

FSBIS SIBERIAN BRANCH OF THE RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES
FSBIS TUVINIAN INSTITUTE FOR EXPLORATION OF NATURAL RESOURCES
OF SIBERIAN BRANCH OF THE RUSSIAN ACADEMY OF SCIENCES

NATURAL RESOURCES, ENVIRONMENT AND SOCIETY

VOLUME 4

**TuviENR SB RAS
Kyzyl – 2023**

ФГБУН СИБИРСКОЕ ОТДЕЛЕНИЕ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
ФГБУН ТУВИНСКИЙ ИНСТИТУТ КОМПЛЕКСНОГО ОСВОЕНИЯ ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ
СИБИРСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК

ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ, СРЕДА И ОБЩЕСТВО

Выпуск 4

**ТувИКОП СО РАН
Кызыл – 2023**

UDK 550.34.06; 551.732.2; 574.5; 599.363 + 599.323; 574.3; 597.2/5

BBK 20.1 (2Poc. Tyв)

П 77

П 77 **NATURAL RESOURCES, ENVIRONMENT AND SOCIETY: ELECTRONIC SCIENTIFIC JOURNAL.**
VOLUME 4 (20) / Editor-in-Chief Candidate of sociological sciences T.M. Oydup (Access date: 2023). –
Kyzyl: TuvIENR SB RAS, 2023. – 74 p. – Free access: <http://tikopr-journal.ru/>.



ISSN 2658–4441

Editorial Board:

candidate of sociological sciences **T.M. Oydup** — Ch. Editor

candidate of geol.-min. sciences **A.A. Mongush** — Deputy of Chief Editor

Editors-in-Chief of the Sections:

candidate of geol.-min. sciences **S.G. Prudnikov** — Geology. Seismology. GIS

doctor of biological sciences **V.V. Zaika** — Ecology. Biodiversity

UDK: 550.34.06; 551.732.2; 574.5; 599.363 + 599.323; 574.3; 597.2/5

BBK 20.1 (2Poc. Tyв)

ISSN 2658–4441

© TuvIENR SB RAS, 2023
© Authors of the articles, 2023

УДК 550.34.06; 551.732.2; 574.5; 599.363 + 599.323; 574.3; 597.2/5

ББК 20.1 (2Рос.Тув)

П 77

П 77 **ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ, СРЕДА И ОБЩЕСТВО:** ЭЛЕКТРОННЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ. ВЫПУСК 4 (20)
/ Отв. ред. канд. социол. наук Т.М. Ойдул [Электрон. ресурс: 2023]. – Кызыл: ТувИКОПР СО РАН,
2023. – 74 с. – Режим доступа: <http://tikopr-journal.ru/>, свободный.



ISSN 2658–4441

Редакционная коллегия:

канд. социол. наук **Т.М. Ойдул** — гл. редактор
канд. геол.-мин. наук **А.А. Монгуш** — зам. гл. редактора

Ответственные редакторы по разделам:

канд. геол.-мин. наук **С.Г. Прудников** — Геология. Сейсмика. Гис
докт. биол. наук **В.В. Заика** — Экология. Биоразнообразие

Свидетельство Роскомнадзора Эл № ФС77–74341 от 19 ноября 2018 года

УДК: 550.34.06; 551.732.2; 574.5; 599.363 + 599.323; 574.3; 597.2/5

ББК 20.1 (2Рос.Тув)

ISSN 2658–4441

© ТувИКОПР СО РАН, 2023
© Авторы статей, 2023

СОДЕРЖАНИЕ [CONTENTS]

РАЗДЕЛ I

ГЕОЛОГИЯ. СЕЙСМИКА. ГИС
[GEOLOGY. SEISMOLOGY. GIS]

Кабанов А.А., Монгуш С.-С.С. ПРОГНОЗЫ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ КОСМИЧЕСКИХ СПУТНИКОВ [<i>Kabanov A.A., Mongush S.-S.S.</i> THE EARTHQUAKE FORECASTS USING SPACE SATELLITES]	6
Кунгурцев Л.В. ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ КАЗЫРСКОЙ ЗОНЫ ВОСТОЧНОГО САЯНА [<i>Kungurtsev L.V.</i> GEOLOGICAL STRUCTURE OF THE KAZYR ZONE OF THE EASTERN SAYAN].....	14

РАЗДЕЛ II

ЭКОЛОГИЯ. БИОРАЗНООБРАЗИЕ
[ECOLOGY. BIODIVERSITY]

Кирова Н.А., Ондар С.О. ВЛИЯНИЕ ОТХОДОВ УГЛЕДОБЫЧИ НА ЗООПЛАНКТОННОЕ СООБЩЕСТВО ВОДОЁМОВ БАСЕЙНА р. МЕЖЕГЕЙ (РЕСПУБЛИКА ТУВА) [<i>Kirova N.A., Ondar S.O.</i> IMPACT OF COAL MINING WASTE TO ZOOPLANKTON COMMUNITY FROM RESERVOIRS IN THE MEZHEGEY RIVER BASIN (REPUBLIC OF TUVA)].....	36
Макаров А.В., Куулар А.В., Сергазинова З.М. НАСЕЛЕНИЕ МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ СТЕПНОГО ЛАНДШАФТА ЦЕНТРАЛЬНО-ТУВИНСКОЙ КОТЛОВИНЫ [<i>Makarov A.V., Kuular A.V., Sergazinova Z.M.</i> THE POPULATION OF SMALL MAMMALS IN THE CONDITIONS OF THE STEPPE LANDSCAPE OF THE CENTRAL TUVA BASIN].....	43
Саая А.Д. ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ И ВИДОВОЙ СОСТАВ КРОВОСОСУЩИХ КОМАРОВ (CULICIDAE) В ТУВЕ [<i>Saaya A.D.</i> PRACTICAL SIGNIFICANCE AND SPECIES COMPOSITION OF BLOOD-SUCKING MOSQUITOES (CULICIDAE) IN TUVA]	52
Ховалыг Ч.А.-Х. ИСТОРИЯ ИХТИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ТУВЕ [<i>Khovalyg Ch.A.-Kh.</i> HISTORY OF ICHTHYOLOGICAL RESEARCH IN TUVA]	62
СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ [ABOUT THE AUTHORS]	73

РАЗДЕЛ I ГЕОЛОГИЯ. СЕЙСМИКА. ГИС [GEOLOGY. SEISMOLOGY. GIS]

УДК: 550.34.06

DOI: 10.24412/2658-4441-2023-4-6-13

А.А. КАБАНОВ, С.-С.С. МОНГУШ

Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов СО РАН (Кызыл, Россия)

ПРОГНОЗЫ ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЙ С ПОМОЩЬЮ КОСМИЧЕСКИХ СПУТНИКОВ

На основе анализа космических снимков со спутника Landsat-8 предпринята попытка выделения температурных предвестниковых (эпицентральных) аномалий поверхности Земли перед сильными ($K \geq 11,0$) землетрясениями на территории Республики Тыва в 2021 г. Рассмотрено несколько подходов к обработке и интерпретации снимков и анализу результатов. Теоретической основой алгоритмического обеспечения для обработки данных мониторинга землетрясений в информационной системе являются разработанные и обоснованные вычислительные схемы геометрического анализа пространственных данных и изображений с использованием шварлет-преобразования (Степанов, 2010).

Ключевые слова: Landsat-8, сенсоры, сигнал-шум, землетрясения, предвестники, космический мониторинг, космоснимки, зона, каталог, исследования.

Рис. 12. Табл. 1. Библ. 2 назв. С. 6–13.

A.A. KABANOV, S.-S.S. MONGUSH

Tuvinian Institute for Exploration of Natural Resources of SB RAS (Kyzyl, Russia)

THE EARTHQUAKE FORECASTS USING SPACE SATELLITES

An attempt was made to isolate temperature forerunners (epicentral) anomalies of the Earth's surface before strong ($K \geq 11.0$) earthquakes on the territory of the Republic of Tyva in 2021 based on the analysis of satellite images from the Landsat 8 satellite. Several approaches to the processing and interpretation of images and results' analysis are considered. The theoretical basis of algorithmic support for processing earthquake monitoring data in an information system is the developed and substantiated computational schemes for geometric analysis of spatial data and images using the shiarlet transform (Степанов, 2010).

Keywords: Landsat-8, sensors, signal-to-noise, earthquakes, forerunners, space monitoring, satellite images, zone, catalog, research.

Figures 12. Table 1. References 2. P. 6–13.

Центр передового опыта Геологической службы США по наблюдению за земными ресурсами и научной калибровке и валидации (Cal/Val) (ЕССОЕ) фокусируется на повышении точности, прецизионности, калибровки и качества продукции данных дистанционного зондирования, используя многолетний опыт геометрической и радиометрической калибровки и определения характеристик многомасштабных оптических систем. Команда ЕССОЕ Landsat Cal/Val постоянно отслеживает геометрические и радиометрические характеристики активных миссий Landsat и при необходимости

вносит коррективы в калибровку для поддержания качества данных на самом высоком уровне.

