловодства. Так, одним из самых распространенных в мире европейских подвидов медоносной пчелы является краинская пчела (*Apis mellifera carnica* Pollm., карника или карниольская пчела), созданная в конце XIX в. в районе Крайна (Австрия) в результате многолетней работы селекционеров [12]. Значительным спросом у пчеловодов в мире также пользуются пчелы Бакфаст

(Buckfast), создаваемые монахом Адамом (К. Керле) в Англии в течение нескольких десятилетий начиная с 1919 г. путем воспроизводительного скрещивания нескольких подвидов пчел разного происхождения. Пчелы Бакфаст являются сложным полигибридом и включают в себя наследственный материал темной лесной (*Apis mellifera mellifera* L.) и итальянской (*Apis mellifera ligustica* Spin.) пчел, подвидов *Apis mellifera anatoliaca* Маа и *Apis mellifera cecropia* Kiesenwetter, а также редких африканских пчел *Apis mellifera sahariensis* Baldensperger, *Apis mellifera monticola* Smith [13, 14]. Широкое распространение этих пород в разных регионах мира, как более миролюбивых и продуктивных, привело к распространению болезней (таких, как варрооз – одна их причин коллапса пчел), а также массовой гибридизации пчел, замещению местных популяций коммерческими линиями. Такая неблагоприятная ситуация наблюдается на территории Европы и некоторых центральных регионов России с темной лесной пчелой *A. m. mellifera*, где она признана исчезающим подвидом [5, 15, 16].

Исследования разных популяций *A. mellifera*, связанные с оценкой сложных взаимодействий между генотипом медоносной пчелы и факторами окружающей среды, так называемые генотип-средовые взаимодействия (genotype-environment interactions, GEI), однозначно свидетельствуют о лучшей адаптированности местных пчел по сравнению с завезенными коммерческими линиями и гибридами [17–24]. Следовательно, при селекции медоносной пчелы, кроме селективных признаков, необходимо учитывать природно-климатические условия территории, где пчела будет разводиться, т.е. проводить оценку адаптационного потенциала пчелиных семей в конкретных условиях обитания [19, 24, 25]. Особая роль отводится селекции местных популяций и подвидов медоносной пчелы, что позволит сохранить генфонды аборигенных пчел, наиболее адаптированных к локальным условиям климата и кормовой базе [18, 19].

Значительный прогресс в селекции медоносной пчелы может быть достигнут путем применения молекулярно-генетических маркеров и развития молекулярной селекции. Однако в отличие от других отраслей животноводства, где активно внедряются достижения молекулярной генетики, чиповые и информационные технологии [26–31], в пчеловодстве генетические маркеры, в основном, используются в мониторинге популяций медоносной пчелы, но не в управлении селекционным процессом [32–37].

Несмотря на секвенирование генома *A. mellifera* в 2006 г. [13] и многочисленные исследования медоносной пчелы в различных направлениях, включая применение омиксных технологий [17, 18, 21, 38–50], многие вопросы как теоретического, так и практического плана, необходимые для успешной реализации в пчеловодстве подходов молекулярной селекции, пока остаются слабо изученными. Среди таких вопросов можно выделить следующие: механизмы функционирования генома, эколого-генетические основы продуктивности, природа и процесс формирования адаптаций, генетическая паспортизация селекционных достижений и ценных типов пчел, разработка системы генетических маркеров для молекулярной селекции медоносной пчелы [51].

В пчеловодстве традиционно используется анализ биохимических показателей для оценки зимостойкости, устойчивости к болезням и продуктивности семей [52, 53]. Что касается молекулярных маркеров, ассоциированных с биологическими и хозяйственными показателями медоносной пчелы, в настоящее время они слабо разработаны [54–56]. Несмотря на научные публикации о потенциальных генетических маркерах, контролирующих чистопородность [34, 57], устойчивость к заболеваниям [58–61], продуктивность семей [62–65], ДНК-маркеры практически не применяются в пчеловодстве, а внедрение молекулярно-генетических методов в селекцию медоносной пчелы происходит со значительными трудностями и медленно [56].

Таким образом, в настоящее время нет простого способа отбора и селекции высокопродуктивных, хорошо адаптированных и / или устойчивых к болезням пчел, поэтому поиск генов, участвующих в определении хозяйственно ценных и других показателей, является первоочередной задачей. Выявление молекулярно-генетических маркеров, ассоциированных с селективно ценными признаками, позволит использовать их в качестве диагностических маркеров в селекционно-племенной работе с медоносными пчелами [66–69]. Наиболее информативными ДНК-маркерами рассматриваются короткие, tandemно повторяющиеся последовательности ДНК (1–10 нуклеотидов), или микросателлитные локусы (Single Sequence Repeats, SSRs), и однонуклеотидные полиморфизмы (Single Nucleotide Polymorphism, SNP). Несмотря на то, что молекулярная селекция имеет целый ряд преимуществ, основным из которых является возможность существенно сократить время селекционной работы, в настоящее время актуальными остаются вопросы по совершенствованию традиционной системы селекции и использованию современных подходов для отбора высококачественных пчелиных семей [29, 30].

Цель настоящей работы – обзор основных методов и приемов селекционной работы с медоносной пчелой и достижений селекционеров, оценка современного состояния племенной деятельности в пчеловодстве и анализ проблем и перспектив внедрения в практику подходов молекулярной селекции.

### **Медоносная пчела *Apis mellifera* как селекционный объект**

*Селективные признаки медоносной пчелы.* Семья медоносной пчелы – это высшая ступень общественного образа жизни насекомых, сложно устроенная и биологически целостная система. Пчелиная семья является суперорганизмом и включает несколько каст (матку, рабочих пчел и трутней), которые не способны самостоятельно жить и размножаться. Следовательно, вся семья медоносной пчелы находится под воздействием естественного или искусственного отбора и как единое целое представляет собой селекционный объект [5, 70]. Селекцию медоносной пчелы проводят по женской линии, так как в оплодотворении матки участвуют несколько трутней (полиандрия), что приводит к генетической гетерогенности семьи [54]. Трутни гибнут сразу после осеменения.

Основными селективными признаками семьи медоносной пчелы являются зимостойкость, миролюбие, плодовитость матки, медовая и восковая

продуктивность, сила семьи, устойчивость к болезням, ройливость, уровень приспособленности к условиям медосбора и др. [54, 70]. Следует указать, что некоторые признаки зависят от матки (например, яйценоскость), но определяют силу всей семьи. Другие признаки (например, медопродуктивность и воскопродуктивность) определяются деятельностью рабочих особей, т.е. зависят от их генотипических характеристик, которые формируются при оплодотворении матки и трутней [70]. Показатели многих биологических, поведенческих и хозяйственных признаков медоносной пчелы значительно отличаются у разных подвидов (пород) пчел (таблица).

Среди всех селективных признаков пчелиной семьи особо значимыми рассматриваются три показателя – зимостойкость, плодовитость матки и медовая продуктивность, называемые «китами», причем медопродуктивность является главным признаком в большинстве селекционных программ [54]. Плодовитость матки – также привлекательный и целесообразный для селекционеров фактор, так как только сильные семьи могут обеспечить высокую медовую продуктивность.

Кроме основных селективных признаков, дополнительно анализируются сила семьи и интенсивность ее развития весной, устойчивость к болезням, а также поведенческие особенности пчел, хотя их оценка при бонитировке семей не является обязательной [71]. Так, важными этологическими признаками считаются миролюбие, ройливость, поведение пчел на сотах, гигиеническое поведение и печатка меда. Например, несмотря на то, что показаны корреляции между злобливостью пчел и медопродуктивностью семьи [70], пчеловоды предпочитают работать с миролюбивыми пчелами, при этом отбор по миролюбию проводят в ущерб медопродуктивности.

В настоящее время выявлены корреляции между многими биологическими и хозяйственными признаками пчелиной семьи, например, силой и продуктивностью семьи, количеством расплода и медовой продуктивностью, яйцекладкой матки и медосбором, силой семьи и гигиеническим поведением пчел, способностью распечатывать ячейки сота и медопродуктивностью и др. [2, 54, 70]. Особого внимания заслуживают морфологические признаки рабочих особей, от которых зависят многие жизненные функции семьи. Например, чем короче хоботок и больше размер тела, тем выше способность особей к распечатыванию ячеек, что и наблюдается у темных лесных пчел [52]. Следовательно, длина хоботка – информативный признак при селекции семей по показателю санирующей способности [54].

При использовании в селекции данных по коррелятивным связям между признаками следует учитывать многочисленные детали. Например, между собой взаимосвязаны яйценоскость матки перед началом главного медосбора и медовая продуктивность семьи, т.е. яйценоскость может использоваться как самостоятельный селективный признак при разведенческом пчеловодстве и как косвенный признак при отборе семей по продуктивности [70]. Благодаря высокой корреляции зимостойкости с медопродуктивностью, уже весной после зимовки можно прогнозировать ее уровень, и наоборот, используя высокопродуктивные семьи, можно косвенно способство-

вать отбору на зимостойкость. В случае селекции темных лесных пчел, отличающихся высокой зимостойкостью, достаточно только контролировать признак, а не улучшать его в процессе селекции [22, 71].

**Биологические признаки медоносной пчелы, используемые в селекции (по [52, 54, 71])**

[Biological signs of the honey bee used in breeding [52, 54, 71]]

Признак [Sing]	Характеристика признака [Assessment of sing]	Проявление признака у разных подвидов пчел [Manifestations of sign in different honey bee subspecies]
Зимостойкость [Overwintering ability]	<p>Способность семьи переносить зиму. Оценивается по таким признакам, как отход пчел во время и после зимовки, сила семьи, чистота жилища, расход корма. Сложный признак, позволяющий оценить жизнедеятельность семьи в целом, включая плодовитость матки, воско- и медопродуктивность. Зимостойкие семьи используют немного корма во время зимовки, быстро развиваются весной, увеличивая свою силу</p> <p>[The ability of a bee colony to survive wintering. It is assessed according to several indicators: the colony strength, the death of bees after wintering, the cleanliness of the beehive, and feed consumption. A complex trait that evaluates the vital activity of the colony, including queen egg laying, wax production, and honey production. Winter-hardy colonies use a small amount of food during the winter, quickly develop and increase their strength in the spring]</p>	<p>Показатели зимостойкости значительно зависят от подвида пчел. Один из самых зимостойких подвидов пчел – <i>A. m. mellifera</i> (темная лесная пчела). Такие подвиды южного происхождения, как серая горная кавказская пчела (<i>Apis mellifera caucasica</i> Gorb.) и итальянская пчела (<i>A. m. ligustica</i>), характеризуются низкой зимостойкостью</p> <p>[Overwintering ability greatly depends on the bee subspecies. One of the most winter-hardy subspecies of bees is <i>A. m. mellifera</i> (dark forest bee). Subspecies of southern origin such as <i>Apis mellifera caucasica</i> Gorb. and <i>A. m. ligustica</i> are characterized by a low wintering ability]</p>
Сила семьи [Colony strength]	<p>Количество пчел в семье измеряется обычно весной после зимовки и осенью в кг. Важный показатель биологического и хозяйственного состояния пчелиной семьи.</p> <p>В Сибири после зимовки семья должна иметь силу <math>\geq 2</math> кг, в теплом климате – 1–1,5 кг. Успешно перезимовавшие семьи проходят период смены зимующих пчел безболезненно. Возрастающая масса пчел используется для медосбора и формирования отводков</p> <p>[This is the number of bees in the colony, in kg. Usually measured in spring (after wintering) and autumn. An important indicator of the biological and economic condition of the bee colony. In Siberia, the colony strength in spring should be <math>\geq 2</math> kg. In warmer climates, 1-1.5 kg is sufficient. Colonies that have successfully overwintered go through the period of replacing bees easily. Increasing numbers of bees are used for honey collection and to create daughter colonies]</p>	
Яйценоскость (плодовитость) матки [Queen egg laying]	<p>Особо важный селекционный признак, от которого зависит жизнеспособность и продуктивность семьи. Оценивается по печатному расплоду трехкратно с интервалом в 12 дней начиная с мая в любой летний период</p> <p>[A particularly important selection sign on which the viability and productivity of the bee colony depends. It is assessed based on sealed brood three times at 12-day intervals, starting in May, during any summer period]</p>	<p>Максимально плодовитые матки <i>A. m. ligustica</i> (<math>&gt; 2\ 500</math> яиц/сутки). Среднесуточная яйценоскость маток <i>A. m. mellifera</i> – <math>\geq 2\ 000</math> яиц, <i>A. m. carpathica</i> – 1 800 шт., <i>A. m. caucasica</i> – <math>&lt; 1\ 500</math> яиц</p> <p>[The <i>A. m. ligustica</i> queens are characterized by the highest egg production (<math>&gt;2500</math> eggs per day). The average eggs laid per day of <i>A. m. mellifera</i> queens is <math>\geq 2000</math>, Carpathian bees - 1800, <i>A. m. caucasica</i> - <math>&lt; 1500</math>]</p>

Признак [Sing]	Характеристика признака [Assessment of sing]	Проявление признака у разных подвидов пчел [Manifestations of sign in different honey bee subspecies]
Отход пчел после зимовки [Death of bees after wintering]	Сохранность пчел в зимний период, при этом незначительный отход пчел – закономерное явление. Рассчитывается как отношение разности осенней и весенней силы семьи к осенней; выражается в процентах. Отход пчел до 25% не влияет на жизнедеятельность сильной семьи, имеющей силу 2,5–3 кг осенью [This is the survival of bees in winter, and a small loss of bees is a natural phenomenon. Calculated as the difference in colony strength in autumn and spring, divided by autumn colony strength; is estimated as a percentage. The loss of bees up to 25% does not affect the vital activity of a strong colony, which has an autumn strength of 2.5-3 kg]	
Миролюбие / агрессивность [Gentleness/ aggressiveness]	Агрессивность пчел – важный поведенческий признак рабочих особей, направленный на защиту семьи. Определяется действием феромонов тревоги. Миролюбивые пчелы имеют высокий порог реакции на выделяемый ими феромон; с ними легко работать, включая селекцию, разводить в пригородах и дачных поселках [The aggressiveness of bees is an important behavioral sign of workers, aimed at protecting the bee colony. It is determined by the action of alarm pheromones. Gentle bees have a higher level of reaction to the alarm pheromone they secrete, so it is easy to work with them, including selection, and to breed them in suburbs and holiday villages]	Феноменально миролюбивые кавказские пчелы ( <i>A. m. caucasica</i> ). Миролюбивы – крайние ( <i>A. m. carnica</i> ) и итальянские пчелы ( <i>A. m. ligustica</i> ). Гибриды – наиболее агрессивны. Пример крайней агрессивности пчел – помеси африканских пчел (пчелы-киллеры) [Phenomenally gentle bees are Caucasian bees ( <i>A. m. caucasica</i> ). Gentle bees are <i>A. m. carnica</i> and <i>A. m. ligustica</i> . Hybrids are the most aggressive, for example, some strains of African bees (killer bees)]
Чистота жилища после зимовки [Cleanliness of the beehive after wintering]	Важный признак оценки семьи после зимовки (безоблетный период, когда пчелы не опорожняют свои кишечника – 3–7 месяцев), по 5-балльной системе: 1 – очень сильное загрязнение гнезда; 5 – жилище чистое [An important sign for assessing a colony after wintering (flight-free period, when bees do not empty their intestines - 3-7 months) using a 5-point system: 1 point - very severe contamination of the hive; 5 points - the hive is clean]	Самая зимостойкая пчела – темная лесная ( <i>A. m. mellifera</i> ). Каловая нагрузка не переходит критическую точку, после которой пчелы опонашивают [The most winter-hardy bee is the dark forest bee. The fecal load does not pass the critical point after which the bees defecate]
Ройливость [Tendency to swarm]	Отрицательный признак, так как склонность к роению мешает контролируемому размножению семьи. Перед роением в семье выращиваются трутни и закладываются роевые маточники [A negative sign because the tendency to swarm interferes with the controlled reproduction of the colony. Before swarming, drones are cultivated in the colony and swarm queen cells are laid]	Темная лесная пчела ( <i>A. m. mellifera</i> ) и крайние пчелы ( <i>A. m. carnica</i> ) – сильно ройливы; кавказские пчелы роятся мало [The dark forest bee <i>A. m. mellifera</i> and Carniolan honey bee <i>A. m. carnica</i> are very swarming, while the bees <i>A. m. caucasica</i> swarm little]
Устойчивость к болезням [Disease resistance]	Важный признак, от которого зависят жизнеспособность и продуктивность семьи. Исследуется зараженность семьи основными болезнями, такими как варрооз, нозематоз, инфекции. Оценка проводится сразу после зимовки и удаляются сильно ослабленные семьи с очень загрязненными гнездами. Осмотр семей продолжается в течение сезона; зараженные семьи отбраковываются [An important trait on which the viability and productivity of the colony depends. The infection of the colony with major diseases (varroosis, nosemosis, infections) is examined. The assessment is carried out immediately after wintering, and the weakest colonies with very contaminated nests are removed. During the season, inspection of colonies continues, infected colonies are culled]	

Признак [Sing]	Характеристика признака [Assessment of sing]	Проявление признака у разных подвидов пчел [Manifestations of sign in different honey bee subspecies]
Гигиеническое поведение [Hygienic behavior]	Санирующая способность включает очистку пчелами гнезда и друг друга, груминг. Гигиеническое поведение оценивается по способности пчел распечатывать ячейки с больными личинками и удалять их, а также по чистоте дна улья. Используется 3-балльная система: 1 балл – отсутствие санирующей способности (негигиеническое поведение), если подмор остается практически нетронутым; 2 балла – слабая способность (слабое гигиеническое поведение), когда пчелы занимаются чисткой и очищают гнездо, но практически не выбрасывают подмор; 3 балла – высокая санирующая способность (гигиеническое поведение), когда пчелы активно занимаются чисткой и при этом удаляют подмор из гнезда	[The sanitizing ability of bees, including cleaning the nest by bees, bees cleaning each other, grooming. An important indicator of hygienic behavior is the intensity of unsealing cells and throwing out diseased larvae by bees, and the cleanliness of the bottom of the hive. Evaluated on a 3-point system: 1 point - no sanitizing ability (unhygienic behavior), if dead bees remain at the bottom of the hive; 2 points - weak ability (poor hygienic behavior), when bees clean the nest and each other, but leave dead bees at the bottom of the hive; 3 points - high sanitizing ability (hygienic behavior), when bees actively clean and remove dead bees from the nest]
Медовая продуктивность [Honey production]	Основной хозяйственно ценный признак семьи – оценка возможности ее использования в племенной работе. Медопродуктивность – это количество собранного семьей меда в течение сезона. Показатель, который определяется генетическими (раса, линия), морфологическими и поведенческими признаками пчел (длина хоботка, объем медового зобика, предприимчивость в поисках корма, эффективность использования медосбора, скорость лёта и др.), а также природно-климатическими факторами, включая кормовую базу	[Honey productivity is the main economic characteristic of a bee colony and the final assessment of its suitability for breeding. It is determined by the amount of honey collected by a colony during the season. This is a complex indicator, which is influenced by the genetic (race, line) and morphophysiological characteristics of bees (length of the proboscis, volume of the honey crop, flight speed, enterprise in search of food, efficiency of using honey collection, etc.), and natural and climatic factors, including feed resources]

Таким образом, выявление корреляций между тестируемыми экстерьерными, биологическими, поведенческими и хозяйственными показателями пчелиной семьи является актуальной задачей, так как позволяет ускорить и упростить селекцию путем отбора интересующего признака по более доступному для оценки другому признаку (или признакам) и прогнозировать их развитие. Наоборот, селекция, проводимая одновременно по комплексу селективных признаков, малоэффективна и весьма трудоемка.

Вместе с тем следует отметить противоречивость данных по корреляциям между селективными признаками у медоносных пчел, полученных в разных исследованиях. Следовательно, для успешной селекции важно учитывать коэффициенты корреляции для каждого конкретного случая, объекта и определенных условий [70].

*Факторы, влияющие на проявление селективных признаков у медоносной пчелы.* Большинство селективных признаков медоносной пчелы входит в категорию количественных и имеет сложный полигенный характер наследования, т.е. признаки контролируются многими генами и значительно зависят от факторов окружающей среды [54, 70, 72]. Поэтому система оценки

племенной ценности строится на положении, что проявление количественного признака является результатом аддитивного влияния большого числа ДНК-маркеров, равномерно распределенных по всему геному [73]. Однако следует учитывать, что большинство генов оказывает незначительное влияние на проявление признака. В некоторых случаях признак контролируется несколькими генами, называемыми локусом количественного признака (Quantitative Trait Locus, QTL). Несмотря на успешную идентификацию QTLs и возможность их использования для отбора организмов в программах селекции, для большинства признаков остаются неизвестными реципрокные ассоциации, возможные эффекты доминирования и эпистатические взаимодействия между генами [72]. Наиболее эффективными ДНК-маркерами являются функциональные мутации в генах, контролирующих селективный признак [26, 74, 75].

Таким образом, большинство наблюдаемых фенотипических вариаций количественных признаков объясняется суммой аддитивных эффектов многочисленных генов и влиянием факторов окружающей среды. Показателем, позволяющим определить степень генетической составляющей в проявлении признака, т.е. объяснить наблюдаемую фенотипическую изменчивость признака аддитивным генетическим происхождением, является наследуемость признака. Коэффициент наследуемости, или коэффициент генетической детерминации ( $h^2$ ), т.е. доля фенотипической изменчивости, обусловленная генетическим разнообразием особей популяции, варьирует от 0 (нет генетического влияния на фенотипическую изменчивость) до 1 (фенотипическая изменчивость признака имеет исключительно генетическое происхождение). Следовательно, чем более наследуемым является признак, тем больше вероятность его успешного использования в селекции [72]. Например, гигиеническое поведение пчел характеризуется высоким уровнем наследуемости и может рассматриваться эффективным селективным признаком [54].

Тем не менее не следует исключать из селекции и те признаки, которые практически не наследуются. Считается, что причинами низких значений наследуемости некоторых признаков могут быть недостаточная точность измерений и неучтенные факторы окружающей среды, которые накладываются на генетические эффекты. Например, учет производства меда в килограммах, а не в количестве сот, включение в анализ изменений условий окружающей среды или методов пчеловодения, применение других статистических методов анализа (моделей, используемых для генетической оценки) могут обеспечить более точную оценку генетической изменчивости признака. Кроме того, наследуемость признака может значительно варьировать в ряду поколений в небольших популяциях из-за уменьшения генетического разнообразия в результате отбора, а один и тот же признак может быть обусловлен разными биологическими причинами в зависимости от популяции. Наконец, изменчивость окружающей среды может отличаться в разных регионах [72].

Одним из интересных сложно наследуемых количественных признаков является медовая продуктивность. Проявление признака «медопродуктивность» зависит от многих характеристик рабочих особей и матки, таких как

способность пчел быстро находить источники пищи, хорошие лётные способности пчел, низкая восприимчивость пчел к воровству, устойчивость к болезням, яйценоскость матки и др. Каждая из этих характеристик контролируется несколькими генами, которые могут косвенно влиять на производство меда в пчелиной семье, но их аддитивный эффект часто трудно идентифицировать. Кроме генетических характеристик семьи, на производство меда влияют абиотические (климат, годовые и сезонные метеоусловия, ориентация ульев, пестициды) и биотические (кормовые ресурсы, патогены и паразиты) средовые факторы, а также технологии ухода за пчелами [70, 71]. Если в одной популяции медопродуктивность семей в большей степени определяется способностью пчел обнаруживать кормовые ресурсы, то в другой – лётной активностью пчел. Следовательно, результаты, полученные на одной популяции, не могут быть автоматически перенесены на другую популяцию, а расчет наследуемости признака необходимо выполнять для конкретных популяций [72]. Примером успешной селекции медоносной пчелы по признаку медовой продуктивности, а также миролюбия является обская линия *A. m. mellifera*, выведенная в условиях севера Томской области. Валовая медопродуктивность пчелиных семей этой линии составляет 120–180 кг.

В последнее время особый интерес представляют исследования разных популяций медоносной пчелы по характеристике взаимодействий между генотипом медоносной пчелы и факторами природной среды (генотип–средовые взаимодействия) и их влиянию на здоровье и продуктивность семьи [17–24]. Одно из масштабных исследований европейских популяций медоносной пчелы (в течение 2009–2012 гг. изучено 597 пчелиных семей, 16 популяций, 5 европейских подвидов, 6 экологических районов) посвящено оценке адаптаций медоносных пчел к средовым факторам [17, 18, 20, 21, 76]. Выявлены специфические адаптации у местных популяций медоносных пчел, здоровье и жизнеспособность которых существенно зависят от генетических признаков и природно-климатических условий. Основным генетическим фактором, определяющим адаптационный потенциал медоносных пчел, рассматривается подвид (раса) разводимых пчелосемей. Так, аборигенные семьи *A. m. mellifera* были более жизнеспособными и продуктивными по сравнению с гибридами в условиях Сибири [19]. Местные пчелы подвида *A. m. jemenitica*, разводимые в Саудовской Аравии, были более адаптированными к недостатку кормовых ресурсов и изменяющимся природным условиям по сравнению с коммерческими линиями *A. m. carnica* и гибридными пчелами [22, 23]. На примере местных и коммерческих линий *A. m. carnica* (Хорватия) также показаны высокие адаптационные возможности местных пчел по сравнению с завезенной линией [24]. Наконец, пчелы местного подвида *A. m. macedonica* (Греция) по сравнению с интродуцированными лучше приспособлены к таким условиям среды, как цветение медоносов, изменение климата, методы пчеловодения, и в целом обладают большими ресурсами для борьбы с паразитами и патогенами [76].

Таким образом, не вызывает сомнений необходимость проведения селекционной работы именно с местными пчелами с целью выведения устойчи-

вых популяций и линий, приспособленных к конкретным условиям обитания [19, 24]. Такая селекционная работа обеспечит восстановление популяций аборигенных пчел и сохранение их генофондов, а также формирование у пчелиных семей устойчивой высокой продуктивности и непрерывной адаптации к изменяющимся условиям среды [18].

### **Классические методы селекции в пчеловодстве**

*Цель и задачи племенной работы и селекции медоносных пчел.* Племенная работа представляет собой систему организационно-зоотехнических мероприятий, направленных на постоянное генетическое улучшение популяций (групп особей) из поколения в поколение по отдельным селективным признакам и/или их комплексу, а также менеджмент, маркетинг, сертификацию племенной продукции и т.д. Основной составной частью племенной работы является селекция (от лат. *selectio* – отбор, выбор) [30]. В классических программах селекции отбор и оценка животных проводятся на основе хозяйственно ценных признаков с использованием данных родословных. В основе фенотипической селекции лежит широкая изменчивость исходного материала и многократный отбор форм. Такой анализ требует значительного времени, является достаточно трудоемким и субъективным [77].

К классическим методам селекции медоносной пчелы относится массовый (фенотипический) и индивидуальный (генетический) отбор качественных семей с обязательной оценкой маток по качеству потомства. Отобранные семьи являются основой для выведения линий и типов, интересующих селекционеров [8, 78]. Обязательным условием отбора является выбраковка всех семей, не отвечающих требованиям стандарта на породу, кросс или гибридную форму (корректирующий отбор).

Целью племенной работы в пчеловодстве является постоянное улучшение пород пчел путем развития ценных биологических и хозяйственных признаков, устойчиво передаваемых в ряду поколений. В задачи племенной работы входят охрана генофондов подвидов и ценных популяций медоносной пчелы, совершенствование существующих и выведение новых линий, породных и внутripородных типов, приспособленных к конкретным природно-климатическим условиям, а также организация репродукции селекционных пчеломаток и семей и проведение их генетической паспортизации [70]. Обязательным условием селекционно-племенной работы являются полевые испытания селекционных линий и типов пчел, которые необходимо осуществлять именно в тех районах, где планируется их разведение. Следует учитывать какой подвид/раса/линия будет разводиться, так как каждый подвид (или раса) пчел формировался в определенных природно-климатических условиях и наилучшим образом к ним приспособился [25, 70]. Наконец, особенности биологии и генетики медоносной пчелы (полиандрия, гаплодиплоидия, случайные спаривания маток, гибель трутней после осеменения и др.) затрудняют племенную работу с семьями [5, 46, 79].

Большинство европейских программ разведения и селекции медоносных пчел направлено на отбор семей по нескольким хозяйственным признакам:

медовая продуктивность, миролюбие, сила семьи и низкая ройливость [25]. Что касается других селективных признаков, таких как жизнеспособность, устойчивость к болезням, адаптация к локальным средовым факторам, то они рассматриваются менее значимыми, так как недостаточное их проявление может быть компенсировано при уходе за пчелами, например лечебными и профилактическими обработками, искусственным вскармливанием и другими методами пчеловодения. В последнее время значительный интерес представляют линии пчел, устойчивые к варроозу, в связи с быстрым распространением заболевания во всем мире, поэтому в селекционных программах учитываются такие признаки, как гигиеническое поведение, скорость роста заражения клещами и др. [72].

В пчеловодстве России селекция традиционно направлена на получение медопродуктивных линий медоносной пчелы. Очень ценными признаками рассматриваются также зимостойкость, сила семьи, яйценоскость матки, устойчивость к болезням, ройливость и др. [70].

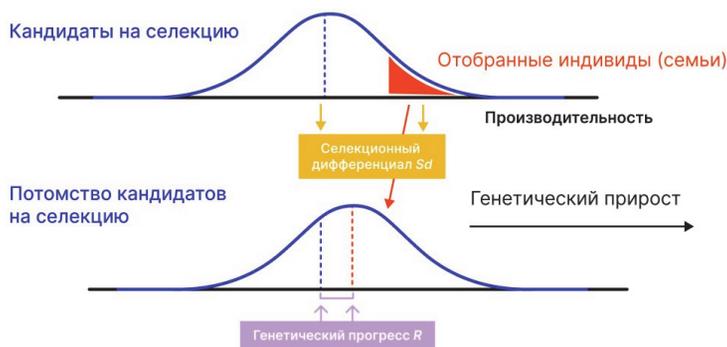
*Факторы, определяющие эффективность селекции.* Эффективность селекции определяется множеством факторов, среди которых ключевыми являются изменчивость отбираемых признаков, специфические особенности объекта селекции, включая генетические, интенсивность и направление отбора, число и степень наследуемости тестируемого признака, значение селекционного дифференциала, особенности корреляций между изучаемыми показателями, численность подвергающейся отбору популяции, скорость смены генераций, а также условия внешней среды [70].

Результат отбора (генетический прогресс популяции,  $R$ ) оценивается как разница между средней фенотипической величиной признака у потомства, полученного от лучших, отобранных для селекции особей, и средним значением того же признака у родительского поколения до отбора (в исходной популяции). Понимается как селекционный эффект (response to selection), т.е. как результат отбора лучшего генотипа (лучших генотипов) [80]. Сначала из родительского поколения выбираются для селекции (репродуцирования) определенные пчелиные семьи, лучшие по фенотипу (рис. 1). Среднее значение интересующего признака этих семей (например, миролюбие, продуктивности, устойчивости к болезням и др.) отличается от среднего значения для исходной популяции; разница между этими средними значениями называется селекционным дифференциалом ( $S_d$ ), который характеризует интенсивность отбора. Предполагается, что отобранные особи отличаются от популяции и генотипически (результат отбора – изменение частот генов). Соотношение между величинами  $R$  и  $S_d$  обозначается коэффициентом наследуемости  $h^2$ , а именно  $R = h^2 \times S_d$  [72].

Коэффициент наследования основных признаков оценивается как невысокий и изменяется от 6 до 34% [70]. По другим данным, для европейского подвида *A. m. carnica* коэффициент наследования  $h^2$  был достаточно высоким для признаков «миролюбие» (49,7%) и «позиция пчел на сотах» (44,8%), средний – для признаков «гигиеническое поведение» (27%), «медопродуктивность» (23,2%) и «ройливость» (22,4%), но низкий – для показателя

«устойчивость к варроозу» (14,4%) [79]. В природно-климатических условиях Канады для местных пчелиных семей европейского происхождения и завезенных из Дании семей линии Бакфаст получены следующие результаты: коэффициент наследования  $h^2$  был высокий для признака «зараженность *V. destructor*» (44%), средний – для «весеннего развития» (30%) и «медоносности» (20%) и низкий – для признаков «зимнее потребление корма» (11%) и «гигиеническое поведение» (18%). Между показателями «гигиеническое поведение» и «степень заражения клещом *V. destructor*» выявлена отрицательная корреляция [81].

Коэффициент наследуемости признака определяет тактику селекционной работы. При высоком значении коэффициента наследования признака, например яйценоскости матки, возможна успешная селекция по линии пчел, или массовый отбор. Наоборот, в случае низкого значения коэффициента наследования признака массовый отбор обычно неэффективен. Например, на пасеке, где разводятся семьи с низкой медопродуктивностью, успех селекции возможен только при индивидуальном отборе пчелиных семей и дальнейшей оценке качества их потомков [70].



**Рис. 1.** Графическое представление принципа отбора пчелиных семей.

Верхняя синяя кривая показывает нормальное распределение количественного признака в популяции. Лучшие особи этой популяции (красная область) отбираются в качестве будущего племенного ядра. Нижняя кривая показывает популяционное распределение потомков выбранных особей (красная пунктирная линия соответствует среднему значению признака у потомства). Целью отбора является повышение уровня проявления признака на протяжении поколений (например, миролюбие, продуктивность, устойчивость к болезням): отбор успешен, если наблюдается генетический прогресс популяции ( $R$ , разница между средним значением признака у потомства и средним значением признака у родителей) [72]

[Fig. 1. Diagram of a selection principal. The upper blue curve is the distribution of the quantitative trait in the population. The best individuals of this population are used to form the breeding stock (red area) The lower curve is the population distribution of the offspring of the selected individuals (red dashed line is average of the offspring). Selection is successful if a response to selection ( $R$ ) is the difference between the average of the offspring and the average of the parents [72]]

Эффективный отбор и связанный с ним генетический выигрыш могут быть достигнуты с течением времени только в том случае, если интересующий признак показывает изменчивость внутри популяции, причем эта из-

менчивость, по крайней мере частично, имеет аддитивное генетическое происхождение. Выбор племенных маток, которые слабо подвергаются влиянию окружающей среды (физическая среда и методы пчеловодения), также способствует успеху селекции [72].

*Методы селекционной работы с медоносными пчелами.* Традиционно в пчеловодстве использовались два метода – скрещивание пчел и чистопородное разведение [5, 8, 70]. Примерами селекции путем скрещивания разных подвидов (пород) пчел являются пчелы Бакфаст [14], а в России – внутрипородный тип «Приокский», включающий в себя генетический материал двух подвидов *A. mellifera* (темной лесной и серой горной кавказской пчелы) [11]. Для успешного проведения скрещивания необходимы племенные хозяйства, где разводятся чистопородные семьи; иначе сплошное скрещивание приводит к уничтожению уникальных пород и распространению помесных форм с низкими показателями биологических и хозяйственных признаков, а также появлению новых болезней и массовой гибели пчелиных семей [5].

Чистопородное разведение является основным методом разведения сельскохозяйственных животных, при котором для получения потомства спаривают животных одной породы [5, 8]. Цель чистопородного разведения – создание и поддержание структуры и устойчивости породы путем ограничения изменчивости особей в пределах породы и формирование однотипности по наследственным особенностям, экстерьеру и хозяйственным признакам, что в результате обеспечивает сохранение и усиление хозяйственно ценных свойств у организмов, повышает наследственную устойчивость чистопородных животных и способствует дальнейшему совершенствованию породы в интересующем селекционера направлении. Главная задача пчеловодства при совершенствовании породы – сохранить ее достоинства, т.е. чистопородность. Методом чистопородного разведения выведены породный тип «Орловский» на основе 11 популяций, полученных из различных мест естественного обитания темной лесной пчелы, а также породный тип «Бурзянская бортевая», созданный на основе бурзянских бортевых пчел в суровых условиях природного заповедника «Шульган-Таш» в Республике Башкортостан, и др. [2].

В настоящее время сохранение и разведение чистопородных пчелиных семей приобретает особое значение, так как во всем мире наблюдается бесконтрольная массовая гибридизация пчел, в результате которой на одной территории происходит смешение подвидов разного происхождения, формируются помеси с непрогнозируемыми генетическими вариантами и неблагоприятными признаками, ослабленным иммунитетом и низкими показателями хозяйственно ценных признаков и др. [1, 4, 5, 9, 18, 20–22, 24, 38]. Поэтому главная задача в пчеловодстве – сохранение естественных аборигенных популяций от скрещивания с неместными пчелами, прежде всего более миролюбивыми и продуктивными коммерческими линиями [5].