Наличие высокоточных и надёжных цифровых моделей рельефа (ЦМР) земной поверхности имеет решающее значение для ортотрансляции изображений Landsat, особенно в горных ландшафтах, где процесс ортотрансформирования является наиболее сложным.

Landsat-8 — американский спутник дистанционного зондирования Земли, восьмой в рамках программы Landsat (седьмой, выведенный на орбиту). Изначально назывался Landsat Data Continuity Mission (LDCM), создан совместно NASA и USGS. Выведен на орбиту 11 февраля 2013 г.

Landsat-8 получает изображения в видимом диапазоне волн, в ближнем и дальнем ИК (инфракрасное излучение), с разрешением снимков от 15 до 100 метров на точку. Производится съёмка суши и полярных регионов. В сутки снимается порядка 400 сцен (у предыдущего Landsat-7 было всего 250 сцен в день). Сенсоры OLI и TIRS имеют более высокое отношение сигнал-шум (SNR) и позволяют снимать до 12 бит на точку.

Набор инструментов Operational Land Imager (OLI) является основным на спутнике. Создан в рамках контракта NASA в компании Ball Aerospace. OLI использует подход, ранее опробованный на экспериментальном спутнике NASA, EO-1 (инструмент Advanced Land Imager). В OLI используется схема pushbroom, тогда как в более ранних аппаратах Landsat использовалась схема whiskbroom. В схеме pushbroom используются длинные линейные массивы фотодатчиков, снимающие сразу всю ширину поля зрения спутника — 185 км, тогда как в whiskbroom использовались небольшое количество фотоприёмников и дополнительное сканирующее зеркало.

Инструмент Thermal InfraRed Sensor (TIRS) был создан в центре NASA Goddard Space Flight Center и предназначен для получения изображений в дальнем ИК. В фокальной плоскости TIRS установлены фотодатчики Quantum Well Infrared Photodetector (QWIP) на базе GaAs. Инструмент TIRS использует тот же принцип получения изображений pushbroom, что и OLI, и также имеет полосу обзора в 185 км. Получение изображений происходит в двух каналах (10 и 11), которые совместно работают в том же диапазоне, что и канал TIR на более ранних спутниках программы Landsat. Из-за того, что решение о добавлении TIRS в состав Landsat-8 принималось относительно поздно и для упрощения проектирования, TIRS имеет запланированное время работы три года.

В качестве анализируемых сейсмических событий были взяты пять землетрясений 2021 года $K \geq 11$ (табл. 1).

Таблица 1. Землетрясения $K \geq 11$, зарегистрированные на территории Республики Тыва в 2021 г.

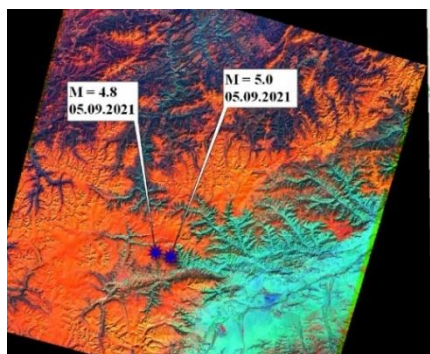
DATE	LAT	LON	H	MS	K
13.01.2021 10:06:45	51.80	98.30	15	4.0	11.2
21.02.2021 01:37:09	52.20	97.20	15	5.7	14.2
21.02.2021 01:39:04	52.21	97.21	15	5.2	13.4
05.09.2021 07:10:09	51.39	89.82	15	5.0	13.0
05.09.2021 07:44:53	51.40	89.69	15	4.8	12.6

Примечание. LAT — северная широта; LON — восточная долгота; H — глубина, км; MS — магнитуда; K — энергетический класс.

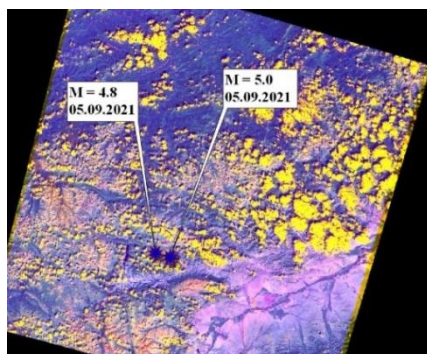
Анализ выполнялся по выделенным зонам повышенной сейсмической активности (три зоны, рис. 1–6).

ЗОНА 1

DATE	LAT	LON	H	MS	K
05.09.2021 07:10:09	51.39	89.82	15	5.0	13.0
05.09.2021 07:44:53	51.40	89.69	15	4.8	12.6

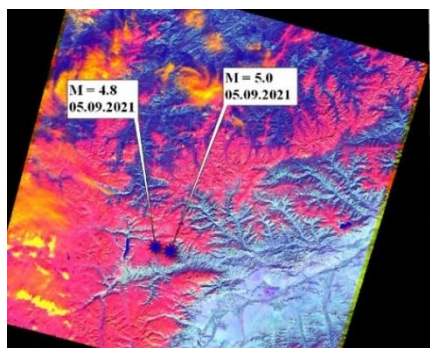


а

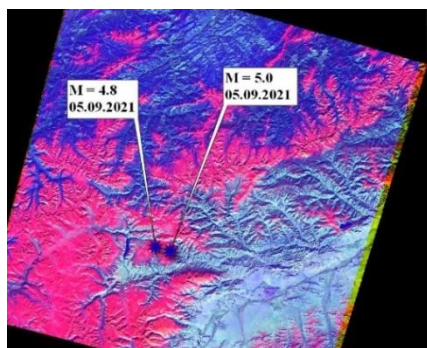


б

Рисунок 1. Космоснимки перед землетрясением 27.03.2021 (а) и 02.08.2021 (б)



а

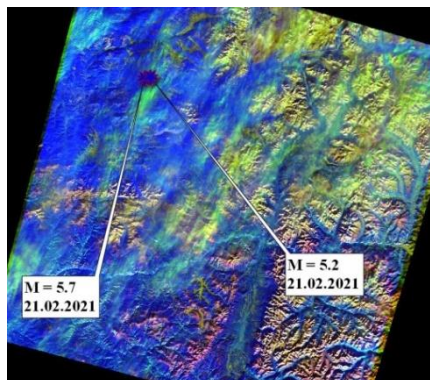


б

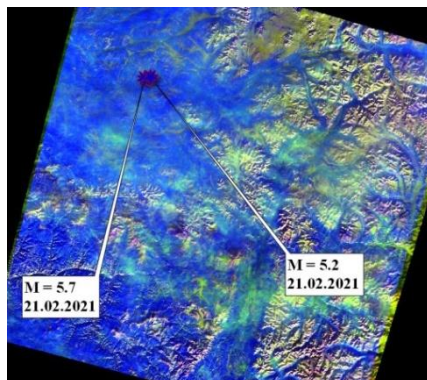
Рисунок 2. Космоснимки после землетрясения 05.10.2021 (а) и 23.10.2021 (б)

ЗОНА 2

DATE	LAT	LON	H	MS	K
21.02.2021 01:37:09	52.20	97.20	15	5.7	14.2
21.02.2021 01:39:04	52.21	97.21	15	5.2	13.4

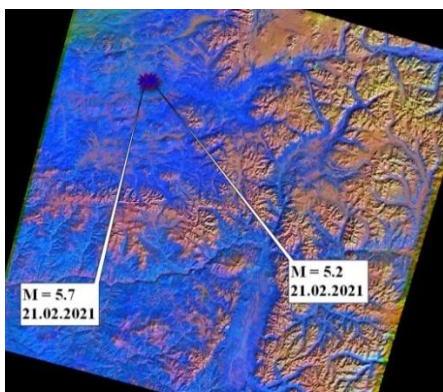


а

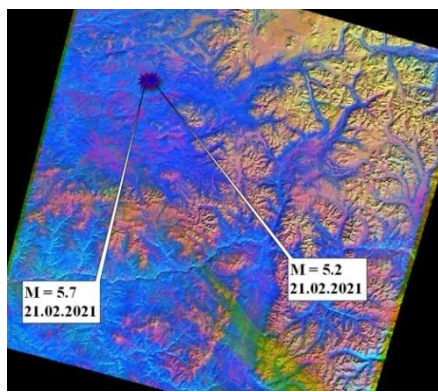


б

Рисунок 3. Космоснимки перед землетрясением 02.12.2020 (а) и 03.01.2021 (б)



а

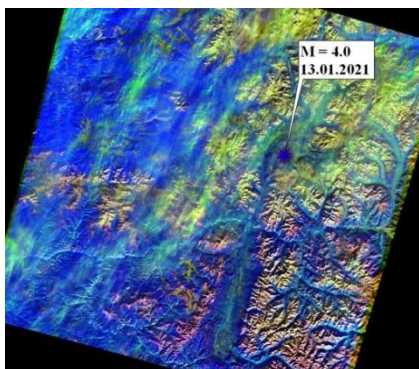


б

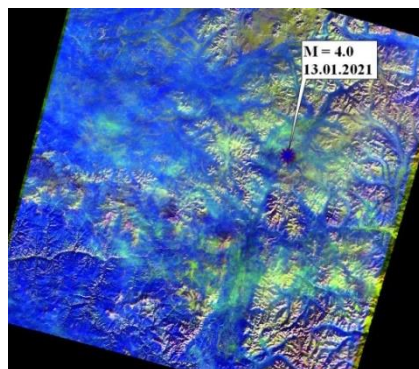
Рисунок 4. Космоснимки после землетрясения 08.03.2021 (а) и 24.03.2021 (б)

ЗОНА 3

DATE	LAT	LON	H	MS	K
13.01.2021 10:06:45	51.80	98.30	15	4.0	11.2

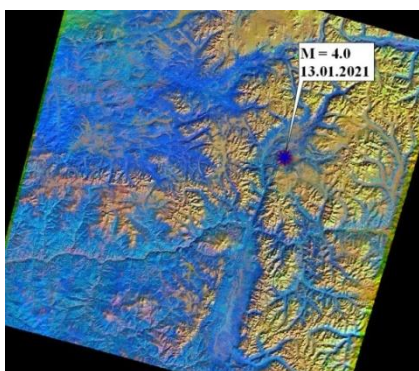


а

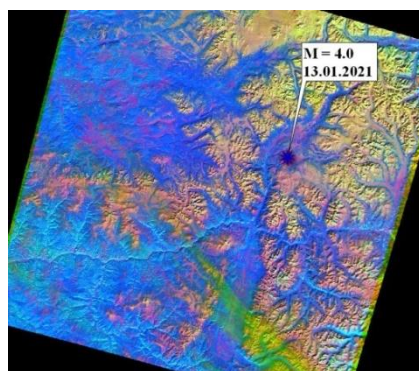


б

Рисунок 5. Космоснимки перед землетрясением 02.12.2020 (а) и 03.01.2021 (б)



а



б

Рисунок 6. Космоснимки после землетрясения 08.03.2021 (а) и 24.03.2021 (б)

Также очень сильное влияние при обработке оказывала облачность (очень мало снимков с малой облачностью), что затрудняло подборку материала и даже его анализ и интерпретацию.

Далее, для выделения неоднородностей на космоснимках ИК диапазона, проведём контрастирование посредством фиолетово-преобразования (алгоритм дискретного фиолетово-преобразования).

В рамках решения нашей задачи будем использовать алгоритма быстрого дискретного фиолетово-преобразования (Hauser: эл. ресурс) для выделения значимой частоты, соответствующей выделенной геометрической особенности изучаемого геообъекта. Предложенный способ применения алгоритма позволяет повысить точность выделения контуров и визуальное качество изображений изучаемых объектов.

На *рисунках 7–12* после обработки космоснимков быстрым дискретным фиолетово-преобразованием мы видим особенности спектров, которые могут быть предвестниками подготовки этих ощутимых землетрясений.

ЗОНА 1

DATE	LAT	LON	H	MS	K
05.09.2021 07:10:09	51.39	89.82	15	5.0	13.0
05.09.2021 07:44:53	51.40	89.69	15	4.8	12.6

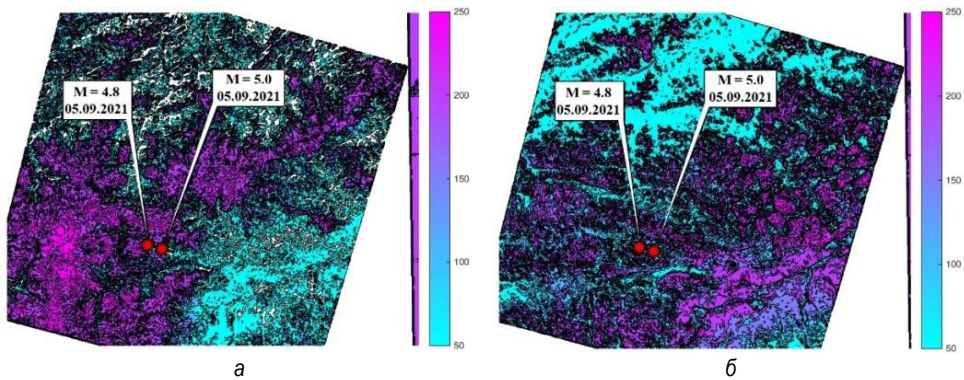


Рисунок 7. Космоснимки перед землетрясением 27.03.2021 (а) и 02.08.2021 (б)

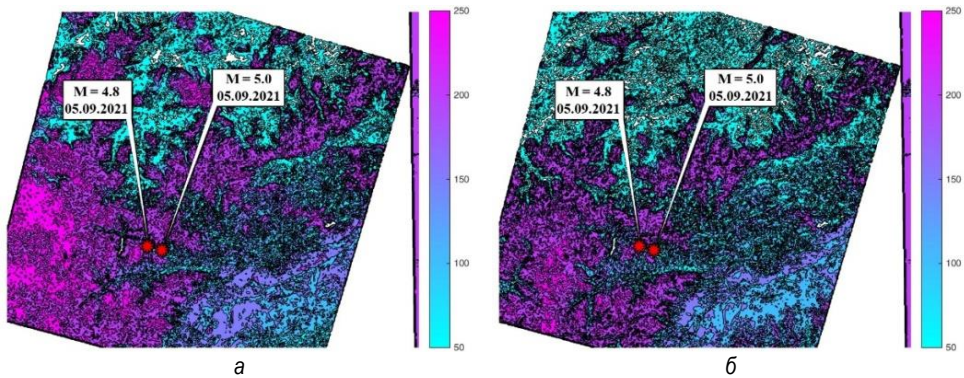


Рисунок 8. Космоснимки после землетрясения 05.10.2021 (а) и 23.10.2021 (б)

Анализируя рисунки 7–8 мы видим, что в районе эпицентров землетрясений за месяц до возникновения землетрясений (рисунок 7 б) исчезает температурная аномалия в диапазоне частот 150–200, а месяц спустя снова появляется.

ЗОНА 2

DATE	LAT	LON	H	MS	K
21.02.2021 01:37:09	52.20	97.20	15	5.7	14.2
21.02.2021 01:39:04	52.21	97.21	15	5.2	13.4

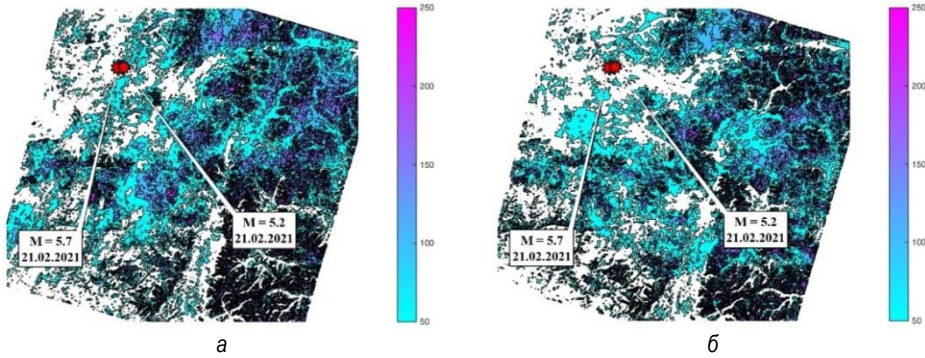


Рисунок 9. Космоснимки перед землетрясением 02.12.2020 (а) и 03.01.2021 (б)

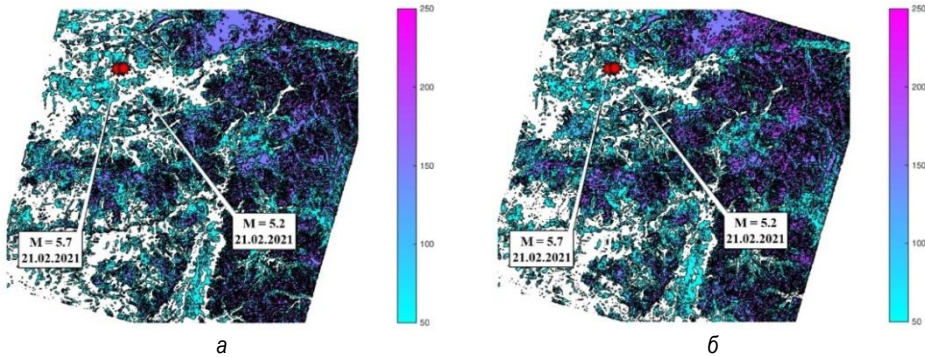


Рисунок 10. Космоснимки после землетрясения 08.03.2021 (а) и 24.03.2021 (б)

Анализируя рисунки 9 и 10 мы видим, что в районе эпицентров землетрясений до возникновения землетрясений (см. рис. 9) диапазон частот менее 50, тогда как после реализации этих землетрясений (см. рис. 10) в очаговой зоне появляется окрас диапазона частот 50–100.