Основное условие, необходимое для чистопородного разведения, – это наличие качественного первичного материала, послужить которым могут аборигенные пчелиные семьи, сформированные в процессе естественного

отбора, поэтому хорошо адаптированные к конкретным природно-климатическим условиям и устойчивые к заболеваниям, распространенным на определенной территории. Вместе с тем при оценке аборигенной породы необходимо учитывать тот факт, что в локальных условиях может наблюдаться сужение адаптивных функций и изменение свойств породы, например более низкая продуктивность по сравнению с коммерческими линиями [24, 82, 83, 101]. Тем не менее ценные аборигенные породы являются носителями оригинальных морфологических признаков или физиологических свойств, которые должны быть сохранены [28]. К таким породам относится темная лесная пчела, наилучшим образом адаптированная к экологическим условиям и климату Центральной и Северной Европы; северная граница естественного ареала этого подвида достигает 60° северной широты [38, 39]. Темная лесная пчела должна поддерживаться и усиливаться путем дальнейшей селекции.

Несмотря на то, что потенциал классических селекционных подходов еще не вполне реализован, для развития современной селекции требуется внедрение методов молекулярной генетики и геномных технологий [29]. Применение высокоинформативных молекулярных маркеров, таких как SSR и SNP, а также генотипирование с использованием секвенирования нового поколения, дает возможность селекционерам включать генетическую информацию в программы селекции, что приводит к более точному и эффективному получению результатов разведения [77]. Эти маркеры позволяют идентифицировать конкретные гены, связанные с репродуктивными характеристиками, что обеспечивает более целенаправленный отбор особей для разведения.

По сравнению с традиционными методами селекции геномный прогноз и молекулярная селекция имеют целый ряд преимуществ, прежде всего, обеспечивают значительную экономическую выгоду селекционного процесса [29, 30]. Однако только сочетание молекулярно-генетических и классических методов позволит решить многие проблемы генетики и селекции животных, включая медоносную пчелу [29].

### **Методы селекции, основанные на использовании ДНК-маркеров**

С конца XX в. наряду с использованием классических методов селекции активно разрабатываются и внедряются в сельское хозяйство новые методы разведения сельскохозяйственных животных, основанные на применении молекулярно-генетических маркеров, ассоциированных с биологическими и хозяйственными признаками [75, 77, 84].

Молекулярная селекция, т.е. селекция на основе генетических маркеров, позволяет более точно определить генетический потенциал племенных животных, ускорить их оценку путем сокращения интервала между поколениями, а также существенно удешевить процесс путем уменьшения затрат на содержание животных и селекционные мероприятия [29, 30, 77]. Преимущества молекулярной селекции особенно проявляются в тех случаях, когда использование классических методов оценки признаков представляется невозможным или дорогостоящим, например затруднена оценка фенотипов.

Основными методами молекулярной селекции является маркер-опосредованная селекция, МОС (Marker-Assisted Selection, MAS) и геномная селекция (Genomic Selection) [74].

Маркер-опосредованная селекция предполагает отбор животных по генотипу на основе молекулярных маркеров, сцепленных с селектируемым, или целевым, геном [84]. Возможны следующие варианты выявления интересующего аллеля целевого гена: по аллелю соседнего маркерного локуса, тесно сцепленного с целевым геном; по двум ДНК-маркерам, фланкирующим целевой ген; по ДНК-маркеру, расположенному внутри целевого гена. Последний вариант, называемый GAS-селекцией (Gene Assisted Selection), обеспечивает наибольшую точность отбора нужного генотипа и эффективность селекции, но требуется наличие секвенированного гена и различий в нуклеотидной последовательности его аллелей, так как используются непосредственно аллели генов, а не микросателлиты, сцепленные с этими аллелями [26, 75]. В других случаях анализируется несколько маркированных QTLs, для которых неизвестен ген-кандидат. Наконец, возможно использование более удаленных ДНК-маркеров, но обязательно в сочетании с последующим фенотипированием – метод, получивший название «тандемный» отбор (tandem selection), или маркер-направленное фенотипирование (marker-directed phenotyping) [74].

Селекция МОС проводится в несколько этапов и включает подбор ДНК-маркеров к генам, определяющим хозяйственные признаки, верификацию ДНК-маркеров путем сопоставления данных о маркере и проявлении признака в популяциях, разработку схемы селекции и воспроизведение отобранных особей. К недостаткам МОС-селекции следует отнести низкий суммарный эффект всех QTL, выявляемый этим методом, и ограниченная область контроля генотипа (один / несколько генов) в отличие от масштабной геномной селекции [26, 73].

Несмотря на то, что маркер-опосредованная селекция не стала востребованной в животноводстве, она положила начало развитию геномной селекции – технологии, построенной на полногеномном анализе организма для его племенной оценки и прогнозирования генетического потенциала [77]. Геномная селекция, как и маркерная, основана на применении ДНК-маркеров, но данные о генах, определяющих признаков, не обязательны. Геномная селекция проводится путем оценки большого числа равномерно распределенных по геному молекулярных маркеров, т.е. в селекционном процессе осуществляется контроль не целевого гена, а всего генома [26]. Наконец, с помощью геномной селекции может быть исследован любой признак, в том числе со сложным полигенным контролем [31].

Геномная селекция проводится в несколько этапов. Сначала анализируются 2–4 предварительных поколения по генотипу и фенотипу, так называемый анализ «тренировочных поколений» (training generations). Затем проводится поиск корреляций между генотипом и фенотипом, и, наконец, отбор по генотипу среди «кандидатов на селекцию» (selection candidates) [26, 74]. Для успешной и эффективной селекции необходимо оптимальное количество анализируемых поколений и ДНК-маркеров, а также соответствие числа маркеров и изучаемых генотипов [74].

В мировой практике в качестве ДНК-маркеров для геномной селекции преимущественно используются SNP-чипы, содержащие тысячи однонуклеотидных полиморфизмов, что позволяет проводить масштабное генотипирование организмов, выполнять полногеномные ассоциативные исследования (Genome-Wide Association Studies, GWAS), картировать локусы QTLs и определять племенную ценность организмов [29]. Несмотря на все преимущества, в процессе геномной селекции возможно проявление неблагоприятной ко-селекции признаков, например, высокая продуктивность сочетается с низкой плодовитостью или склонностью к заболеваниям [26, 74]. Следовательно, с целью выявления нежелательных для селекции аллелей генов необходимы дополнительные исследования, включая оценку качества потомства. Только при комплексном анализе можно достичь точности оценки 85–90%.

Совершенствование технологий полногеномного генотипирования, снижение стоимости секвенирования, быстрое накопление информации в биобанках разных организмов, а также интеграция биоинформатики и статистического моделирования способствуют развитию геномной селекции [26, 31, 74]. Особое внимание в дальнейших исследованиях, вероятно, будет уделяться селекции признаков, определяющих экологическую пластичность и адаптацию организмов к изменяющимся условиям природной среды, а также устойчивость к болезням [77].

В последние годы разработаны и доступны коммерческие SNP-чипы высокого разрешения для автоматического полногеномного поиска ассоциаций с хозяйственно ценными признаками у некоторых видов сельскохозяйственных животных и растений [26]. Что касается медоносной пчелы, то, несмотря на расшифровку генома [13], конкретных генетических маркеров, которые можно было бы использовать в селекции пчел, пока не предложено [56]. Вместе с тем омиксные технологии (геномика, транскриптомика и протеомика) позволили идентифицировать различные молекулярные маркеры (QTL, SNP, РНК и белки), которые теоретически могут быть использованы для отбора и улучшения линий пчел. Кроме того, новые подходы вносят большой вклад в понимание механизмов, определяющих жизнеспособность и здоровье медоносных пчел [66, 67].

В настоящее время выявлены локусы количественных признаков, связанные с плодовитостью маток [85], устойчивостью к болезням [42, 58–61] и различными типами поведения [86, 87]. Выделены области генома, представляющие интерес для разработки генетических маркеров для отбора признаков устойчивости к болезням [68]. С использованием полногеномных ассоциативных исследований (GWAS) идентифицированы локусы QTL, ассоциированные с миролюбием и поведением пчел на соте [69].

Особо интересными являются примеры практического использования ДНК-маркеров в селекции медоносной пчелы. Так, разработан метод селекции пчел на основе данных о чистопородности и аллельного разнообразия гена *csd* (complementary sex determiner), определяющего пол у медоносной пчелы [57]. Для развития жизнеспособных семей необходимо высокое раз-

нообразии гена *csd*, имеющего более 20 аллелей, наоборот, при низком аллельном разнообразии гена *csd* в семье появляется большая доля диплоидных трутней (явление генетического пестрого расплода), что приводит к снижению силы семьи. Следовательно, отбор пчелиных семей по гену *csd* может служить первым этапом селекции высококачественных продуктивных пчелиных семей. Другим примером использования МОС селекции в пчеловодстве является отбор пчелиных семей по признаку продуктивности маточного молочка путем оценки аллельного состава гена *mrjр3*, контролирующего продукцию основных белков маточного молочка у медоносной пчелы [62, 63].

Наконец, в 2023 г. проведено первое исследование по оценке племенной ценности эталонной популяции медоносных пчел на основе генотипирования 2 389 маток [79]. Сравнительная оценка селективных признаков семей, проведенная разными методами – на основе родословных и ДНК-маркеров (коэффициент наследования  $h^2$  соответственно составил: медопродуктивность – 0,12 и 0,23; три показателя жизнеспособности – 0,42–0,61 и 0,44–0,65), показала, что геномная селекция может успешно применяться к медоносным пчелам.

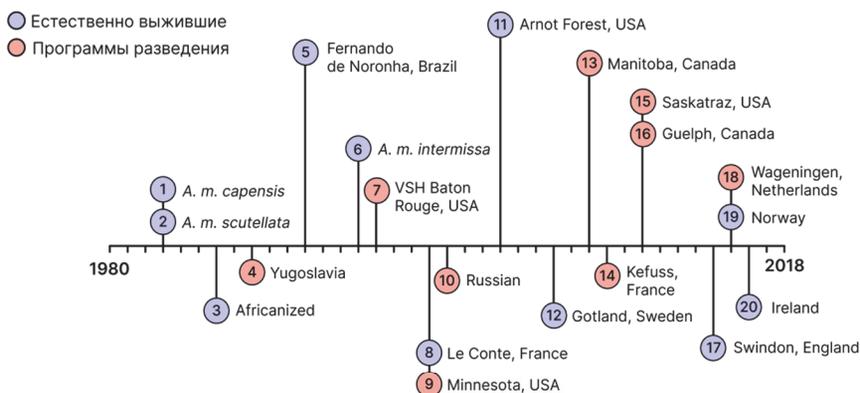
### **Селекция медоносных пчел на устойчивость к болезням**

Медоносные пчелы подвержены воздействию многих патогенных микроорганизмов и паразитов, таких как клещ *Varroa destructor*, микроспоридии рода *Nosema*, грибковые, бактериальные и вирусные инфекции [50, 88]. Среди наиболее опасных и широко распространенных инвазионных заболеваний медоносных пчел *A. mellifera* рассматривается варрооз, вызываемый эктопаразитическим клещом *V. destructor* [46, 89]. Именно с клещом *Varroa* связывают массовую гибель пчел, описанную во всем мире [90, 91]. Угроза этого паразита для здоровья пчелиных семей определяется тем, что клещ *Varroa* является переносчиком опасных вирусов, таких как вирус деформации крыла (Deformed Wing Virus, DWV) и вирус острого паралича пчел (Acute Bee Paralysis Virus, ABPV) [92–94].

*Варрооз (возбудитель эктопаразитической клещ Varroa destructor).* Наиболее широко используемые в настоящее время методы лечения варрооза основаны на применении акарицидных препаратов; они не обеспечивают длительную устойчивость медоносных пчел к *V. destructor* и не позволяют уменьшить негативное влияние клещей на пчел [59, 95, 96]. Наоборот, отмечается рост устойчивости паразита к препаратам, клещи и переносимые ими вирусы становятся более вирулентными, причиняя значительный вред здоровью медоносных пчел [97]. Зараженные слабые семьи способствуют распространению клещей и их передаче более сильным и здоровым семьям [89]. Следовательно, поиск альтернативных методов борьбы с клещом *Varroa* у медоносных пчел является актуальным [50].

Перспективным подходом для предотвращения распространения клеща рассматривается разведение пчелиных семей, устойчивых к *Varroa* [25, 46, 98]. Начиная с 1980-х гг. к настоящему времени в мире описано минимум

20 популяций медоносных пчел, устойчивых к клещу *Varroa* (рис. 2). Часть популяций возникла путем естественного отбора (естественно выжившие), другие популяции получены с использованием программ селекции. Основным подходом при разведении пчел является отбор семей, не подвергавшихся обработке против клеща *Varroa* синтетическими химическими препаратами, а главная характеристика большинства выживших популяций – способность семей поддерживать численность клещей ниже опасного уровня [46].



1 – Moritz, Hänel, 1984; Moritz, Mautz, 1990;	10 – Rinderer et al., 1999, 2001; Harris, Rinderer, 2004; De
2 – Moritz, 1985; Strauss et al., 2013, 2016; Cheruyiot et al., 2018; Nganso et al., 2018;	Guzman et al., 2008; Guzmán-Novoa et al., 2012; Kirrane et al., 2015, 2018; Khongphinitbunjong et al., 2016;
3 – Aumeier et al., 1996, 2000, 2002; Guzmán-Novoa et al., 1999, 2012; Mondragón et al., 2005, 2006; Carneiro et al., 2007;	11 – Seeley, 2007, 2017; Seeley et al., 2015; Tarpy et al., 2015; Loftus et al., 2016;
4 – Kulinčević et al., 1992;	12 – Fries et al., 2006; Fries, Bommarco, 2007; Locke et al., 2012, 2014; Oddie et al., 2018;
5 – de Jong, Soares, 1997; Corrêa-Marques et al., 2002;	13 – Bahreini, Currie, 2015;
6 – Kefuss et al., 2004;	14 – Kefuss et al., 2015;
7 – Harbo, Hoopingarner, 1997; Harbo, Harris, 2005; Ibrahim et al., 2006, 2007; Harris et al., 2010, 2012; Le Conte et al., 2011;	15 – Robertson et al., 2014;
8 – Tsuruda et al., 2012; Danka et al., 2013, 2016;	16 – Guzmán-Novoa et al., 2012;
9 – Spivak, Reuter, 2001; Ibrahim, Spivak, 2006; Ibrahim et al., 2007;	17 – Mordecai et al., 2016;
	18 – Kruitwagen et al., 2017; Panziera et al., 2017;
	19 – Oddie et al., 2017–2019;
	20 – McMullan, 2018.

**Рис. 2.** Обзор популяций медоносных пчел, устойчивых к клещу *Varroa*, полученных в результате естественного отбора или с использованием программ селекции в период 1980–2018 гг. Представлены данные по 20 различным выжившим популяциям, которые не лечились от клеща *Varroa* в течение как минимум двух лет [46].

Цифрами указаны ссылки на публикации, в которых описаны популяции

**[Fig. 2.** A review of *Varroa* mite-resistant honey bee populations resulting from natural selection or breeding programs, 1980–2018. Data are presented from 20 different surviving populations that have not been treated for *Varroa* mites for at least two years [46]. The numbers indicate references that describe the bee populations]

В результате естественного отбора в Европе, США и Африке развились устойчивые к клещу популяции, основной характеристикой которых является подавление размножения *V. destructor* (пчелиные семьи оставляли без лечения; в семьях развивалась естественная устойчивость к клещу без вмешательства человека; для размножения отбирали выжившие семьи) [90, 99, 100]. Например, на территории Франции обитают две небольшие одичавшие

популяции устойчивых к клещу медоносных пчел [101]. В Норвегии популяция *A. mellifera* выживала в естественных условиях в течение более чем 19 лет при постоянном заражении клещом *V. destructor* [90]. Такие природные популяции *A. mellifera*, устойчивые к *V. destructor*, обычно мало пригодны для масштабного коммерческого пчеловодства, так как характеризуются неблагоприятными особенностями, например, низкой продуктивностью и высокой степенью ройливости и др. Тем не менее это ценнейший материал в плане генетического и биоразнообразия и уникальные модели для изучения механизмов устойчивости пчел к воздействию паразитов и эволюции паразито-хозяйинных отношений [46].

Другой подход получения устойчивых к клещу пчелиных семей – тест Бонда, разработанный в Швеции и Франции [99]. Метод предполагает массовый отбор семей из большой популяции медоносных пчел, зараженных клещом *Varroa* и обитающих в одном и том же месте. Изучается выживаемость семей, которые без лечения против клеща либо выживают, либо погибают; среди выживших семей отбирают лучшие [96]. Примером устойчивой к клещу популяции, полученной с использованием теста Бонда, является популяция, обитающая в Швеции без лечения с 1999 г. и состоящая из 150 семей [102].

Наконец, используется селекционный подход, основанный на отборе устойчивых к клещу пчелиных семей по их фенотипическим признакам и генетическим характеристикам. Программы селекции медоносных пчел на устойчивость к клещу *V. destructor* обычно основываются либо на различной степени заражения пчел клещами (оценка по росту популяции клещей, mite population growth, MPG), либо на конкретных поведенческих особенностях пчел [46, 96, 103].

Начиная с 1993 г. во Франции проводится эксперимент с завезенными из Туниса семьями *A. m. intermissa*, устойчивыми к клещу *Varroa*. Медоносные пчелы скрещивались с местными популяциями пчел, причем гибриды характеризовались высокой устойчивостью к инвазии клещом. Для коммерческого пчеловодства из естественно выживших семей отбирали лучшие по хозяйственным показателям и оценивали их гигиеническое поведение и зараженность варроозом, которая составляла менее 5% [104]. Другим интересным примером являются две генетически различные линии медоносных пчел, полученные в Онтарио (Канада) в течение двух лет отбора пчелиных семей по показателю темпов роста популяций клеща *V. destructor*: с низким (low *Varroa* population growth, LVG) и высоким (high *Varroa* population growth, HVG) темпами роста паразита [100]. В течение летнего сезона в семьях LVG наблюдалось увеличение популяции *V. destructor* в 1,7 раза, тогда как в семьях HVG – в 9,6 раза. По сравнению с LVG в семьях HVG отмечены более высокие показатели заражения клещами взрослых пчел для двух изученных поколений, а также значительный уровень зимней смертности (26% в семьях HVG и 14% – в LVG) и распространенности вируса DWV для первого поколения пчел.

Что касается поведенческих особенностей, являющихся важной частью репертуара социального иммунитета медоносных пчел, то это достаточно

сложный признак для анализа и селекции, например, гигиеническим поведением характеризуются отдельные пчелы, и группы особей, и семья в целом [46]. Гигиеническое поведение отличается у разных подвидов пчел, т.е. имеет наследственную природу, и зависит от условий окружающей среды, например кормовых ресурсов, причем частота его встречаемости среди пчелиных семей невысокая (около 10%) [96, 105, 106]. В связи с этим селекция пчелиных семей, характеризующихся высокими показателями гигиенического поведения пчел, является одним из эффективных способов борьбы с паразитом. К поведенческим характеристикам, определяющим устойчивость семьи к варроозу, относятся гигиеническое поведение, чувствительное к *Varroa* (*Varroa-sensitive hygiene*, VSH), и груминг (рис. 3) [47, 107, 108]. Несмотря на то, что отбор семей VSH обычно проводится на основании количества клещей, не способных к размножению (*mite non reproduction*, MNR) [46], этот показатель следует интерпретировать с осторожностью, особенно в селекции, так как механизм этого процесса пока слабо изучен, а в ряде исследований корреляции между MNR и VSH не показаны [109]. Другим механизмом, который следует сохранять в процессе селекции, является влияние зараженного расплода на размножение клещей путем выделения сигнальных веществ, снижающих воспроизводство *Varroa*, вплоть до полного отсутствия размножения клещей [110, 111].



**Рис. 3.** Типы гигиенического поведения медоносных пчел [112]: гигиеническое поведение – способность взрослых особей пчел выявлять и удалять из гнезд чужеродный материал; гигиеническое поведение, чувствительное к клещу *Varroa*, – форма гигиенического поведения, направленная именно на уничтожение расплода, зараженного клещами *Varroa*; груминг – поведение, когда клещи на взрослой зараженной особи удаляются самой или другой пчелой

[Fig. 3. Hygienic behavior of honey bees [112]: Hygienic behavior in the honey bee is the ability that worker bees have to detect and remove foreign material such as diseased or dead brood; *Varroa-sensitive hygiene* (VSH) - hygienic behavior, aimed specifically at the destruction and removal of brood infested by *Varroa* mites; Grooming - behavior of adult bees associated with removing a mite from a bee's body: auto-grooming - removal of a mite by the infected bee itself; allogrooming - removal of a mite by another bee]

Следует отметить, что универсального механизма, обеспечивающего выживание пчелиных семей при инвазии клещом, пока не выявлено; жизнеспособность как естественных, так и искусственных популяций обычно обусловлена проявлением нескольких признаков, которые, по-видимому, в совокупности обеспечивают устойчивость семьи к заражению *Varroa*. Так, для

пчелиных семей из популяций, выживших в естественных условиях (Arnot Forest, USA; Gotland, Sweden; Le Conte, France), а также искусственно выведенных (VSH Baton Rouge, USA; Russian) описано 4–6 признаков, отвечающих за устойчивость к клещу (см. рис. 2). Например, пчелиные семьи популяции Батон-Руж, отобранные по показателям MPG, MNR и VSH (основной признак – VSH, полученный при отборе семей по высокому показателю MNR – неспособности клещей к размножению), характеризуются также другими, вероятно, менее значимыми признаками (гигиеническим поведением, грумингом, устойчивостью к вирусу DWV). Одновременное появление признаков в семьях медоносных пчел с повышенной выживаемостью при инвазии клещом *Varroa* позволяет предположить, что некоторые из этих признаков могут быть связаны и регулироваться общими метаболическими путями и/или параметрами окружающей среды [46].

Перспективными для селекции, например, являются популяции дальневосточных пчел, в течение продолжительного времени существующие совместно с клещом *V. destructor*. Пчелы отличаются эффективным гигиеническим поведением и значительной устойчивостью к варроозу, а также к ряду вирусов, переносимых паразитом. С целью улучшения дальневосточных пчел и получения плодных маток для коммерческих целей в США разработана и принята селекционная программа [105, 113].

В Канаде в результате осуществления проекта Саскатрац (The Saskatraz Breeding Program, <https://www.saskatraz.com/>), начатого в 2004 г., получены гибридные матки, отличающиеся повышенной толерантностью к варроозу, устойчивостью к болезням расплода, гигиеническим поведением, хорошей зимостойкостью и высокой медовой продуктивностью. Эти матки используются в ряде селекционных программ в Канаде и США. Интересным примером устойчивых к клещам линий *A. mellifera* является «гигиеническая Pol-линия итальянских медоносных пчел», полученная в Калифорнии путем скрещивания маток, устойчивых к клещам (VSH), с коммерческими линиями пчел. В эксперименте, проводимом в течение 2008–2014 гг., участвовало около 100 тыс. семей. Созданная Pol-линия медоносных пчел характеризуется высокими показателями (выживаемостью, силой семьи, производством меда) и устойчивостью к клещам [114]. В Европе действует селекционная программа ARISTA, направленная на разведение устойчивых к клещу медоносных пчел (VSH), причем с целью сохранения генетического разнообразия и исключения инбредных эффектов используются популяции с благоприятными характеристиками (миролюбием, низкой ройливостью и высокой медопродуктивностью) и адаптированные к местному климату [96]. В 2017 г. под эгидой Европейской комиссии создан международный консорциум EurBeST (European Bee Selection Team), крупномасштабные проекты которого посвящены исследованию пчел, включая анализ линий, устойчивых к клещу *Varroa* и способных подавлять размножение вредителя в семье [115].

Несмотря на значительные трудности при проведении селекции (длительная работа, проблема оценки сложного поведения пчел и эффективности отбора в программах разведения), селекционные программы были достаточно успешными [116]. Кроме того, известны популяции медоносной

пчелы, полученные в процессе селекции на основе гигиенического поведения и устойчивые к *V. destructor*, которые показали также способность пчел противостоять другому опасному паразиту – клещу *Tropilaelaps* sp., а именно открывать и удалять расплод, зараженный двумя паразитами, т.е. гигиеническое поведение пчел проявлялось в отношении разных видов клещей [117]. Показано, что селекция устойчивых к клещу *Varroa* медоносных пчел весьма эффективна, а также представляет собой важный и единственно возможный подход к развитию органического пчеловодства, но из-за высоких затрат нуждается в поддержке государства [115].

Значительный прогресс в отборе пчелиных семей, устойчивых к клещу *Varroa*, может быть достигнут путем использования достижений генетики и биотехнологии, например разработкой молекулярных маркеров, ассоциированных с устойчивостью/толерантностью к клещу *Varroa* [66, 100, 118]. К настоящему времени проведены различные геномные, транскриптомные и протеомные исследования, связанные с изучением популяций медоносных пчел, в разной степени зараженных варроозом, а также поиском молекулярных маркеров и механизмов устойчивости к клещу *Varroa* [46, 119].

Первые молекулярно-генетические исследования позволили выявить локусы количественных признаков, ассоциированные с гигиеническим поведением, причем показано, что каждый из QTL контролирует только 9–15% наблюдаемых фенотипических вариаций поведения, т.е. независимые генетические локусы регулируют определенный компонент гигиенического поведения [59, 120].

Полногеномное секвенирование особей, отличающихся по гигиеническому поведению, позволило выявить гены-кандидаты, значительная часть которых располагалась вблизи ранее выявленных QTL [121]. Перспективными генами-кандидатами, ассоциированными с *Varroa*-чувствительным поведением пчел, рассматриваются ген оксидоредуктазы *GMCOX18*, вероятно, контролирующей изменение веществ у личинок, влияющих на оогенез клеща [122], и гены *Cyp18a11*, *Mblk-1* и *Phantom*, регулирующие процесс синтеза экдизона, инициирующего репродуктивный цикл клеща [123]. Особый интерес представляют гены *Atlastin*, *Ataxin*, *AmNrx1*, *Neurexin 1*, связанные с развитием нервной системы и поведением пчел и ассоциированные с грумингом [124]. Предполагается, что гигиеническое поведение зависит от ограниченного набора генов, причем большинство из них соответствуют ранее описанным QTL [58].

Чип-технология (SNP Affymetrix 44K) для анализа 44 000 SNPs, разработанная для поиска локусов QTL, ассоциированных с *Varroa*-чувствительным поведением пчел (подвид *A. m. carnica*), позволила выявить шесть SNP, показавших статистически значимые ассоциации с исследуемым признаком [42, 58]. При анализе геномных областей, расположенных рядом с этими SNPs, идентифицированы предполагаемые гены-кандидаты устойчивости к варроозу: *Adenosine receptor (AdoR)*, *Cyclin-dependent kinase 5 activator (Cdk5alpha)*, *Octopamine receptor beta-2R (Octbeta2R)* и *Odorant binding protein 1 (Obp1)* [42]. Важно, что данная технология подходит не только для изучения толерантности пчел к *Varroa*, но и для анализа других признаков

или комплекса признаков, рассматриваемых при разведении медоносных пчел. В 2020 г. предложен чип высокой плотности, включающий более 100 тыс. SNP, ассоциированных с медопродуктивностью, миролюбием, гигиеническим поведением и устойчивостью пчел к клещу *Varroa* [45]. Авторы считают, что данный SNP-чип может успешно применяться в геномной селекции медоносных пчел, для поиска ассоциаций разных признаков (GWAS), а также для решения вопросов популяционной геномики, адаптивности и сохранения популяций *A. mellifera*.

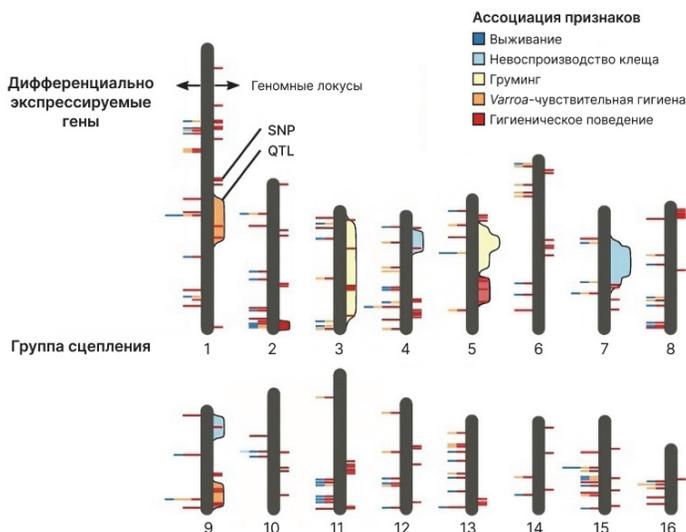
В одном из первых транскриптомных исследований на основе данных секвенирования РНК показаны корреляции между гигиеническим поведением и дифференциальной экспрессией 96 генов, причем особо интересным фактом является сверхэкспрессия генов цитохрома P450 (*Cyp4AZ1*, *Cyp4g11*, *Cyp6AS11*, *Cyp6AS8*) у пчел, характеризующихся отсутствием гигиенического поведения (вероятно, ферменты семейства P450 разрушают молекулы пахучих веществ, что снижает способность пчел обнаруживать зараженный расплод) [40]. Кроме генов P450, интерес представляют гены, контролирующие иммунный ответ (*Def1*, *Def2*), развитие нервной системы, обоняние (гены семейства *Obp*, Odorant Binding Protein), а также гены с неизвестной функцией (*Cyp4g11*) [125]. Протеомные исследования подтвердили участие генов семейства *Obp* (*Obp17*, *Obp18*), т.е. роль обоняния в формировании фенотипа VSH [41].

Несмотря на то, что большинство выявленных генов-кандидатов располагается в ранее описанных локусах [40, 58, 125], в последнее время обсуждается проблема несовпадений результатов независимых исследований, что может быть связано с различными молекулярными механизмами формирования и контроля признаков, разнообразными методами фенотипических и молекулярно-генетических исследований, а также разными изученными популяциями, линиями и подвидами медоносной пчелы (рис. 4) [46, 119].

Вместе с тем на основании геномных и транскриптомных исследований можно сделать следующие заключения: гигиеническое *Varroa*-чувствительное поведение контролируется генами, определяющими развитие и деятельность нервной системы (обучение, память), а также работу связанных с ней органов чувств (зрительных и обонятельных сигналов). Считается, что функционирование нейронов и обонятельные пути играют ключевую роль в формировании поведенческой устойчивости пчел к клещу за счет лучших способностей обнаруживать зараженный расплод [46]. Так, пчелы, отличающиеся гигиеническим поведением, лучше справляются с задачами по распознаванию запахов и обнаруживают болезнетворные запахи при более низких пороговых значениях, чем медоносные пчелы, характеризующиеся отсутствием гигиенического поведения.

Дальнейшие исследования будут направлены на изучение паразито-хозяйственных отношений и выявление молекулярных механизмов устойчивости пчел к клещу, а также разработку потенциальных маркеров для геномной селекции [100, 119]. Несмотря на проблемы внедрения маркер-опосредованной селекции в пчеловодство (например, высокий темп генетической рекомбинации), разработана панель маркеров, включающая 13 белков (9 белков,

связанных с гигиеническим поведением; 2 белка – с VSH; 2 белка – с грумингом) и сопоставимая с основными методами селекции, которая позволяет проводить отбор семей, устойчивых к клещу *Varroa* [118].



**Рис. 4.** Схематическое изображение хромосом *Apis mellifera*, показывающее приблизительное расположение маркеров, выявленных на основе данных 27 омических исследований [46]. Для геномных исследований каждый столбец представляет одно исследование: более широкие полосы локусов количественных признаков (QTL) указывают на то, что QTL-локусы были идентифицированы минимум в двух исследованиях. Для транскриптомных исследований указаны дифференциально экспрессируемые гены, выявленные в двух или более исследованиях, причем каждый столбец представляет одно исследование

[Fig. 4. Diagram of *Apis mellifera* chromosomes with approximate locations of markers (data presented based on 27 'omics' studies [46]). Each bar represents one study; wider bars show the QTLs identified in more than one study. For transcriptomic analysis, only genes identified in two or more studies are shown; each bar representing one study]

*Нозематоз (возбудители – микроспоридии рода Nosema).* Нозематоз – одно из серьезных заболеваний медоносной пчелы, вызывается двумя видами микроспоридий р. *Nosema*, которые поражают кишечник взрослых пчел вплоть до их гибели. Исследование устойчивых к нозематозу пчелиных семей, искусственно отбираемых в течение нескольких десятилетий в Дании, с использованием микросателлитных маркеров, позволило выявить на хромосоме 14 локус UN271, ассоциированный со снижением количества спор микроспоридий у пчел. В результате был идентифицирован локус QTL размером 1 598 kbp, расположенный между локусами K1418 и AT198 [126, 127]. В пределах этой идентифицированной области QTL ген-кандидат *Aubergine (Aub)* представляет особый интерес, так как в значительной степени экспрессировался у незараженных ноземой трутней по сравнению с за-

раженными. Кроме того, при анализе эпистатических и аддитивных взаимодействий разных групп локусов между собой были выявлены дополнительные локусы QTL: один локус на хромосоме 6 (K0616), показавший аддитивный характер взаимодействия генов (взаимодействие с локусом на хромосоме 10), и два локуса на хромосомах 3 (локус AC184) и 10 (локус AT129), показавшие эпистатические эффекты.

С целью поиска ассоциаций ДНК-маркеров с устойчивостью медоносных пчел к нозематозу были исследованы особи темной лесной пчелы *A. m. mellifera* и краинской пчелы *A. m. carnica* разной степени зараженности с использованием микросателлитных локусов [128]. Для темных лесных пчел, отличающихся степенью зараженности микроспоридиями (незараженные, слабо зараженные и сильно зараженные нозематозом выборки), локусы AC117, Ap243, SV185, A113 показали значительные различия по частотам аллелей и / или генотипов. Используя расчетные значения отношения шансов (Odds Ratio, OR), можно предположить, что аллель размером 177 пн локуса AC117, аллель размером 263 пн локуса Ap243 и аллель размером 269 локуса SV185 являются протективными, т.е. снижают риск заражения нозематозом. Например, частота регистрации особей, имеющих аллель размером 177 пн (локус AC117), уменьшается в следующей последовательности: 25,91% незараженных особей – 14,17% слабо зараженных – 4,91% сильно зараженных пчел (причем между группами особей «незараженные» и «сильно зараженные» выявлены статистически значимые различия ( $p \leq 0,01$ )). Для локуса Ap243 выборка сильно зараженных особей, частота регистрации которых составила 12,5%, статистически значимо ( $p \leq 0,05$ ) отличалась от двух других выборок – незараженных и слабо зараженных пчел (частота встречаемости каждой выборки составила около 44,0%). Наоборот, аллель размером 218 пн локуса A113 предположительно определяет риск развития нозематоза у темной лесной пчелы. Для краинских пчел наиболее перспективными рассматриваются локусы H110, A008 и A056. Вероятно, аллель размером 162 пн локуса H110 является протективным, тогда как для локусов A008 и A056 выявлены аллели, обладающие протективными свойствами, и аллели, связанные с болезнью.

Таким образом, у двух европейских подвидов медоносной пчелы (темной лесной пчелы и краинской пчелы) выявлены разные локусы и аллели, ассоциированные с заражением пчел нозематозом, что может быть обусловлено различной устойчивостью изученных подвидов к паразиту и разнообразными географическими, климатическими и экологическими условиями обитания пчел. Тем не менее выявленные локусы и хромосомные регионы их локализации представляют интерес в качестве потенциальных ДНК-маркеров, значимых для определения риска заболеваемости медоносных пчел нозематозом.

*Аскосфероз (возбудитель гриб *Ascospaera apis*)*. Поиск генетических вариантов, ассоциированных с устойчивостью медоносных пчел к аскосферозу, позволил идентифицировать на хромосоме 9 локус, ассоциированный с гигиеническим поведением и имеющий размер 36 kb [60, 61]. При исследовании

довании устойчивых и чувствительных к аскосферозу пчел с использованием анализа SNPs на хромосоме 11 выявлен аллель С (SNP C2587245T), ассоциированный с устойчивостью к аскосферозу [56, 60]. Интересно, что SNP-маркер C2587245T локализован в гене *mrjp5*, входящем в состав семейства *mrjp*-генов, контролирующих производство основных белков маточного молочка (Major Royal Jelly Proteins, MRJP). Важно, что данный SNP-маркер может быть полезен в качестве генетического маркера для выбора пчел, устойчивых к аскосферозу, а также высокопродуктивных по маточному молочку линий пчел.

### Генетические маркеры, ассоциированные с хозяйственными показателями медоносных пчел

Значительный интерес для молекулярной селекции вызывают генетические маркеры, ассоциированные с хозяйственными показателями медоносной пчелы. Среди первых ДНК-маркеров, для которых показаны ассоциации с хозяйственными признаками у пчел, были гены *mrjp*-семейства, отвечающие за продуктивность маточного молочка [62, 63].