ЗОНА 3

DATE	LAT	LON	H	MS	K
13.01.2021 10:06:45	51.80	98.30	15	4.0	11.2

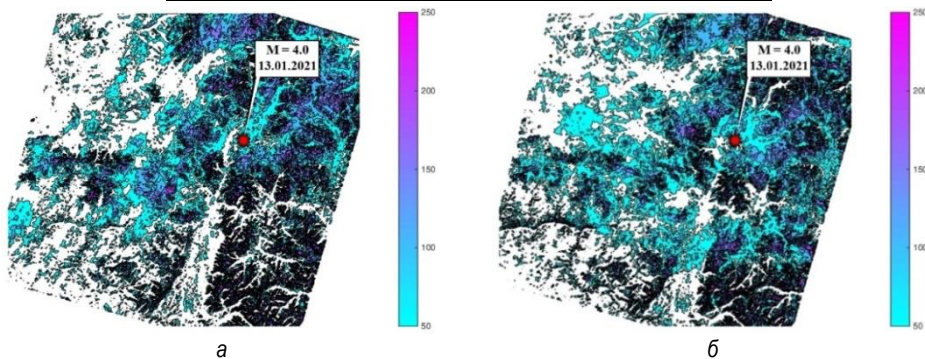


Рисунок 11. Космоснимки перед землетрясением 02.12.2020 (а) и 03.01.2021 (б)

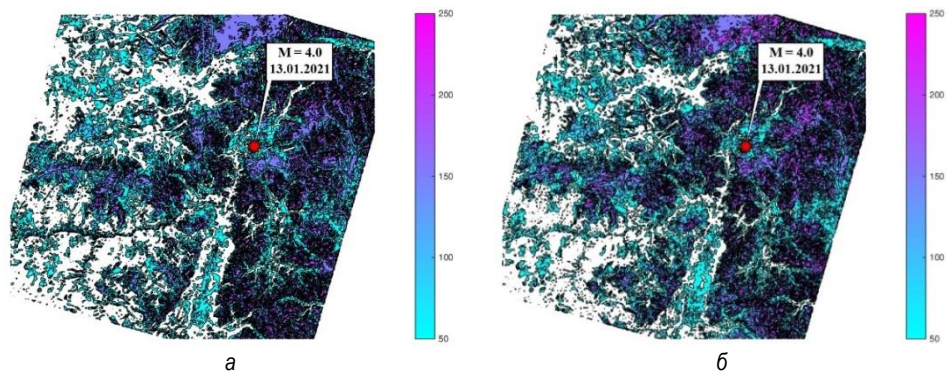


Рисунок 12. Космоснимки после землетрясения 08.03.2021 (а) и 24.03.2021 (б)

Так же, как и в предыдущем случае, на рисунках 11–12 мы видим, что в районе эпицентров землетрясений до возникновения землетрясений (см. рис. 11) диапазон частот ниже (от 50 до 100), чем после реализации землетрясений (см. рис. 12). В очаговой зоне появляется окрас диапазона частот 100–150.

Результатом исследований предвестников землетрясений является оценка возможных землетрясений, которая в т. ч. может быть представлена и в картографическом виде. Рассмотрены теоретические аспекты мониторинга землетрясений. На сегодняшний день наибольшее развитие получило картографирование произошедших землетрясений и их характеристик, долгосрочных прогнозов, а также сейсмическое районирование.

Таким образом, космические системы мониторинга открыли возможность непрерывно и оперативно наблюдать за сейсмоопасными регионами и возникающими в них аномалиями. Такие отклонения наблюдаются в различных сферах — земной коре, атмосфере и магнитном поле Земли.

На данный момент исследовано более 200 признаков, которые могут указывать на предстоящее землетрясение. Однако ни один из них не может считаться полностью надёжным. Применение различных признаков вместе иногда позволяет достичь прогнозирования землетрясений, то есть определить место, время и силу происходящего события.

В проделанной работе по сопоставлению космоснимков в красном и ИК диапазонах в период до и после землетрясений особых результатов не принёс — чётких корреляций по локальным изменениям температуры поверхности Земли в исследуемых зонах не наблюдались. Аномалии температур присутствуют, однако надёжно утверждать, что они связаны с подготовкой относительно сильных землетрясений, не получается. Наиболее глобальные (на больших территориях) изменения также присутствуют, но они, скорее всего, связаны именно с климатическими изменениями температуры приповерхностного слоя атмосферы, включая верхние поверхности Земли.

В ходе изучения после проведения описанных выше исследований, были найдены алгоритмы исключения климатических (погодных) аномалий на космоснимках, что позволит далее учитывать данный параметр и более надёжно выделять локальные аномалии температурных изменений на космоснимках.

В связи с тем, что известные сегодня предвестники землетрясений не позволяют с приемлемой точностью рассчитывать все три параметра возможного землетрясения: дату, место и магнитуду, необходим комплексный подход в их выборе для разработки оценки возможных землетрясений. Этот подход должен в комплексе учитывать предвестники различной природы — химические, деформационные, тепловые, ионосферные, облачные и др., и тем самым повышать точность оценки возможных землетрясений.

Подводя итоги проделанной работы, можно сказать, что локальные температурные аномалии по снимкам космического мониторинга (в красном и ИК диапазонах)

после обработки быстрым дискретным шиарлет-преобразованием присутствуют в явном виде. При разных событиях они отличаются друг от друга, однако они наблюдаются.

Для получения надёжного результата необходимы дальнейшие исследования с большим количеством (каталогом) ощутимых землетрясений и также с использованием других алгоритмов шиарлет-преобразований.

ЛИТЕРАТУРА

Степанов И.В. Использование дистанционного зондирования Земли для прогнозирования землетрясений // Вестн. МГУ. Серия 5: География [Электрон. ресурс]. – 2010. – № 5. – С. 19–24. – Режим доступа: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-distantsionnogo-zondirovaniya-zemli-dlya-prognozirovaniya-zemletryaseniy>; https://elibrary.ru/download/elibrary_15570456_34751870.pdf, свободный (дата обращения: 03.07.2023).

Hauser S. Fast Finite Shearlet Transform [Электрон. ресурс]. – Режим доступа: <https://archive.org/details/axiv-1202.1773>, свободный.

REFERENCES

Stepanov I.V. Ispol'zovaniye distantsionnogo zondirovaniya Zemli dlya prognozirovaniya zemletryaseniy [Using remote sensing of the Earth to predict earthquakes]. *Vestnik MGU = Bulletin of Moscow State University*. Episode 5: Geography, 2010, no.5, pp.19–24. Available at: <https://cyberleninka.ru/article/n/ispolzovanie-distantsionnogo-zondirovaniya-zemli-dlya-prognozirovaniya-zemletryaseniy>; https://elibrary.ru/download/elibrary_15570456_34751870.pdf (access date: 03.07.2023). (In Russ.)

Hauser S. Fast Finite Shearlet Transform. Available at: <https://archive.org/details/axiv-1202.1773>.

Л.В. КУНГУРЦЕВ

Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН (Новосибирск, Россия)

ГЕОЛОГИЧЕСКОЕ СТРОЕНИЕ КАЗЫРСКОЙ ЗОНЫ ВОСТОЧНОГО САЯНА

В статье даётся описание геологического строения Казырской зоны Восточного Саяна, разделяющей структуры Протеро- и Кембросаяна. Описание базируется на авторском варианте крупномасштабной литолого-стратиграфической геологической карты центральной части Казырской зоны, учитывающей биостратиграфические данные и геодинамическую интерпретацию комплексов выполнения зоны и прилегающих структур. Обосновывается венд-раннекембрийский возраст слагающих зону отложений, что увязывается с геодинамической интерпретацией Казырской зоны как задугового бассейна Северо-Саянской палеоостровной дуги. Тыловой структурой задугового бассейна была окраина Дербинского террейна, выполненная вендскими осадочными комплексами.

Ключевые слова: Казырская зона, Восточный Саян, Северо-Саянская палеоостровная дуга, задуговый бассейн, биостратиграфия кембрия, палеогеографические реконструкции.

Рис. 3. Прил. 1. Библ. 29 назв. С. 14–35.

L.V. KUNGURTSEV

V.S. Sobolev Institute of Geology and Mineralogy of SB RAS (Novosibirsk, Russia)

GEOLOGICAL STRUCTURE OF THE KAZYR ZONE OF THE EASTERN SAYAN

The article describes the geological structure of the Kazyr zone of the Eastern Sayan, separating the Protero- and Kambrosayan structures. The description is based on the author's version of a large-scale lithological-stratigraphic geological map of the central part of the Kazyr zone, considering into account biostratigraphic data and geodynamic interpretation of the complexes of the zone and adjacent structures. The Vendian-Early Cambrian age of the sediments composing the zone is substantiated, which is consistent with the geodynamic interpretation of the Kazyr zone as a back-arc basin of the North Sayan paleo-island arc. The rear structure of the back-arc basin was the margin of the Derba terrane, filled with Vendian sedimentary complexes.

Keywords: Kazyr zone, Eastern Sayan, North Sayan paleo-island arc, back-arc basin, Cambrian biostratigraphy, paleogeographic reconstructions.

Figures 3. Annex 1. References 29. P. 14–35.

ВВЕДЕНИЕ. Казырская зона расположена на юго-западе Восточного Саяна между структурами Протеросаяна, представленного Дербинским террейном на северо-востоке и структурами Кембросаяна, представленного Северо-Саянской палеоостровной дугой на юго-западе (рис. 1, прил. 1). В основании зоны залегает карбонатно-кристаллосланцевая жайминская (магдаская) свита, перекрытая терригенно-карбонатными породами кижихемской свиты, а верхи разреза сложены терригенно-карбонатно-вулканогенной толщей таёжноказырской свиты (Кунгурцев и др., 1989; Богнибова и др., 1990, 1991; Обновлённые... , 2007). Интрузивный магматизм в зоне представлен почти исключительно массивами титано- и платиноносных расслоенных габброидов казырского комплекса. Максимум магматизма в Казырской зоне приходится на вторую половину раннего кембрия (Берзин, Кунгурцев, 1996). Орогенный этап развития зоны представлен осиновской карбонатно-терригенной, часто грубообломочной, свитой, слагающей серию тектонических клиньев на границе с Северо-Саянской палеоостровной дугой.

В геодинамическом плане структуры зоны интерпретируются как задуговой бассейн Северо-Саянской палеоостровной дуги (Kungurtsev, Berzin, 1994; Берзин, Кунгурцев, 1996; Обновлённые..., 2007)

В статье приводится крупномасштабная геологическая карта центральной части Казырской зоны, составленная по результатам полевых работ, проводившихся в течении пяти полных полевых сезонов 1984–1988 гг. экспедиционным отрядом СНИИГГиМСа в составе автора и Т.А. Ковязиной с участием В.М. Исакова в 1984 г. и Р.Т. Богнибовой в 1987–1988 гг. Результаты этих работ позволили уточнить стратиграфическую последовательность и возраст слагающих Казырскую зону комплексов пород, а также внести коррективы в тектоническое строение региона. Основные результаты работ были изложены в (Кунгурцев и др., 1989; Богнибова и др., 1990, 1991; Берзин, Кунгурцев, 1996; Обновлённые..., 2007).

КРАТКИЙ ОБЗОР ПРОБЛЕМЫ. Первые исследователи региона: А.Я. Булынников, А.Г. Вологдин, Ф.А. Головачёв, В.Г. Дитмар считали слагающие зону отложения раннепалеозойскими. По результатам же среднемасштабного картирования (Стамборовский, Пятов, 1976) нижняя, кристаллосланцевая толща зоны отнесена к жайминской свите среднего протерозоя, а карбонатно-вулканогенно-терригенная толща, по сходству литологического состава и структурного положения, была сопоставлена с кувайской серией и овсянковской свитой северо-восточного крыла Дербинского террейна. На основании этого сопоставления и находок онколитов *Osagia libidinosa* Z. Zhur возраст её был принят позднерифейским. По мнению указанных авторов, кувайская серия согласно надстраивает подстилающие отложения кристаллосланцевой жайминской свиты, а последняя «совершенно» согласно залегает на графитистых мраморах дербинской свиты. Авторы соседнего с востока среднемасштабного листа (Фомин и др., 1968, с. 16) описывая кувайскую серию не исключают возможность её нижнекембрийского возраста, «...т.к. она имеет много общего по составу с терригенно-эффузивными образованиями хамсаринской толщи, развитыми непосредственно к югу от описываемого района».

Иркутскими геологами на рассматриваемой территории выделена ашкасокская серия, состоящая из магдаской (аналог жайминской, каменской) и ортинской (аналог урманской и манской) свит рифейского возраста, а вулканогенные породы бахтинской свиты (мощностью до 1900 м) отнесены к субвулканическому шиндинскому комплексу кембрийского возраста (Федотов и др., 1982 *ф.*). Аналогично позднерифейский возраст описываемых отложений оставлен и на мелкомасштабной карте третьего поколения (Галимова и др., 2012). Некоторые исследователи относят отложения зоны к раннему протерозою (Сезько, 1988).

Приведённый набор разногласий не был решён при подготовке среднемасштабной карты нового поколения на данную территорию (Беззубцев и др., 2013):

1. Отложения жайминской свиты среднего протерозоя по (Стамборовский, Пятов, 1976) авторы отнесли к кувайской серии позднего протерозоя, мотивируя это упреждением жайминской свиты в стратотипе. А на участке развития наиболее метаморфизованных пород жайминской свиты на водоразделе Левого и Таёжного Казыра авторы выделили новое подразделение — левоказырскую толщу раннего протерозоя.
2. Несмотря на многочисленные находки органических остатков кембрийского возраста на 17-ти стратиграфических уровнях на всей территории центральной части Казырской зоны, что позволило сделать вывод о венд-раннекембрийском возрасте слагающих зону отложений (Кунгурцев и др., 1989; Богнибова и др., 1990, 1991; Обновлённые..., 2007) на среднемасштабной карте (Беззубцев и др., 2013), большая часть образований Казырской зоны оставлена в составе кувайской серии позднего рифея, а участки, где обнаружена скелетная кембрийская фауна, выделены из непрерывного разреза в локальные структуры венд-кембрийского

или кембрийского возраста с тектоническими или несогласными границами.

3. Структура зоны предыдущими исследователями трактовалась в виде моноклинали с омоложением пород от Протеросаяна в сторону Кембросаяна (моноклираль хребтов Вали и Прямого (Стамборовский, Пятов, 1976; Федотов и др., 1982) или как асимметричная грабен-синклиналь (Богнибова и др., 1991)). На среднемасштабной карте Казырская зона выделена в Киж-Хемскую синклиналь, как пограничная структура с нижнепротерозойской складчатой системой. Она «...осложнена многочисленными разрывными нарушениями, в результате стратифицированные отложения между собой, за редким исключением, имеют тектонические контакты и представляют, в укрупнённом плане, тектонический меланж» (Беззубцев и др., 2013, с. 79–80).
4. С учётом последних данных о вендском возрасте терригенно-карбонатных отложений Дербинского террейна (Горохов и др. 2016, Ножкин и др., 2018), получается, что структурно Казырская зона в трактовке (Беззубцев и др., 2013) является горст-антиклинорием, где обнажаются наиболее древние, рифейские, породы района.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ. По результатам детального картирования Казырская зона представляет собой пакет крутопадающих, вытянутых в северо-западном направлении блоков (пластин), образующих сложнопостроенную асимметричную грабен-синклинальную структуру линейного типа, а не моноклираль. Разломы, разделяющие блоки, имеют падение от центра зоны, т. е. вся структура представляет собой рамповую грабен-синклиналь — Казырский рамп (рис. 1, 2, прил. 1). Образующие пакет блоки обладают автономным строением и составом, что затрудняет корреляцию слагающих их отложений. От Дербинского террейна зона отделена Казырским (Восточно-Саянским) разломом, по которому комплексы Дербинского террейна надвинуты на структуры зоны. Складчатая структура зоны представлена крупными складками, вытянутыми на северо-запад, с крутыми углами падения пород и на всей площади осложнена многочисленными разрывными нарушениями с преобладающей северо-западной и субширотной ориентировкой.