Семейство *mrjp* описано только в геноме некоторых видов перепончатокрылых, включая пчел рода *Apis*, и содержит 9 генов (*mrjp1*–*mrjp9*). Считается, что в процессе эволюции семейство образовалось путем множественной дупликации предкового гена *yellow* и приобрело новые функции, а именно отвечает за производство белков маточного молочка [129]. Маточное молочко является специальным кормом только матки в течение всей ее жизни. Гены *mrjp*-семейства начинают экспрессироваться на начальных стадиях развития и кроме производства маточного молочка отвечают за кастовую дифференцировку и дифференцировку пола в пчелиной семье, т.е. связаны с развитием общественного образа жизни (эусоциальности) у медоносной пчелы [130, 131].

Исследование полиморфизма генов *mrjp3*, *mrjp5* и *mrjp8* у пчел бразильской популяции показало их высокую информативность и возможность применения в качестве ДНК-маркеров при отборе семей по продуктивности маточного молочка [62, 63]. Наиболее интересным является ген *mrjp3*, в структуре которого выявлен микросателлитный локус [130, 132]. Для микросателлитного локуса *mrjp3* у африканизированных пчел бразильской популяции показана ассоциация с продуктивностью маточного молочка, а именно аллели С, D и F локуса определяют высокое производство маточного молочка [62, 63]. Следует указать, что для медоносных пчел сибирских популяций не удалось выявить однозначные ассоциации между аллелями микросателлитного локуса *mrjp3* и продуктивностью маточного молочка [133]. Вместе с тем для медоносных пчел, обитающих на территории России (кировская, томская, краснодарская популяции), выявлены ассоциации между аллелями микросателлитного локуса *mrjp3* и содержанием 10-окси-2-деценной кислоты (10-ОДК), которая является важным биоиндикатором качества маточного молочка [134]. Так, высокая концентрация 10-ОДК (3,45%) выявлена у пчел, имеющих преобладающий аллель размером 392 пн локуса

*trjр3*, тогда как минимальное содержание 10-ОДК (2,39%) – у пчел, у которых преобладал аллель размером 406 пн локуса.

Поскольку для разных популяций медоносной пчелы получены противоречивые данные, следует с осторожностью использовать результаты, полученные на одних популяциях, обитающих в определенных географических регионах и природно-климатических условиях, для других популяций, тем более при проведении селекции.

С использованием микрочипа кДНК проведен анализ экспрессии генов у медоносных пчел, отличающихся продуктивностью маточного молочка [64]. Среди изученных 11 689 генов идентифицировано 369 дифференциально экспрессируемых генов, причем у пчел с высокой продуктивностью маточного молочка 201 ген (54,47%) показал повышенную экспрессию и 168 генов (45,53%) – пониженную экспрессию. На основании онтологического анализа показано, что выявленные дифференциально экспрессируемые гены участвуют в четырех основных биологических процессах и включены в 46 сигнальных путей. Полученные результаты важны для понимания молекулярных механизмов, определяющих производство большого количества маточного молочка, а также обеспечивают генетическую основу молекулярной селекции медоносной пчелы.

### **Исследование микробиома пчел как возможного маркера в селекционной работе**

В последнее время активно обсуждается потенциальная роль симбиотической кишечной микробиоты, называемой целостным многофункциональным «органом», в здоровье, жизнедеятельности, продуктивности и адаптивности медоносных пчел [48, 49, 135]. Медоносные пчелы характеризуются специфическим и высококонсервативным кишечным микробным сообществом; преобладает около десяти основных групп бактерий (наиболее многочисленными являются роды *Lactobacillus* и *Bacillus*), которые распределены по определенным областям кишечника и выполняют функции, связанные с питанием и ростом хозяина, устойчивостью к болезням, иммунитетом и другими свойствами [136, 137]. Особую роль кишечный микробиом играет в формировании сложного поведения хозяина, включая кастовую дифференцировку, разделение труда, различия в кормовом поведении пчел и др. [49, 138, 139]. Показано, что на состав кишечной микробиоты влияют генетические особенности пчел; предполагается участие мозга хозяина в предпочтительном выборе штаммов бактерий кишечника [140]. Несмотря на относительную стабильность микробного сообщества, у медоносных пчел выявлены индивидуальные различия и высокое разнообразие штаммов [141], что определяется генетическими характеристиками хозяина, а не только факторами окружающей среды [140]. Отсутствие или нарушение микробиоты приводит к изменению экспрессии генов, которые лежат в основе иммунитета, метаболизма, поведения и развития организма хозяина [135].

Паразиты и патогены, антибиотики и пестициды, другие стрессогенные факторы нарушают состав микроорганизмов кишечника, приводя к снижению иммунитета и адаптированности пчел вплоть до гибели пчелиных семей [89, 136, 142]. Показано, что пчелы семей, зараженных клещом *V. destructor*, содержат в микробиоме кишечника более высокую долю бактерий *Snodgrassella alvi* и меньшую – бактерий *Lactobacillus* spp. [143]. Паразит *Nosema* и такие нейротоксичные инсектициды, как кумафос, фипронил, тиаметоксам и имидаклоприд, снижают численность *Bifidobacterium* spp. и *Lactobacillus* spp. независимо от сезона [144]. Выявлены различия в составе микробного сообщества между незараженными пчелами и сильно зараженными нозематозом [145]. У медоносных пчел, зараженных микроспоридиями *Nosema*, доминируют бактерии типа Proteobacteria, тогда как у пчел, зараженных грибом *Ascospaera apis*, – бактерии типа Firmicutes [146].

Одной из эффективных стратегий укрепления иммунитета медоносных пчел, устойчивости к возбудителям, повышения выживаемости и продуктивности пчелиных семей является модуляция кишечной микробиоты, включая пробиотики [147]. Показано мощное антагонистическое действие микробиоты, прежде всего *Lactobacillus* spp., против личинок *Paenibacillus larva* и *Melissococcus plutonius* (возбудителей американского и европейского гнильца, соответственно), проявляющееся в снижении патогенной нагрузки, усилении экспрессии ключевых генов, контролирующих иммунный ответ и выработку антимикробных пептидов, повышении выживаемости пчел и др. [142]. Так, *L. plantarum* потенциально может использоваться в качестве средства биоконтроля против *Nosema* spp. [148]. Бесклеточный культуральный супернатант штамма *L. johnsonii* AJ5 вызывал гибель клеща *Varroa* при кормлении пчел [149]. Препарат, содержащий бифидо- и лактобактерии из кишечника пчелы, обеспечил значительное увеличение количества расплода, пыльцы и меда в пчелиных семьях, причем в микробиоме кишечника нового поколения пчел обнаружено увеличение относительной численности видов семейства Acetobacteraceae и рода *Bifidobacterium*, участвующих в питании и защите пчел [147]. Использование бактерии *Pediococcus acidilactici* в качестве пробиотика рассматривается эффективным и многообещающим для защиты пчел от патогенов и пестицидов, а именно позволило увеличить продолжительность жизни зараженных нозематозом пчел и скорректировать возникающие нарушения в регуляции генов, участвующих в развитии, иммунитете и системе детоксикации [140]. Вместе с тем каждый пробиотик необходимо апробировать для конкретных подвидов пчел и именно в тех условиях, где пчелы будут разводиться [150].

В связи с огромной значимостью микробного сообщества для здоровья и жизнедеятельности пчел, его роли в метаболизме, гомеостазе и адаптированности хозяина к изменяющимся условиям окружающей среды кишечный микробиом медоносной пчелы может рассматриваться потенциальным маркером при отборе пчелиных семей с желательными признаками. Например, пчелы селекционной линии, отличающиеся гигиеническим поведением (программа «Better Bees», Западная Австралия), имели значительно большее

количество аэробных кишечных бактерий по сравнению с пчелами из здоровых семей неселекционных линий [137]. С другой стороны, не выявлено уникального микробного сообщества кишечника у медоносных пчел селекционной высокопродуктивной по маточному молочку итальянской линии по сравнению с неселекционной линией пчел в условиях городской среды, но обнаружены различия в составе микробиома у пчел селекционной линии, разводимой в городской и сельской местности [151]. Результаты свидетельствуют о значимости факторов окружающей среды в формировании микробного состава кишечника, но реакция организма на различные факторы среды (образ жизни, кормовые ресурсы и др.) слабо изучены. Тем не менее выявленные ассоциации между генетическими характеристиками хозяина, кишечной микробиотой и факторами окружающей среды могут быть использованы в разработке новых стратегических подходов в сохранении здоровья медоносных пчел, например, создании современных пробиотических препаратов вместо обычных антибиотиков, экологически чистых биоцидов и агентов биологической борьбы, а также при проведении селекционной работы с пчелами [48].

### **Заключение**

Селекционно-племенная работа с медоносными пчелами, в том числе и молекулярная селекция, обеспечивает повышение генетического и адаптационного потенциала существующих пород и создание новых линий и экотипов пчел, высокопродуктивных и приспособленных к определенным природно-климатическим условиям, что способствует развитию и интенсификации пчеловодства. Однако в настоящее время внедрение методов молекулярной генетики, чиповых и информационных технологий в пчеловодческую отрасль происходит медленно и со значительными трудностями. Вместе с тем идентифицированные у медоносной пчелы QTL локусы, ассоциированные с биологическими и хозяйственными признаками, способствуют развитию молекулярной селекции. Единственным пока примером применения маркер-опосредованной селекции в практике пчеловодства является отбор пчелиных семей по продуктивности маточного молочка на основе аллельного разнообразия микросателлитного локуса *mrjp3*. Несмотря на то, что разработка ДНК-маркеров продуктивности, адаптированности и устойчивости к болезням откроет новые перспективы генетической селекции и обеспечит значительное преимущество во времени, вопросы по совершенствованию классической системы селекции медоносной пчелы в настоящее время остаются актуальными.

### **Список источников**

1. Кривцов Н.И., Лебедев В.И. Роль науки в развитии современного пчеловодства России // Вестник Рязанского государственного агротехнологического университета им. П.А. Костычева. 2011. № 3 (11). С. 3–5.
2. Среднерусская порода медоносных пчёл в стратегии развития мирового пчеловодства: монография / под общ. ред. А.З. Брандорф, М.М. Ивойловой. Киров : ФАНЦ Северо-Востока, 2019. 220 с.

3. Пчеловодство и селекция пчел / Зооинженерный факультет РГАУ-МСХА. URL: <https://www.activestudy.info/pchelovodstvo-i-selekcija-pchel/> (дата обращения: 24.05.2024).
4. Монахова М.А., Горячева И.И., Кривцов Н.И. Генетическая паспортизация *Apis mellifera*. Проблемы и методы // Пчеловодство. 2009. № 4. С. 12–13.
5. Кашковский В.Г. Инбридинг в пчеловодстве и племенная работа // Инновации и продовольственная безопасность. 2022. № 4 (38). С. 87–99. doi: 10.31677/2311-0651-2022-38-4-87-99
6. Neumann P., Carreck N.L. Honey bee colony losses // Journal of Apicultural Research. 2010. Vol. 49, № 1. PP. 1–6. doi: 10.3896/IBRA.1.49.1.01
7. van Engelsdorp D., Traynor K.S., Andree M., Lichtenberg E.M., Chen Y., Saegerman C., Cox-Foster D.L. Colony Collapse Disorder (CCD) and bee age impact honey bee pathophysiology // PLoS One. 2017. Vol. 12, № 7. e0179535. 23 p. doi: 10.1371/journal.pone.0179535
8. Уфимцева Н.С., Осинцева Л.А. Породы и методы разведения медоносной пчелы *Apis mellifera* L. : учеб. пособие. Новосибирск : НГАУ, 2009. 47 с.
9. Гранкин Н.Н. Тип среднерусских пчел «Орловский» // Пчеловодство. 2008. № 4. С. 8–9.
10. Косарев М.Н., Шарипов А.Я., Юмагузин Ф.Г., Савушкина Л.Н. Селекция породного типа «Бурзянская бортевая пчела» // Пчеловодство. 2011. № 6. С. 10–13.
11. Бородачев А.В., Савушкина Л.Н., Бородачев В.А. Выведение и особенности пчел породного типа «Приокский» // Вестник Российской сельскохозяйственной науки. 2017. № 1. С. 62–65.
12. Краинка и карника – что за пчелы? URL: [https://dzen.ru/a/Yc9A991qs2mH9\\_uz](https://dzen.ru/a/Yc9A991qs2mH9_uz) (дата обращения: 24.05.2024).
13. Honeybee Genome Sequencing Consortium. Insights into social insects from the genome of the honeybee *Apis mellifera* // Nature. 2006. Vol. 443, № 7114. PP. 931–949. doi: 10.1038/nature05260
14. Spiewok S. О пчелах Buckfast и их «родителе» (История брата Адама) / пер. с нем. В. Ефимов // Пчеловодство. URL: <https://beejournal.ru/deutsches-bienen/1901-орчеллакх-букфаст-и-их-родители-история-брата-адама> (дата обращения: 20.05.2024).
15. Jensen A.B., Palmer K.A., Boomsma J.J., Pedersen B.V. Varying degrees of *Apis mellifera ligustica* introgression in protected populations of the black honeybee, *Apis mellifera mellifera*, in northwest Europe // Molecular Ecology. 2005. Vol. 14, № 1. PP. 93–106. doi: 10.1111/j.1365-294X.2004.02399.x
16. Muñoz I., Henriques D., Johnston J.S., Chávez-Galarza J., Kryger P., Pinto M.A. Reduced SNP panels for genetic identification and introgression analysis in the dark honey bee (*Apis mellifera mellifera*) // PLoS One. 2015. Vol. 10, № 4. e0124365. 18 p. doi: 10.1371/journal.pone.0124365
17. Costa C., Büchler R., Berg S., Bienkowska M., Bouga M., Bubalo D., Charistos L., Le Conte Y., Drazic M., Dyrba W., Fillipi J., Hatjina F., Ivanova E., Kezic N., Kiprijanovska H., Kokinis M., Korpela S., Kryger P., Lodesani M., Meixner M., Panasiuk B., Pechhacker H., Petrov P., Oliveri E., Ruottinen L., Uzunov A., Vaccari G., Wilde J. A Europe-wide experiment for assessing the impact of genotype-environment interactions on the vitality and performance of honey bee colonies: experimental design and trait evaluation // Journal of Apicultural Science. 2012. Vol. 56, № 1. PP. 147–158. doi: 10.2478/v10289-012-0015-9
18. Büchler R., Costa C., Hatjina F., Andonov S., Meixner M.D., Le Conte Y., Uzunov A., Berg S., Bienkowska M., Bouga M., Drazic M., Dyrba W., Kryger P., Panasiuk B., Pechhacker H., Petrov P., Kezić N., Korpela S., Wilde J. The influence of genetic origin and its interaction with environmental effects on the survival of *Apis mellifera* L. colonies in Europe // Journal of Apicultural Research. 2014. Vol. 53, № 2. PP. 205–214. doi: 10.3896/IBRA.1.53.2.03
19. Ostroverkhova N.V., Rosseykina S.A., Yaltonskaya I.A., Filinov M.S. Estimates of the vitality and performances of *Apis mellifera mellifera* and hybrid honey bee colonies in Siberia: a 13-year study // PeerJ. 2024. Vol. 12. e17354. doi: 10.7717/peerj.17354

20. Hatjina F., Costa C., Büchler R., Uzunov A., Drazic M., Filipi J., Charistos L., Ruottinen L., Andonov S., Meixner M.D., Bienkowska M., Dariusz G., Panasiuk B., Le Conte Y., Wilde J., Berg S., Bouga M., Dyrba W., Kiprijanovska H., Korpela S., Kryger P., Lodesani M., Pechhacker H., Petrov P., Kezic N. Population dynamics of European honey bee genotypes under different environmental conditions // Journal of Apicultural Research. 2014. Vol. 53, № 2. PP. 233–247. doi: 10.3896/IBRA.1.53.2.05
21. Meixner M.D., Kryger P., Costa C. Effects of genotype, environment, and their interactions on honey bee health in Europe // Current Opinion in Insect Science. 2015. Vol. 10. PP. 177–184. doi: 10.1016/j.cois.2015.05.010
22. Al-Ghamdi A.A., Adgaba N., Tadesse Y., Getachew A., Al-Maktary A.A. Comparative study on the dynamics and performances of *Apis mellifera jemenitica* and imported hybrid honeybee colonies in southwestern Saudi Arabia // Saudi Journal of Biological Sciences. 2017. Vol. 24, № 5. PP. 1086–1093. doi: 10.1016/j.sjbs.2017.01.008
23. Taha E.A., Al-Kahtani S.N. Comparison of the activity and productivity of Carniolan (*Apis mellifera carnica* Pollmann) and Yemeni (*Apis mellifera jemenitica* Ruttner) subspecies under environmental conditions of the Al-Ahsa oasis of eastern Saudi Arabia // Saudi Journal of Biological Sciences. 2019. Vol. 26, № 4. PP. 681–687. doi: 10.1016/j.sjbs.2017.10.009
24. Kovačić M., Puškadija Z., Dražić M.M., Uzunov A., Meixner M.D., Büchler R. Effects of selection and local adaptation on resilience and economic suitability in *Apis mellifera carnica* // Apidologie. 2020. Vol. 51, № 11. PP. 1062–1073. doi: 10.1007/s13592-020-00783-0
25. Büchler R., Berg S., Le Conte Y. Breeding for resistance to *Varroa destructor* in Europe // Apidologie. 2010. Vol. 41, № 3. PP. 393–408. doi: 10.1051/apido/2010011
26. Смарагдов М.Г. Тотальная геномная селекция с помощью SNP как возможный ускоритель традиционной селекции // Генетика. 2009. Т. 45. С. 725–728.
27. Смарагдов М.Г. Геномная селекция молочного скота в мире. Пять лет практического использования // Генетика. 2013. Т. 49, № 11. С. 1251–1260. doi: 10.7868/S001667581310010X
28. Яблунцовский М.Ю., Усчеев Н.А., Надбитов Н.К., Зулаев М.С. Целенаправленная селекция – основа повышения продуктивности овец // Вестник Института комплексных исследований аридных территорий. 2012. № 2 (25). С. 106–109.
29. Столповский Ю.А., Пискунов А.К., Свищева Г.Р. Геномная селекция. I. Последние тенденции и возможные пути развития // Генетика. 2020. Т. 56, № 9. С. 1006–1017. doi: 10.31857/S0016675820090143
30. Калашников А.Е., Голубков А.И., Труфанов В.Г., Гостева Е.Р., Ялуга В.Л., Прожерин В.П. Геномная селекция как основа племенной работы (обзор) // Вестник КрасГАУ. 2021. № 7 (172). С. 163–170. doi: 10.36718/1819-4036-2021-7-163-170
31. Басонов О.А., Гинойн Р.В., Козминская А.С., Асадчий А.А. Генотипирование как фактор совершенствования племенных и продуктивных качеств скота // Известия Кабардино-Балкарского государственного аграрного университета им. В.М. Кокова. 2023. № 4 (42). С. 87–102. doi: 10.55196/2411-3492-2023-4-42-87-102
32. Ильясов Р.А., Поскряков А.В., Петухов А.В., Николенко А.Г. Молекулярно-генетический анализ пяти сохранившихся резерватов темной лесной пчелы *Apis mellifera mellifera* Урала и Поволжья // Генетика. 2016. Т. 52, № 8. С. 931–942. doi: 10.7868/S0016675816060059
33. Островерхова Н.В., Россейкина С.А., Конусова О.Л., Кучер А.Н., Киреева Т.Н. Разнообразии медоносной пчелы *Apis mellifera* L. в Томской области по морфометрическим и молекулярно-генетическим маркерам // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2019. № 47. С. 142–173. doi: 10.17223/19988591/47/8
34. Каскинова М.Д., Салихова А.М., Гайфуллина Л.Р., Салтыкова Е.С. Генетические методы в селекции медоносной пчелы // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2023. Т. 27, № 4. С. 366–372. doi: 10.18699/VJGB-23-44
35. Островерхова Н.В., Конусова О.Л. Некоторые проблемы идентификации подвидов медоносной пчелы и их решение на примере изучения *Apis mellifera* в Сибири // Сельскохозяйственная биология. 2022. Т. 57, № 2. С. 283–303. doi: 10.15389/agrobiol.2022.2.283rus

36. Ilyasov R.A., Nikolenko A.G., Lee M.L., Kwon H.W., Takahashi J.I. A revision of subspecies structure of western honey bee *Apis mellifera* // Saudi Journal of Biological Sciences. 2020. Vol. 27, № 12. PP. 3615–3621. doi: 10.1016/j.sjbs.2020.08.001
37. Frunze O., Brandorf A., Kang E.-J., Choi Y.-S. Beekeeping genetic resources and retrieval of honey bee *Apis mellifera* L. stock in the Russian Federation: A review // Insects. 2021. Vol. 12, № 8. Article number 684. doi: 10.3390/insects12080684
38. De la Rúa P., Jaffé R., Dall'Olio R., Muñoz I., Serrano J. Biodiversity, conservation and current threats to European honeybees // Apidologie. 2009. Vol. 40, № 3. PP. 263–284. doi: 10.1051/apido/2009027
39. Ilyasov R.A., Kutuev I.A., Petukhov A.V., Poskryakov A.V., Nikolenko A.G. Phylogenetic relationships of dark European honeybees *Apis mellifera mellifera* L. from the Russian Ural and West European populations // Journal of Apicultural Science. 2011. Vol. 55, № 1. PP. 67–76.
40. Boutin S., Alburaki M., Mercier P.-L., Giovenazzo P., Derome N. Differential gene expression between hygienic and non-hygienic honeybee (*Apis mellifera* L.) hives // BMC Genomics. 2015. Vol. 16. Article number 500. doi: 10.1186/s12864-015-1714-y
41. Hu H., Bienefeld K., Wegener J., Zautke F., Hao Y., Feng M., Han B., Fang Y., Wubie A.J., Li J. Proteome analysis of the hemolymph, mushroom body, and antenna provides novel insight into honeybee resistance against *varroa* infestation // Journal of Proteome Research. 2016. Vol. 15, № 8. PP. 2841–2854. doi: 10.1021/acs.jproteome.6b00423
42. Spotter A., Gupta P., Mayer M., Reinsch N., Bienefeld K. Genome-wide association study of a *Varroa*-specific defense behavior in honeybees (*Apis mellifera*) // Journal of Heredity. 2016. Vol. 107, № 3. PP. 220–227. doi: 10.1093/jhered/esw005
43. Ostroverkhova N.V., Kucher A.N., Konusova O.L., Kireeva T.N., Sharakhov I.V. Genetic diversity of honeybees in different geographical regions of Siberia // International Journal of Environmental Studies. 2017. Vol. 74, № 5. PP. 771–781. doi: 10.1080/00207233.2017.1283945
44. Ostroverkhova N.V., Konusova O.L., Kucher A.N., Kireeva T.N., Rosseykina S.A. Prevalence of the microsporidian *Nosema* spp. in honey bee populations (*Apis mellifera*) in some ecological regions of North Asia // Veterinary Sciences. 2020. Vol. 7, № 3. Article number 111. 17 p. doi: 10.3390/vetsci7030111
45. Jones J.C., Du Z.G., Bernstein R., Meyer M., Hoppe A., Schilling E., Ableitner M., Juling K., Dick R., Strauss A.S., Bienefeld K. Tool for genomic selection and breeding to evolutionary adaptation: Development of a 100K single nucleotide polymorphism array for the honey bee // Ecology and Evolution. 2020. Vol. 10, № 13. PP. 6246–6256. doi: 10.1002/ece3.6357
46. Mondet F., Beaurepaire A., McAfee A., Locke B., Alaux C., Blanchard S., Danka B., Le Conte Y. Honey bee survival mechanisms against the parasite *Varroa destructor*: a systematic review of phenotypic and genomic research efforts // International Journal for Parasitology. 2020. Vol. 50, № 6–7. PP. 433–447. doi: 10.1016/j.ijpara.2020.03.005
47. Morfin N., Anguiano-Baez R., Guzman-Novoa E. Honey bee (*Apis mellifera*) immunity // Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice. 2021. Vol. 37, № 3. PP. 521–533. doi: 10.1016/j.cvfa.2021.06.007
48. Nowak A., Szczuka D., Górczyńska A., Motyl I., Kręgiel D. Characterization of *Apis mellifera* gastrointestinal microbiota and lactic acid bacteria for honeybee protection – a review // Cells. 2021. Vol. 10. Article number 701. doi: 10.3390/cells10030701
49. Smutin D., Lebedev E., Selitskiy M., Panyushev N., Adonin L. Micro"bee"ota: honey bee normal microbiota as a part of superorganism // Microorganisms. 2022. Vol. 10, № 12. Article number 2359. doi: 10.3390/microorganisms10122359
50. Nekoei S., Rezvan M., Khamesipour F., Mayack C., Molento M.B., Revainera P.D. A systematic review of honey bee (*Apis mellifera*, Linnaeus, 1758) infections and available treatment options // Veterinary Medicine and Science. 2023. Vol. 9, № 4. PP. 1848–1860. doi: 10.1002/vms3.1194
51. Altaye S.Z., Meng L., Li J. Molecular insights into the enhanced performance of royal jelly secretion by a stock of honeybee (*Apis mellifera ligustica*) selected for increasing royal jelly production // Apidologie. 2019. Vol. 50. PP. 436–453. doi: 10.1007/s13592-019-00656-1

52. Бородачев А.В., Бурмистров А.Н., Касьянов А.И., Кривцова Л.С., Кривцов Н.И., Лебедев В.И., Мартынов А.Г., Соловьева Л.Ф., Харитонов Н.Н. и др. Методы проведения научно-исследовательских работ в пчеловодстве / под ред. Я.Л. Шагуна. Рыбное : НИИП, 2006. 154 с.
53. Абдулгазина Н.М., Юмагужин Ф.Г. Зависимость медовой продуктивности пчел от их породной принадлежности. Влияние ферментов медоносных пчел на их хозяйственно полезные качества // Фундаментальные исследования. 2014. № 9 (10). С. 2177–2180. URL: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=35291> (дата обращения: 22.05.2024).
54. Кривцов Н.И. Селекционные признаки пчел // Пчеловодство. 2009. № 2. С. 20–22.
55. Островерхова Н.В., Кучер А.Н. Биохимические и молекулярно-генетические маркеры в селекции медоносной пчелы // Пчеловодство. 2019. № 3. С. 20–23.
56. Юнусбаев У.Б., Каскинова М.Д., Ильясов Р.А., Гайфуллина Л.Р., Салтыкова Е.С., Николенко А.Г. Роль полногеномных исследований в изучении биологии медоносной пчелы // Генетика. 2019. Т. 55, № 7. С. 778–787. doi: 10.1134/S0016675819060201
57. Каскинова М.Д., Гайфуллина Л.Р., Салтыкова Л.Р., Поскряков А.Г., Николенко А.Г. Маркер-опосредованная селекция медоносной пчелы *Apis mellifera* L. // Актуальная биотехнология. 2020. № 3. С. 189–190. doi: 10.20914/2304-4691-2020-3-189-190
58. Spötter A., Gupta P., Nürnberg G., Reinsch N., Bienefeld K. Development of a 44K SNP assay focussing on the analysis of a *varroa*-specific defence behaviour in honey bees (*Apis mellifera carnica*) // Molecular Ecology Resources. 2012. Vol. 12, № 2. PP. 323–332. doi: 10.1111/j.1755-0998.2011.03106.x
59. Tsuruda J.M., Harris J.W., Bourgeois L., Danka R.G., Hunt G.J. High-resolution linkage analyses to identify genes that influence *Varroa* sensitive hygiene behavior in honey bees // PLoS One. 2012. Vol. 7, № 11. e48276-10. 8 p. doi: 10.1371/journal.pone.0048276
60. Holloway B.A., Sylvester H.A., Bourgeois L., Rinderer T.E. Association of single nucleotide polymorphisms to resistance to chalkbrood in *Apis mellifera* // Journal of Apicultural Research. 2012. Vol. 51, № 2. PP. 154–163. doi: 10.3896/IBRA.1.51.2.02
61. Holloway B.A., Tarver M.R., Rinderer T.E. Fine mapping identifies significantly associating markers for resistance to the honey bee brood fungal disease, Chalkbrood // Journal of Apicultural Research. 2013. Vol. 52, № 3. PP. 134–140. doi: 10.3896/IBRA.1.52.3.04
62. Baitala T.V., Faquinello P., Toledo V.A.A., Mangolin C.A., Martins E.N., Ruvolo-Takasusuki M.C.C. Potential use of major royal jelly proteins (MRJPs) as molecular markers for royal jelly production in Africanized honeybee colonies // Apidologie. 2010. Vol. 41, № 2. PP. 160–168. doi: 10.1051/apido/2009069
63. Parpinelli R.S., Ruvolo-Takasusuki M.C.C., Toledo V.A.A. MRJP microsatellite markers in Africanized *Apis mellifera* colonies selected on the basis of royal jelly production // Genetics and Molecular Research. 2014. Vol. 13, № 3. PP. 6724–6733. doi: 10.4238/2014.August.28.16
64. Nie H., Liu X., Pan J., Li W., Li Z., Zhang S., Chen S., Miao X., Zheng N., Su S. Identification of genes related to high royal jelly production in the honey bee (*Apis mellifera*) using microarray analysis // Genetics and Molecular Biology. 2017. Vol. 40, № 4. PP. 781–789. doi: 10.1590/1678-4685-GMB-2017-0013
65. Ostroverkhova N.V., Kucher A.N., Babushkina N.P., Konusova O.L., Sharakhov I.V. Variability and structure of the repetitive region of the major royal jelly protein gene *mrjp3* in honeybee *Apis mellifera* of different evolutionary branches // Journal of Molecular Biology Research. 2018. Vol. 8, № 1. PP. 122–131. doi:10.5539/jmbr.v8n1p122
66. Grozinger C.M., Robinson G.E. The power and promise of applying genomics to honey bee health // Current Opinion in Insect Science. 2015. Vol. 10. PP. 124–132. doi: 10.1016/j.cois.2015.03.007
67. Trapp J., McAfee A., Foster L.J. Genomics, transcriptomics and proteomics: enabling insights into social evolution and disease challenges for managed and wild bees // Molecular Ecology. 2017. Vol. 26, № 3. PP. 718–739. doi: 10.1111/mec.13986

68. Saelao P., Simone-Finstrom M., Avalos A., Bilodeau L., Danka R., Guzman L., Rinkevich F., Tokarz P. Genome-wide patterns of differentiation within and among U.S. commercial honey bee stocks // *BMC Genomics*. 2020. Vol. 21. Article number 704. 12 p. doi: 10.1186/s12864-020-07111-x
69. Guichard M., Dainat B., Eynard S., Vignal A., Servin B., the Beestrong Consortium, Neuditschko M. Identification of quantitative trait loci associated with calmness and gentleness in honey bees using whole-genome sequences // *Animal Genetics*. 2021. Vol. 52, № 4. PP. 472–481. doi: 10.1111/age.13070
70. Кривцов Н.И. Среднерусские пчелы. СПб. : Лениздат, 1995. 123 с.
71. Брандорф А.З., Ивойлова М.М. Методическое руководство по проведению селекционно-племенной оценки медоносных пчел среднерусской породы. Киров : НИИСХ Северо-Востока, 2015. 40 с.
72. Guichard M., Phocas F., Neuditschko M., Basso B., Dainat B. An overview of selection concepts applied to honey bees // *Bee World*. 2023. Vol. 100, № 1. PP. 2–8. doi: 10.1080/0005772X.2022.2147702
73. Goddard M.E., Hayes B.J. Mapping genes for complex traits in domestic animals and their use in breeding programmes // *Nature Reviews Genetics*. 2009. Vol. 10. PP. 381–391. doi: 10.1038/nrg2575
74. Хлесткина Е.К. Молекулярные маркеры в генетических исследованиях и в селекции // *Вавиловский журнал генетики и селекции*. 2013. Т. 17, № 4/2. С. 1044–1054.
75. Williams J.L. The use of marker-assisted selection in animal breeding and biotechnology // *Revue scientifique et technique*. 2005. Vol. 24, № 1. PP. 379–391.
76. Francis R.M., Amiri E., Meixner M.D., Kryger P., Gajda A., Andonov S., Uzunov A., Topolska G., Charistos L., Costa C., Berg S., Bienkowska M., Bouga M., Büchler R., Dyrba W., Hatjina F., Ivanova E., Kezic N., Korpela S., Le Conte Y., Panasiuk B., Pechhacker H., Tsoktouridis G., Wilde J. Effect of genotype and environment on parasite and pathogen levels in one apiary – a case study // *Journal of Apicultural Research*. 2014. Vol. 53, № 2. PP. 230–232. doi: 10.3896/IBRA.1.53.2.14
77. Sharma P., Doultani S., Hadiya K.K., George L.B., Highland H.N. Overview of marker-assisted selection in animal breeding // *Journal of Advances in Biology and Biotechnology*. 2024. Vol. 27, № 5. PP. 303–318. doi: 10.9734/JABB/2024/v27i5790
78. Косолапов В.М., Козлов Н.Н., Клименко И.А. Геномная селекция: этапы развития // *Вестник Российской сельскохозяйственной науки*. 2018. № 1. С. 8–12.
79. Bernstein R., Du M., Du Z.G., Strauss A.S., Hoppe A., Bienefeld K. First large-scale genomic prediction in the honey bee // *Heredity*. 2023. Vol. 130. PP. 320–328. doi: 10.1038/s41437-023-00606-9
80. Рокицкий П.Ф. Введение в статистическую генетику. Минск : Высшая школа, 1978. 448 с.
81. Maucourt S., Fortin F., Robert C., Giovenazzo P. Genetic parameters of honey bee colonies traits in a Canadian Selection Program // *Insects*. 2020. Vol. 11, № 9. Article number 587. doi: 10.3390/insects11090587
82. Gajardo-Rojas M., Muñoz A.A., Barichivich J., Klock-Barria K., Gayo E.M., Fontúrbel F.E., Olea M., Lucas C.M., Veas C. Declining honey production and beekeeper adaptation to climate change in Chile // *Progress in Physical Geography: Earth and Environment*. 2022. Vol. 46, № 5. PP. 737–756. doi: 10.1177/03091333221093757
83. Landaverde R., Rodriguez M.T., Parrella J.A. Honey production and climate change: beekeepers' perceptions, farm adaptation strategies, and information needs // *Insects*. 2023. Vol. 14, № 6. PP. 493–493. doi: 10.3390/insects14060493
84. Wakchaure R., Ganguly S., Praveen P.K., Kumar A., Sharma S., Mahajan T. Marker Assisted Selection (MAS) in animal breeding: a review // *Drug Metabolism and Toxicology*. 2015. Vol. 6, № 5. e127. doi: 10.4172/2157-7609.1000e127
85. Rueppell O., Metheny J.D., Linksvayer T., Fondrk M.K., Page R.E.Jr., Amdam G.V. Genetic architecture of ovary size and asymmetry in European honeybee workers // *Heredity*. 2011. Vol. 106, № 5. PP. 894–903. doi: 10.1038/hdy.2010.138