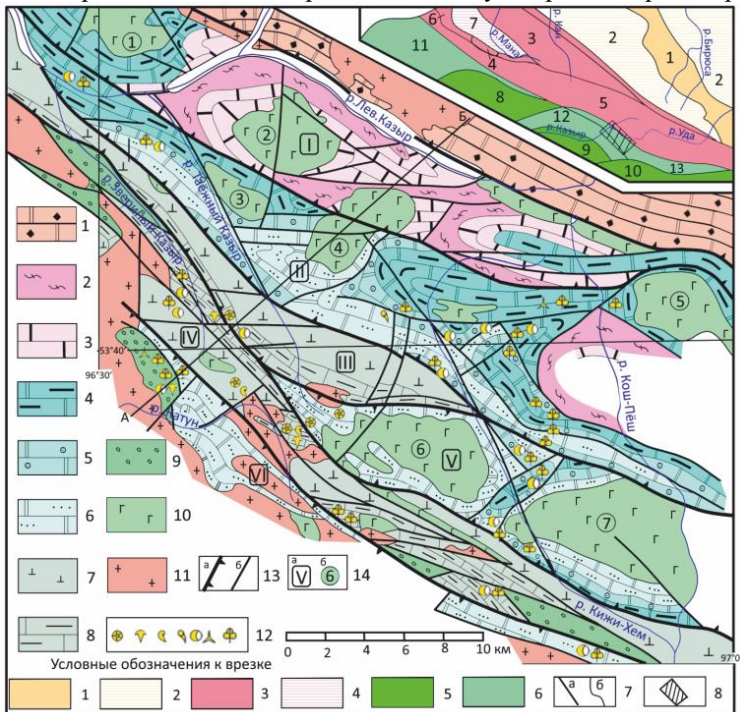


Рисунок 1. Схема геологического строения центральной части Казырской зоны Восточного Саяна

Условные обозначения к рис. 1

1 — дербинская свита (Vdr): крупнокристаллические графитистые мраморы; 2–3 — жайминская (магдасская) свита ($V_2\check{g}m$): 2 — нижняя подсвита: кристаллические сланцы, прослои мраморов, 3 — верхняя подсвита: силикатно-карбонатные породы; 4–6 — кижихемская свита ($\check{C}_1k\check{g}$): 4 — нижняя подсвита: тёмноокрашенные известняки, доломиты, с прослоями кремнистых пород, покровами базальтоидов, 5 — средняя подсвита: светлоокрашенные известняки, доломиты онколитовые 6 — верхняя подсвита: известняки и доломиты с терригенно-туфогенной примесью, покровы базальтоидов; 7–8 — таёжноказырская свита ($\check{C}_1t\check{g}$): 7 — диабазы, диабазовые, базальтовые и андезитовые порфириды, их туфы, алоэффузивные сланцы, 8 — чёрные известняки с прослоями терригенных и туфогенных пород, светлые рифовые известняки, хлоритовые, серицит-хлоритовые и кремнисто-глинистые сланцы с прослоями песчаников, конгломератов; 9 — осиновская свита (\check{C}_3Oos): конгломераты, гравелиты, песчаники, алевролиты, глинистые сланцы, известняки, доломиты с прослоями кремней, покровы эффузивов различного состава, их туфы; 10 — массивы расслоенных габброидов условно казырского комплекса; 11 — интрузивные породы среднего, кислого и щелочного состава различного возраста; 12 — местоположение находок органических остатков: трилобитов, археоциат, брахиопод, хиолитов, срезов скелетной органики, спикул губок, известковых водорослей; 13 — разломы, разделяющие блоковые структуры (а) и второстепенные, осложняющие (б); 14 — номера тектонических блоков (а): I — хр. Безымянный, II — Казырский, III — хр. Прямой, IV — Верхнекатунский, V — Демер-Тайгинский, VI — Кембросаянский и (б) массивов расслоенных габброидов: 1 — Сокол, 2 — Безымянный, 3 — Таёжно-Казырский, 4 — Заоблачный, 5 — Мус-Дагский, 6 — Мунгашский, 7 — Демер-Тайгинский. Линия А–Б показывает разрез, представленный на рисунке 2.

НА ВРЕЗКЕ: район исследований на структурной схеме по (Берзин, Кунгурцев, 1996, Ножкин и др., 2018)

1–2: Сибирская платформа: 1 — докембрийские комплексы Присаянского выступа фундамента, 2 — фанерозойский чехол; 3–4 — протерозойские структуры Восточно-Саянского звена аккреционного пояса платформы: 3 — Канский (3), Арзыбейский (4), Дербинский (5) блоки, Кувайская зона (6), 4 — венд-раннепалеозойский чехол пояса: Манский прогиб (7); 5–6 — венд-раннепалеозойские субдукционные структуры: 5 — магматических островных дуг: Кембросаянской (8), Северо-Саянской (9), Хамсаринской (10), 6 — задуговых бассейнов: Беллыкско-Сисимского (11), Копь-Китатского (12), Казырского (13); 7 — геологические границы: а — разломы, б — прочие; 8 — контуры района исследований.

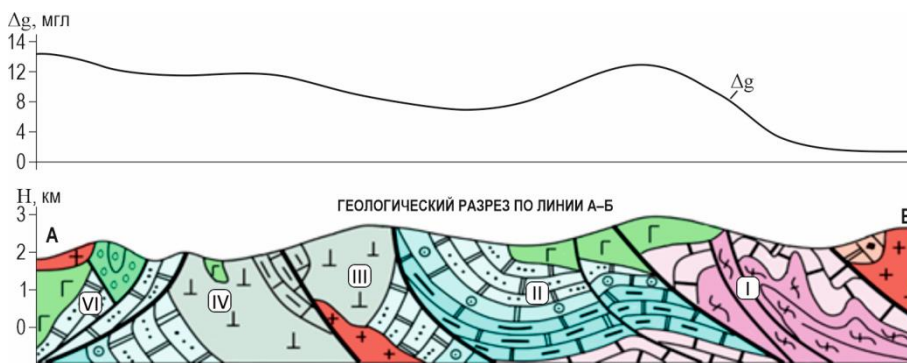


Рисунок 2. Принципиальный разрез Казырской зоны согласованный с аномальным гравитационным полем (уровень условный)

Условные обозначения см. на рис. 1.

Наиболее древними образованиями в районе исследований являются высокометаморфизованные терригенно-карбонатные породы дербинской свиты, входящие в осадочный чехол Дербинского террейна. На рассматриваемой территории отложения дербинской свиты нами картировались северо-восточнее Казырского разлома в верховьях рр. Лев. Казыр и Чело-Монго (см. рис. 1, прил. 1), где представлены крупнокристаллическими, сероводородистыми графитистыми мраморами, плагиогнейсами, кварцитами, амфибол-биотит-плаггиоклазовыми

сланцами и кремнисто-карбонатными слоистыми породами, смятыми в складки от линейных изоклинальных до простых протяжённостью несколько км. Для разреза по р. Чело-Монго характерно ритмичное переслаивание пород, что определяет типично флишевый характер осадконакопления. Зона Казырского разлома представлена крупноглыбовой брекчией из мраморов, кремнисто-карбонатных слоистых пород, гранитов и габбро в карбонатном матриксе в виде обтекающего обломки брекчией известняка с псевдослойками из мелких угловатых обломков кварца.

В разрезе непосредственно Казырской зоны участвуют три согласно залегающие свиты (снизу вверх): жайминская (магдасская) — карбонатно-кристаллосланцевая, кижихемская — карбонатная и таёжноказырская — сланцево-карбонатно-вулканогенная. В пограничных структурах с Северо-Саянской палеодугой закартировано несколько тектонических клиньев, выполненных карбонатно-терригенными, часто грубообломочными отложениями осинонской свиты орогенного этапа развития структур зоны.

Жайминская (магдасская) свита ($V_2\dot{g}m$) картируется в двух северо-восточных блоках (I и II, см. рис. 1, 2), где её образования слагают основание разреза Казырской зоны. Терригенно-карбонатные отложения свиты образуют достаточно простые, вытянутые в северо-западном направлении синклинали, к ядерным частям которых часто приурочены массивы расслоенных габброидов (габбро-сланцевые мульды по (Сезько, 1975)). По литологическому составу свита подразделяется на две подсвиты. Нижняя слагает крылья синклинали и представлена монотонным чередованием (флишеподобная текстура) кварц-плагиоклаз-биотитовых, кварц-плагиоклаз-амфиболовых и кварц-плагиоклаз-серицитовых тонкополосчатых микрокристаллических сланцев с прослоями кварцитов и микрокварцитов, а также серицит-углеродисто-кремнистых, нередко уран-молибден-ванадиеносных сланцев с характерным запахом и жёлто-оранжевыми корками выветривания, карбонатно-силикатных пород и мраморов, плагиогнейсов и амфиболитов. Полосчатость обусловлена различием в зернистости пород и содержанием темноцветов. Количество карбонатных прослоев вверх по разрезу постепенно увеличивается. Вскрытая мощность подсвиты в блоке I составляет на юго-востоке 900 м, увеличиваясь на северо-запад блока до 1125 м. Положение пород подсвиты в разрезе показано на рисунке 3.

Разрез по последнему правому притоку р. Таёжный Казыр в сторону Безымянного массива представлен следующими породами. В устье ручья обнажается:

1. Кремнисто-сланцевая со слюдой ритмично-слоистая пачка переслаивающаяся с чёрными углисто-кремнистыми сланцами. Породы насыщены сульфидной сыпью, чёрные сланцы обохрены и покрыты жёлто-оранжевыми корками выветривания. Встречаются прослои кварцитов и линзы чёрных слюдистых амфиболитов — 350 м.
2. Кварциты массивные, мелкозернистые с линзами микрокварцитов, переслаивающиеся со слюдистыми кристаллическими сланцами, содержащими линзы и прослои плагиогнейсов и амфиболитов — 50 м.
3. Кристаллические сланцы с прослоями кварцитов и прослоем чёрных углисто-кремнистых сланцев мощностью 5 м — 40 м.
4. Кварциты серые и тёмно-серые, мелкозернистые с линзами амфиболитов, переслаивающиеся с чёрными тонкослоистыми углисто-кремнистыми сланцами. Все породы насыщены сульфидами — 50 м.
5. Кремнисто- слюдистые тонкослоистые породы с прожилками кальцита — 10 м.
6. Переслаивание тонкоплитчатых углисто-кремнистых сланцев с обильной сульфидной сыпью и оранжево-жёлтыми корками выветривания с кремнисто-слюдистыми сланцами и микрокварцитами — 30 м.
7. Серые кристаллические сланцы с линзами амфиболитов и прослоями пльчатых плагиогнейсов — 50 м.
8. Задернованный участок с редкими выходами слюдистых кварцитов — 40 м.

9. Тонкослоистые, волнистослоистые с линзовидной текстурой кремнисто-слюдистые породы — 80 м.
10. Переслаивание кристаллических слюдястых сланцев с кварцитами. В конце интервала прослой (15 м) чёрных углисто-кремнистых сланцев с желто-оранжевыми корками выветривания. Вверх по разрезу в породах увеличивается количество карбонатного материала — 120 м.
11. Мраморизованные, мелкокристаллические серые известняки, переслаивающиеся с карбонатно-слюдистыми сланцами — 30 м.
12. Задерновано, но в середине интервала коренной выход (5 м) кремнисто-слюдистых сланцев с линзами амфиболитов — 55 м.
13. Полосатая (матрацевидная) толща переслаивания плагиогнейсов, серых кварцитов и чёрных кремнистых сланцев — 130 м.
14. Задерновано — 30 м.
15. Тонкослоистые кремнисто-карбонатные породы с прослоями чёрных углисто-глинистых сланцев, в конце интервала — амфиболитов и хлорит-амфиболовых сланцев — 60 м.

Общая мощность приведённого разреза 1125 м.

СИСТЕМА	ОТДЕЛ	ЯРУС	СВИТА	ИНДЕКС	РАЗРЕЗ	МОЩНОСТЬ	ХАРАКТЕРИСТИКА ПОРОД И ОПРЕДЕЛЁННЫЕ ОРГАНИЧЕСКИЕ ОСТАТКИ
КЕМБРИЙ	нижний	Ботомский-Тайонский таёжноказарская	осиновская	C ₃ -O _{0x}		1200	Конгломераты, песчаники, алевролиты, глинистые, кремнистые, серицит-хлоритовые сланцы, известняки, эффузивы разного состава. Водоросли: <i>Hedstroemia</i> sp., <i>Ortonella</i> sp., <i>Rothpletzella</i> sp., <i>Renalcis</i> sp., <i>Subtiphora</i> sp., <i>Girvanella</i> sp., трилобиты плохой сохранности, срезы скелетной органики (брахиопод, гастропод, остракод, фораминифер), спикулы одно- и трёхлучевых губок
						2350–2980	Эффузивы основного состава, их туфы, известняки с прослоями терригенных и туфогенных пород, хлоритовые, серицит-хлоритовые и кремнисто-глинистые сланцы с прослоями песчаников, конгломератов, покровами базальтоидов. Археоциты: <i>Archaeocyathus kuznini</i> (Vol.), <i>A.</i> sp., <i>Protopharetra</i> sp., <i>Dicryocyathus</i> sp., <i>Syringocyena</i> sp., обломки археоцитат сем. Ajacicyathidae, археоциты плохой сохранности Irregularata, брахиоподы <i>Bicia sibirica</i> (Aks), <i>Bicia</i> cf. <i>sibirica</i> (Aks), трилобиты <i>Solonzella</i> sp., анабариты, спикулы губок, остатки гастропод, хиолитов, водоросли <i>Renalcis</i> sp., <i>Proaulopora glabra</i> Rasnор
						2000	Известняки, доломиты с терригенно-туфогенной примесью, покровы базальтоидов их туфы, туфогенно-кремнистые породы. Археоциты: <i>Archaeocyathus</i> sp., <i>Protopharetra</i> sp., <i>Dicryocyathus</i> sp., <i>Baikalcocyathus rossicus</i> Zhur., <i>Ciclocyathellidae</i> ; водоросли: <i>Obruchevella delicata</i> Reitl., <i>Proaulopora glabra</i> Krasnop., <i>Renalcis</i> sp., <i>Epiiphyton</i> sp., <i>Korilophyton</i> ? sp., срезы скелетной органики
						500	Светлоокрашенные известняки, доломиты онколитовые, сероводородитовые. Водоросли: <i>Girvanella sibirica</i> Masl., <i>G.</i> sp., <i>Chabakovia</i> sp., <i>Renalcis polymorphus</i> Masl., <i>R.</i> sp., <i>Epiiphyton</i> sp., <i>Proaulopora glabra</i> Krasnop., <i>P.</i> sp., <i>Korilophyton</i> sp., <i>Sincasophyton usovi</i> Posp., <i>S. subtilis</i> M., Step.; микрофитолиты: <i>Nubecularites punctatus</i> Reitl., <i>N. catagraphus</i> Reitl., <i>N. parvus</i> Z. Zhur.; онколиты: <i>Osagia gigantea</i> Korol., <i>O. columnata</i> Reitl., <i>O. ex gr. ichtaica</i> Janisch., <i>O.</i> sp.; хиолиты: <i>Hyalolithes</i> sp., срезы скелетной органики
						1500	Тёмноокрашенные известняки, доломиты, прослой кремнистых пород, покровы базальтоидов. Водоросли: <i>Epiiphyton</i> Botn., <i>E.</i> sp., Botn., <i>E.</i> sp., <i>Proaulopora</i> sp., <i>Epiiphyton</i> sp., спикулы губок, срезы скелетной органики
ВЕНДСКАЯ	Немакиг-Далдын жайминская	Томогский-кижимская	V ₂ dm ₂	V ₂ dm ₁		800–1350	Силикатно-карбонатные породы, кристаллические сланцы, плагиогнейсы с характерной ритичной флишеидной текстурой
						900–1125	Кристаллические сланцы, прослой мраморов, кварцитов, плагиогнейсов и амфиболитов, углеродисто-кремнистых уран-молибден-ванадиевых сланцев
			Vdr				Крупнокристаллические мраморы с графитом, плагиогнейсы, кварциты, амфибол-биотит-плагиоклазовые сланцы

Рисунок 3. Стратиграфическая колонка Казырской зоны Восточного Саяна

Условные обозначения см. на рис. 1.

Образования верхней подсвиты слагают ядерные части упомянутых выше синклинальных структур и представлены переслаивающимися силикатно-карбонатными породами, кристаллосланцами, плагиогнейсами также с характерной ритмичной флишoidalной текстурой (см. рис. 1, 2, 3, прил. 1). Причём, в обрамлении Безымянного массива картируется тонкоритмичное переслаивание (2–3 см), часто со складками оползания, а в верховьях рр. Кизи-Хем, Кош-Пёш — более груборитмичное (10–30 см) переслаивание пород.

Разрез подсвиты представлен как продолжение разреза нижней подсвиты к массиву Безымянному:

1. Преимущественно серые слоистые, тонкоплитчатые мраморизованные известняки в переслаивании с серицит-карбонатными сланцами. В известняках линзы и прослой кремней, линза амфибол-хлоритовых сланцев (10 м). Толща ритмично-слоистая, монотонная, породы насыщены слюдой и кристаллами амфибола — 350 м.
2. Аналогичные породы, но в карбонатах увеличивается количество слюды, появляются тонкие прослой слюдяных сланцев, нарастает степень метаморфизма — 150 м.
3. Ритмично-слоистые карбонатно-слюдястые сланцы, мелкокристаллические, тёмно-серые, прослой светло-серых тонкослоистых мраморов, в которых хорошо фиксируются складки оползания — 200 м.
4. Переслаивание белых сахаровидных карбонатов с иголочками амфибола со слюдястыми сланцами, амфиболитами и хлорит-амфиболовыми сланцами. В конце интервала «горячий» контакт с габброидами, падение толщи под массив — 650 м.

Общая мощность приведённого разреза 1350 м.

Мощность подсвиты меняется от 800 м на юго-востоке до 1350 м на северо-западе блока I. Взаимоотношения с подстилающими образованиями нижней подсвиты согласные, выраженные в постепенном увеличении роли карбонатного материала в породах вверх по разрезу при сходном ритмичном строении обеих подсвит.