86. Ruppell O., Pankiw T., Page R.E.Jr. Pleiotropy, epistasis and new QTL: the genetic architecture of honey bee foraging behavior // *Journal of Heredity*. 2004. Vol. 95, № 6. PP. 481–491. doi: 10.1093/jhered/esh072
87. Shorter J.R., Arechavaleta-Velasco M., Robles-Rios C., Hunt G.J. A genetic analysis of the stinging and guarding behaviors of the honey bee // *Behavior Genetics*. 2012. Vol. 42, № 4. PP. 663–674. doi: 10.1007/s10519-012-9530-5
88. Beaurepaire A.L., Piot N., Doublet V., Antunez K., Campbell E., Chantawannakul P., Chejanovsky N., Gajda A., Heerman M., Panziera D., Smagghe G., Yañez O., de Miranda J.R., Dalmon A. Diversity and global distribution of viruses of the western honey bee, *Apis mellifera* // *Insects*. 2020. Vol. 11, № 4. Article number 239. doi: 10.3390/insects11040239
89. Vilarem C., Piou V., Vogelweith F., Vétillard A. *Varroa destructor* from the laboratory to the field: control, biocontrol and IPM perspectives – A review // *Insects*. 2021. Vol. 12, № 9. Article number 800. doi: 10.3390/insects12090800
90. Oddie M.A.Y., Dahle B., Neumann P. Norwegian honey bees surviving *Varroa destructor* mite infestations by means of natural selection // *PeerJ*. 2017. Vol. 5. e3956. doi: 10.7717/peerj.3956
91. Warner S., Pokhrel L.R., Akula S.M., Ubah C.S., Richards S.L., Jensen H., Kearney G.D. A scoping review on the effects of *Varroa* mite (*Varroa destructor*) on global honey bee decline // *Science of the Total Environment*. 2024. Vol. 906. 167492. doi: 10.1016/j.scitotenv.2023.167492
92. Wilfert L., Long G., Leggett H.C., Schmid-Hempel P., Butlin R., Martin S.J.M., Boots M. Deformed wing virus is a recent global epidemic in honeybees driven by *Varroa* mites // *Science*. 2016. Vol. 351, № 6273. PP. 594–597. doi: 10.1126/science.aac9976
93. Levin S., Sela N., Erez T., Nestel D., Pettis J., Neumann P., Chejanovsky N. New viruses from the ectoparasite mite *Varroa destructor* infesting *Apis mellifera* and *Apis cerana* // *Viruses*. 2019. Vol. 11, № 2. 94. doi: 10.3390/v11020094
94. Posada-Florez F., Childers A.K., Heerman M.C., Egekwu N.I., Cook S.C., Chen Y., Evans J.D., Ryabov E.V. Deformed wing virus type A, a major honey bee pathogen, is vectored by the mite *Varroa destructor* in a non-propagative manner // *Scientific Reports*. 2019. Vol. 9. 12445. doi: 10.1038/s41598-019-47447-3
95. Plettner E., Eliash N., Singh N.K., Pinnelli G.R., Soroker V. The chemical ecology of host-parasite interaction as a target of *Varroa destructor* control agents // *Apidologie*. 2017. Vol. 48, № 1. PP. 78–92. doi: 10.1007/s13592-016-0452-8
96. Le Conte Y., Meixner M.D., Brandt A., Carreck N.L., Costa C., Mondet F., Büchler R. Geographical distribution and selection of European honey bees resistant to *Varroa destructor* // *Insects*. 2020. Vol. 11, № 12. 873. doi: 10.3390/insects11120873
97. Beaurepaire A.L., Krieger K.J., Moritz R.F.A. Seasonal cycle of inbreeding and recombination of the parasitic mite *Varroa destructor* in honeybee colonies and its implications for the selection of acaricide resistance // *Infection, Genetics and Evolution*. 2017. Vol. 50. PP. 49–54. doi: 10.1016/j.meegid.2017.02.011
98. Rinderer T.E., Harris J.W., Hunt G.J., de Guzman L.I. Breeding for resistance to *Varroa destructor* in North America // *Apidologie*. 2010. Vol. 41, № 3. PP. 409–424. doi: 10.1051/apido/2010015
99. Locke B. Natural *Varroa* mite-surviving *Apis mellifera* honeybee populations // *Apidologie*. 2016. Vol. 47. PP. 467–482. doi: 10.1007/s13592-015-0412-8
100. De la Mora A., Emsen B., Morfin N., Borges D., Eccles L., Kelly P.G., Goodwin P.H., Guzman-Novoa E. Selective breeding for low and high *Varroa destructor* growth in honey bee (*Apis mellifera*) colonies: Initial results of two generations // *Insects*. 2020. Vol. 11, № 12. 864. doi: 10.3390/insects11120864
101. Le Conte Y., De Vaublanc G., Crauser D., Jeanne F., Rousselle J.-C., Bécard J.-M. Honey bee colonies that have survived *Varroa destructor* // *Apidologie*. 2007. Vol. 38, № 6. PP. 566–572. doi: 10.1051/apido:2007040

102. Fries I., Hansen H., Imdorf A., Rosenkranz P. Swarming in honey bees (*Apis mellifera*) and *Varroa destructor* population development in Sweden // *Apidologie*. 2003. Vol. 34. PP. 389–397. doi: 10.1051/apido:2003032
103. Büchler R., Kovačić M., Buchegger M., Puškadija Z., Hoppe A., Brascamp E.W. Evaluation of traits for the selection of *Apis mellifera* for resistance against *Varroa destructor* // *Insects*. 2020. Vol. 11, № 9. 618. doi: 10.3390/insects11090618
104. Kefuss J., Vanpoucke J., Bolt M., Kefuss C. Selection for resistance to *Varroa destructor* under commercial beekeeping conditions // *Journal of Apicultural Research*. 2015. Vol. 54, № 5. PP. 563–576. doi: 10.1080/00218839.2016.1160709
105. Брандорф А.З., Шестакова А.И., Свищук Д.В., Ларькина Е.О. Сравнительная характеристика гигиенического поведения медоносных пчел разного породного происхождения // XII International scientific-practical Conference. Section IX. Biotechnologies: Collection of scientific papers. Brussels, 2021. PP. 123–128. doi: 10.18411/gq-31-03-2021-27
106. Khan K.A., Ghramh H.A. An investigation of the efficacy of hygienic behavior of various honey bee (*Apis mellifera*) races toward *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) mite infestation // *Journal of King Saud University – Science*. 2021. Vol. 33, № 3. 101393. doi: 10.1016/j.jksus.2021.101393
107. Leclercq G., Pannebakker B., Gengler N., Nguyen B.K., Francis F. Drawbacks and benefits of hygienic behavior in honey bees (*Apis mellifera* L.): a review // *Journal Apicultural Research*. 2017. Vol. 56, № 4. PP. 366–375. doi: 10.1080/00218839.2017.1327938
108. Morfin N., Espinosa-Montano L.G., Guzman-Novoa E. A direct assay to assess self-grooming behavior in honey bees (*Apis mellifera* L.) // *Apidologie*. 2020. Vol. 51. PP. 892–897. doi: 10.1007/s13592-020-00769-y
109. Eynard S.E., Sann C., Basso B., Guirao A.-L., Le Conte Y., Servin B., Tison L., Vignal A., Mondet F. Descriptive analysis of the *Varroa* non-reproduction trait in honey bee colonies and association with other traits related to *varroa* resistance // *Insects*. 2020. Vol. 11, № 8. 492. doi: 10.3390/insects11080492
110. Wagoner K.M., Spivak M., Rueppell O. Brood affects hygienic behavior in the honey bee (Hymenoptera: Apidae) // *Journal of Economic Entomology*. 2018. Vol. 111, № 6. PP. 2520–2530. doi: 10.1093/jee/toy266
111. Wagoner K., Spivak M., Hefetz A., Reams T., Rueppell O. Stock-specific chemical brood signals are induced by *Varroa* and deformed wing virus, and elicit hygienic response in the honey bee // *Scientific Reports*. 2019. Vol. 9. 8753. doi: 1038/s41598-019-45008-2
112. Traynor K.S., Mondet F., de Miranda J.R., Techer M., Kowallik V., Oddie M.A.Y., Chantawannakul P., McAfee A. *Varroa destructor*: A complex parasite, crippling honey bees worldwide // *Trends in Parasitology*. 2020. Vol. 36, № 7. PP. 592–606. doi: 10.1016/j.pt.2020.04.004
113. Bourgeois A.L., Rinderer T.E. Genetic characterization of Russian honey bee stock selected for improved resistance to *Varroa destructor* // *Journal of Economic Entomology*. 2009. Vol. 102, № 3. PP. 1233–1238. doi: 10.1603/029.102.0349
114. Danka R.G., Harris J.W., Dodds G.E. Selection of VSH-derived «Pol-line» honey bees and evaluation of their *Varroa*-resistance characteristics // *Apidologie*. 2016. Vol. 47. PP. 483–490. doi: 10.1007/s13592-015-0413-7
115. Бюхлер Р., Узунов А., Ильясов Р.А., Коста С., Мейкснер М., Ле Конте И., Мондет Ф., Ковачич М., Андонов С., Каррек Н.Л., Димитров Л., Бассо Б., Биенковска М., Далл’олио Р., Хатджина Ф., Вириц У. Проект EURBEST: тестирование пчел на устойчивость к клещу Варроа // *Пчеловодство*. 2022. № 2. С. 62–64.
116. Beaurepaire A.L., Sann C., Arredondo D., Mondet F., Le Conte Y. Behavioral genetics of the interactions between *Apis mellifera* and *Varroa destructor* // *Insects*. 2019. Vol. 10, № 9. 299. doi: 10.3390/insects10090299
117. Shrestha M., Wegener J., Gautam I., Singh M., Schwekendiek C., Bienefeld K. Individual-level comparisons of honey bee (Hymenoptera: Apoidea) hygienic behavior towards

- brood infested with *Varroa destructor* (Parasitiformes: Varroidae) or *Tropilaelaps mercedesae* (Mesostigmata: Laelapidae) // Insects. 2020. Vol. 11, № 8. 510. doi: 10.3390/insects11080510
118. Guarna M.M., Hoover S.E., Huxter E., Higo H., Moon K.M., Domanski D., Bixby M.E.F., Melathopoulos A.P., Ibrahim A., Peirson M., Desai S., Micholson D., White R., Borchers C.H., Currie R.W., Pernal S.F., Desai S. Peptide biomarkers used for the selective breeding of a complex polygenic trait in honey bees // Scientific Reports. 2017. Vol. 7, № 1. 8381. doi: 10.1038/s41598-017-08464-2
119. Каскинова М.Д., Гайфуллина Л.П., Салтыкова Е.С., Поскряков А.В., Николенко А.Г. Генетические маркеры резистентности медоносной пчелы к *Varroa destructor* // Вавиловский журнал генетики и селекции. 2020. Т. 24, № 8. С. 853–860. doi: 10.18699/VJ20.683
120. Oxley P.R., Spivak M., Oldroyd B.P. Six quantitative trait loci influence task thresholds for hygienic behaviour in honey bees (*Apis mellifera*) // Molecular Ecology. 2010. Vol. 19, № 7. PP. 1452–1461. doi:10.1111/j.1365-294X.2010.04569.x
121. Kim J.S., Kim M.J., Kim H.-K., Vung N.N., Kim I. Development of single nucleotide polymorphism markers specific to *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) line displaying high hygienic behavior against *Varroa destructor*, an ectoparasitic mite // Journal of Asia-Pacific Entomology. 2019. Vol. 22, № 4. PP. 1031–1039. doi: 10.1016/j.aspen.2019.08.005
122. Lattorff H.M.G., Buchholz J., Fries I., Moritz R.F.A. A selective sweep in a *Varroa destructor* resistant honeybee (*Apis mellifera*) population // Infection, Genetics and Evolution. 2015. Vol. 31. PP. 169–176. doi: 10.1016/j.meegid.2015.01.025
123. Conlon B.H., Aurori A., Giurgiu A.-I., Kefuss J., Dezmirean D.S., Moritz R.F.A., Routtu J. A gene for resistance to the *Varroa* mite (Acari) in honey bee (*Apis mellifera*) pupae // Molecular Ecology. 2019. Vol. 28, № 12. PP. 2958–2966. doi: 10.1111/mec.15080
124. Arechavaleta-Velasco M.E., Alcalá-Escamilla K., Robles-Rios C., Tsuruda J.M., Hunt G.J. Fine-scale linkage mapping reveals a small set of candidate genes influencing honey bee grooming behavior in response to *Varroa* mites // PLoS One. 2012. Vol. 7. e47269. doi: 10.1371/journal.pone.0047269
125. Mondet F., Alaux C., Severac D., Rohmer M., Mercer A.R., Le Conte Y. Antennae hold a key to *Varroa*-sensitive hygiene behaviour in honey bees // Scientific Reports. 2015. Vol. 5. 10454. doi: 10.1038/srep10454
126. Huang W.-F., Solter L.F. Comparative development and tissue tropism of *Nosema apis* and *Nosema ceranae* // Journal of Invertebrate Pathology. 2013. Vol. 113, № 1. PP. 35–41. doi: 10.1016/j.jip.2013.01.001
127. Huang W.F., Solter L., Aronstein K., Huang Z. Infectivity and virulence of *Nosema ceranae* and *Nosema apis* in commercially available North American honey bees // Journal of Invertebrate Pathology. 2015. Vol. 124. PP. 107–113. doi: 10.1016/j.jip.2014.10.006
128. Ostroverkhova N.V. Association between the microsatellite Ap243, AC117 and SV185 polymorphisms and *Nosema* disease in the dark forest bee *Apis mellifera mellifera* // Veterinary Sciences. 2021. Vol. 8. 2. doi: 10.3390/vetsci8010002
129. Buttstedt A., Moritz R.F.A., Erler S. Origin and function of the major royal jelly proteins of the honeybee (*Apis mellifera*) as members of the *yellow* gene family // Biological reviews of the Cambridge Philosophical Society. 2014. Vol. 89, № 2. PP. 255–269. doi: 10.1111/brv.12052
130. Albert S., Klaudiny J., Simúth J. Molecular characterization of MRJP3, highly polymorphic protein of honeybee (*Apis mellifera*) royal jelly // Insect Biochemistry and Molecular Biology. 1999. Vol. 29, № 5. PP. 427–434. doi: 10.1016/s0965-1748(99)00019-3
131. Drapeau M.D., Albert S., Kucharski R., Prusko C., Maleszka R. Evolution of the Yellow/Major royal jelly protein family and the emergence of social behavior in honey bees // Genome Research. 2006. Vol. 16, № 11. PP. 1385–1394. doi: 10.1101/gr.5012006
132. Островерхова Н.В., Кучер А.Н., Бабушкина Н.П., Конусова О.Л. Характеристика нуклеотидной последовательности микросателлитного локуса *mrjp3* у медоносных пчел разного происхождения // Генетика. 2018. Т. 54, № 3. С. 335–341. doi: 10.7868/S0016675818030062

133. Ostroverkhova N.V., Kucher A.N., Konusova O.L., Sharakhov I.V. The *mrj3* micro-satellite marker: determination of honeybee subspecies or/and royal jelly productivity of bee colony // Far Eastern Entomologist. 2018. № 353. PP. 24–28. doi: 10.25221/fee.353.3
134. Брандорф А.З., Ивойлова М.М. Морфогенетические маркеры медоносных пчел, продуцирующих маточное молочко с высоким содержанием 10-ОДК // Аграрная наука Евро-Северо-Востока. 2019. Т. 20, № 3. С. 283–289. doi: 10.30766/2072-9081.2019.20.3.283-289
135. Motta E.V.S., Moran N.A. The honeybee microbiota and its impact on health and disease // Nature Reviews Microbiology. 2024. Vol. 22. PP. 122–137. doi: 10.1038/s41579-023-00990-3
136. Raymann K., Moran N.A. The role of the gut microbiome in health and disease of adult honey bee workers // Current Opinion in Insect Science. 2018. Vol. 26. PP. 97–104. doi: 10.1016/j.cois.2018.02.012
137. Khan S., Somerville D., Frese M., Nayudu M. Environmental gut bacteria in European honey bees (*Apis mellifera*) from Australia and their relationship to the Chalkbrood disease // PLoS One. 2020. Vol. 15, № 8. e0238252. doi.org/10.1371/journal.pone.0238252
138. Jones J.C., Fruciano C., Marchant J., Hildebrand F., Forslund S., Bork P., Engel P., Hughes W.O.H. The gut microbiome is associated with behavioural task in honey bees // Insectes Sociaux. 2018. Vol. 65. PP. 419–429. doi: 10.1007/s00040-018-0624-9
139. Vernier C.L., Nguyen L.A., Gernat T., Ahmed A.C., Chen Z., Robinson G.E. Gut microbiota contribute to variations in honey bee foraging intensity // ISME Journal. 2024. Vol. 18, № 1. wrae030. doi: 10.1093/ismejo/wrae030
140. Wu J., Lang H., Mu X., Zhang Z., Su Q., Hu X., Zheng H. Honey bee genetics shape the strain-level structure of gut microbiota in social transmission // Microbiome. 2021. Vol. 9, № 1. Article number 225. doi: 10.1186/s40168-021-01174-y
141. Ellegaard K.M., Engel P. Genomic diversity landscape of the honeybee gut microbiota // Nature Communications. 2019. Vol. 10. 446. doi: 10.1038/s41467-019-08303-0
142. Iorizzo M., Ganassi S., Albanese G., Letizia F., Testa B., Tedino C., Petrarca S., Mutinelli F., Mazzeo A., De Cristofaro A. Antimicrobial activity from putative probiotic lactic acid bacteria for the biological control of American and European foulbrood diseases // Veterinary Sciences. 2022. Vol. 9, № 5. 236. doi: 10.3390/vetsci9050236
143. Hubert J., Bicianova M., Ledvinka O., Kamler M., Lester P.J., Nesvorna M., Kopecky J., Erban T. Changes in the bacteriome of honey bees associated with the parasite *Varroa destructor*, and pathogens *Nosema* and *Lotmaria Passim* // Microbial Ecology. 2017. Vol. 73, № 3. PP. 685–698. doi: 10.1007/s00248-016-0869-7
144. Rouzé R., Moné A., Delbac F., Belzunces L., Blot N. The honeybee gut microbiota is altered after chronic exposure to different families of insecticides and infection by *Nosema ceranae* // Microbes and Environments. 2019. Vol. 34, № 3. PP. 226–233. doi: 10.1264/jmsme2.ME18169
145. Jabal-Uriel C., Alba C., Higes M., Rodríguez J.M., Martín-Hernández R. Effect of *Nosema ceranae* infection and season on the gut bacteriome composition of the European honeybee (*Apis mellifera*) // Scientific Reports. 2022. Vol. 12, № 1. 9326. doi: 10.1038/s41598-022-13337-4
146. Kim D.Y., Maeng S., Cho S.-J., Park H.J., Kim K., Lee J.K., Srinivasan S. The *Ascosphaera apis* infection (Chalkbrood disease) alters the gut bacteriome composition of the honeybee // Pathogens. 2023. Vol. 12, № 5. 734. doi: 10.3390/pathogens12050734
147. Alberoni D., Baffoni L., Gaggia F., Ryan P.M., Murphy K., Ross P.R., Stanton C., Di Gioia D. Impact of beneficial bacteria supplementation on the gut microbiota, colony development and productivity of *Apis mellifera* L. // Beneficial Microbes. 2017. Vol. 9, № 2. PP. 269–278. doi: 10.3920/BM2017.0061
148. Diaz T., Del-Val E., Ayala R., Larsen J. Alterations in honey bee gut microorganisms caused by *Nosema* spp. and pest control methods // Pest Management Science. 2019. Vol. 75, № 3. PP. 835–843. doi: 10.1002/ps.5188
149. De Piano F.G., Maggi M.D., Meroi Arceitto F.R., Audisio M.C., Eguaras M., Ruffinengo S.R. Effects of bacterial cell-free supernatant on nutritional parameters of *Apis*

- mellifera* and their toxicity against *Varroa destructor* // Journal of Apicultural Science. 2020. Vol. 64, № 1. PP. 55–66. doi: 10.2478/jas-2020-0009
150. Stephan J.G., Lamei S., Pettis J.S., Riesbeck K., de Miranda J.R., Forsgren E. Honeybee-specific lactic acid bacterium supplements have no effect on American Foulbrood-infected honeybee colonies // Applied Environmental Microbiology. 2019. Vol. 85, № 13. e01321-19. doi: 10.1128/AEM.00606-19
151. Damico M.E., Rueppell O., Shaffer Z., Han B., Raymann K. High royal jelly production does not impact the gut microbiome of honey bees // Animal Microbiome. 2021. Vol. 3. 60. doi: 10.1186/s42523-021-00124-1

## References

1. Krivcov NI, Lebedev VI. Rol' nauki v razvitii sovremennogo pchelovodstva Rossii [The role of science in the development of modern beekeeping in Russia]. *Vestnik Ryazanskogo gosudarstvennogo agrotekhnologicheskogo universiteta im. P.A. Kostycheva*. 2011;3(11):3-5. In Russian
2. Srednerusskaya poroda medonosnyh pcholy v strategii razvitiya mirovogo pchelovodstva: monografiya [Middle Russian breed of honeybees in the development strategy of world beekeeping: monograph]. Brandorf AZ, Ivojlva MM, editors. Kirov: FANC Severo-Vostoka Publ.; 2019. 220 p. In Russian
3. Pchelovodstvo i selekciya pchel. Zootekhnicheskij fakul'tet RGAU-MSKHA [Beekeeping and bee selection. Institute of Zootechnics and Biology of Russian State Agrarian University - Moscow Timiryazev Agricultural Academy]. Available at: <https://www.activestudy.info/pchelovodstvo-i-selekciya-pchel/> (accessed 24.05.2024).
4. Monahova MA, Goryacheva II, Krivcov NI. Geneticheskaya pasportizaciya *Apis mellifera*. Problemy i metody [Genetic certification of *Apis mellifera*. Problems and methods]. *Pchelovodstvo = Beekeeping*. 2009;4:12-13. In Russian
5. Kashkovskiy VG. Inbreeding in beekeeping and breeding. *Innovacii i prodovol'stvennaya bezopasnost'*. 2022;4(38):87-99. doi: 10.31677/2311-0651-2022-38-4-87-99. In Russian, English summary
6. Neumann P, Carreck NL. Honey bee colony losses. *Journal Apicultural Research*. 2010;49(1):1-6. doi: 10.3896/IBRA.1.49.1.01
7. vanEngelsdorp D, Traynor KS, Andree M, Lichtenberg EM, Chen Y, Saegerman C, Cox-Foster DL. Colony Collapse Disorder (CCD) and bee age impact honey bee pathophysiology. *PLoS One*. 2017;12(7):e0179535. doi: 10.1371/journal.pone.0179535
8. Ufimceva NS, Osinceva LA. Porody i metody razvedeniya medonosnoj pchely *Apis mellifera* L.: ucheb. posobie [Breeds and breeding methods of the honey bee *Apis mellifera* L.: Study guide]. Novosibirsk: NGAU Publ.; 2009. 47 p. In Russian
9. Grankin NN. Tip srednerusskih pchel "Orlovskij" [Type of Middle Russian bees "Orlovsky"]. *Pchelovodstvo = Beekeeping*. 2008;4:8-9. In Russian
10. Kosarev MN, Sharipov AY, Yumaguzhin FG, Savushkina LN. Selekciya porodnogo tipa "Burzyanskaya bortevaya pchela" [Selection of the breed type "Burzyan side bee"]. *Pchelovodstvo = Beekeeping*. 2011;6:10-13. In Russian
11. Borodachev AV, Savushkina LN, Borodachev VA. Selection and characteristics of "Prioksky" bees breed type. *Vestnik Rossijskoj Sel'skohozyajstvennoj Nauki*. 2017;1:62-65. In Russian, English summary
12. Krainka i karnika – chto za pchely? [Krainka and karnika - what kind of bees are they?]. Available at: [https://dzen.ru/a/Yc9A991qs2mH9\\_uz](https://dzen.ru/a/Yc9A991qs2mH9_uz) (accessed 24.05.2024).
13. Honeybee Genome Sequencing Consortium. Insights into social insects from the genome of the honeybee *Apis mellifera*. *Nature*. 2006;443(7114):931-949. doi: 10.1038/nature05260
14. Spiewok S. O pchelah Buckfast i ih "roditele" (Istoriya brata Adama). Efimov V, perevod s nemeckogo [About Buckfast Bees and Their "Parent" (The Story of Brother Adam)]. Available at: <https://beejournal.ru/deutsches-bienen/1901-o-pchelakh-buckfast-i-ikh-roditele-istoriya-brata-adama> (accessed 20.05.2024).

15. Jensen AB, Palmer KA, Boomsma JJ, Pedersen BV. Varying degrees of *Apis mellifera ligustica* introgression in protected populations of the black honeybee, *Apis mellifera mellifera*, in northwest Europe. *Molecular Ecology*. 2005;14(1):93-106. doi: 10.1111/j.1365-294X.2004.02399.x
16. Muñoz I, Henriques D, Johnston JS, Chávez-Galarza J, Kryger P, Pinto MA. Reduced SNP panels for genetic identification and introgression analysis in the dark honey bee (*Apis mellifera mellifera*). *PLoS One*. 2015;10(4):e0124365. doi: 10.1371/journal.pone.0124365
17. Costa C, Büchler R, Berg S, Bienkowska M, Bouga M, Bubalo D, Charistos L, Le Conte Y, Drazic M, Dyrba W, Fillipi J, Hatjina F, Ivanova E, Kezic N, Kiprijanovska H, Kokinis M, Korpela S, Kryger P, Lodesani M, Meixner M, Panasiuk B, Pechhacker H, Petrov P, Oliveri E, Ruottinen L, Uzunov A, Vaccari G, Wilde J. A Europe-wide experiment for assessing the impact of genotype-environment interactions on the vitality and performance of honey bee colonies: experimental design and trait evaluation. *Journal Apicultural Science*. 2012;56(1):147-158. doi: 10.2478/v10289-012-0015-9
18. Büchler R, Costa C, Hatjina F, Andonov S, Meixner MD, Le Conte Y, Uzunov A, Berg S, Bienkowska M, Bouga M, Drazic M, Dyrba W, Kryger P, Panasiuk B, Pechhacker H, Petrov P, Kezić N, Korpela S, Wilde J. The influence of genetic origin and its interaction with environmental effects on the survival of *Apis mellifera* L. colonies in Europe. *Journal Apicultural Research*. 2014;53(2):205-214. doi: 10.3896/IBRA.1.53.2.03
19. Ostroverkhova NV, Rosseykina SA, Yaltonskaya IA, Filinov MS. Estimates of the vitality and performances of *Apis mellifera mellifera* and hybrid honey bee colonies in Siberia: a 13-year study // *PeerJ*. 2024;12:e17354. doi: 10.7717/peerj.17354
20. Hatjina F, Costa C, Büchler R, Uzunov A, Drazic M, Filipi J, Charistos L, Ruottinen L, Andonov S, Meixner MD, Bienkowska M, Dariusz G, Panasiuk B, Le Conte Y, Wilde J, Berg S, Bouga M, Dyrba W, Kiprijanovska H, Korpela S, Kryger P, Lodesani M, Pechhacker H, Petrov P, Kezic N. Population dynamics of European honey bee genotypes under different environmental conditions. *Journal Apicultural Research*. 2014;53(2):233-247. doi: 10.3896/IBRA.1.53.2.05
21. Meixner MD, Kryger P, Costa C. Effects of genotype, environment, and their interactions on honey bee health in Europe. *Current Opinion in Insect Science*. 2015;10:177-184. doi: 10.1016/j.cois.2015.05.010
22. Al-Ghamdi AA, Adgaba N, Tadesse Y, Getachew A, Al-Maktary AA. Comparative study on the dynamics and performances of *Apis mellifera jemenitica* and imported hybrid honeybee colonies in southwestern Saudi Arabia. *Saudi Journal of Biological Sciences*. 2017;24(5):1086-1093. doi: 10.1016/j.sjbs.2017.01.008
23. Taha EA, Al-Kahtani SN. Comparison of the activity and productivity of Carniolan (*Apis mellifera carnica* Pollmann) and Yemeni (*Apis mellifera jemenitica* Ruttner) subspecies under environmental conditions of the Al-Ahsa oasis of eastern Saudi Arabia. *Saudi Journal of Biological Sciences*. 2019;26(4):681-687. doi: 10.1016/j.sjbs.2017.10.009
24. Kovačić M, Puškadija Z, Dražić MM, Uzunov A, Meixner MD, Büchler R. Effects of selection and local adaptation on resilience and economic suitability in *Apis mellifera carnica*. *Apidologie*. 2020;51(11):1062-1073. doi: 10.1007/s13592-020-00783-0
25. Büchler R, Berg S, Le Conte Y. Breeding for resistance to *Varroa destructor* in Europe. *Apidologie*. 2010;41(3):393-408. doi: 10.1051/apido/2010011
26. Smaragdov MG. Genomic selection as a possible accelerator of traditional selection. *Russian Journal of Genetics*. 2009;45(6): 633-636. doi: 10.1134/S1022795409060015
27. Smaragdov MG. Genomic selection of milk cattle. The practical application over five years. *Russian Journal of Genetics*. 2013;49(11):1089-1097. doi: 10.1134/S1022795413100104
28. Yablunovskij MYu, Uscheev NA, Nadbitov NK, Zulaev MS. Celenapravlenaya selekciya - osnova povysheniya produktivnosti ovec [Targeted selection is the basis for increasing sheep productivity]. *Vestnik Instituta kompleksnyh issledovanij aridnyh territorij*. 2012;2(25):106-109. In Russian

29. Stolpovsky YA, Piskunov AK, Svishcheva GR. Genomic selection. I. Latest trends and possible ways of development. *Russian Journal of Genetics*. 2020;56(9):1044-1054. doi: 10.1134/S1022795420090148
30. Kalashnikov AE, Golubkov AI, Trufanov VG, Gosteva ER, Yaluga VL, Prozherin VP. Genomic selection as a basis of breeding (review). *Vestnik KrasGAU*. 2021;7(172):163-170. doi: 10.36718/1819-4036-2021-7-163-170. In Russian, English summary
31. Basonov OA, Ginoyan RV, Kozminskaya AS, Asadchy AA. Genotyping as a factor in improving breeding and productive qualities of cattle. *Izvestiya of Kabardino-Balkarian State Agrarian University named after V.M. Kokov*. 2023;4(42):87-102. doi: 10.55196/2411-3492-2023-4-42-87-102. In Russian, English summary
32. Ilyasov RA, Poskryakov AV, Petukhov AV, Nikolenko AG. Molecular genetic analysis of five extant reserves of black honeybee *Apis mellifera mellifera* in the Urals and the Volga region. *Russian Journal of Genetics*. 2016;52(8):828-839. doi: 10.1134/S1022795416060053
33. Ostroverkhova NV, Rosseykina SA, Konusova OL, Kucher AN, Kireeva TN. Diversity of the honeybee *Apis mellifera* L. in Tomsk region according to morphometric and molecular genetic markers. *Vestnik Tomskogo Gosudarstvennogo Universiteta. Biologiya - Tomsk State University Journal of Biology*. 2019;47:142-173. doi: 10.17223/19988591/47/8. In Russian, English summary
34. Kaskinova MD, Salikhova AM, Gaifullina LR, Saltykova ES. Genetic methods in honey bee breeding. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2023;27(4):366-372. doi: 10.18699/VJGB-23-44. In Russian, English summary
35. Ostroverkhova NV, Konusova OL. Some problems of identification of honeybee subspecies and their solution on the example of studying the *Apis mellifera* in Siberia. *Sel'skokhozyaistvennaya Biologiya*. 2022;57(2):283-303. doi:10.15389/agrobio.2022.2.283rus. In Russian, English summary
36. Ilyasov RA, Nikolenko AG, Lee ML, Kwon HW, Takahashi JI. A revision of subspecies structure of western honey bee *Apis mellifera*. *Saudi Journal of Biological Sciences*. 2020;27(12):3615-3621. doi: 10.1016/j.sjbs.2020.08.001
37. Frunze O, Brandorf A, Kang E-J, Choi Y-S. Beekeeping genetic resources and retrieval of honey bee *Apis mellifera* L. stock in the Russian Federation: A review. *Insects*. 2021;12(8):684. doi: 10.3390/insects12080684
38. De la Rúa P, Jaffé R, Dall'Olio R, Muñoz I, Serrano J. Biodiversity, conservation and current threats to European honeybees. *Apidologie*. 2009;40(3):263-284. doi: 10.1051/apido/2009027
39. Ilyasov RA, Kutuev IA, Petukhov AV, Poskryakov AV, Nikolenko AG. Phylogenetic relationships of dark European honeybees *Apis mellifera mellifera* L. from the Russian Ural and West European populations. *Journal of Apicultural Science*. 2011;55(1):67-76.
40. Boutin S, Alburaki M, Mercier P-L, Giovenazzo P, Derome N. Differential gene expression between hygienic and non-hygienic honeybee (*Apis mellifera* L.) hives. *BMC Genomics*. 2015;16:500. doi: 10.1186/s12864-015-1714-y
41. Hu H, Bienefeld K, Wegener J, Zautke F, Hao Y, Feng M, Han B, Fang Y, Wubie AJ, Li J. Proteome analysis of the hemolymph, mushroom body, and antenna provides novel insight into honeybee resistance against *varroa* infestation. *Journal of Proteome Research*. 2016;15(8):2841-2854. doi: 10.1021/acs.jproteome.6b00423
42. Spotter A, Gupta P, Mayer M, Reinsch N, Bienefeld K. Genome-wide association study of a *Varroa*-specific defense behavior in honeybees (*Apis mellifera*). *Journal of Heredity*. 2016;107(3):220-227. doi: 10.1093/jhered/esw005
43. Ostroverkhova NV, Kucher AN, Konusova OL, Kireeva TN, Sharakhov IV. Genetic diversity of honeybees in different geographical regions of Siberia. *International Journal of Environmental Studies*. 2017;74(5):771-781. doi: /10.1080/00207233.2017.1283945
44. Ostroverkhova NV, Konusova OL, Kucher AN, Kireeva TN, Rosseykina SA. Prevalence of the microsporidian *Nosema* spp. in honey bee populations (*Apis mellifera*) in some ecological regions of North Asia. *Veterinary Sciences*. 2020;7(3):111. doi: 10.3390/vetsci7030111

45. Jones JC, Du ZG, Bernstein R, Meyer M, Hoppe A, Schilling E, Ableitner M, Juling K, Dick R, Strauss AS, Bienefeld K. Tool for genomic selection and breeding to evolutionary adaptation: Development of a 100K single nucleotide polymorphism array for the honey bee. *Ecology and Evolution*. 2020;10(13):6246-6256. doi: 10.1002/ece3.6357
46. Mondet F, Beaurepaire A, McAfee A, Locke B, Alaux C, Blanchard S, Danka B, Le Conte Y. Honey bee survival mechanisms against the parasite *Varroa destructor*: a systematic review of phenotypic and genomic research efforts. *International Journal for Parasitology*. 2020;50(6-7):433-447. doi: 10.1016/j.ijpara.2020.03.005
47. Morfin N, Anguiano-Baez R, Guzman-Novoa E. Honey bee (*Apis mellifera*) immunity. *Veterinary Clinics of North America: Food Animal Practice*. 2021;37(3):521-533. doi: 10.1016/j.cvfa.2021.06.007
48. Nowak A, Szczuka D, Górczyńska A, Motyl I, Kręgiel D. Characterization of *Apis mellifera* gastrointestinal microbiota and lactic acid bacteria for honeybee protection - a review. *Cells*. 2021;10(3):701. doi: 10.3390/cells10030701
49. Smutin D, Lebedev E, Selitskiy M, Panyushev N, Adonin L. Micro"bee"ota: honey bee normal microbiota as a part of superorganism. *Microorganisms*. 2022;10(12):2359. doi: 10.3390/microorganisms10122359
50. Nekoei S, Rezvan M, Khamesipour F, Mayack C, Molento MB, Revainera PD. A systematic review of honey bee (*Apis mellifera*, Linnaeus, 1758) infections and available treatment options. *Veterinary Medicine and Science*. 2023;9(4):1848-1860. doi: 10.1002/vms3.1194
51. Altaye SZ, Meng L, Li J. Molecular insights into the enhanced performance of royal jelly secretion by a stock of honeybee (*Apis mellifera ligustica*) selected for increasing royal jelly production. *Apidologie*. 2019;50:436-453. doi: 10.1007/s13592-019-00656-1
52. Borodachev AV, Burmistrov AN, Kas'yanov AI, Krivcova LS, Krivcov NI, Lebedev VI, Martynov AG, Solov'eva LF, Haritonov NN, i dr. Metody provedeniya nauchno-issledovatel'skih rabot v pchelovodstve [Methods for conducting research work in beekeeping]. Shagun YaL, editor. Rybnoe: NIIP Publ.; 2006. 154 p. In Russian
53. Abdulgazina NM, Yumaguzhin FG. Honey productivity bees' dependence from their breed belonging. Honey bees ferments influence on their utility and useful qualities. *Fundamental'nye issledovaniya*. 2014;9(10):2177-2180. In Russian, English summary. Available at: <https://fundamental-research.ru/ru/article/view?id=35291> (дата обращения: 22.05.2024).
54. Krivcov NI. Selekcionnye priznaki pchel [Selection traits of bees]. *Pchelovodstvo = Beekeeping*. 2009;2:20-22. In Russian
55. Ostroverkhova NV, Kucher AN. Biochemical and molecular genetic markers in the honeybee selection. *Pchelovodstvo = Beekeeping*. 2019;3:20-23. In Russian
56. Yunusbaev UB, Kaskinova MD, Ilyasov RA, Gaifullina LR, Saltykova ES, Nikolenko AG. The role of whole-genome studies in the investigation of honey bee biology. *Russian Journal of Genetics*. 2019;55(7):815-824. doi: 10.1134/S102279541906019X
57. Kaskinova MD, Gajfullina LR, Saltykova LR, Poskryakov AG, Nikolenko AG. Marker-oposredovannaya selekciya medonosnoj pchely *Apis mellifera* L. [Marker-assisted selection of the honey bee *Apis mellifera* L.]. *Aktual'naya biotekhnologiya*. 2020;3(34):189-190. In Russian
58. Spötter A, Gupta P, Nürnberg G, Reinsch N, Bienefeld K. Development of a 44K SNP assay focussing on the analysis of a *varroa*-specific defence behaviour in honey bees (*Apis mellifera carnica*). *Molecular Ecology Resources*. 2012;12(2):323-332. doi: 10.1111/j.1755-0998.2011.03106.x
59. Tsuruda JM, Harris JW, Bourgeois L, Danka RG, Hunt GJ. High-resolution linkage analyses to identify genes that influence *Varroa* sensitive hygiene behavior in honey bees. *PLoS One*. 2012;7(11):e48276-10. doi: 10.1371/journal.pone.0048276
60. Holloway BA, Sylvester HA, Bourgeois L, Rinderer TE. Association of single nucleotide polymorphisms to resistance to chalkbrood in *Apis mellifera*. *Journal of Apicultural Research*. 2012;51(2):154-163. doi: 10.3896/IBRA.1.51.2.02

61. Holloway BA, Tarver MR, Rinderer TE. Fine mapping identifies significantly associating markers for resistance to the honey bee brood fungal disease, Chalkbrood. *Journal of Apicultural Research*. 2013;52(3):134-140. doi: 10.3896/IBRA.1.52.3.04
62. Baitala TV, Faquinello P, Toledo VAA, Mangolin CA, Martins EN, Ruvolo-Takasusuki MCC. Potential use of major royal jelly proteins (MRJPs) as molecular markers for royal jelly production in Africanized honeybee colonies. *Apidologie*. 2010;41(2):160-168. doi: 10.1051/apido/2009069
63. Parpinelli RS, Ruvolo-Takasusuki MCC, Toledo VAA. MRJP microsatellite markers in Africanized *Apis mellifera* colonies selected on the basis of royal jelly production. *Genetics and Molecular Research*. 2014;13(3):6724-6733. doi: 10.4238/2014.August.28.16
64. Nie H, Liu X, Pan J, Li W, Li Z, Zhang S, Chen S, Miao X, Zheng N, Su S. Identification of genes related to high royal jelly production in the honey bee (*Apis mellifera*) using microarray analysis. *Genetics and Molecular Biology*. 2017;40(4):781-789. doi: 10.1590/1678-4685-GMB-2017-0013
65. Ostroverkhova NV, Kucher AN, Babushkina NP, Konusova OL, Sharakhov IV. Variability and structure of the repetitive region of the major royal jelly protein gene *mrjp3* in honeybee *Apis mellifera* of different evolutionary branches. *Journal of Molecular Biology Research*. 2018;8(1):122-131. doi: 10.5539/jmbr.v8n1p122
66. Grozinger CM, Robinson GE. The power and promise of applying genomics to honey bee health. *Current Opinion in Insect Science*. 2015;10:124-132. doi: 10.1016/j.cois.2015.03.007
67. Trapp J, McAfee A, Foster LJ. Genomics, transcriptomics and proteomics: enabling insights into social evolution and disease challenges for managed and wild bees. *Molecular Ecology*. 2017;26(3):718-739. doi: 10.1111/mec.13986
68. Saelao P, Simone-Finstrom M, Avalos A, Bilodeau L, Danka R, Guzman L, Rinkevich F, Tokarz P. Genome-wide patterns of differentiation within and among U.S. commercial honey bee stocks. *BMC Genomics*. 2020;21:704. doi: 10.1186/s12864-020-07111-x
69. Guichard M, Dainat B, Eynard S, Vignal A, Servin B, the Beestrong Consortium, Neuditschko M. Identification of quantitative trait loci associated with calmness and gentleness in honey bees using whole-genome sequences. *Animal Genetics*. 2021;52(4):472-481. doi: 10.1111/age.13070
70. Krivcov NI. Srednerusskie pcholy [Middle Russian bees]. St. Petersburg: Lenizdat Publ.; 1995. 123 p. In Russian
71. Brandorf AZ, Ivojljova MM. Metodicheskoe rukovodstvo po provedeniyu selekcionno-plemennoj ocenki medonosnyh pchel srednerusskoj porody [Methodological guidelines for conducting selection and breeding assessment of honey bees of the Middle Russian breed]. Kirov: NIISKH Severo-Vostoka Publ.; 2015. 40 p. In Russian
72. Guichard M, Phocas F, Neuditschko M, Basso B, Dainat B. An overview of selection concepts applied to honey bees. *Bee World*. 2023;100(1):2-8. doi: 10.1080/0005772X.2022.2147702
73. Goddard ME, Hayes BJ. Mapping genes for complex traits in domestic animals and their use in breeding programs. *Nature Reviews Genetics*. 2009;10:381-391. doi: 10.1038/nrg2575
74. Khlestkina EK. Molecular markers in genetic studies and breeding. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2013;17(4/2):1044-1054. In Russian, English summary
75. Williams JL. The use of marker-assisted selection in animal breeding and biotechnology. *Revue scientifique et technique*. 2005;24(1):379-391.
76. Francis RM, Amiri E, Meixner MD, Kryger P, Gajda A, Andonov S, Uzunov A, Topolska G, Charistos L, Costa C, Berg S, Bienkowska M, Bouga M, Büchler R, Dyrba W, Hatjina F, Ivanova E, Kezic N, Korpela S, Le Conte Y, Panasiuk B, Pechhacker H, Tsoktouridis G, Wilde J. Effect of genotype and environment on parasite and pathogen levels in one apiary - a case study. *Journal Apicultural Research*. 2014;53(2):230-232. doi: 10.3896/IBRA.1.53.2.14
77. Sharma P, Doultani S, Hadiya KK, George LB, Highland HN. Overview of marker-assisted selection in animal breeding. *Journal of Advances in Biology and Biotechnology*. 2024;27(5):303-318. doi: 10.9734/jabb/2024/v27i5790

78. Kosolapov VM, Kozlov NN, Klimenko IA. Genomic selection: the stages of development. *Vestnik Rossijskoj Sel'skohozyajstvennoj Nauki*. 2018;1:8-12. In Russian, English summary
79. Bernstein R, Du M, Du ZG, Strauss AS, Hoppe A, Bienefeld K. First large-scale genomic prediction in the honey bee. *Heredity*. 2023;130:320-328. doi: 10.1038/s41437-023-00606-9
80. Rokickij PF. Vvedenie v statisticheskuyu genetiku [Introduction to Statistical Genetics]. Minsk: Vyshejschaya shkola Publ.; 1978. 448 p. In Russian
81. Maucourt S, Fortin F, Robert C, Giovenazzo P. Genetic parameters of honey bee colonies traits in a Canadian Selection Program. *Insects*. 2020;11(9):587. doi: 10.3390/insects11090587
82. Gajardo-Rojas M, Muñoz AA, Barichivich J, Klock-Barría K, Gayo EM, Fontúrbel FE, Olea M, Lucas CM, Veas C. Declining honey production and beekeeper adaptation to climate change in Chile. *Progress in Physical Geography: Earth and Environment*. 2022;46(5):737-756. doi: 10.1177/03091333221093757
83. Landaverde R, Rodriguez MT, Parrella JA. Honey production and climate change: beekeepers' perceptions, farm adaptation strategies, and information needs. *Insects*. 2023;14(6):493. doi: 10.3390/insects14060493
84. Wakchaure R, Ganguly S, Praveen PK, Kumar A, Sharma S, Mahajan T. Marker Assisted Selection (MAS) in animal breeding: a review. *Drug Metabolism and Toxicology*. 2015;6(5):e127. doi: 10.4172/2157-7609.1000E127
85. Rueppell O, Metheny JD, Linksvayer T, Fondrk MK, Page REJr, Amdam GV. Genetic architecture of ovary size and asymmetry in European honeybee workers. *Heredity*. 2011;106(5):894-903. doi: 10.1038/hdy.2010.138
86. Rüppell O, Pankiw T, Page REJr. Pleiotropy, epistasis and new QTL: the genetic architecture of honey bee foraging behavior. *Journal of Heredity*. 2004;95(6):481-491. doi: 10.1093/jhered/esh072
87. Shorter JR, Arechavaleta-Velasco M, Robles-Rios C, Hunt GJ. A genetic analysis of the stinging and guarding behaviors of the honey bee. *Behavior Genetics*. 2012;42(4):663-674. doi: 10.1007/s10519-012-9530-5
88. Beaupaire AL, Piot N, Doublet V, Antunez K, Campbell E, Chantawannakul P, Chejanovsky N, Gajda A, Heerman M, Panziera D, Smaghe G, Yañez O, de Miranda JR, Dalmon A. Diversity and global distribution of viruses of the western honey bee, *Apis mellifera*. *Insects*. 2020;11(4):239. doi: 10.3390/insects11040239
89. Vilarem C, Piou V, Vogelweith F, Vétillard A. *Varroa destructor* from the laboratory to the field: control, biocontrol and IPM perspectives - a review. *Insects*. 2021;12(9):800. doi: 10.3390/insects12090800
90. Oddie MAY, Dahle B, Neumann P. Norwegian honey bees surviving *Varroa destructor* mite infestations by means of natural selection. *PeerJ*. 2017;5:e3956. doi: 10.7717/peerj.3956
91. Warner S, Pokhrel LR, Akula SM, Ubah CS, Richards SL, Jensen H, Kearney GD. A scoping review on the effects of *Varroa* mite (*Varroa destructor*) on global honey bee decline. *Science of the Total Environment*. 2024;906:167492. doi: 10.1016/j.scitotenv.2023.167492
92. Wilfert L, Long G, Leggett HC, Schmid-Hempel P, Butlin R, Martin SJM, Boots M. Deformed wing virus is a recent global epidemic in honeybees driven by *Varroa* mites. *Science*. 2016;351(6273):594-597. doi: 10.1126/science.aac9976
93. Levin S, Sela N, Erez T, Nestel D, Pettis J, Neumann P, Chejanovsky N. New viruses from the ectoparasite mite *Varroa destructor* infesting *Apis mellifera* and *Apis cerana*. *Viruses*. 2019;11(2):94. doi: 10.3390/v11020094
94. Posada-Florez F, Childers AK, Heerman MC, Egekwu NI, Cook SC, Chen Y, Evans JD, Ryabov EV. Deformed wing virus type A, a major honey bee pathogen, is vectored by the mite *Varroa destructor* in a non-propagative manner. *Scientific Reports*. 2019;9:12445. doi: 10.1038/s41598-019-47447-3

95. Plettner E, Eliash N, Singh NK, Pinnelli GR, Soroker V. The chemical ecology of host-parasite interaction as a target of *Varroa destructor* control agents. *Apidologie*. 2017;48(1):78-92. doi: 10.1007/s13592-016-0452-8
96. Le Conte Y, Meixner MD, Brandt A, Carreck NL, Costa C, Mondet F, Büchler R. Geographical distribution and selection of European honey bees resistant to *Varroa destructor*. *Insects*. 2020;11(12):873. doi: 10.3390/insects11120873
97. Beaurepaire AL, Krieger KJ, Moritz RFA. Seasonal cycle of inbreeding and recombination of the parasitic mite *Varroa destructor* in honeybee colonies and its implications for the selection of acaricide resistance. *Infection, Genetics and Evolution*. 2017;50:49-54. doi: 10.1016/j.meegid.2017.02.011
98. Rinderer TE, Harris JW, Hunt GJ, de Guzman LI. Breeding for resistance to *Varroa destructor* in North America. *Apidologie*. 2010;41(3):409-424. doi: 10.1051/apido/2010015
99. Locke B. Natural *Varroa* mite-surviving *Apis mellifera* honeybee populations. *Apidologie*. 2016;47:467-482. doi: 10.1007/s13592-015-0412-8
100. De la Mora A, Emsen B, Morfin N, Borges D, Eccles L, Kelly PG, Goodwin PH, Guzman-Novoa E. Selective breeding for low and high *Varroa destructor* growth in honey bee (*Apis mellifera*) colonies: Initial results of two generations. *Insects*. 2020;11(12):864. doi: 10.3390/insects11120864
101. Le Conte Y, De Vaublanc G, Crauser D, Jeanne F, Rousselle J-C, Bécard J-M. Honey bee colonies that have survived *Varroa destructor*. *Apidologie*. 2007;38(6):566-572. doi: 10.1051/apido:2007040
102. Fries I, Hansen H, Imdorf A, Rosenkranz P. Swarming in honey bees (*Apis mellifera*) and *Varroa destructor* population development in Sweden. *Apidologie*. 2003;34:389-397. doi: 10.1051/apido:2003032
103. Büchler R, Kovačić M, Buchegger M, Puškadija Z, Hoppe A, Brascamp EW. Evaluation of traits for the selection of *Apis mellifera* for resistance against *Varroa destructor*. *Insects*. 2020;11(9):618. doi: 10.3390/insects11090618
104. Kefuss J, Vanpoucke J, Bolt M, Kefuss C. Selection for resistance to *Varroa destructor* under commercial beekeeping conditions. *Journal of Apicultural Research*. 2015;54(5):563-576. doi: 10.1080/00218839.2016.1160709
105. Brandorf AZ, Shestakova AI, Svishchuk DV, Lar'kina EO. Sravnitel'naya harakteristika gigienicheskogo povedeniya medonosnyh pchel raznogo porodnogo proiskhozhdeniya [Comparative characteristics of the hygienic behavior of honeybees of different breeds]. In: *XII International scientific-practical Conference "General question of world science". Section IX. Biotechnologies: Collection of scientific papers*. Brussels. 2021. pp. 123-128. doi: 10.18411/gq-31-03-2021-27. In Russian
106. Khan KA, Ghramh HA. An investigation of the efficacy of hygienic behavior of various honey bee (*Apis mellifera*) races toward *Varroa destructor* (Acari: Varroidae) mite infestation. *Journal of King Saud University - Science*. 2021;33(3):101393. doi: 10.1016/j.jksus.2021.101393
107. Leclercq G, Pannebakker B, Gengler N, Nguyen BK, Francis F. Drawbacks and benefits of hygienic behavior in honey bees (*Apis mellifera* L.): a review. *Journal Apicultural Research*. 2017;56(4):366-375. doi: 10.1080/00218839.2017.1327938
108. Morfin N, Espinosa-Montano LG, Guzman-Novoa E. A direct assay to assess self-grooming behavior in honey bees (*Apis mellifera* L.). *Apidologie*. 2020;51:892-897. doi: 10.1007/s13592-020-00769-y
109. Eynard SE, Sann C, Basso B, Guirao A-L, Le Conte Y, Servin B, Tison L, Vignal A, Mondet F. Descriptive analysis of the *Varroa* non-reproduction trait in honey bee colonies and association with other traits related to *varroa* resistance. *Insects*. 2020;11(8):492. doi: 10.3390/insects11080492
110. Wagoner KM, Spivak M, Rueppell O. Brood affects hygienic behavior in the honey bee (Hymenoptera: Apidae). *Journal of Economic Entomology*. 2018;111(6):2520-2530. doi: 10.1093/jee/toy266

111. Wagoner K, Spivak M, Hefetz A, Reams T, Rueppell O. Stock-specific chemical brood signals are induced by *Varroa* and deformed wing virus, and elicit hygienic response in the honey bee. *Scientific Reports*. 2019;9:8753. doi: 10.1038/s41598-019-45008-2
112. Traynor KS, Mondet F, de Miranda JR, Techer M, Kowallik V, Oddie MAY, Chantawannakul P, McAfee A. *Varroa destructor*: a complex parasite, crippling honey bees worldwide. *Trends in Parasitology*. 2020;36(7):592-606. doi: 10.1016/j.pt.2020.04.004
113. Bourgeois AL, Rinderer TE. Genetic characterization of Russian honey bee stock selected for improved resistance to *Varroa destructor*. *Journal of Economic Entomology*. 2009;102(3):1233-1238. doi: 10.1603/029.102.0349
114. Danka RG, Harris JW, Dodds GE. Selection of VSH-derived «Pol-line» honey bees and evaluation of their *Varroa*-resistance characteristics. *Apidologie*. 2016;47:483-490. doi: 10.1007/s13592-015-0413-7
115. Büchler R, Uzunov A, Ilyasov RA, Costa C, Meixner M, Le Conte Y, Mondet F, Kovacic M, Andonov S, Carreck NL, Dimitrov L, Basso B, Bienkowska M, Dall'Olio R, Hatjina F, Wirtz U. Eurbest project: testing bees for resistance to the mite *varroa*. *Pchelovodstvo = Beekeeping*. 2022;2:62-64. In Russian
116. Beaurepaire AL, Sann C, Arredondo D, Mondet F, Le Conte Y. Behavioral genetics of the interactions between *Apis mellifera* and *Varroa destructor*. *Insects*. 2019;10(9):299. doi: 10.3390/insects10090299
117. Shrestha M, Wegener J, Gautam I, Singh M, Schwekendiek C, Bienefeld K. Individual-level comparisons of honey bee (Hymenoptera: Apoidea) hygienic behavior towards brood infested with *Varroa destructor* (Parasitiformes: Varroidae) or *Tropilaelaps mercedesae* (Mesostigmata: Laelapidae). *Insects*. 2020;11(8):510. doi: 10.3390/insects11080510
118. Guarna MM, Hoover SE, Huxter E, Higo H, Moon KM, Domanski D, Bixby MEF, Melathopoulos AP, Ibrahim A, Peirson M, Desai S, Micholson D, White R, Borchers CH, Currie RW, Pernal SF, Desai S. Peptide biomarkers used for the selective breeding of a complex polygenic trait in honey bees. *Scientific Reports*. 2017;7(1):8381. doi: 10.1038/s41598-017-08464-2
119. Kaskinova MD, Gaifullina LR, Saltykova ES, Poskryakov AV, Nikolenko AG. Genetic markers for the resistance of honey bee to *Varroa destructor*. *Vavilov Journal of Genetics and Breeding*. 2020;24(8):853-860. doi: 10.18699/VJ20.683. In Russian, English summary
120. Oxley PR, Spivak M, Oldroyd BP. Six quantitative trait loci influence task thresholds for hygienic behaviour in honey bees (*Apis mellifera*). *Molecular Ecology*. 2010;19(7):1452-1461. doi: 10.1111/j.1365-294X.2010.04569.x
121. Kim JS, Kim MJ, Kim H-K, Vung NN, Kim I. Development of single nucleotide polymorphism markers specific to *Apis mellifera* (Hymenoptera: Apidae) line displaying high hygienic behavior against *Varroa destructor*, an ectoparasitic mite. *Journal of Asia-Pacific Entomology*. 2019;22(4):1031-1039. doi: 10.1016/j.aspen.2019.08.005
122. Lattorff HMG, Buchholz J, Fries I, Moritz RFA. A selective sweep in a *Varroa destructor* resistant honeybee (*Apis mellifera*) population. *Infection, Genetics and Evolution*. 2015;31:169-176. doi: 10.1016/j.meegid.2015.01.025
123. Conlon BH, Aurori A, Giurgiu A-I, Kefuss J, Dezmirean DS, Moritz RFA, Routtu J. A gene for resistance to the *Varroa* mite (Acari) in honey bee (*Apis mellifera*) pupae. *Molecular Ecology*. 2019;28(12):2958-2966. doi: 10.1111/mec.15080
124. Arechavaleta-Velasco ME, Alcalá-Escamilla K, Robles-Rios C, Tsuruda JM, Hunt GJ. Fine-scale linkage mapping reveals a small set of candidate genes influencing honey bee grooming behavior in response to *Varroa* mites. *PLoS One*. 2012;7:e47269. doi: 10.1371/journal.pone.0047269
125. Mondet F, Alaux C, Severac D, Rohmer M, Mercer AR, Le Conte Y. Antennae hold a key to *Varroa*-sensitive hygiene behaviour in honey bees. *Scientific Reports*. 2015;5:10454. doi: 10.1038/srep10454
126. Huang W-F, Solter LF. Comparative development and tissue tropism of *Nosema apis* and *Nosema ceranae*. *Journal of Invertebrate Pathology*. 2013;113(1):35-41. doi: 10.1016/j.jip.2013.01.001

127. Huang WF, Solter L, Aronstein K, Huang Z. Infectivity and virulence of *Nosema ceranae* and *Nosema apis* in commercially available North American honey bees. *Journal of Invertebrate Pathology*. 2015;124:107-113. doi: 10.1016/j.jip.2014.10.006
128. Ostroverkhova NV. Association between the microsatellite Ap243, AC117 and SV185 polymorphisms and *Nosema* disease in the dark forest bee *Apis mellifera mellifera*. *Veterinary Sciences*. 2021;8(1):2. doi: 10.3390/vetsci8010002
129. Buttstedt A, Moritz RFA, Erler S. Origin and function of the major royal jelly proteins of the honeybee (*Apis mellifera*) as members of the yellow gene family. *Biological reviews of the Cambridge Philosophical Society*. 2014;89(2):255-269. doi: 10.1111/brv.12052
130. Albert S, Klaudiny J, Simúth J. Molecular characterization of MRJP3, highly polymorphic protein of honeybee (*Apis mellifera*) royal jelly. *Insect Biochemistry and Molecular Biology*. 1999;29(5):427-434. doi: 10.1016/S0965-1748(99)00019-3
131. Drapeau MD, Albert S, Kucharski R, Prusko C, Maleszka R. Evolution of the Yellow/Major royal jelly protein family and the emergence of social behavior in honey bees. *Genome Research*. 2006;16(11):1385-1394. doi: 10.1101/gr.5012006
132. Ostroverkhova NV, Kucher AN, Babushkina NP, Konusova OL. Sequence of the *mrjp3* microsatellite locus in honeybees of different origin. *Russian Journal of Genetics*. 2018;54(3):322-327. doi: 10.1134/S1022795418030109
133. Ostroverkhova NV, Kucher AN, Konusova OL, Sharakhov IV. The *mrjp3* microsatellite marker: determination of honeybee subspecies or/and royal jelly productivity of bee colony. *Far Eastern Entomologist*. 2018;353:24-28. doi: 10.25221/fee.353.3
134. Brandorf AZ, Ivoilova MM. Morpho-genetic markers of honeybees producing Royal jelly with a high content of 10-HAD. *Agrarnaya nauka Evro-Severo-Vostoka = Agricultural Science Euro-North-East*. 2019;20(3):283-289. doi: 10.30766/2072-9081.2019.20.3.283-289. In Russian
135. Motta EVS, Moran NA. The honeybee microbiota and its impact on health and disease. *Nature Reviews Microbiology*. 2024;22:122-137. doi: 10.1038/s41579-023-00990-3
136. Raymann K, Moran NA. The role of the gut microbiome in health and disease of adult honey bee workers. *Current Opinion in Insect Science*. 2018;26:97-104. doi: 10.1016/j.cois.2018.02.012
137. Khan S, Somerville D, Frese M, Nayudu M. Environmental gut bacteria in European honey bees (*Apis mellifera*) from Australia and their relationship to the Chalkbrood disease. *PLoS One*. 2020;15(8):e0238252. doi: 10.1371/journal.pone.0238252
138. Jones JC, Fruciano C, Marchant J, Hildebrand F, Forslund S, Bork P, Engel P, Hughes WOH. The gut microbiome is associated with behavioural task in honey bees. *Insectes Sociaux*. 2018;65:419-429. doi: 10.1007/s00040-018-0624-9
139. Vernier CL, Nguyen LA, Gernat T, Ahmed AC, Chen Z, Robinson GE. Gut microbiota contribute to variations in honey bee foraging intensity. *ISME Journal*. 2024;18(1):wrae030. doi: 10.1093/ismejo/wrae030
140. Wu J, Lang H, Mu X, Zhang Z, Su Q, Hu X, Zheng H. Honey bee genetics shape the strain-level structure of gut microbiota in social transmission. *Microbiome*. 2021;9(1):225. doi: 10.1186/s40168-021-01174-y
141. Ellegaard KM, Engel P. Genomic diversity landscape of the honeybee gut microbiota. *Nature Communications*. 2019;10:446. doi: 10.1038/s41467-019-08303-0
142. Iorizzo M, Ganassi S, Albanese G, Letizia F, Testa B, Tedino C, Petrarca S, Mutinelli F, Mazzeo A, De Cristofaro A. Antimicrobial activity from putative probiotic lactic acid bacteria for the biological control of American and European foulbrood diseases. *Veterinary Sciences*. 2022;9(5):236. doi: 10.3390/vetsci9050236
143. Hubert J, Bicianova M, Ledvinka O, Kamler M, Lester PJ, Nesvorna M, Kopecky J, Erban T. Changes in the bacteriome of honey bees associated with the parasite *Varroa destructor*, and pathogens *Nosema* and *Lotmaria Passim*. *Microbial Ecology*. 2017;73(3):685-698. doi: 10.1007/s00248-016-0869-7

144. Rouzé R, Moné A, Delbac F, Belzunces L, Blot N. The honeybee gut microbiota is altered after chronic exposure to different families of insecticides and infection by *Nosema ceranae*. *Microbes and Environments*. 2019;34(3):226-233. doi: 10.1264/jsm2.ME18169
145. Jabal-Uriel C, Alba C, Higes M, Rodríguez JM, Martín-Hernández R. Effect of *Nosema ceranae* infection and season on the gut bacteriome composition of the European honeybee (*Apis mellifera*). *Scientific Reports*. 2022;12(1):9326. doi: 10.1038/s41598-022-13337-4
146. Kim DY, Maeng S, Cho S-J, Park HJ, Kim K, Lee JK, Srinivasan S. The *Ascospaera apis* infection (Chalkbrood disease) alters the gut bacteriome composition of the honeybee. *Pathogens*. 2023;12(5):734. doi: 10.3390/pathogens12050734
147. Alberoni D, Baffoni L, Gaggia F, Ryan PM, Murphy K, Ross PR, Stanton C, Di Gioia D. Impact of beneficial bacteria supplementation on the gut microbiota, colony development and productivity of *Apis mellifera* L. *Beneficial Microbes*. 2017;9(2):269-278. doi: 10.3920/BM2017.0061
148. Diaz T, Del-Val E, Ayala R, Larsen J. Alterations in honey bee gut microorganisms caused by *Nosema* spp. and pest control methods. *Pest Management Science*. 2019;75(3):835-843. doi: 10.1002/ps.5188
149. De Piano FG, Maggi MD, Meroi Arceitto FR, Audisio MC, Eguaras M, Ruffinengo SR. Effects of bacterial cell-free supernatant on nutritional parameters of *Apis mellifera* and their toxicity against *Varroa destructor*. *Journal of Apicultural Science*. 2020;64(1):55-66. doi: 10.2478/jas-2020-0009
150. Stephan JG, Lamei S, Pettis JS, Riesbeck K, de Miranda JR, Forsgren E. Honeybee-specific lactic acid bacterium supplements have no effect on American Foulbrood-infected honeybee colonies. *Applied Environmental Microbiology*. 2019;85(13):e01321-19. doi: 10.1128/aem.00606-19
151. Damico ME, Rueppell O, Shaffer Z, Han B, Raymann K. High royal jelly production does not impact the gut microbiome of honey bees. *Animal Microbiome*. 2021;3:60. doi: 10.1186/s42523-021-00124-1

**Информация об авторе:**

**Островерхова Надежда Васильевна**, д-р биол. наук, профессор кафедры зоологии беспозвоночных Томского государственного университета (Томск, Россия); профессор кафедры биологии и генетики Сибирского государственного медицинского университета (Томск, Россия).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9837-4905>

E-mail: [nvostrov@mail.ru](mailto:nvostrov@mail.ru)

**Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.**

**Information about the author:**

**Nadezhda V. Ostroverkhova**, Doctor of Biology Sciences, Prof., Department of Invertebrate Zoology, Tomsk State University (Tomsk, Russia); Professor, Department of Biology and Genetics, Siberian State Medical University (Tomsk, Russia).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-9837-4905>

E-mail: [nvostrov@mail.ru](mailto:nvostrov@mail.ru)

**The Author declares no conflict of interest.**

*Статья поступила в редакцию 05.06.2024;  
одобрена после рецензирования 14.07.2024; принята к публикации 05.09.2024.*

*The article was submitted 05.06.2024;  
approved after reviewing 14.07.2024; accepted for publication 05.09.2024.*

Научная статья  
УДК 576.89+594.3+597.4/.5+599.89  
doi: 10.17223/19988591/67/9

## Современная ситуация по описторхозу в Томской области

Анастасия Викторовна Симакова<sup>1</sup>, Ирина Борисовна Бабкина<sup>2</sup>,  
Александр Михайлович Бабкин<sup>3</sup>, Наталья Викторовна Полторацкая<sup>4</sup>,  
Татьяна Николаевна Полторацкая<sup>5</sup>, Александр Васильевич Шихин<sup>6</sup>

<sup>1, 2, 3, 4</sup> Национальный исследовательский Томский государственный университет,  
Томск, Россия

<sup>4, 5, 6</sup> Центр гигиены и эпидемиологии в Томской области, Томск, Россия

<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0003-0906-9496>, [omikronlab@yandex.ru](mailto:omikronlab@yandex.ru)

<sup>2</sup> <https://orcid.org/0000-0002-3302-6819>, [bibspheara@gmail.com](mailto:bibspheara@gmail.com)  
<sup>3</sup> [babkin.alex1983@yandex.ru](mailto:babkin.alex1983@yandex.ru)

<sup>4</sup> <https://orcid.org/0000-0003-1614-0203>, [hhey2000@mail.ru](mailto:hhey2000@mail.ru)

<sup>5</sup> <https://orcid.org/0000-0002-1992-4970>, [ptn077@bk.ru](mailto:ptn077@bk.ru)

<sup>6</sup> <https://orcid.org/0000-0003-0517-7529>, [shikhin.a.v@cce.tom.ru](mailto:shikhin.a.v@cce.tom.ru)

**Аннотация.** Описторхоз – широко распространенная гельминтозная инвазия в России. Крупнейшим эндемичным очагом описторхоза в мире является водораздел реки Обь в Западной Сибири, включающий Томскую область. Основным возбудителем этого заболевания является печеночный сосальщик *Opisthorchis felineus* Rivolta, 1884. Несмотря на длительную историю исследований в Томском государственном университете, берущую начало с 1881 г., описторхоз остается серьезной проблемой, возникают многочисленные вопросы, связанные с эпизоотологией и эпидемиологией описторхоза, закономерностями его распространения в Томской области, а также причинами высокой распространенности в различных популяциях животных и человека и прогнозированием эпидемиологической ситуации. В обзоре мы обобщили имеющиеся литературные и собственные данные по зараженности *O. felineus* промежуточных (моллюски сем. Vithyniidae), дополнительных (карповые рыбы) и окончательных (человек, дикие и домашние плотоядные животные) хозяев, дана оценка их роли в циркуляции описторхоза. Проведена оценка современной эпизоотической и эпидемиологической ситуации по описторхозу, выявлены ключевые звенья, определяющие подержание очага описторхоза в Томской области. Установлено, что разработка мер по прерыванию связей в жизненном цикле описторхоза должна быть направлена на снижение численности моллюсков, предотвращение попадания яиц из сточных вод населенных пунктов в водоемы и лечебно-профилактическую работу с населением.

**Ключевые слова:** *Opisthorchis felineus*, моллюски, карповые рыбы, эпизоотология, эпидемиология, факторы риска, Томская область

**Источник финансирования:** работа выполнена в рамках государственного задания Министерства науки и высшего образования Российской Федерации (проект № FSWM-2020-0019).

**Для цитирования:** Симакова А.В., Бабкина И.Б., Бабкин А.М., Полторацкая Н.В., Полторацкая Т.Н., Шихин А.В. Современная ситуация по описторхозу в Томской области // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2024. № 67. С. 152–169. doi: 10.17223/19988591/67/9

Original article

## The current situation of opisthorchiasis in the Tomsk region

Anastasia V. Simakova<sup>1</sup>, Irina B. Babkina<sup>2</sup>, Alexander M. Babkin<sup>3</sup>,  
Natalya V. Poltoratskaya<sup>4</sup>, Tatiana N. Poltoratskaya<sup>5</sup>, Alexander V. Shikhin<sup>6</sup>

<sup>1, 2, 3, 4</sup> National Research Tomsk State University, Tomsk, Russian Federation

<sup>4, 5, 6</sup> The Center of Hygiene and Epidemiology in the Tomsk region,  
Tomsk, Russian Federation

<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0003-0906-9496>, [omikronlab@yandex.ru](mailto:omikronlab@yandex.ru)

<sup>2</sup> <https://orcid.org/0000-0002-3302-6819>, [bibsphe@gmail.com](mailto:bibsphe@gmail.com)  
<sup>3</sup> [babkin.alex1983@yandex.ru](mailto:babkin.alex1983@yandex.ru)

<sup>4</sup> <https://orcid.org/0000-0003-1614-0203>, [hhey2000@mail.ru](mailto:hhey2000@mail.ru)

<sup>5</sup> <https://orcid.org/0000-0002-1992-4970>, [ptn077@bk.ru](mailto:ptn077@bk.ru)

<sup>6</sup> <https://orcid.org/0000-0003-0517-7529>, [shikhin.a.v@cge.tom.ru](mailto:shikhin.a.v@cge.tom.ru)

**Summary.** Trematodes of the family Opisthorchidae are the cause of liver and biliary tract diseases in humans and carnivores, and a risk factor for malignant tumors of the hepatobiliary system. The world's largest focus of opisthorchiasis is associated with the Ob-Irtysh basin. Almost all territories adjacent to this basin are unfavorable for opisthorchiasis, and Tomsk Oblast occupies one of the leading places in terms of infestation of the population with cat fluke. The aims of the study were to assess the current epizootic and epidemiological situation regarding opisthorchiasis and to identify the key links that determine the maintenance of the focus of opisthorchiasis in Tomsk Oblast. This article is dedicated to the memory of M. D. Ruzsky, one of the founders of parasitological research at Tomsk State University.

Snails of the family Bithyniidae are the first intermediate hosts of *Opisthorhis felineus* Rivolta, 1884. According to previous studies held in the 1970s, in the hyperendemic foci of the Middle Ob region, the extent of snail invasion did not exceed 3%. According to later data by S.A. Beer, the extent of invasion was also low (3.7%), reaching 37% only in some biotopes located near populated areas, while the intensity of invasion was very high (an average of 8130 cercariae per snail). As a result of the studies in the period from 2019 to 2022 in floodplain reservoirs of the Ob and Tom rivers, *O. felineus* parthenites were detected only in *Bithynia troschelii* Bielz, 1853. The number of snail varied widely from 3 to 52.5 specimens/m<sup>2</sup>. In May, infected snails were not recorded, they began to be observed only from mid-June. The extent of invasion (EI) of *B. troschelii* snails by *O. felineus* parthenites as a whole was 1.09% (varied from 0.38% to 14.3%), significantly varied depending on the reservoir, season, and year of observation. Thus, the number of snails infected with *O. felineus* cercariae in Tomsk Oblast is at a low level.

Of the 14 species of carp fish living in the Middle Ob basin, 11 species were examined for infection with metacercariae *O. felineus* (ide *Leuciscus idus*, dace *Leuciscus baicalensis*, roach *Rutilus rutilus*, bleak *Alburnus alburnus*, belica *Leucaspis delineatus*, bream *Abramis brama*, golden crucian carp *Carassius carassius*, silver crucian carp *Carassius gibelio*, tench *Tinca tinca*, gudgeon *Gobio sibiricus*, and minnow *Phoxinus ujmonensis*).

High EI rates were observed in ide (100%), dace (81.6%), tench (89.3%), and belica (41.5%), whereas EI of other fish varies from 2.1 to 17.1%. It has been shown that the infestation of fish increases with age, as metacercariae accumulate in the muscles of the fish, while no dependence of infestation on the sex of the fish has been identified. We recorded bleak infected with *O. felineus* metacercariae for the first time in the Middle Ob basin, in the period from 2016 to 2021, an increase in the extent of invasion was noted. A sharp increase in EI was detected in 2020, the figure was 52.6%, and in this

year the maximum value of the intensity of invasion (II) was noted up to 13.1 spec./ind.; in the remaining years of observation, II averaged 1 specimen/individual. It may be noted that in the period 2020–2021 in tench and belica, the maximum infection was noted in 2020, so the EI of tench was 100% in 2020 and 40% in 2021, in belica it was 73.3% and 32.4%, respectively. Thus, the greatest epizootological burden of opisthorchiasis is carried by four species of fish: ide and dace, mainly in rivers; tench and belica in lakes and oxbow lakes.

Wild and domestic carnivores, the same as humans, are the definitive hosts of the cat fluke *O. felineus*. Of the 27 species of mammals recorded in Tomsk Oblast, trematodes *O. felineus* were previously recorded in sable *Martes zibellina*, muskrat *Ondatra zibethicus*, weasel *Mustela sibirica*, and fox *Vulpes vulpes*. We examined scatological material from 5 species of wild animals (brown bear *Ursus arctos*, muskrat *Ondatra zibethicus*, american mink *Neovison vison*, sable *Martes zibellina*, and fox *Vulpes vulpes*) and from domestic dogs. No parasite eggs were found. Thus, at present, carnivores play a minor role in the circulation of opisthorchiasis in Tomsk Oblast.

Another key link that plays an important role in maintaining the focus of opisthorchiasis is humans, as they represent the most infected component among the definitive hosts. On the territory of Tomsk Oblast from 2002 to 2022, 58 253 new cases of this disease were registered. The incidence of opisthorchiasis in 2002 exceeded the average in the Russian Federation by 22 times, in 2022 – by 7 times. Regional morbidity rates ranged from 677 per 100 thousand populations (2002) to 56.44 per 100 thousand populations (2012) with a downward trend. The average annual incidence rate of the entire population of Tomsk Oblast over the past 20 years was 278.59 cases per 100 thousand populations. At the same time, the incidence rate is unevenly distributed throughout the region. The maximum rates are recorded in the north of Tomsk Oblast: Alexandrovsky (420.51 per 100 thousand population), Verkhneketsky (502.76 per 100 thousand population), Kargasoksky (637.68 per 100 thousand population), Parabelsky (472.98 per 100 thousand population), Teguldetsky (902.91 per 100 thousand population), Chainsky (395.16 per 100 thousand population) districts and the city of Kedrovyy (475.22 per 100 thousand population). Of the total number of cases of opisthorchiasis, 23.1% were children under 17 years of age. The highest incidence of opisthorchiasis in children under 17 years of age was noted in Verkhneketsky (996.42 per 100 thousand population), Teguldetsky (2667.38 per 100 thousand population), Parabelsky (1234.15 per 100 thousand population), Kargasoksky (1867.53 per 100 thousand population), and Aleksandrovsky (1428.8 per 100 thousand population) districts. Thus, the current epizootic situation regarding opisthorchiasis in Tomsk Oblast is extremely tense. Analysis of the relationships between the components of the life cycle of the trematode *O. felineus* revealed the key links in maintaining the focus of opisthorchiasis: snails and humans. The development of measures to interrupt connections in the life cycle of opisthorchiasis should be aimed at reducing the number of snails near populated areas, preventing the release of eggs from wastewater into water bodies and therapeutic and preventive work with the population.

*The article contains 1 Figures, 2 Tables, 28 References.*

**Keywords:** *Opisthorchis felineus*, snails, cyprinid fish, epizootology, epidemiology, risk factors, Tomsk region

**Funding:** The work was carried out within the framework of the state task of the Ministry of Science and Higher Education of the Russian Federation (project № FSWM-2020-0019).

**For citation:** Simakova AV, Babkina IB, Babkin AM, Poltoratskaya NV, Poltoratskaya TN, Shikhin AV. The current situation of opisthorchiasis in the Tomsk region. *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya = Tomsk State University Journal of Biology*. 2024;67:152-169. doi: 10.17223/19988591/67/9

## Введение

Концепция устойчивого развития выдвигает в качестве одной из глобальных мировых задач в сфере общественного здоровья и здравоохранения достижение контроля по «недооцененным» болезням, к которым относятся гельминтные инвазии в гиперэндемичных очагах. Решение проблемы контроля описторхозной инвазии, распространенной в ряде регионов Российской Федерации и признанной Всемирной организацией здравоохранения фактором риска холангиокарциномы, возможно только при условии разработки и внедрения новых интегративных подходов, включающих биологические и медицинские аспекты наравне с социологическими и эпидемиологическими.

Трематоды семейства Opisthorchidae вызывают заболевания печени и желчевыводящих путей у плотоядных животных и человека и способны провоцировать злокачественные новообразования гепатобилиарной системы [1–6].

Описторхоз – широко распространенная гельминтозная инвазия в России. Здесь сосредоточено две трети мирового ареала возбудителя [7]. Основным возбудителем этого заболевания является печеночный сосальщик *Opisthorchis felineus* Rivolta, 1884. Ученые предполагают, что истинное число больных людей в 15 раз выше, чем по официальной статистике, проводимой Роспотребнадзором [8].

Крупнейшим эндемичным очагом описторхоза в мире является водораздел реки Оби в Западной Сибири, включающий Томскую область, которая занимает одно из лидирующих мест по заболеваемости населения описторхозом [9].

Несмотря на длительную историю исследований в Томском государственном университете, берущую начало с 1881 г., описторхоз остается серьезной проблемой, возникают многочисленные вопросы, связанные с эпизоотологией и эпидемиологией описторхоза, закономерностями его распространения в Томской области, а также причинами высокой распространенности в различных популяциях животных и человека, и прогнозированием эпидемиологической ситуации.

Цель исследования: оценка современной эпизоотической и эпидемиологической ситуации по описторхозу, выявление ключевых звеньев, определяющих поддержание очага описторхоза в Томской области.

Эта статья посвящена памяти М.Д. Рузского, одного из основоположников паразитологических исследований в Томском государственном университете.

### Брюхоногие моллюски – первые промежуточные хозяева *Opisthorchis felineus*

Моллюски семейства Vithyniidae – первые промежуточные хозяева *O. felineus*. Данные по зараженности партенитами битинид на территории Томской области фрагментарны. Первые исследования по изучению зараженности моллюсков партенитами описторхиса проведены в конце 1970-х гг. Так,

В.Д. Завойкин с соавт. [10] в результате многолетних наблюдений в гиперэндемичных очагах Среднего Приобья отмечали, что экстенсивность инвазии моллюсков не превышала 3%. По более поздним данным С.А. Безра [11], в пойменных водоемах в пределах Томской области плотность популяции моллюсков достигала 8 100 экз./м<sup>2</sup>. При этом экстенсивность инвазии была низкая (3,7%), достигая лишь в некоторых биотопах, расположенных вблизи населенных пунктов, 37%, при этом интенсивность инвазии очень высокая (в среднем 8 130 церкарий на моллюска). Коинвазии наблюдались крайне редко. К сожалению, авторы не уточняли, с какими именно трематодами наблюдались сочетанные инвазии [11, 12].

В результате исследований в период с 2019 по 2022 г. в пойменных водоемах рек Оби и Томи партениты *O. felineus* выявлены только у *Bithynia troschelii* Bielz, 1853. Численность моллюсков варьировала в широких пределах от 3 до 52,5 экз./м<sup>2</sup> и зависела от типа водоема, изменялась в течение сезона и по годам.

В мае зараженные моллюски не регистрировались, они начали отмечаться только с середины июня. Экстенсивность инвазии (ЭИ) моллюсков *B. troschelii* партенитами *O. felineus* в целом составила 1,09% (варьировала от 0,38 до 14,3%), значительно изменялась в зависимости от водоема, сезона и года наблюдений. Зависимости численности моллюсков в водоеме с уровнем зараженности их партенитами не выявлено [13].

Таким образом, зараженность моллюсков церкариями *O. felineus* в Томской области находится на низком уровне. Высокие показатели зараженности некоторых видов карповых рыб могут быть связаны совпадением мест высокой концентрации моллюсков и рыб, а также с высокой интенсивностью инвазии моллюсков [14].

### Карповые рыбы – дополнительные хозяева *Opisthorchis felineus*

На территории Томской области обитает 14 видов рыб семейства Cyprinidae. Из них пять имеют промысловое значение (лещ, серебряный карась, язь, елец, плотва), остальные – объекты любительского лова. Среди 14 видов 10 аборигенных (язь, елец, плотва, карась серебряный, карась золотой, линь, пескарь, голянь речной, голянь озерный, голянь Чекановского) и четыре чужеродные вида (каarp, лещ, уклейка, верховка) [15, 16].

На зараженность метацеркариями *Opisthorchis felineus* обследовано 11 видов рыб из водоемов Томской области [17–23]. Виды, не вошедшие в исследования: карп, озерный голянь и голянь Чекановского – имеют низкую численность и локальное распространение, поэтому их роль в поддержании и распространении очага описторхоза в бассейне Средней Оби несущественная.

Средние показатели зараженности рыб в Томской области значительно варьируют в зависимости от года наблюдений, водоёма и вида рыбы. Межгодовые колебания показателей зараженности могут быть обусловлены совокупностью факторов, оказывающих влияние на даты и места нереста и нагула рыб, а также численность битинид (первых промежуточных хозяев

*O. felineus*). К основным факторам можно отнести погодные условия, которые влияют на время начала паводка, уровень паводковых вод, продолжительность залития поймы.

Наиболее высокие показатели экстенсивности инвазии за весь период наблюдений отмечены для язя, ельца и плотвы (табл. 1). Данные многолетней динамики зараженности рыб фиксируют увеличение показателей ЭИ и ИИ в современный период.

Средняя экстенсивность инвазии язя возрастает в период наблюдений с начала 2000-х гг., причем, по нашим наблюдениям, с 2016 по 2019 г. она была максимальной и составляла 100%. Средняя интенсивность инвазии с 2017 г. по 2019 г. несколько увеличилась с 46,5 до 55,9 экз./особь (см. табл. 1).

Зараженность ельца метацеркариями *O. felineus* в реках бассейна Средней Оби значительно возросла по сравнению с предыдущими годами и в текущий период остается на довольно высоком уровне. Многолетняя динамика зараженности ельца личинками *O. felineus* из р. Томи, показывает значительные колебания. Начиная с 2001 г. зараженность сохраняется на высоком уровне. В 2018 и 2019 гг. наблюдалось снижение зараженности рыб, в то время как в 2020 г. выявлено резкое увеличение показателей ЭИ и ИИ (см. табл. 1).

Исследования ельца из р. Басандайка, правобережного притока р. Томи, за период наблюдений с 1936 г. также показало увеличение уровня зараженности рыб с начала 2000-х гг., максимальная зараженность составила 100% в 2020 г. Как и в р. Томи, некоторое снижение зараженности выявлено в 2018–2019 гг.

Средняя экстенсивность инвазии плотвы в период наблюдений с 1965 по 2021 г. имела несколько другую тенденцию в отличие от язя и ельца. К началу 2000-х гг. отмечалось некоторое снижение зараженности. В период наших наблюдений с 2016 по 2019 г. ЭИ была низкая и не превышала 5%. Однако в 2020 г., как и у ельца, отмечено резкое увеличение зараженности плотвы, которое составило 34,6%, что было выше, чем во все предыдущие годы исследований. В 2021 г. зараженность составила 100%. Возможно, резкое увеличение ЭИ плотвы в 2021 г. может быть связано с тем, что материал собран в р. Сочига, где у всех видов рыб отмечены высокие показатели зараженности метацеркариями кошачьей двуустки. В то время как в магистральном водотоке – р. Оби – наблюдается четкая тенденция к снижению зараженности плотвы с 21,5% в 1965 г. до 4,0% в 2018 г. (см. табл. 1).

Исследование чужеродных видов карповых рыб уклейки и леща в бассейне Средней Оби проводилось в начале 2000-х гг., но зараженных особей не выявлено [20]. В период наблюдений с 2016 по 2018 г. нами впервые отмечены зараженные рыбы. В указанный период ЭИ уклейки составляла 2,5%, леща – 2,9%, интенсивность инвазии не превышала 2 экз./особь [21]. В период с 2016 по 2021 г. отмечено увеличение экстенсивности инвазии уклейки. Резкое увеличение ЭИ выявлено в 2020 г., показатель составил 52,6%, причем в этот год отмечено и максимальное значение интенсивности инвазии до 13,1 экз./особь, в остальные годы наблюдений ИИ составляла в среднем 1–2 экз./особь.

Исследование на зараженность серебряного и золотого карася, пескаря и верховки не выявило личинок кошачьей двуустки в первом десятилетии XXI в. [20]. Данные по линю в бассейне Средней Оби в литературе отсутствовали. Наши данные в период с 2020 по 2021 г. зафиксировали метациркурии у линя, верховки и пескаря, причем ЭИ линя составляла 100,0% в 2020 г. и 40,0% в 2021 г., у верховки – 73,3 и 32,4% соответственно, ЭИ пескаря составляла 10% [23].

Таблица 1 [Table 1]

**Средние показатели зараженности рыб в бассейне Средней Оби (1936–2021 гг.)**  
**(1936 г. [24], 1953 г. [18], 1997–2006 гг. [20], 2018–2021 гг. [17, 21, 22, 23])**  
**[Average fish infection rates in the Middle Ob basin (1936-2021)] (1936 [24], 1953 [18], 1997–2006 [20], 2018–2021 [17, 21, 22, 23])**

Год [Year]	Вид [Species]								
	Плотва [Roach]			Язь [Ide]			Елец [Dace]		
	Река [River]	ЭИ [EI], %	ИИ [II]	Река [River]	ЭИ [EI], %	ИИ [II]	Река [River]	ЭИ [EI], %	ИИ [II]
1936	–	–	–	–	–	–	Басандайка [Basandaika]	0	0
1953	–	–	–	–	–	–	Басандайка [Basandaika]	11,6	2–19
1965	Обь [Ob]	21,5	–	Обь [Ob]	35,9	–	Томь [Tom]	19,2	–
1974	Васюган [Vasyugan]	13,3	–	Васюган [Vasyugan]	35,0–70,0	–	Васюган [Vasyugan]	22,7–45,0	–
1977–1978	–	–	–	–	–	–	Томь [Tom]	66,4	–
1989	Чулым [Chulyum]	1,3–2,5	–	Чулым [Chulyum]	38,1–60,0	–	Чулым [Chulyum]	28,8–68,7	–
1998	Васюган [Vasyugan]	26,4	–	Васюган [Vasyugan]	25,0–66,0	–	Васюган [Vasyugan]	13,3–50,0	–
1999	–	–	–	–	–	–	Басандайка [Basandaika]	20	1–41/8,6
2000	Обь [Ob]	15	–	Обь [Ob]	94,5	–	Томь [Tom]	51,6	–
2000	–	–	–	–	–	–	Басандайка [Basandaika]	43,6	1–56/9,5
2001–2002	Томь [Tom]	1,8–3,6	2	Томь [Tom]	90,9	6–141/30,2	Томь [Tom]	73,2–89,2	–
2003	–	–	–	–	–	–	Томь [Tom]	95,7	–

Год [Year]	Вид [Species]								
	Плотва [Roach]			Язь [Ide]			Елец [Dace]		
	Река [River]	ЭИ [EI], %	ИИ [II]	Река [River]	ЭИ [EI], %	ИИ [II]	Река [River]	ЭИ [EI], %	ИИ [II]
2004–2005	Обь [Ob]	8,5		–	–	–	Томь [Tom]	92,5	–
2006	–	–	–	–	–	–	Басандайка [Basandaika]	97,1	1–69/6,3
2016	Обь [Ob]	1,35	1	–	–	–	Томь [Tom]	90,9	13,4
2017	Обь [Ob]	4,55	7	Обь [Ob]	100	46,5	Томь [Tom]	95,4	16,5
2018	Обь [Ob]	4	3	Обь [Ob]	100	54,2	Томь [Tom]	83,6	9,5
2018	–	–	–	–	–	–	Басандайка [Basandaika]	66,1	4,2
2019	–	–	–	Обь [Ob]	100	55,9	Томь [Tom]	65,7	7,2
2019	–	–	–	Обь [Ob]	–	–	Басандайка [Basandaika]	68,6	8,0
2020	Порос [Poros]	34,6	5	–	–	–	Томь [Tom]	100,0	107,2
2020	–	–	–	–	–	–	Басандайка [Basandaika]	100,0	15,9
2021	–	–	–	–	–	–	Басандайка [Basandaika]	70,0	31,4

Установлено, что в разных водоемах зараженность рыб может значительно варьировать. Так, в основном русле р. Оби наиболее заражен язь, в ее притоках первого и второго порядка – елец и плотва, в пойменных озерах – линь и верховка. Материковые озера с обрывистыми берегами и не имеющие связи с водотоками могут быть полностью свободны от описторхозной инвазии [22, 23].

Показано, что зараженность рыб увеличивается с возрастом, так как происходит накопление метацеркарий в мышцах, в то время как зависимости зараженности от пола рыб не выявлено [17, 20, 22, 23]. Выявлена зависимость ЭИ рыб с интенсивностью ( $r = 0,74$ ,  $p < 0,05$ ). То есть при высокой ЭИ наблюдаются более высокие показатели ИИ, что до некоторой степени связано с накоплением инвазии в мышцах.

В связи с этим при анализе уровня зараженности рыб следует учитывать размерно-возрастную структуру изучаемых популяций рыб (табл. 2).

Таблица 2 [Table 2]

**Зависимость показателей зараженности от возраста рыб  
в бассейне Средней Оби**  
[Dependence of infection rates on the age of fish in the Middle Ob basin]

Возраст, лет [Age, years]	Язь [Ide]			Елец [Dace]			Плотва [Roach]			Линь [Tench]		
	ИО [AI]	ИИ [II]	ЭИ [EI]	ИО [AI]	ИИ [II]	ЭИ [EI]	ИО [AI]	ИИ [II]	ЭИ [EI]	ИО [AI]	ИИ [II]	ЭИ [EI]
1+	–	–	–	7,22	9,923	72,73	0	0	0,0	–	–	–
2+	20,5	20,5	100	6,63	8,546	77,61	0	0	0,0	–	–	–
3+	41,3	41,3	100	14,6	17,09	85,45	0,43	5,5	7,8	–	–	–
4+	54,7	54,7	100	28,2	30,47	92,59	0,15	4	3,7	10,8	14,3	75
5+	45,1	45,1	100	29,7	29,74	100	1,32	3,571	36,8	5,8	6,3	92,3
6+	60,8	60,8	100	79,2	79,17	100	1,54	10	15,4	15,4	15,4	100
7+	60	60	100	–	–	–	–	–	–	21,5	21,5	100
8+	58,3	58,3	100	–	–	–	–	–	–	–	–	–

Таким образом, на основе многолетних наблюдений выявлено, что из 14 карповых видов рыб, обитающих в Томской области, 9 видов включены в циркуляцию *O. felineus* и участвуют в поддержании очага описторхоза. Наибольшую эпизоотологическую нагрузку по описторхозу несут четыре вида рыб: язь и елец преимущественно в реках (значительно в меньшей степени плотва, голянь, пескарь, лещ и уклейка); линь и верховка в озерах, курьях, старицах. В целом зараженность рыб зависит от размеров и возраста рыб, зараженность неполовозрелых рыб и в младших возрастных группах, как правило ниже, чем в старших возрастных группах (см. табл. 2), зависимости зараженности от пола рыб ни по одному виду не выявлено [17, 20, 22, 23].

**Плотоядные животные – дефинитивные хозяева *Opisthorchis felineus***

Дикие и домашние плотоядные животные также являются окончательными хозяевами кошачьей двуустки *O. felineus*. В составе фауны Томской области преобладают виды животных, связанные с лесами или их производными, около трети всех видов тяготеет к водным и водно-болотным угодьям. Общий список охотничьих ресурсов включает 27 видов млекопитающих. Средняя численность животных на 10 тыс. га (100 км<sup>2</sup>) площади лесных угодий составляет: медведь – 5 экз., норка – 18 экз., соболь – 20 экз., лисица – 5 экз., волк – 4 экз., хорь – 1 экз., колонок – 2 экз., рысь – 1 экз., ондатра – 132 экз. (по данным Департамента охотничьего и рыбного хозяйства Томской области за 2019–2020 гг.).

В Томской области трематоды *O. felineus* зарегистрированы у соболя (*Martes zibellina* Linnaeus, 1758), ондатры (*Ondatra zibethicus* Linnaeus, 1776), колонка (*Mustela sibirica* Pallas, 1773) и лисы (*Vulpes vulpes* Linnaeus, 1758) [20, 25]. Однако отсутствуют данные об экстенсивности инвазии ди-

ких животных. Лишь для ондатры приводятся данные по ЭИ. Так, зараженность ее в Александровском районе составляла 8,8%, в Каргасокском и пойме р. Парабель – 1,5%, в бассейне р. Тым – 33,3% [26]. Предполагается существование природных очагов описторхоза в глухих и труднодоступных для человека местах, где высокая численность диких животных [20].

В период с 2019 по 2022 г. на зараженность описторхисом плотоядных животных в Томской области (Шегарский, Кожевниковский, Каргасокский, Чаинский р-ны) собран копрологический материал от диких животных пяти видов (бурый медведь *Ursus arctos* Linnaeus, 1758 – 5 экз., ондатра *Ondatra zibethicus* – 30 экз., американская норка *Neovison vison* Schreber, 1777 – 13 экз., соболь *Martes zibellina* – 11 экз., лиса *Vulpes vulpes* – 16 экз.) и от 27 домашних собак. Во всех этих пробах яйца *O. felineus* не обнаружены ни у диких, ни у домашних плотоядных [27].

Таким образом, в настоящее время плотоядные животные играют незначительную роль в циркуляции описторхоза в Томской области.

### **Эпидемиология описторхоза Томской области**

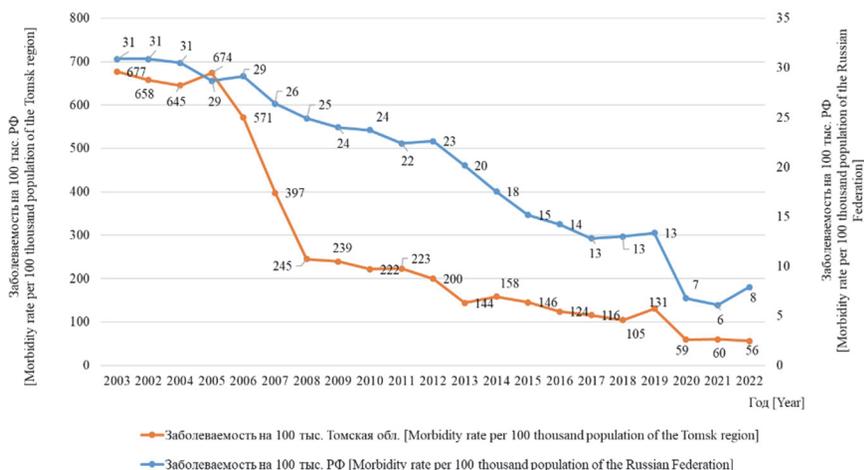
Томская область остается напряженным очагом описторхоза, на ее территории с 2002 по 2022 г. зарегистрировано 58 253 новых случаев этого заболевания. Заболеваемость описторхозом в 2002 г. превышала средние показатели Российской Федерации в 22 раза, в 2022 г. – в 7 раз. Показатели заболеваемости в области варьировали от 677,0 на 100 тыс. населения (2002 г.) до 56,44 на 100 тыс. населения (2012 г.) с тенденцией к снижению. Среднегодовой показатель заболеваемости всего населения Томской области за последние 20 лет составил 278,59 случая на 100 тыс. населения (рис. 1) [28].

Несмотря на кажущееся благополучие, проблема гельминтоза, передающегося через рыбу, остается актуальной на всех административных территориях Томской области, являющихся эндемичными по описторхозу. Истинное число больных описторхозом с учетом поправочного коэффициента в 15 раз превышает значения впервые выявленных случаев. Так, в некоторых населенных пунктах Томской области уровень пораженности населения может достигать 90–95% [8].

В структуре всей паразитарной заболеваемости по Томской области на долю описторхоза приходится более 25%, в среднем у каждого 4-го заболевшего выявлялось это заболевание. Описторхоз зарегистрирован во всех возрастных группах. Из общего числа заболевших описторхозом 23,1% (13 458 случаев) составляли дети до 17 лет. Показатель заболеваемости варьировал от 1251,3 на 100 тыс. населения (2004 г.) до 114,9 на 100 тыс. населения (2022 г.), в среднем составил 317,8 на 100 тыс. населения (рис. 1) [28].

На детей из возрастных групп 3–6 лет и 7–14 лет приходится более 80% от общего количества заболевших детей – 42,3 и 42,8% соответственно. Из детей в возрасте от 3 до 6 лет 63,2% посещают детские дошкольные учреждения.

Также описторхоз отмечался среди детей в возрасте от 1 до 2 лет (4,4%) – 96 случаев и младше 1 года (1,1%) – 24 случая [28].



**Рис. 1.** Заболеваемость описторхозом населения Российской Федерации и Томской области на 100 тыс. населения в период с 2002 по 2022 г. [9, 28]  
 [Fig. 1. The incidence of opisthorchiasis in the population of the Russian Federation and the Tomsk region per 100 thousand people in the period from 2002 to 2022 [9, 28]]

При этом по территории области заболеваемость распределена неравномерно. Максимальные показатели регистрируются на севере Томской области: Александровский (420,51 на 100 тыс. населения), Верхнекетский (502,76 на 100 тыс. населения), Каргасокский (637,68 на 100 тыс. населения), Парабельский (472,98 на 100 тыс. населения), Тегульдетский (902,91 на 100 тыс. населения), Чаинский (395,16 на 100 тыс. населения) районы и г. Кедровый (475,22 на 100 тыс. населения) [28].

Среди детей до 17 лет заболеваемость описторхозом превысила областные показатели заболеваемости в 8 районах: Александровском (от 3944,1 (2010 г.) до 103,2 (2020 г.)), Верхнекетском (от 3354,9 (2008 г.) до 60,10 (2021 г.)), Каргасокском (от 4227,6 (2006 г.) до 224 (2020 г.)), Колпашевском (от 1016,10 (2009 г.) до 28,47 (2021 г.)), Парабельском (от 4319,10 (2007 г.) до 98,75 (2019 г.)), Тегульдетском (от 7555,30 (2010 г.) до 361,20 (2014 г.)), Чаинском (от 2834,40 (2006 г.) до 111,8 (2016 г.)) районах и г. Кедровом (от 1156,10 (2007 г.) до 304,0 (2014 г.)) [28].

Наибольший уровень заболеваемости описторхозом у детей до 17 лет отмечен в Верхнекетском (996,42 на 100 тыс. населения), Тегульдетском (2 667,38 на 100 тыс. населения), Парабельском (1 234,15 на 100 тыс. населения), Каргасокском (1 867,53 на 100 тыс. населения) и Александровском (1 428,8 на 100 тыс. населения) районах [28].

Таким образом, несмотря на тенденцию к снижению заболеваемости населения описторхозом Томской области, уровень распространения инвазии остается высоким. Количество зараженных людей увеличивается при продвижении с юга на север. Описторхоз выявляется во всех возрастных группах.

## Оценка современной эпизоотической и эпидемиологической ситуации по описторхозу

В настоящее время ключевым звеном, играющим основную роль в поддержании очага описторхоза, является человек. Это подтверждается высокими показателями заболеваемости населения, продуцирующего большое количество яиц описторхиса, которые попадают с фекалиями в окружающую среду, в том числе в сточные воды, затем в водотоки. Большинство населенных пунктов Томской области расположено по берегам рек бассейна Средней Оби. Кроме того, в большинстве небольших сел и деревень отсутствуют централизованные канализационные системы, используются выгребные ямы, которые выступают в качестве потенциальных источников попадания яиц *O. felineus* в водоемы. Следовательно, мероприятия, направленные на недопущение попадания яиц с фекалиями человека в водотоки, являются ключевым звеном в борьбе с очагом описторхоза в регионе.

Кроме того, одним из перспективных направлений борьбы с описторхозом может стать снижение численности моллюсков в местах их скопления вблизи населенных пунктов, где их зараженность партенитами трематод может быть высокой. Это подтверждается как особенностью биологии битинид, которые практически не совершают миграций, так и короткой жизнеспособностью вышедших из них церкарий *O. felineus* (до 72 ч) [11].

### Заключение

Томская область расположена в бассейне Средней Оби. Здесь созданы все оптимальные условия для поддержания очага описторхоза:

- широкая пойма р. Оби, большое количество притоков первого и второго порядка, пойменных и материковых озер – мест обитания первых (битинид) и дополнительных (карповых рыб) хозяев *Opisthorhis felineus*;
- гидрологические особенности рек с регулярным выходом рыбы в пойму, где она пересекается с первыми промежуточными хозяевами;
- высокая численность в водоемах промысловых карповых рыб, мигрирующих на значительные расстояния;
- пищевые привычки населения – употребление в пищу плохо обработанной рыбы;
- отсутствие центральной канализации в большинстве населенных пунктов, расположенных по берегам рек, что способствует попаданию яиц в водоемы со сточными водами.

Комплекс этих факторов позволяет поддерживать гиперэндемичный очаг заболевания описторхозом.

В настоящее время в водоемах Томской области обитают моллюски *Bithynia troschelii*, являющиеся первыми промежуточными хозяевами трематод *Opisthorhis felineus*. Численность моллюсков в зависимости от водоема варьирует от 3 до 52,5 экз./м<sup>2</sup>. Экстенсивность инвазии моллюсков церкариями *O. felineus* невысокая, в разных водоемах варьирует от 0 до 14,3%. Зараженность зависит от типа водоема, сезона, изменяется она и по

годам. При этом интенсивность инвазии битинид может быть очень высокой (до 8 000 экз. на моллюска).

Носителями метацеркарий *O. felineus* среди карповых рыб оказались 9 видов, из них 4 промысловых вида (язь, елец, плотва, лещ) и 5 непромысловых (линь, верховка, уклейка, голянь, пескарь). Чужеродные для бассейна Оби виды лещ, верховка и уклейка в настоящее время включены в поддержание очага описторхоза. Серебряный и золотой караси оказались свободны от инвазии. В основном русле р. Оби наиболее заражен язь, а в притоках второго и третьего порядка – елец и плотва, в пойменных озерах – линь и верховка. В разных водоемах показатели зараженности рыб могут значительно варьировать. С возрастом рыб увеличивается экстенсивность и интенсивность инвазии. Зависимости зараженности рыб от пола не выявлено. Оценка многолетней динамики зараженности рыб метацеркариями *O. felineus* показала, что для большинства видов рыб зараженность увеличивается к настоящему периоду. Так, у ельца увеличение ЭИ с 1960-х к 2016–2021 гг. отмечается в 4 раза, у язя – в 3 раза; лещ, уклейка, верховка и пескарь, ранее свободные от инвазии, в настоящее время являются носителями личинок кошачьей двуустки. Снижение зараженности отмечено только для плотвы в 1,3 раза в магистральном водотоке – р. Обь.

Установлено, что трематоды *O. felineus* зарегистрированы у соболя, ондатры, колонка и лисы. Однако отсутствуют данные об экстенсивности инвазии диких животных. Исследования последних лет диких животных 5 видов (ондатра, медведь, норка, соболь, лисица) и домашних собак на территории Томской области не выявили яиц *O. felineus* у всех исследованных животных.

Среди населения Томской области на долю описторхоза приходится более 25% от всех гельминтных инвазий, в среднем у каждого 4-го заболевшего выявлялся описторхоз. Показатель заболеваемости в среднем составил 317,8 на 100 тыс. населения. Несмотря на тенденцию к снижению заболеваемости населения, уровень распространения инвазии остается высоким. Количество зараженных людей увеличивается при продвижении с юга на север. Описторхоз выявляется во всех возрастных группах, в том числе среди детей до 17 лет.

Таким образом, современная эпизоотическая и эпидемиологическая ситуация по описторхозу в Томской области крайне напряженная. Ключевыми звеньями в поддержании очага описторхоза являются моллюски и в большей степени человек. Разработка мер по прерыванию связей в жизненном цикле описторхоза должна быть направлена на предотвращение попадания яиц из сточных вод в водоемы и лечебно-профилактическую работу с населением, а также, по возможности, на снижение численности моллюсков вблизи населенных пунктов.

#### Список источников

1. Lim J.H. Liver flukes: the malady neglected // Korean Journal Radiological. 2011. № 12. PP. 269–279. doi: 10.3348/kjr.2011.12.3.269

2. Thunyaharn N., Promthet S., Wiangnon S. et al. Survival of cholangiocarcinoma patients in northeastern Thailand after supportive treatment // APJCP. 2013. № 14. PP. 7029–7032. doi: 10.7314/apjcp.2012.14.11.7029
3. Fedorova O.S., Kovshirina Y.V., Kovshirina A.E. et al. *Opisthorchis felineus* infection and cholangiocarcinoma in the Russian Federation: A review of medical statistics // Parasitology Introduction. 2016. PP. 1383–5769. doi: 10.1016/j.parint.2016.07.010
4. Федорова О.С., Ковширина Ю.В., Ковширина А.Е. и др. Анализ заболеваемости инвазией *Opisthorchis felineus* и злокачественными новообразованиями гепатобилиарной системы в Российской Федерации // Бюллетень сибирской медицины. 2016. № 15 (5). С. 147–158. doi: 10.20538/1682-0363-2016-5-147-158
5. Aksorn N., Roytrakul S., Kittisnachai S. et al. Novel Potential Biomarkers for *Opisthorchis viverrini* Infection and Associated Cholangiocarcinoma // In vivo. 2018. № 32 (4). PP. 871–878. doi: 10.21873/invivo.112321
6. Fedorova O.S., Kovshirina Y.V., Kovshirina A.E. et al. *Opisthorchis felineus* infection is a risk factor for cholangiocarcinoma in Western Siberia : a hospital-based case-control study. Clinical Infectious Diseases // Clinical Infectious Diseases. 2023. Vol. 76, № 3. PP. 1392–1398. doi: 10.1093/cid/ciac497
7. Постановление Главного государственного санитарного врача РФ от 12.12.2016 № 179 «О предупреждении распространения паразитозов, передающихся через рыбу и рыбную продукцию в Российской Федерации» (Зарегистрирован 06.02.2017 № 45543). URL: <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001201702080002> (дата обращения: 17.11.2023).
8. Письмо Роспотребнадзора от 24 сентября 2018 г. № 01/12315-2018-27 «О реализации постановления Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 12.12.2016 № 179 «О предупреждении распространения паразитозов, передающихся через рыбу и рыбную продукцию в Российской Федерации». URL: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/72008550> (дата обращения: 17.11.2023).
9. Государственные доклады «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Российской Федерации в 2002–2022 гг.». URL: [gospotrebnadzor.ru](http://gospotrebnadzor.ru)
10. Завойкин В.Д., Беэр С.А., Бочарова Т.А. Сравнительная описторхозная ситуация на крупнейших притоках Оби // Описторхоз человека : материалы научной конференции. Томск, 1979. С. 60–62.
11. Беэр С.А. Понятие очаговости при описторхозе // Паразитология. 1982. Т. 16, № 4. С. 274–280.
12. Завойкин В.Д., Зея О.П., Сокерина О.А. Современное состояние проблемы описторхоза в Западной Сибири // Материалы I Международной юбилейной конференции «Актуальные проблемы инфектологии и паразитологии». Томск, 02–05 апреля 2001 г. Томск, 2001. С. 99.
13. Симакова А.В., Бабкина И.Б., Катохин А.В., Бабкин А.М., Интересова Е.А., Мракина Е.В. Зараженность моллюсков рода *Vithunia* церкариями трематод сем. *Opisthorchiidae* в водоемах бассейна реки Обь (Томская область, Россия) // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2023. № 62. С. 79–93. doi: 10.17223/19988591/62/4
14. Беэр С.А. Биология возбудителя описторхоза. М. : Товарищество научных изданий КМК, 2005. 336 с.
15. Romanov V.I., Interesova E.A., Dyldin Y.V. et al. An annotated list and current state of ichthyofauna of the Middle Ob River basin // International Journal of Environmental Studies. 2017. Vol. 74. is. 5. PP. 818–830. doi: 10.1080/00207233.2017.1288547
16. Романов В.И., Дылдин Ю.В., Интересова Е.А., Бабкина И.Б. Ихтиофауна бассейна Средней Оби // Академику Л.С. Бергу – 145 лет : международная конференция. Бендеры : Есо-TIRAS, 2021. С. 447–450.
17. Бабкина И.Б., Симакова А.В., Бабкин А.М., Интересова Е.А. Сибирский елец *Leuciscus baicalensis* в водотоках разного порядка бассейна Средней Оби и его роль в циркуляции описторхоза // Вопросы ихтиологии. 2021. Т. 61, № 6. С. 730–735.

18. Мясоедов В.С. Эпидемиология описторхоза. Томск : ТГУ, 1960. 99 с.
19. Титова С.Д. Паразиты рыб Западной Сибири. Томск : Изд-во Том. ун-та, 1965. 172 с.
20. Бочарова Т.А. Возбудитель описторхоза и другие мышечные паразиты карповых рыб бассейна нижней Томи. Томск : Изд-во Том. гос. ун-та, 2007. 66 с.
21. Simakova A.V., Babkina I.B., Babkin A.M. et al. Infestation of alien cyprinid fishes with trematode *Opisthorchis felineus* Rivolta, 1884 in the middle Ob River basin // Russian Journal of Biological Invasions. 2019. № 10 (2). PP. 178–180. doi: 10.1134/s2075111719020115
22. Simakova A.V., Chitnis N., Babkin A.M. et al. Abundance of *Opisthorchis felineus* Metacercariae in cyprinid fish in the middle Ob River basin (Tomsk region, Russia) // Food and waterborne parasitology. 2021. Vol. 22. PP. 1–12. doi: 10.1016/j.fawpar.2021.e00113
23. Simakova A.V., Babkin A.M., Chitnis N. et al. The role of non-commercial cyprinids in maintenance and spread of the opisthorchiasis focus in the middle Ob River basin (Tomsk region, Russia) // Food and Waterborne Parasitology. 2022. Vol. 26. PP. 1–9. doi: 10.1016/j.fawpar.2022.e00146
24. Титова С.Д. Паразиты рыб бассейна р. Томи // Труды Томского университета. 1946. Т. 97. С. 137–150.
25. Yurlova N.I., Yadrenkina E.N., Rastyazhenko N.M. et al. Opisthorchiasis in Western Siberia : Epidemiology and distribution in human, fish, snail, and animal populations // Parasitology international. 2017. Vol. 66, № 4. PP. 355–364. doi: 10.1016/j.parint.2016.11.017
26. Федоров К.П., Пашкевич Ю.В., Конюхов Е.Н. Гельминтофауна ондатры Западной Сибири // Проблемы экологии. Томск, 1976. Т. 4. С. 113–120.
27. Симакова А.В., Бабкина И.Б., Бабкин А.М. Копрологическое исследование паразитов диких плотоядных животных юга Западной Сибири (Томская область, Россия) // Материалы IV Международного паразитологического симпозиума «Современные проблемы общей и частной паразитологии», 4–7 декабря 2022 г. СПб. : Изд-во СПбГУВМ, 2022. С. 224–227.
28. Государственные доклады «О состоянии санитарно-эпидемиологического благополучия населения в Томской области в 2002–2022 гг.». URL: 70.rosпотребнадзор.ru

### References

1. Lim JH. Liver flukes : the malady neglected. *Korean J Radiol.* 2011;12(3):269-79. doi: 10.3348/kjr.2011.12.3.269
2. Thunyaharn N, Promthet S, Wiangnon S, Suwanrungruang K, Kamsa-ard S. Survival of cholangiocarcinoma patients in northeastern Thailand after supportive treatment. *Asian Pac J Cancer Prev.* 2013;14(11):7029-32. doi: 10.7314/apjcp.2012.14.11.7029
3. Fedorova OS, Kovshirina YV, Kovshirina AE, Fedotova MM, Deev IA, Petrovskiy FI, Filimonov AV, Dmitrieva AI, Kudyakov LA, Saltykova IV, Odermatt P, Ogorodova LM. *Opisthorchis felineus* infection and cholangiocarcinoma in the Russian Federation: A review of medical statistics. *Parasitol Int.* 2017;66(4):365-371. doi: 10.1016/j.parint.2016.07.010
4. Fedorova OS, Kovshirina YV, Kovshirina AE, Fedotova MM, Deev IA, Petrovskiy FI, Filimonov AV, Dmitrieva AI, Kudyakov LA, Saltykova IV, Mikhalev EV, Odermatt P, Ogorodova LM. Analysis of *Opisthorchis felineus* infection and liver and intrahepatic bile ducts cancer incidence rate in Russian Federation. *Byulleten' sibirskoy meditsiny – Bulletin of Siberian Medicine.* 2016;15(5):147-158. doi: 10.20538/1682-0363-2016-5-147-158. In Russian
5. Aksorn N, Roytrakul S, Kittisenachai S, Leelawat K, Chanvorachote P, Topanurak S, Hamano S, Lek-Uthai U. Novel Potential Biomarkers for *Opisthorchis viverrini* Infection and Associated Cholangiocarcinoma. *In Vivo.* 2018;32(4):871-878. doi: 10.21873/invivo.11321
6. Fedorova OS, Kovshirina AE, Kovshirina YV, Hattendorf J, Onishchenko SV, Katanakhova LL, Taslicki SS, Chizhikov AV, Tataurov IA, Vtorushin SV, Sripa B, Ogorodova LM, Odermatt P. *Opisthorchis felineus* Infection is a Risk Factor for Cholangiocarcinoma in Western Siberia : A Hospital-based Case-control Study. *Clin Infect Dis.* 2023 Feb 8;76(3):e1392-e1398. doi: 10.1093/cid/ciac497

7. Postanovlenie Glavnogo gosudarstvennogo sanitarnogo vracha RF ot 12.12.2016 № 179 «O preduprezhdenii rasprostraneniya parazitozov, peredayushchikhsya cherez rybu i rybnuyu produktsiyu v Rossiyskoy Federatsii» (Zaregistrirovan 06.02.2017 № 45543). Available at: <http://publication.pravo.gov.ru/document/0001201702080002> (accessed 17.11.2023). In Russian
8. Pis'mo Rospotrebnadzora ot 24 sentyabrya 2018 g. № 01/12315-2018-27 «O realizatsii postanovleniya Glavnogo gosudarstvennogo sanitarnogo vracha Rossiyskoy Federatsii ot 12.12.2016 № 179 «O preduprezhdenii rasprostraneniya parazitozov, peredayushchikhsya cherez rybu i rybnuyu produktsiyu v Rossiyskoy Federatsii». Available at: <https://www.garant.ru/products/ipo/prime/doc/72008550> (accessed 17.11.2023).
9. Gosudarstvennye doklady «O sostoyanii sanitarno-epidemiologicheskogo blagopoluchiya naseleniya v Rossiyskoy Federatsii v 2002 – 2022 gg.». Available at: [rospotrebnadzor.ru](http://rospotrebnadzor.ru) (accessed 16.11.2023).
10. Zavoykin VD, Beer SA, Bocharova TA. Sravnitel'naya opistorkhoznaya situatsiya na krupneyshikh pritokakh Obi [Comparative opisthorchiasis situation on the largest tributaries of the Ob]. In: Opistorkhoz cheloveka : materialy nauchnoy konferentsii [Human opisthorchiasis: materials of the scientific conference]. Tomsk; 1979. P. 60-62. In Russian
11. Beer SA. Ponyatie ochagovosti pri opistorkhoze [The concept of foci in opisthorchiasis]. *Parazitologiya*. 1982;16(4):274-280. In Russian
12. Zavoykin VD, Zelya OP, Sokerina OA. Sovremennoe sostoyanie problemy opistorkhoza v Zapadnoy Sibiri [The current state of the problem of opisthorchiasis in Western Siberia]. In: Aktual'nye problemy infektologii i parazitologii: Materialy I Mezhdunarodnoy yubileynoy konferentsii [Actual problems of infectology and parasitology : Materials of the I International Anniversary Conference]. Tomsk; 2001. P. 99. In Russian
13. Simakova AV, Babkina IB, Katokhin AV, Babkin AM, Interesova EA, Mrakina EV. The Infestation of Snails of the Genus *Bithynia* with Cercariae of the Trematodes of the Family Opisthorchiidae in Water Bodies of the Ob River Basin (Tomsk Oblast, Russia). *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya – Tomsk State University Journal of Biology*. 2023;62:79-93. doi: 10.17223/19988591/62/4
14. Beer SA. *Biologiya vzbuditelya opistorkhoza [Biology of the pathogen of opisthorchiasis]*. Moscow: Tovarishestvo nauchnykh izdaniy KMK Publ.; 2005. 336 p. In Russian
15. Romanov VI, Interesova EA, Dyldin YV, Babkina IB, Karmanova OG, Vorobiev DS. An annotated list and current state of ichthyofauna of the Middle Ob River basin. *International Journal of Environmental Studies*. 2017;74(5):818-830. doi: 10.1080/00207233.2017.1288547
16. Romanov VI, Dyldin YuV, Interesova EA, Babkina IB. Ikhtiofauna basseyna Sredney Obi [Ichthyofauna of the middle Ob basin]. In: Akademiku L.S. Bergu – 145 let : Mezhdunarodnaya konferentsiya. Bendery [Academician L.S. Berg - 145. International Conference]. Bender : Eco-TIRAS; 2021. pp. 447-450. In Russian
17. Babkina IB, Simakova AV, Babkin AM, Interesova EA. The Siberian Dace *Leuciscus baicalensis* in Watercourses of Different Order of the Middle Ob Basin and its Role in Opisthorchiasis Circulation. *Journal of Ichthyology*. 2021;61(6):730-735. doi: 10.1134/S0032945221060035
18. Myasoedov VS. *Epidemiologiya opistorkhoza [Epidemiology of opisthorchiasis]*. Tomsk: TGU; 1960. 99 p. In Russian
19. Titova SD. *Parazity ryb Zapadnoj Sibiri*. Tomsk: Izdatel'stvo TGU; 1965. 172 p. In Russian
20. Bocharova TA. *Vzbuditel' opistorhoza i drugie myshechnye parazity karpovyh ryb bassejna nizhnej Tomi [The causative agent of opisthorchiasis and other muscle parasites of carp fish of the lower Tom basin]*. Tomsk: Izd-vo Tomskogo gosudarstvennogo universiteta; 2007. 66 p. In Russian
21. Simakova AV, Babkina IB, Khodkevich NE, Babkin AM, Interesova EA. Infestation of alien cyprinid fishes with trematode *Opisthorchis felineus* Rivolta, 1884 in the middle Ob River basin. *Russian Journal of Biological Invasions*. 2019;10(2):178-180. doi: 10.1134/s2075111719020115

22. Simakova AV, Chitnis N, Babkina IB, Fedorova OS, Fedotova MM, Babkin AM, Khodkevich NE. Abundance of *Opisthorchis felineus* Metacercariae in cyprinid fish in the middle Ob River basin (Tomsk region, Russia). *Food and waterborne parasitology*. 2021;22:1-12. doi: 10.1016/j.fawpar.2021.e00113
23. Simakova AV, Babkina IB, Chitnis N, Katokhin AV, Babkin AM, Fedorova OS. The role of non-commercial cyprinids in maintenance and spread of the opisthorchiasis focus in the middle Ob River basin (Tomsk region, Russia). *Food and Waterborne Parasitology*. 2022;26:1-9. doi: 10.1016/j.fawpar.2022.e00146
24. Titova SD. Parazity ryb bassejna r. Tomi [Parasites of fish in the Tom River basin]. Trudy Tomskogo universiteta. 1946;97:137-150. In Russian
25. Yurlova NI, Yadrenkina EN, Rastyazhenko NM, Serbina EA, Glupov VV. Opisthorchiasis in Western Siberia : Epidemiology and distribution in human, fish, snail, and animal populations. *Parasitology international*. 2017;66(4):355-364. doi: 10.1016/j.parint.2016.11.017
26. Fedorov KP, Pashkevich YuV, Konyukhov EN. Gel'mintofauna ondatty Zapadnoy Sibiri // Problemy ekologii. – Tomsk, 1976. T.4. pp. 113-120. In Russian
27. Simakova AV, Babkina IB, Babkin AM. Koprologicheskoe issledovanie parazitov dikikh plotoyadnykh zhivotnykh yuga Zapadnoy Sibiri (Tomskaya oblast', Rossiya) // Materialy IV Mezhdunarodnogo parazitologicheskogo simpoziuma «Sovremennye problemy obshchey i chastnoy parazitologii»; 4-7 dekabrya 2022 g., Sankt-Peterburg : Izd-vo SPbGUV. 2022. pp. 224-227. In Russian
28. Gosudarstvennye doklady “O sostojanii sanitarno-jepidemiologicheskogo blagopoluchija naselenija v Tomskoj oblasti v 2002 – 2022 gg.”. Available at: <http://70.rospotrebnadzor.ru> (accessed 16.11.2023).

**Информация об авторах:**

**Симакова Анастасия Викторовна**, д-р биол. наук, доцент, зав. кафедрой зоологии беспозвоночных Биологического института Национального исследовательского Томского государственного университета (Томск, Россия).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0906-9496>

E-mail: [omikronlab@yandex.ru](mailto:omikronlab@yandex.ru)

**Бабкина Ирина Борисовна**, канд. биол. наук, доцент кафедры ихтиологии и гидробиологии Биологического института Национального исследовательского Томского государственного университета (Томск, Россия).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3302-6819>

E-mail: [bibsphera@gmail.com](mailto:bibsphera@gmail.com)

**Бабкин Александр Михайлович**, канд. биол. наук, доцент кафедры ихтиологии и гидробиологии Биологического института Национального исследовательского Томского государственного университета (Томск, Россия).

E-mail: [babkin.alex1983@yandex.ru](mailto:babkin.alex1983@yandex.ru)

**Полторацкая Наталья Викторовна**, канд. биол. наук, доцент, энтомолог лаборатории паразитологических исследований ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Томской области» (Томск, Россия), доцент кафедры зоологии беспозвоночных Национального исследовательского Томского государственного университета (Томск, Россия).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1614-0203>

E-mail: [hhey2000@mail.ru](mailto:hhey2000@mail.ru)

**Полторацкая Татьяна Николаевна**, врач-паразитолог, заведующая лабораторией паразитологических исследований ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Томской области» (Томск, Россия).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1992-4970>

E-mail: [ptn077@bk.ru](mailto:ptn077@bk.ru)

**Шихин Александр Васильевич**, главный врач ФБУЗ «Центр гигиены и эпидемиологии в Томской области» (Томск, Россия).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0517-7529>

E-mail: [shikhin.a.v@cge.tom.ru](mailto:shikhin.a.v@cge.tom.ru)

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.*

**Information about the authors:**

**Anastasia V. Simakova**, Doc.Sci. (Biol.), Associate Professor, Head of the Department of Invertebrate Zoology, Biological Institute, National Research Tomsk State University (Tomsk, Russian Federation).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0906-9496>

E-mail: [omikronlab@yandex.ru](mailto:omikronlab@yandex.ru)

**Irina B. Babkina**, Cand.Sci. (Biol.), Associate Professor of the Department of Ichthyology and Hydrobiology, Biological Institute, National Research Tomsk State University (Tomsk, Russian Federation).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-3302-6819>

E-mail: [bibsphera@gmail.com](mailto:bibsphera@gmail.com)

**Alexander M. Babkin**, Cand.Sci. (Biol.), Associate Professor of the Department of Ichthyology and Hydrobiology, Biological Institute, National Research Tomsk State University (Tomsk, Russian Federation).

E-mail: [babkin.alex1983@yandex.ru](mailto:babkin.alex1983@yandex.ru)

**Natalya V. Poltoratskaya**, Cand.Sci. (Biol.), Associate Professor, entomologist, laboratory of parasitological research, FBIH "Center for Hygiene and Epidemiology in the Tomsk Region", Associate Professor of the Department of Invertebrate Zoology, Biological Institute, National Research Tomsk State University (Tomsk, Russian Federation).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-1614-0203>

E-mail: [hhey2000@mail.ru](mailto:hhey2000@mail.ru)

**Tatiana N. Poltoratskaya**, parasitologist, head of the laboratory of parasitological research, FBIH "Center for Hygiene and Epidemiology in the Tomsk Region" (Tomsk, Russian Federation).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1992-4970>

E-mail: [ptn077@bk.ru](mailto:ptn077@bk.ru)

**Alexander V. Shikhin**, head physician of the FBIH "Center for Hygiene and Epidemiology in the Tomsk Region" (Tomsk, Russian Federation).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-0517-7529>

E-mail: [shikhin.a.v@cge.tom.ru](mailto:shikhin.a.v@cge.tom.ru)

***The Authors declare no conflict of interest.***

*Статья поступила в редакцию 09.02.2024;  
одобрена после рецензирования 20.03.2024; принята к публикации 05.09.2024.*

*The article was submitted 09.02.2024;  
approved after reviewing 20.03.2024; accepted for publication 05.09.2024.*

Научная статья  
УДК 591.435+591.8(597.95)  
doi: 10.17223/19988591/67/10

## Анатомия клоаки углозубов рода *Salamandrella* (Amphibia: Caudata, Hynobiidae)

Вадим Вадимович Ярцев<sup>1</sup>, София Сергеевна Евсеева<sup>2</sup>

<sup>1,2</sup> Национальный исследовательский Томский государственный университет,  
Томск, Россия

<sup>1</sup> Сибирский государственный медицинский университет, Томск, Россия

<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0001-7789-7424>, [vadim\\_yartsev@mail.ru](mailto:vadim_yartsev@mail.ru)

<sup>2</sup> <https://orcid.org/0000-0002-7644-8501>, [sofiaewseewa@gmail.com](mailto:sofiaewseewa@gmail.com)

**Аннотация.** Для хвостатых земноводных характерна вариабельность в строении клоаки, которая проявляется не только на уровне семейств, но и внутри них. Особенности организации данного органа в целом и клоакальных желез в частности представляют интерес для понимания степени дифференциации близкородственных видов земноводных, поскольку данные структуры выполняют ряд важных для размножения функций. С помощью гистологического анализа и методов компьютерной 3D-реконструкции изучена анатомия клоаки самцов и самок двух криптических видов – *Salamandrella keyserlingii* и *S. tridactyla*. Обнаружено, что для них характерно схожее строение клоаки, один тип ventральных клоакальных желез, выделяющих секрет гликопротеиновой природы. Форма клоакальной камеры и топография клоакальных желез характеризуются незначительной изменчивостью в зависимости от пола или вида, однако данная вариабельность не может рассматриваться как значимая с точки зрения функций.

**Ключевые слова:** хвостатые земноводные, экзокринные железы, размножение, половые феромоны

**Для цитирования:** Ярцев В.В., Евсеева С.С. Анатомия клоаки углозубов рода *Salamandrella* (Amphibia: Caudata, Hynobiidae) // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2024. № 67. С. 170–186. doi: 10.17223/19988591/67/10

Original article  
doi: 10.17223/19988591/67/10

## Cloacal anatomy of the Siberian salamanders, *Salamandrella* (Amphibia: Caudata, Hynobiidae)

Vadim V. Yartsev<sup>1</sup>, Sofiya S. Evseeva<sup>1</sup>

<sup>1,2</sup> National Research Tomsk State University, Tomsk, Russia

<sup>1</sup> Siberian State Medical University, Tomsk, Russia

<sup>1</sup> <https://orcid.org/0000-0001-7789-7424>, [vadim\\_yartsev@mail.ru](mailto:vadim_yartsev@mail.ru)

<sup>2</sup> <https://orcid.org/0000-0002-7644-8501>, [sofiaewseewa@gmail.com](mailto:sofiaewseewa@gmail.com)

**Summary.** In salamanders, anatomy of the cloacae is varying among families and inside of them. Futures of this organ and the cloacal glands are interesting for understanding of the levels of differentiation between close species of amphibians, because these structures perform some functions which important for reproduction.

We studied the male and female anatomy of cloacae in two cryptic species *Salamandrella keyserlingii* and *S. tridactyla* via histological analyses and methods of digital 3D-reconstruction. For histological study, we used whole cloacal samples fixed in 10% formalin, dehydrated them in graded series of ethanol solutions (70%, 96%, and absolute ethanol), clarified in butanol, and embedded in paraffin for histology. We cut paraffined organ's samples (10 µm sections) via rotary microtome. We used Mayer's haematoxylin–eosin, Masson–Goldner's trichrome, and modified azan for observation general histology, PAS-staining for detection of carbohydrates (PAS), alcian blue (AB) pH = 2,5 for visualization of mucopolysaccharides, and Coomassie blue (CB) for protein detection. We made 3D-reconstruction via software Free-d, using serial photos of cloacal sections.

We found that these species have the same structure of the cloacae and only the ventral glands secreting neutral glycoproteins, because secretion had PAS+, AB–, and CB+ reactions. There were a slight variability of form of the cloacal chamber and cloacal gland topography dependent on sex or species (See Figs. 1–6), but this variation is not important from the point of view of function. These features of the male and female cloacal structure and histochemistry of cloacal glands in species of the genus *Salamandrella* bring them closer to other members of the family Hynobiidae, with the exception of the genus *Onychodactylus*, whose males have three types of cloacal glands. This is consistent with modern views on the phylogenetic relationships of hynobiids.

The article contains 6 Figures, 26 References.

**Keywords:** salamanders, exocrine glands, reproduction, sexual pheromones

**For citation:** Yartsev VV, Evseeva SS. Cloacal anatomy of the Siberian salamanders, *Salamandrella* (Amphibia: Caudata, Hynobiidae). *Vestnik Tomskogo gosudarstvennogo universiteta. Biologiya = Tomsk State University Journal of Biology.* 2024;67:170-186. doi: 10.17223/19988591/67/10

## Введение

Отряд Хвостатые земноводные (Amphibia: Caudata), несмотря на свое относительно невысокое разнообразие – около 750 видов [1], включает представителей, которые имеют широкую вариабельность черт биологии, связанных с размножением. Даже такая базальная характеристика, как способ оплодотворения, отличается в разных группах данного отряда. Большинство из них – представители подотряда Salamandroidea – имеют внутреннее оплодотворение, в то время как хвостатые земноводные из подотрядов Cryptobranchioidea (семейства Cryptobranchidae и Hynobiidae) и Sirenoidea (семейство Sirenidae) размножаются с помощью наружного оплодотворения [2].

Приспособление к разным формам оплодотворения привело к наличию у хвостатых земноводных уникальной особенности организации – комплекса желез, расположенных в клоаке [3]. Они выполняют важные функции, связанные с размножением. Так, у видов с внутренним оплодотворением клоакальные железы самцов участвуют в образовании сперматофора, а у самок – сохраняют сперматозоиды в половых путях. Клоакальные железы характерны для всех хвостатых земноводных, кроме представителей семейства Sirenidae, однако число типов клоакальных желёз, организация каждого из них, как и особенности морфологии клоаки в целом, варьируют среди видов данного отряда [3].

Сибирский, *Salamandrella keyserlingii* Dybowski, 1870, и приморский, *Salamandrella tridactyla* Nikolsky 1905, углозубы – два криптических вида хвостатых земноводных семейства Углозубые, Hynobiidae [4]. В настоящее время между ними описаны различия по молекулярно-генетическим маркерам [5–9], размеру генома [10], среднему числу туловищных позвонков и костальных борозд [11], в форме тенденций установлено, что длина тела самок и плодовитость сибирского углозуба в целом выше в сравнении с таковыми приморского [12]. Однако по ряду особенностей биологии размножения виды крайне близки: обладают сходными элементами брачного поведения [13, 14], не имеют выраженных различий в морфологии сперматозоидов [12]. Оба вида являются лимнофилами, использующими широкий спектр биотопов, однако для приморского углозуба характерна меньшая избирательность в местах размножения: кроме непроточных водоемов для икрометания, может размножаться и в ручьях [14, 15]. При этом в области незначительного перекрытия ареалов в Еврейской автономной области и на юге Хабаровского края предполагается возможность синтопии видов [16].

В связи с этим особенности организации клоаки в целом и клоакальных желез в частности представляют интерес для понимания степени дифференциации данных криптических видов ввиду роли этих структур в размножении. В настоящей работе впервые в сравнительном аспекте изучены анатомия клоаки и гистохимические характеристики клоакальных желез близкородственных видов рода *Salamandrella*. Предполагается, что выраженные различия по данным структурам между исследуемыми криптическими видами отсутствуют.

### **Материалы и методы**

Материалом для данного исследования послужила герпетологическая коллекция кафедры зоологии позвоночных и экологии Национального исследовательского Томского государственного университета. Всего использовано 13 экземпляров самцов и самок сибирского и приморского углозубов. Самцы ( $n = 3$ ) и самки ( $n = 3$ ) *S. keyserlingii* отловлены в окрестностях г. Томска (юго-восток Западной Сибири) 24.04.2009, 3.05.2013, 27.04.2014, самцы ( $n = 3$ ) и самки ( $n = 4$ ) *S. tridactyla* – в окрестностях г. Хабаровска (предгорья хребта Хехцир, Среднее Приамурье, 24.04–30.04.2012). Сроки отловов соответствовали периоду размножения в популяциях данных видов.

У фиксированных в 10% растворе формалина экземпляров вырезали клоаку. Вначале проводили два перпендикулярных главной оси тела разреза: первый – в области заднего края задних конечностей, второй – в нескольких миллиметрах после клоакального отверстия, а затем их соединяли фронтальным разрезом на уровне вентральной части хвостовых позвонков.

После вырезки образцы клоаки готовили к заливке в парафин по классической схеме [17]. Материал последовательно обезжизивали в 70%, 96% и абсолютном растворах этанола от 4 до 12 ч в каждом, просветляли дважды в бутаноле (не менее чем по 4 ч в каждом) и пропитывали в двух порциях

парафина (по 4 ч в каждом) с последующей заливкой в блок. Срезы толщиной 10 мкм изготавливали на ротационном микротоме RMD-3000 (MTPoint, Россия). Каждый образец нарезают полностью по следующей схеме: между сериями срезов, перенесенных на 4–6 предметных стекла, срезают 100 мкм образца для перехода к следующему участку. Таким образом получали серии срезов из разных частей органа, разделенные равными интервалами. Всего изготовлено около 400 микропрепаратов. Срезы для обзорных методов окрашивания монтировали на стекло с помощью белок-глицериновой смеси, для гистохимических методов окрашивания использовали стекла класса SuperFrost (Menzel, Германия).

Для анализа особенностей микроструктуры клоаки срезы окрашивали обзорными методами: гематоксилином Майера–эозином, трихромом по Массону–Гольднеру и модифицированным азаном [17]. Гистохимические особенности структур клоаки выявляли с помощью окрашивания ШИК-реакцией для углеводов, альциановым синим (рН = 2,5) – кислых мукополисахаридов, синим Кумасси – белков [17]. Микрофотоснимки изготавливали с помощью микроскопа Axio Lab A1 с камерой AxioCam ERc 5s и программного обеспечения ZEN 2012 (Carl Zeiss, Германия).

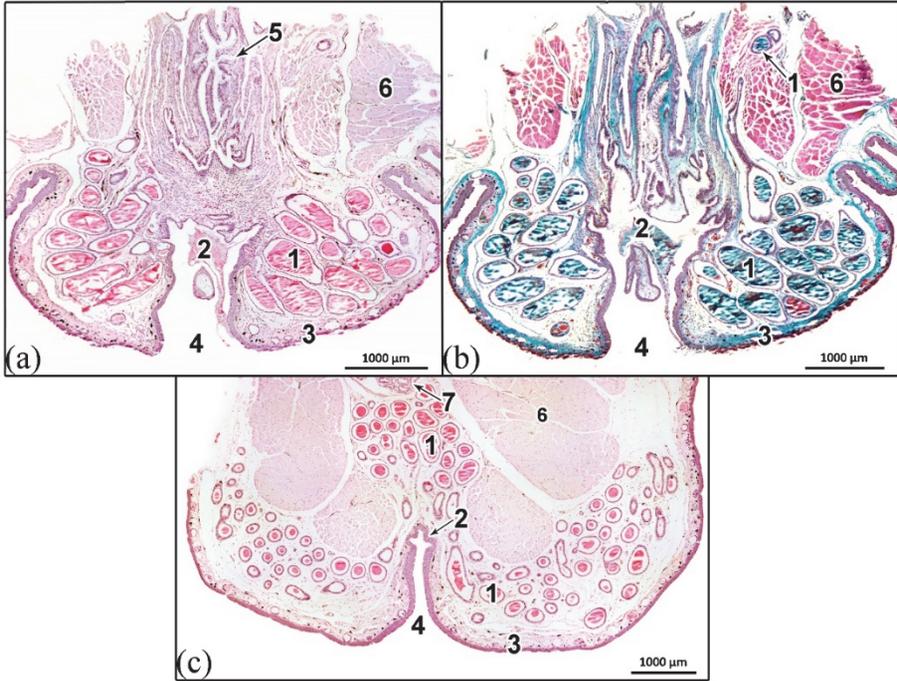
При обзорной микроскопии определяли структуру и расположение клоакальной камеры, трубочки и желез, характер их секрета и такового железистых клеток мерцательного эпителия, места открытия трубочек и желез. Использовано предложенное Д. Сивером [3] выделение структурных элементов клоаки хвостатых земноводных: клоакальная трубочка (КТ) – полость цилиндрической формы, расположенная в передней части клоаки от места впадения в прямую кишку мочеполовых протоков до открытия полости трубочки в клоакальную камеру, клоакальная камера (КК) – полость, следующая за трубочкой и открывающаяся наружу через клоакальную щель. Поскольку передний конец клоакальной трубочки не всегда присутствовал на срезах, за начало клоакальной полости принимали первый срез, где она выражена.

Определение особенностей пространственного расположения клоакальных структур проводили путем построения трехмерных моделей клоаки одного самца и самки обоих видов по сериям микрофотоснимков с помощью программы Free-d [18]. При построении моделей учитывали границы расположения клоакальных желез, трубочки, камеры и область клоакального отверстия. Для анализа топографии структур отмечали расположение мускулатуры, протоков, кожных складок и стенок клоаки.

### Результаты исследования

У самцов и самок *S. keyserlingii* и *S. tridactyla* клоакальная трубочка имеет вид цилиндрической полости, расположенной в передней части клоаки дорсально (рис. 1–4). Задним концом трубочка открывается в дорсальную область клоакальной камеры. Характерной чертой клоакальной трубочки является наличие складок, образованных ее стенками. В исследованной нами серии их 4–5 у самцов *S. keyserlingii* и самок *S. tridactyla*, 6 – у

самок *S. keyserlingii*, 5–6 – у самцов *S. tridactyla*. Трубочка окружена слоем гладкой мускулатуры в передней части, а в задней – мускулатура смещается дорсально и латерально от трубочки и полностью исчезает в области клоакальной камеры (рис. 1–4). У самцов *S. keyserlingii* удалось выявить, что в дорсальную область как клоакальной трубочки, так и передней части клоакальной камеры открываются мочеполовые протоки, у самцов *S. tridactyla* они не попали на срезы.

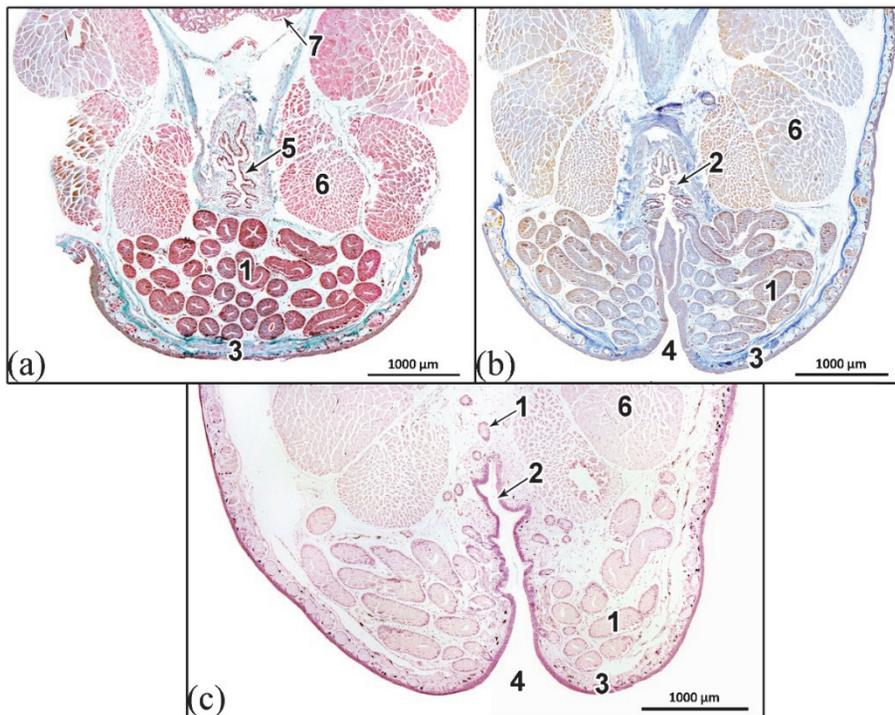


**Рис. 1.** Клоака самца *Salamandrella keyserlingii*: *a* – поперечный разрез в области клоакальной трубочки и камеры; *b* – поперечный разрез передней части клоакальной камеры; *c* – поперечный разрез задней части клоакальной камеры. 1 – клоакальные (вентральные) железы; 2 – клоакальная камера; 3 – кожа; 4 – клоакальное отверстие; 5 – клоакальная трубочка; 6 – мускулатура; 7 – почка. Окрашивание:

*a, c* – гематоксилин Майера–эозин, *b* – трихром по Массону–Гольднеру  
 [Fig. 1. The cloaca of a male of *Salamandrella keyserlingii*. *a* - transverse section through the region with the cloacal tube and chamber; *b* - transverse section through the anterior part of the cloacal chamber; *c* - transverse section through the posterior part of the cloacal chamber. 1 - cloacal (ventral) glands, 2 - cloacal chamber, 3 - skin, 4 - cloacal orifice, 5 - cloacal tube, 6 - musculature, 7 - kidney. Staining: *a, c* - Mayer's haematoxylin-eosin, *b* - Masson-Goldner's trichrome]

Клоакальная камера составляет основную часть полости клоаки, вентрально она открывается наружу клоакальным отверстием. У самцов и самок видов рода *Salamandrella* дорсальная стенка в передней части камеры складчатая, вентролатеральные стенки складок не образуют (см. рис. 1–4). Исключение составляют самцы *S. keyserlingii*, у которых присутствуют небольшие складки вентролатеральных стенок камеры (см. рис. 1). В каудальном направлении полость камеры сужается с боков и по высоте. При этом

происходит исчезновение складок дорсальной стенки, и в задних отделах камера представлена простой щелью с ровными стенками. Она полностью исчезает в крайних задних отделах. Кроме этого, обнаружено, что у самцов и самок обоих видов в полость камеры могут вдаваться выпячивания стенок клоаки. Они тянутся от передней до средней части камеры, а у самцов *S. tridactyla* – до задней ее части.

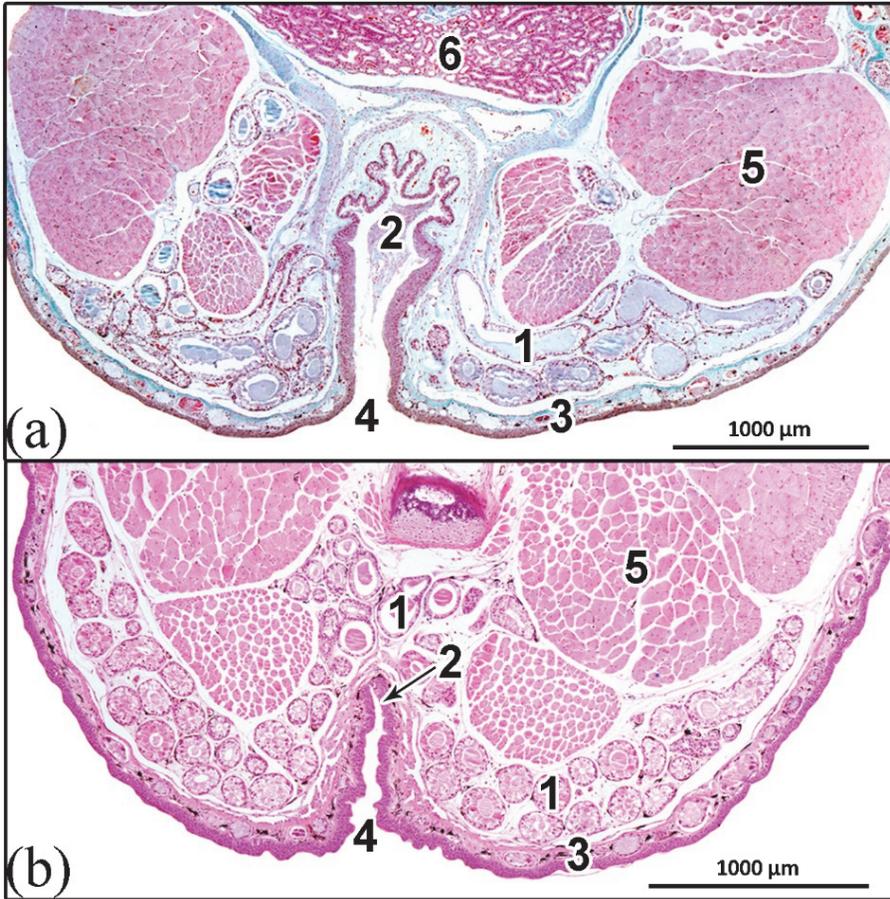


**Рис. 2.** Клоака самки *Salamandrella keyserlingii*: *a* – поперечный разрез в области клоакальной трубочки; *b* – поперечный разрез передней части клоакальной камеры; *c* – поперечный разрез задней части клоакальной камеры. 1 – клоакальные (вентральные) железы; 2 – клоакальная камера; 3 – кожа; 4 – клоакальное отверстие;

5 – клоакальная трубочка; 6 – мускулатура; 7 – почка. Окрашивание: *a* – трихром по Массону–Гольднеру, *b* – модифицированный азан, *c* – гематоксилин Майера–эозин [Fig. 2. The cloaca of a female *Salamandrella keyserlingii*. *a* - transverse section through the region with the cloacal tube; *b* - transverse section through the anterior part of the cloacal chamber; *c* - transverse section through the posterior part of the cloacal chamber. 1 - cloacal (ventral) glands, 2 - cloacal chamber, 3 - skin, 4 - cloacal orifice, 5 - cloacal tube, 6 - musculature, 7 - kidney. Staining: *a* - Masson-Goldner's trichrome, *b* - modified azan, *c* - Mayer's haematoxylin-eosin]

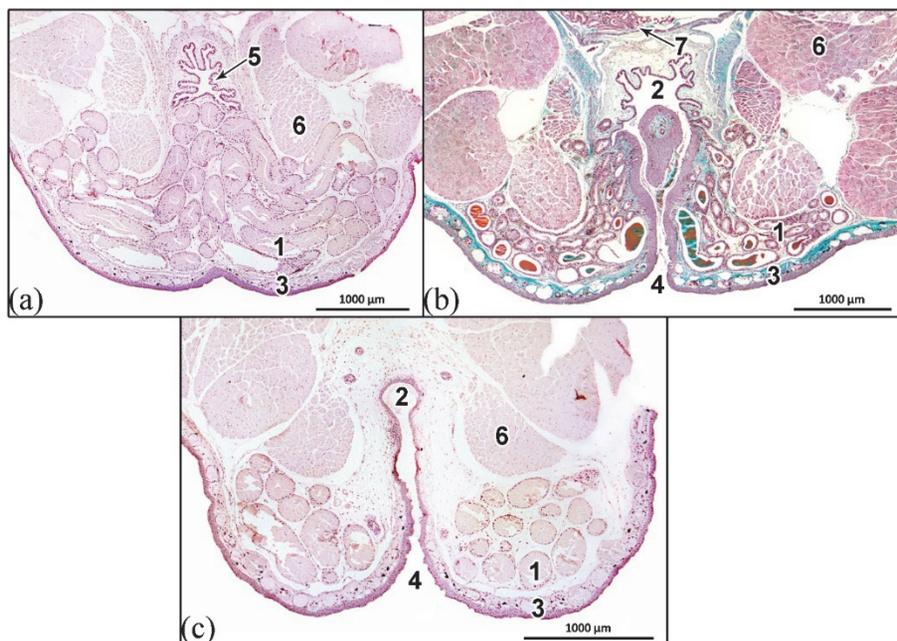
Форма клоакальной камеры варьирует в зависимости от пола и вида. У самцов *S. keyserlingii* она сильно расширена в вентролатеральной области (см. рис. 1), у самок *S. tridactyla* (см. рис. 2) – в дорсальной, у самок *S. keyserlingii* (см. рис. 4) и самцов *S. tridactyla* камера более узкая (рис. 3). У самцов обоих видов она достигает наибольшей высоты в передней и средней части клоаки, у

самок *S. tridactyla* – в передней, а у самок *S. keyserlingii* высота камеры существенно не изменяется от переднего до заднего отдела за исключением крайней передней части (рис. 5, 6).



**Рис. 3.** Клоака самца *Salamandrella tridactyla*: *a* – поперечный разрез передней части клоакальной камеры; *b* – поперечный разрез задней части клоакальной камеры. 1 – клоакальные (вентральные) железы; 2 – клоакальная камера; 3 – кожа; 4 – клоакальное отверстие; 5 – мускулатура; 6 – почка. Окрашивание: *a* – трихром по Массону–Гольднеру, *b* – гематоксилин Майера–эозин

[**Fig. 2.** The cloaca of a male of *Salamandrella tridactyla*. *a* - transverse section through the anterior part of the cloacal chamber; *b* - transverse section through the posterior part of the cloacal chamber. 1 - cloacal (ventral) glands, 2 - cloacal chamber, 3 - skin, 4 - cloacal orifice, 5 - musculature, 6 - kidney. Staining: *a* - Masson-Goldner's trichrome, *b* - Mayer's haematoxylin-eosin]



**Рис. 4.** Клоака самки *Salamandrella tridactyla*: *a* – поперечный разрез в области клоакальной трубочки; *b* – поперечный разрез передней части клоакальной камеры; *c* – поперечный разрез задней части клоакальной камеры. 1 – клоакальные (вентральные) железы; 2 – клоакальная камера; 3 – кожа; 4 – клоакальное отверстие; 5 – клоакальная трубочка; 6 – мускулатура; 7 – почка. Окрашивание:

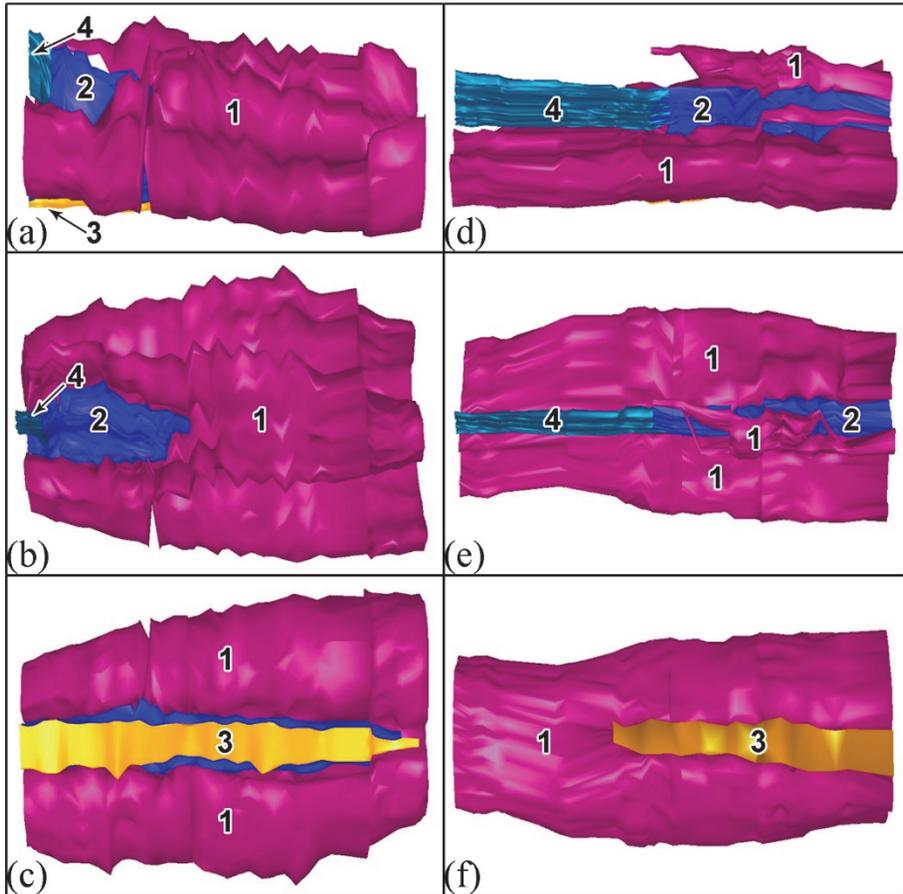
*a, c* – гематоксилин Майера–эозин, *b* – трихром по Массону–Гольднеру

[**Fig. 4.** The cloaca of a female of *Salamandrella tridactyla*. *a* - transverse section through the region with the cloacal tube; *b* - transverse section through the anterior part of the cloacal chamber; *c* - transverse section through the posterior part of the cloacal chamber. 1 - cloacal (ventral) glands, 2 - cloacal chamber, 3 - skin, 4 - cloacal orifice, 5 - cloacal tube, 6 - musculature, 7 - kidney. Staining: *a, c* - Mayer's haematoxylin-eosin, *b* - Masson-Goldner's trichrome]

Эпителиальная выстилка полости клоаки одинакова у самцов и самок обоих видов. Стенки переднего отдела клоакальной трубочки покрыты однослойным многорядным мерцательным эпителием. В нем хорошо различимы два типа клеток: реснитчатые и бокаловидные. Последние являются одноклеточными железами. Выявлена положительная реакция их секрета с реактивом Шиффа и альциановым синим, слабая положительная реакция с синим Кумасси. В задней части трубочки мерцательный эпителий покрывает дорсальную и дорсолатеральные стенки, а в вентральной области он замещается многослойным плоским неороговевающим эпителием. Стенки клоакальной камеры выстланы несколькими типами эпителия. В передней части камеры дорсальная стенка покрыта однослойным многорядным мерцательным эпителием, являющимся продолжением эпителия трубочки, вентролатеральные области стенок переднего отдела клоакальной камеры и все ее стенки в задней половине покрыты многослойным плоским неороговевающим эпителием, который вентральнее, в области клоакального отверстия,

переходит в типичный кожный эпителий. В самых задних отделах клоакальная камера выстлана неороговевающим эпителием, который по мере укорочения камеры постепенно замещается типичным кожным эпидермисом.

У самцов и самок обоих видов клоакальное отверстие в форме щели, его стенки покрыты многослойным плоским ороговевающим эпителием. Кожные железы располагаются снаружи от клоакального отверстия и не переходят во внутреннюю его часть.



**Рис. 5.** Трехмерная реконструкция структуры клоаки самца (a, b, c) и самки (d, e, f) *Salamandrella keyserlingii*: a, d – вид сбоку; b, e – вид сверху; c, f – вид снизу.

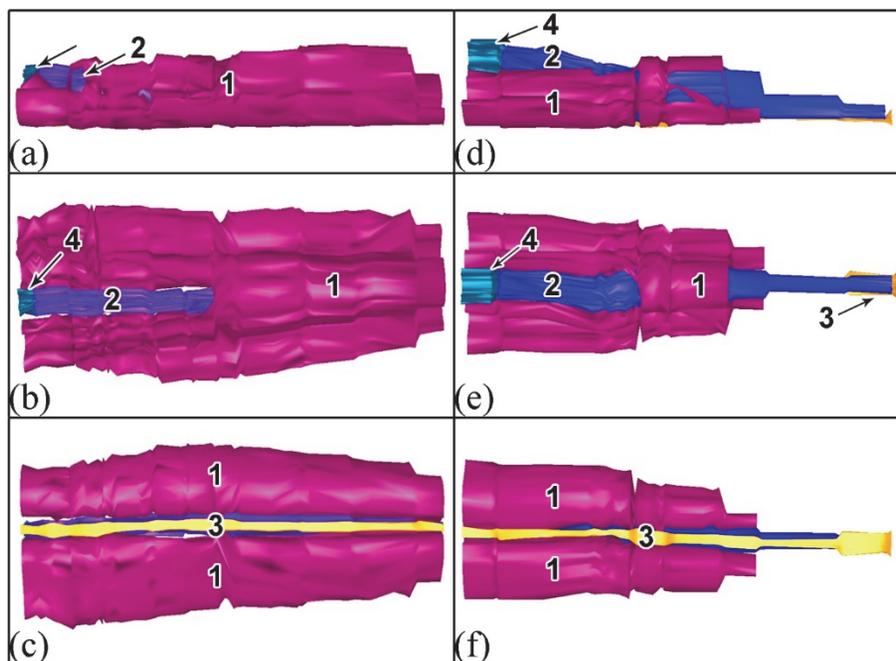
1 – клоакальные (вентральные) железы; 2 – клоакальная камера;  
3 – клоакальное отверстие; 4 – клоакальная трубка

[Fig. 5. Three-dimensional reconstruction of the male (a, b, c) and female (d, e, f) cloacae of the *Salamandrella keyserlingii*. a, d - lateral view, b, e - dorsal view, and c, f - ventral view.

1 - cloacal (ventral) glands, 2 - cloacal chamber, 3 - cloacal orifice, 4 - cloacal tube]

Самцы и самки обоих видов имеют клоакальные железы одного типа. Они представляют собой систему трубочек, идущих в стенках клоаки параллельно щели. Общая топография клоакальных желез у самцов и самок обоих

видов следующая (рис. 5, 6). В передней части клоаки они расположены вентральнее клоакальной трубочки, в области начала клоакальной камеры железы располагаются вентролатерально. Далее вдоль нее железы могут располагаться вентролатерально, латерально и дорсально от полости. По мере продвижения назад и сужения камеры железы, постепенно уменьшаясь в размерах, могут занимать все пространство вокруг нее, свободное от мускулатуры.



**Рис. 6.** Трехмерная реконструкция структуры клоаки самца (*a, b, c*) и самки (*d, e, f*)

*Salamandrella tridactyla*: *a, d* – вид сбоку; *b, e* – вид сверху; *c, f* – вид снизу.

1 – клоакальные (вентральные) железы; 2 – клоакальная камера;

3 – клоакальное отверстие; 4 – клоакальная трубка

[Fig. 6. Three-dimensional reconstruction of the male (*a, b, c*) and female (*d, e, f*)

cloacae of the *Salamandrella tridactyla*. *a, d* - lateral view, *b, e* - dorsal view,

and *c, f* - ventral view. 1 - cloacal (ventral) glands, 2 - cloacal chamber,

3 - cloacal orifice, 4 - cloacal tube]

У самцов *S. keyserlingii* и *S. tridactyla* в задней половине клоаки, где в клоакальной камере заканчивается мерцательный эпителий, железы распределяются вокруг клоакальной камеры, занимая свободное от мускулатуры пространство. При этом в каудальном направлении диаметр трубочек желёз постепенно уменьшается, но их количество увеличивается (см. рис. 5, 6). Тела желез, вероятно, тянутся гораздо дальше полости клоаки, так как после исчезновения камеры железы все еще присутствуют на срезах. У самок *S. keyserlingii* в задней половине клоаки железы также располагаются вентролатерально, латерально и дорсально от камеры, но их количество в дорсальной области значительно меньше, чем у самцов (см. рис. 5).

У самок *S. tridactyla* во второй половине клоакальной камеры железы распределяются вентролатерально от нее, но часть желез смещается дорсально вдоль стенок камеры, охватывая ее полукольцом (см. рис. 6). Затем железы располагаются преимущественно вентролатерально и дорсально, их количество резко уменьшается – в результате на срезах последней трети клоаки присутствует только клоакальная камера без желез вокруг.

У самцов и самок обоих видов секрет располагался как в glanduloцитах, так и в полостях желез. У всех исследованных самцов *S. keyserlingii* в большинстве клоакальных желез секрет уже выделился в просвет и частично – в клоакальную камеру. Морфология glanduloцитов варьировала в зависимости от стадии секреции. До активной секреции glanduloциты – высокие призматические клетки с базальным положением ядер и гранулами в хорошо развитой апикальной части. Участки желез, в которых секрет заполнял их полости, glanduloциты имели вид низких призматических клеток с центральным или базальным положением ядра. В цитоплазме glanduloцитов секрет имел зернистую структуру, а в просветах желез – зернистую, фибриллярную, или студенистую. Секрет клоакальных желез у самцов и самок обоих видов имеет одинаковые гистохимические характеристики: выявлена его положительная реакция с реагентом Шиффа и синим Кумасси, но отрицательная – с альциановым синим. При этом гранулы в цитоплазме glanduloцитов по всем гистохимическим характеристикам соответствуют секрету в просвете клоакальных желез.

### Обсуждение

Особенности структурной организации клоак самцов и самок видов рода *Salamandrella* указывают на отсутствие значимых анатомических отличий в зависимости от пола и вида. В качестве тенденций можно отметить следующее. Клоака самцов видов рода *Salamandrella* различается по форме клоакальной камеры: узкая – у самцов *S. tridactyla* и расширенная вентрально – у самцов *S. keyserlingii*. У самок изменчивость связана с расположением клоакальных желез и формой камеры: у *S. tridactyla* по сравнению с *S. keyserlingii* наблюдается большее количество клоакальных желез в дорсальной области, которые вытянуты до последней трети клоаки, и расширенная в дорсальном направлении камера. Вероятнее всего, наиболее существенными причинами, определяющими вариабельность параметров формы полостей клоаки, могут являться различия в объемах половых продуктов самцов и самок, проходящих через клоаку в текущий момент, а также в физиологическом состоянии животных. Икранные мешки самок значительно объемнее, чем семя самцов, транспортирующееся через клоаку. При прохождении икры по клоаке форма ее просвета может существенно изменяться в сравнении с таковой у самок до или после икрометания.

Сравнение гистохимических характеристик секрета клоакальных желез самцов и самок обоих видов позволяет заключить, что существенных различий в составе его компонентов нет – он имеет гликопротеиновую природу.

Поскольку данные железы углозубых являются источником половых феромонов [3, 19, 20], полученные результаты позволяют подтвердить точку зрения об отсутствии выраженных репродуктивных барьеров между видами рода *Salamandrella*. Сходство внешних морфологических признаков между сибирским и приморским углозубами [4], состава секрета клоакальных желез (наши данные), полового поведения [14], отсутствие различий в строении сперматозоидов [12] позволяют видам скрещиваться, что подтверждено опытами по лабораторной гибридизации [13], а также данными анализа маркеров яДНК, указывающего на возможность естественной гибридизации [8]. Аналогичные результаты получены при сравнении клоакальных желез близкородственных видов тритонов (семейство Salamandridae): карпатского – *Lissotriton motandoni* и обыкновенного – *L. vulgaris*, способных к межвидовой гибридизации [21].

При изучении клоаки сычуаньского, *Batrachuperus pinchonii*, тибетского, *B. tibetanus*, корейского, *Hynobius leechii*, янтарного, *H. stejnegeri*, и цусимского, *H. tsuensis*, углозубов обнаружено, что самки этих видов имеют схожую анатомию клоаки и один тип клоакальных желез – вентральные, которые также могут располагаться дорсально от камеры [20]. При этом видовые различия проявляются в протяженности вентральных желез в клоаке и месте их секреции. Железы открываются в передние три пятых камеры у *B. tibetanus*, две трети – у *H. stejnegeri* и переднюю половину – у *H. tsuensis*, в то время как у других видов углозубых они связаны с клоакальной камерой по всей её длине [20]. Самцы также обладают схожим строением клоаки и только вентральными железами, открывающимися в переднюю часть клоакальной камеры [20]. Реакции секрета клоакальных желез одинаковы у самцов и самок: положительная с реагентом Шиффа и нингидрин–Шифф, за исключением *H. tsuensis* и самцов *H. leechii*, отрицательная – с альциановым синим [20]. Аналогичная картина описана и для семиреченского лягушкозуба, *Ranodon sibiricus* [22]. Таким образом, клоакальные железы самцов и самок видов рода *Salamandrella* соответствуют таковым видов родов *Hynobius*, *Batrachuperus* и *Ranodon*. Особое положение в отношении строения клоаки и желез занимают когтистые тритоны, *Onychodactylus* [20, 23]. Для самок *O. japonicus* показано, что клоакальная камера представлена простой полостью, схожей с таковой у *H. tsuensis*, а присутствующие в клоаке железы одного типа – вентральные, обладающие положительной реакцией с реактивом Шиффа [20]. Однако у самцов *O. japonicus* обнаружены дорсальнолатеральные складки губ клоаки и три типа клоакальных желез: тип а – характеризуется положительной реакцией с реактивом Шиффа, отрицательной – с альциановым синим и нингидрин–Шифф; тип b – положительной реакцией с реактивом Шиффа и альциановым синим, слабой положительной реакцией с нингидрин–Шифф; тип с – положительной реакцией с реактивом Шиффа, слабой положительной реакцией с нингидрин–Шифф и отрицательной – с альциановым синим [20]. Аналогичная картина описана и для *O. fischeri*, самки которого имеют вентральные железы, выделяющие нейтральные гликопротеины и соответствующие клоакальным железам сам-

цов и самок других углозубых, а самцы – 3 разных типа желёз [23], соответствующих по структуре и гистохимическим характеристикам таковым у самцов *O. japonicus*.

Предполагается, что клоакальные (вентральные) железы углозубых необходимы для выработки феромонов самцами и самками, что важно для привлечения внимания полового партнёра в ходе размножения [3, 20, 24], в то время как два других типа клоакальных желёз самцов видов рода *Onychodactylus* могут принимать участие как в формировании более сложного и разнообразного запахового сигнала, так и в образовании стутка семени [23]. Оба предположения связываются с возможной адаптацией к размножению представителей данного рода в проточных водоёмах.

Данные особенности организации клоаки и клоакальных желёз согласуются с современными представлениями о филогенетических связях в семействе Нупобиidae [25]. При этом род *Onychodactylus* представляет собой специализированную форму, наиболее обособленную в семействе Нупобиidae [9, 25, 26] и рассматриваемую в настоящее время в ранге подсемейства [1].

### Заключение

Для криптических видов рода *Salamandrella* характерно схожее строение клоаки и только один тип клоакальных желёз – вентральные. Половая и видовая вариация строения клоаки проявляется в форме клоакальных камеры, расположении и протяженности клоакальных желёз. Секрет клоакальных желёз у самцов и самок обоих видов имеет гликопротеиновую природу. Данные черты строения клоаки самцов и самок представителей рода *Salamandrella* сближают их с другими видами подсемейства Нупобиinae. Таким образом, наши и литературные данные [19, 20, 22] позволяют предполагать, что общность анатомии клоаки у исследованных представителей подсемейства Нупобиinae проявляется как на внутривидовом уровне, так и среди родов.

### Список источников

1. Frost D.R. Amphibian Species of the World, an Online Reference. American Museum of Natural History. New York, USA. 1998–2024. URL: <https://amphibiansoftheworld.amnh.org/index.php/Amphibia/Caudata> (дата обращения: 10.05.2024).
2. Vitt L.J., Caldwell J.P. Herpetology: An Introductory Biology of Amphibians and Reptiles. 4rd Edition: Academic Press, 2014. 630 p.
3. Sever D.M. Courtship and Mating Glands // Reproductive Biology and Phylogeny of Urodela. Science Publishers, Inc. 2003. PP. 323–381.
4. Кузьмин С.Л. Земноводные бывшего СССР. М. : Товарищество научных изданий КМК, 2012. 370 с.
5. Берман Д.И., Деренко М.В., Малярчук Б.А., Гржибовский Т., Крюков А.П., Мишчицка-Шлипка Д. Внутривидовая генетическая дифференциация сибирского углозуба (*Salamandrella keyserlingii*, Amphibia, Caudata) и криптический вид *S. schrenckii* с юго-востока России // Зоологический журнал. 2005. Т. 84, № 11. С. 1374–1388.
6. Поярков Н.А., Кузьмин С.Л. Филогеография сибирского углозуба (*Salamandrella keyserlingii*) по данным последовательностей митохондриальной ДНК // Генетика. 2008. Т. 44, № 8. С. 1089–1100.

7. Matsui M., Tominaga A., Liu W., Khonsue W., Grismer L., Diesmos A. C., Das I., Sudin A., Yambun P., Yong H., Sukumaran J., Brown R. M. Phylogenetic relationships of two *Salamandrella* species as revealed by mitochondrial DNA and allozyme variation (Amphibia: Caudata: Hynobiidae) // Molecular Phylogenetics and Evolution. 2008. Vol. 48. PP. 84–93. doi: 10.1016/j.ympev.2008.04.010
8. Малярчук Б.А., Деренко М.В., Денисова Г.А. Филогенетические взаимоотношения углозубов рода *Salamandrella* по данным об изменчивости ядерных генов // Генетика. 2015. Т. 51, № 1. С. 91–97. doi: 10.7868/S0016675815010075
9. Малярчук Б.А., Деренко М.В., Литвинов А.Н. Высокий уровень межвидовой дивергенции углозубов рода *Salamandrella* по данным об изменчивости гена RAG2 // Генетика. 2018. Т. 54, № 7. С. 825–831. doi: 10.1134/S0016675818070093
10. Litvinchuk S.N., Borkin L.J., Rosanov J.M. Intraspecific and interspecific genome size variation in hynobiid salamanders of Russia and Kazakhstan: determination by flow cytometry // Asiatic Herpetological Research. 2004. Vol. 10. PP. 282–294.
11. Litvinchuk S.N., Borkin L.J. Variation in number of trunk vertebrae and in count of costal grooves in salamanders of the family Hynobiidae // Contributions to Zoology. 2003. Vol. 72, № 4. PP. 195–209. doi: <https://doi.org/10.1163/18759866-07204001>
12. Ярцев В.В., Куранова В.Н., Мартынова Г.С. Морфология сперматозоидов криптических видов углозубов рода *Salamandrella* (Caudata: Hynobiidae) // Вестник СПбГУ. Серия 3. Биология. 2016. Вып. 2. С. 18–30. doi: 10.21638/11701/spbu03.2016.202
13. Ярцев В.В., Куранова В.Н. О возможности гибридизации приморского, *Salamandrella tridactyla*, и сибирского, *S. keyserlingii*, углозубов (Amphibia: Caudata, Hynobiidae) // Вестник Томского государственного университета. Биология. 2013. № 3 (23). С. 83–90.
14. Ярцев В.В. Репродуктивная биология хвостатых земноводных рода *Salamandrella* (Amphibia: Caudata, Hynobiidae) : дис. ... канд. биол. наук. Томск : Национальный исследовательский Томский государственный университет, 2014. 253 с.
15. Кузьмин С.Л. Питание симпатрических видов Hynobiidae в Приморском крае // Зоологический журнал. 1990. Т. 69, № 5. С. 71–75.
16. Берман Д.И., Деренко М.В., Малярчук Б.А., Булахова Н.А., Гржибовский Т., Крюков А.П., Лейрих Л.Н. Ареал и генетический полиморфизм углозуба Шренка (*Salamandrella schrenckii*, Amphibia, Caudata, Hynobiidae) // Зоологический журнал. 2009. Т. 88, № 5. С. 530–545.
17. Exbrayat J.M. Histochemical and cytochemical methods of visualization. Boca Raton, London ; New York : CRC Press Taylor and Francis Group, 2013. 367 p.
18. Andrey P., Maurin Y. Free-D: an integrated environment for three-dimensional reconstruction from serial sections // Journal of neuroscience methods. 2005. Vol. 145, № 1–2. PP. 233–244. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jneumeth.2005.01.006>
19. Nasumi M., Iwasawa H., Nagahama Y. Seasonal dynamics of reproductive organs in male salamanders of the species *Hynobius nigrescens* // Copeia. 1990. Vol. 1990, № 2. PP. 367–377. doi: 10.2307/1446342
20. Sever D.M. Comparative anatomy and phylogeny of the cloacae of salamanders (Amphibia: Caudata). II. Cryptobranchidae, Hynobiidae, and Sirenidae // Journal of Morphology. 1991. Vol. 207, № 3. PP. 283–301. doi: <https://doi.org/10.1002/jmor.1052070306>
21. Osikowski A., Cierniak-Zuzia K. Cloacal anatomy of the male Carpathian newt, *Lissotriton montandoni* (Amphibia, Salamandridae), in the breeding season // Zoological Science. 2013. Vol. 30, № 9. PP. 748–753. doi: <https://doi.org/10.2108/zsj.30.74>
22. Yartsev V.V., Evseeva S.S. The male urogenital system of a salamander *Ranodon sibiricus* (Amphibia, Caudata) // Current herpetology. 2021. Vol. 40, № 1. PP. 10–21. doi: <https://doi.org/10.5358/hsj.40.10>
23. Yartsev V.V., Evseeva S.S., Maslova I.V., Rogashevskaya D.A. Male and female cloacal anatomy of the Fischer's Clawed Salamander, *Onychodactylus fischeri* (Caudata, Hynobiidae) // Russian Journal of Herpetology. 2021. Vol. 28, № 5. PP. 275–280. doi: 10.30906/1026-2296-2021-28-5-275-280

24. Hasumi M. Social interactions during the aquatic breeding phase of the family Hynobiidae (Amphibia: Caudata) // *Acta Ethologica*. 2015. Vol. 18. PP. 243–253. doi: <https://doi.org/10.1007/s10211-015-0214-z>
25. Поярков Н.А. Филогенетические связи и систематика хвостатых амфибий семейства углозубов (Amphibia: Caudata, Hynobiidae) : дис. ... канд. биол. наук. М., 2010. 290 с.
26. Poyarkov N.A., Che J., Min M.S., Kuro-O M., Yan F., Li C., Iizuka K., Vieites D.R. Review of the systematics, morphology and distribution of Asian Clawed Salamanders, genus *Onychodactylus* (Amphibia, Caudata: Hynobiidae), with the description of four new // *Zootaxa*. 2012. Vol. 3465, № 1. PP. 1–106.

### References

1. Frost DR. Amphibian Species of the World, an Online Reference. American Museum of Natural History. New York, USA; 1998-2020. [Electronic resource]. Available at: <https://amphibiansoftheworld.amnh.org/index.php/Amphibia/Caudata> (accessed 17.09.2020).
2. Vitt L.J., Caldwell J.P. Herpetology: An Introductory Biology of Amphibians and Reptiles. 4rd Edition. Academic Press; 2014. 630 p.
3. Sever DM. Courtship and Mating Glands. In: *Reproductive Biology and Phylogeny of Urodela*. Sever DM. editor. Science Publishers, In; 2003. pp. 323-381.
4. Kuzmin S.L. *Zemnovodnye byvshego SSSR [Amphibians of the former USSR]*. Moscow: Tovarischestvo nauchnykh izdaniy KMK Publ.; 2012. 370 p. In Russian
5. Berman D.I., Derenko M.V., Malyarchuk B.A., Grzybowski T., Kryukov A.P., Miscicka-Sliwka D. Intraspecific genetic differentiation of Siberian newt (*Salamandrella keyserlingii*, Amphibia, Caudata) and cryptic species *S. schrenckii* from the russian south-east. *Zoological Journal*. 2005;84(11):1374-1388. In Russian, English summary
6. Poyarkov N.A., Kuzmin S.L. Phylogeography of the Siberian newt *Salamandrella keyserlingii* by mitochondrial dna sequence analysis. *Russian Journal of Genetics*. 2008;44(8):1089-1100. In Russian, English summary
7. Matsui M., Tominaga A., Liu W., Khonsue W., Grismer L., Diesmos AC, Das I., Sudin A, Yambun P, Yong H, Sukumaran J, Brown R.M. Phylogenetic relationships of two *Salamandrella* species as revealed by mitochondrial DNA and allozyme variation (Amphibia: Caudata: Hynobiidae). *Molecular Phylogenetics and Evolution*. 2008;(48):84-93. doi: 10.1016/j.ympev.2008.04.010
8. Malyarchuk B.A., Derenko M.V., Denisova G.A. Phylogenetic relationships among asiatic salamanders of the genus *Salamandrella* based on variability of nuclear genes. *Russian Journal of Genetics*. 2015;51(1):91-97. In Russian, English summary. doi: 10.7868/S0016675815010075
9. Malyarchuk B.A., Derenko M.V., Denisova G.A. High level of interspecific divergence in the *Salamandrella* genus based on variability of the RAG2 gene. *Russian Journal of Genetics*. 2018;54(7):825-831. In Russian, English summary. doi: 10.1134/S0016675818070093
10. Litvinchuk S.N., Borkin L.J., Rosanov J.M. Intraspecific and interspecific genome size variation in hynobiid salamanders of Russia and Kazakhstan: determination by low cytometry. *Asiatic Herpetological Research*. 2004;10:282-294.
11. Litvinchuk S.N., Borkin L.J. Variation in number of trunk vertebrae and in count of costal grooves in salamanders of the family Hynobiidae. *Contributions to Zoology*. 2003;72(4):195-209. doi: <https://doi.org/10.1163/18759866-07204001>
12. Yartsev V.V., Kuranova V.N., Martynova G.S. Sperm morphology in two cryptic species of the genus *Salamandrella* (Caudata: Hynobiidae). *Vestnik of Saint-Petersburg University. Series 3. Biology*. 2016;2:18-30. In Russian, English summary. doi: 10.21638/11701/spbu03.2016.202
13. Kuranova V.N., Yartsev V.V. On the possibility of hybridization between the *Salamandrella tridactyla* and the *S. keyserlingii* (Amphibia: Caudata, Hynobiidae). *Vestnik Tomskogo Gosudarstvennogo Universiteta, Biologiya*. 2013;3(23):83-90. In Russian, English summary

14. Yartsev VV. Reproductivnaya biologiya hvostatnyh zemnovodnyh roda *Salamandrella* (Amphibia: Caudata, Hynobiidae) [Reproductive biology of tailed amphibians of the genus *Salamandrella* (Amphibia: Caudata, Hynobiidae)]. CandSci. Dissertation, Biology]. Tomsk: National Research Tomsk State University; 2014. 253 p. In Russian
15. Kuzmin SL. Pitanie simpatricheskikh vidov *Hynobiidae* v Primorskom krae. *Zoological Journal*. 1990;69(5):71-75. In Russian, English summary
16. Berman DI, Derenko MV, Malyarchuk BA, Bulakhova NA, Grzybowski T, Kryukov AP, Leirikh AN. Range and genetic polymorphism of *Salamandrella schrenckii* (Amphibia, Caudata, Hynobiidae). *Zoological Journal*. 2009;88(5):530-545. In Russian, English summary
17. Exbrayat JM. Histochemical and cytochemical methods of visualization. Boca Raton, London, New York: CRC Press Taylor and Francis Group; 2013. 367 p.
18. Andrey P, Maurin Y. Free-D: an integrated environment for three-dimensional reconstruction from serial sections. *Journal of neuroscience methods*. 2005;145(1-2):233-244. doi: <https://doi.org/10.1016/j.jneumeth.2005.01.006>
19. Hasumi M, Iwasawa H, Nagahama Y. Seasonal dynamics of reproductive organs in male salamanders of the species *Hynobius nigrescens*. *Copeia*. 1990;1990(2):367-377. doi: [10.2307/1446342](https://doi.org/10.2307/1446342)
20. Sever DM. Comparative anatomy and phylogeny of the cloacae of salamanders (Amphibia: Caudata). II. Cryptobranchidae, Hynobiidae, and Sirenidae. *Journal of Morphology*. 1991;207(3):283-301. doi: <https://doi.org/10.1002/jmor.1052070306>
21. Osikowski A, Cierniak-Zuzia K. Cloacal anatomy of the male Carpathian newt, *Lissotriton montandoni* (Amphibia, Salamandridae), in the breeding season. *Zoological Science*. 2013;30(9):748-753. doi: <https://doi.org/10.2108/zsj.30.74>
22. Yartsev VV, Evseeva SS. The male urogenital system of a salamander *Ranodon sibiricus* (Amphibia, Caudata). *Current herpetology*. 2021;40(1):10-21. doi: <https://doi.org/10.5358/hsj.40.10>
23. Yartsev VV, Evseeva SS, Maslova IV, Rogashevskaya DA. Male and female cloacal anatomy of the Fischer's Clawed Salamander, *Onychodactylus fischeri* (Caudata, Hynobiidae). *Russian Journal of Herpetology*. 2021;28(5):275-280. doi: [10.30906/1026-2296-2021-28-5-275-280](https://doi.org/10.30906/1026-2296-2021-28-5-275-280)
24. Hasumi M. Social interactions during the aquatic breeding phase of the family Hynobiidae (Amphibia: Caudata). *Acta ethologica*. 2015;18:243-253. doi: <https://doi.org/10.1007/s10211-015-0214-z>
25. Poyarkov NA. Filogeneticheskie svyazi i sistematika hvostatnyh amfibij semeystva uglozubov (Amphibia: Caudata, Hynobiidae) [Phylogenetic relationships and systematics of tailed amphibians of the salamander family (Amphibia: Caudata, Hynobiidae)]. CandSci. Dissertation, Biology]. Moscow; 2010. 290 p. In Russian
26. Poyarkov NA, Che J, Min MS, Kuro-O, Yan FLi, Iizuka K, Vieites DR. Review of the systematics, morphology and distribution of Asian Clawed Salamanders, genus *Onychodactylus* (Amphibia, Caudata: Hynobiidae), with the description of four new. *Zootaxa*. 2012;3465(1):1-106.

#### **Информация об авторах:**

**Ярцев Вадим Вадимович**, канд. биол. наук, и. о. заведующего, доцент кафедры зоологии позвоночных и экологии Биологического института Национального исследовательского Томского государственного университета, заведующий Зоологическим музеем Биологического института Национального исследовательского Томского государственного университета (Томск, Россия); доцент кафедры биологии и генетики Сибирского государственного медицинского университета (Томск, Россия).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7789-7424>

E-mail: [vadim\\_yartsev@mail.ru](mailto:vadim_yartsev@mail.ru)

**Евсеева София Сергеевна**, аспирант кафедры зоологии позвоночных и экологии Биологического института Национального исследовательского Томского государственного университета (Томск, Россия).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7644-8501>

E-mail: [sofiaewseewa@gmail.com](mailto:sofiaewseewa@gmail.com)

*Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.*

***Information about the authors:***

**Vadim V. Yartsev**, Cand.Sci. (Biol.), Acting Head of the Department of Vertebrate Zoology and Ecology, Assistant Professor of the Department of Vertebrate Zoology and Ecology, Head of the Museum of Zoology, Institute of Biology, Tomsk State University (Tomsk, Russian Federation); Assistant Professor of the Department of Biology and Genetics, the Department of Biomedicine, Siberian State Medical University (Tomsk, Russian Federation).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7789-7424>

E-mail: [vadim\\_yartsev@mail.ru](mailto:vadim_yartsev@mail.ru)

**Sofiya S. Evseeva**, Postgraduate student, Department of Vertebrate Zoology and Ecology, Institute of Biology, Tomsk State University (Tomsk, Russian Federation).

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-7644-8501>

E-mail: [sofiaewseewa@gmail.com](mailto:sofiaewseewa@gmail.com)

*The Authors declare no conflict of interest.*

*Статья поступила в редакцию 30.07.2024;  
одобрена после рецензирования 20.08.2024; принята к публикации 05.09.2024.*

*The article was submitted 30.07.2024;  
approved after reviewing 20.08.2024; accepted for publication 05.09.2024.*