Возраст жайминской (магдасской) свиты, на основании согласных взаимоотношений с перекрывающимися палеонтологически охарактеризованными отложениями раннего кембрия, условно принимается вендским. На среднемасштабной карте последнего поколения данный комплекс отложений (Беззубцев и др., 2013) отнесён к урманской свите позднего рифея, а на северо-восточном склоне хр. Безымянного они отнесены к левоказырской толще раннего рифея, которая согласно надстраивает дербинскую свиту. При полевых наблюдениях нами также наблюдалась близость вещественного состава, текстурных особенностей и характера строения разреза дербинской и магдасской свит, что в совокупности создаёт впечатление их согласных взаимоотношений. А по данным (Стамборовский, Пятов, 1976) кристаллические сланцы и гнейсы жайминской (магдасской) свиты выполняют синклинальные прогибы в центральных частях Дербинского террейна «и залегают совершенно согласно на дербинских графитистых мраморах». На водоразделах рр. Верхней Хатаги–Уды и Хатаги–Сытляр–Атар (восточнее описываемой площади, см. прил. 1) разрез гнейсово-сланцевой толщи наращивается маломощной пачкой тёмно-серых тонкослоистых кристаллических известняков, очень похожих на урманско-манские. Весьма вероятно, что здесь можно видеть контакт дербинской и кувайской серий, причём метаморфизм последней резко ослаблен по сравнению с породами жайминской свиты (Стамборовский, Пятов, 1976, с. 9).

Степень метаморфизма пород описанных свит, связанная с каледонской орогенцией (Ножкин и др., 2018), изменяется постепенно от амфиболитовой фации в дербинской свите до эпидит-амфиболитовой в породах магдасской свиты. Усложняющим фактором является наличие крупных позднекембрийско-ордовикских

(Ножкин и др., 2018) гранитоидных массивов, таких как в правобережье верховий Лев. Казыра, влиянием которого можно объяснить повышенный метаморфизм пород жайминской (магдасской) свиты на северо-восточном склоне хр. Безымянного, что, по-видимому, повлияло на отнесение этого участка (Беззубцев и др., 2013) к левоказырской толще дербинской серии.

Кижихемская свита ($C_1k\check{g}$) слагает II, V и VI блоки (см. рис. 1, 2, прил. 1), образуя борта рампа, а также вскрывается в ядерных частях синклинальных складок в северо-восточном блоке, где устанавливаются согласные отношения свиты с подстилающими отложениями жайминской свиты. Характерной особенностью свиты является преобладание в её разрезе карбонатных и карбонатсодержащих пород органогенной природы. Достаточно надёжно свита подразделяется на три подсвиты с выдержанным по простиранию составом пород: кремнисто-сланцево-карбонатную — нижнюю, карбонатную, часто с онколитами — среднюю и терригенно-карбонатную — верхнюю. Общая мощность свиты составляет около 3,8–4,0 км.

Образования нижней подсвиты вскрываются в I, II, и локально в V блоках (см. рис. 1, прил. 1). Они представлены тёмноокрашенными тонкоплитчатыми сероводородистыми мраморами и мраморизованными известняками, доломитами с частыми прослоями чёрных углеродисто-кремнистых, слюдисто-кремнистых и кремнистых сланцев, иногда прослоями туфов и покровами эффузивов основного состава, слагающими несколько сближенных прослоев в верховьях рр. Кижихем и Кош-Пёш. Ниже по разрезу под вулканитами картируется серия супластовых тел габбро-диабазов, формирующих вместе с эффузивами, по-видимому, палеовулканическую постройку. Латерально эти базальтоиды на юго-восток замещаются существенно кремнистыми и кремнисто-туфогенно-карбонатными олистостромовыми отложениями. К этой постройке приурочены находки в верховьях Кижихема (см. рис. 1, прил. 1) в биогермных карбонатах водорослей *Epiphyton* Born., *E. sp.*, спикул губок, срезов скелетной органики (определения В.А. Лучининой). Количество сланцевых прослоев в карбонатах существенно варьирует по латерали. Так на северо-западе блока II карбонатный разрез подсвиты существенно насыщен кремнистым и терригенным материалом, послонными телами метапорфиритов и метадиабазов, составляющими до 30% мощности разреза, формирующими, по-видимому, ещё одну палеовулканическую постройку, вблизи которой на правобережье Лев. Казыра (северо-запад блока II, см. рис. 1, прил. 1) также развиты биогермы с известковыми водорослями *Epiphyton sp.*, *Proaulopora sp.*, срезами скелетной органики (определения В.А. Лучининой). Вверх по разрезу подсвиты наблюдается замещение сланцевых прослоев кремнистыми и общая тенденция нарастания карбонатной составляющей. Видимая мощность подсвиты около 1500 м.

Взаимоотношения пород нижней подсвиты кижихемской свиты с подстилающими отложениями магдасской свиты наблюдались в верховьях рр. Кижихем, Кош-Пёш и в юго-восточном вмещении массива г. Сокол. Они выражены в постепенном увеличении вверх по разрезу роли карбонатных пород до существенного их преобладания, с появлением мощных пластов мраморов и мраморизованных известняков. В этом же направлении становится невыдержанной и постепенно затухает флишеидная ритмика. Каких либо резких изменений в степени метаморфизма пород на этом интервале не наблюдается. Всё это позволяет считать взаимоотношения рассмотренных подразделений как согласные.

Тёмноокрашенные карбонатные породы нижней подсвиты вверх по разрезу постепенно, через прослой голубых мраморов с тремолитом, сменяются массивными белыми, светло-серыми, реже тёмно-серыми слоистыми, часто мраморизованными известняками и доломитами средней подсвиты. Слой этих светлоокрашенных известняков в качестве маркирующего горизонта прослеживается от устья Звериного Казыра на юго-восток до слияния рр. Кош-Пёш–Кош-Тёш, а также слагает борта синклинали, вмещающей Демер-Тайгинский габброидный массив (см. рис. 1, прил. 1). Характерным признаком пород подсвиты является хорошо визуально

наблюдаемые прослои и скопления многочисленных онколитов в виде более тёмных овоидов размером от нескольких мм до 2–3 см. Алевритистые, песчанистые и гравелитистые известняки присутствуют в виде маломощных прослоев. В верховьях р. Кижы-Хем в онколитовых известняках и доломитах наблюдается макрослоистость в виде светло- и тёмноокрашенных прослоев мощностью от 1 до 5-ти м, причём светлоокрашенные прослои в 2–3 раза мощнее. Контакты прослоев чёткие, резкие. Мощность онколитовых прослоев меняется от первых см до 0,5 м. В светлоокрашенных прослоях онколиты обычно крупнее и реже. Они сильнее мраморизованы. Кроме макрослоистости карбонаты характеризуются пятнисто-линзовидной волнистой микрослоистостью, обусловленной неравномерным распределением глинисто-битуминозного тёмноокрашенного материала. К кровле подсветы породы становятся более тёмноокрашенными, тонкоплитчатыми, часто с примесью кремнистого и терригенного материала в виде желваков и прослоев, появляются следы мутьевых потоков и складки оползания. Мощность подсветы составляет 300–500 м. С породами средней подсветы связаны многочисленные палеонтологические находки по всему её разрезу (см. рис. 1, 3, прил. 1), включая водоросли: *Girvanella sibirica* Masl., *G. sp.*, *Chabakovia sp.*, *Renalcis polymorphus* Masl., *R. sp.*, *Epiphyton sp.*, *Proaulopora glabra* Krasnop., *P. sp.*, *Korilophyton sp.*, *Sinzasophyton usovi* Posp., *S. subtilis* M., Step.; микрофитоциты: *Nubecularites punctatus* Reitl., *N. catagraphus* Reitl., *N. parvus* Z. Zhur. (определения В.А. Лучининой и Н.Е. Гузиной), онколиты: *Osagia gigantea* Korol., *O. columnata* Reitl., *O. ex gr. tchaica* Janisch., *O. sp.* (определения М.В. Степановой), хиолиты: *Hyolithes sp.* (определения Н.П. Мешковой), срезы скелетной органики, свидетельствующие о раннекембрийском возрасте вмещающих отложений.

Терригенно-карбонатные образования верхней подсветы согласно, с постепенным переходом, надстраивают разрез средней подсветы и наиболее полно представлены в междуречье Кижы-Хем – Таёжный Казыр. На водоразделе этих рек выше светлоокрашенных онколитовых известняков в южном направлении обнажаются:

1. Известняки чёрные со значительной примесью туфогенно-терригенного материала, прослои чёрных кремнисто-углеродистых и карбонатных сланцев, алевролитов, песчаников, туфов — 250 м.
2. Туффиты чёрные пеллово-карбонатные, переслаивающиеся с чёрными рассланцованными известняками, с примесью терригенно-туфогенного материала и зелёными афировыми базальтоидами — 120 м.
3. Известняки чёрные и тёмно-серые глинистые со значительной примесью терригенно-туфогенного материала. Неравномерное распределение последнего обуславливает флишеподобную ритмично-слоистую текстуру пород. В середине интервала прослой чёрных известковистых алевролитов (30 м) — 170 м.
4. Закономерное переслаивание триады: полнокристаллические базальтовые порфириты, диабазы, афировые и миндалекаменные базальтовые порфириты, туфы пелловые, чёрные и кремнисто-углеродистые сланцы. Таких триад пять — 250 м.
5. Известняки чёрные, засорённые терригенно-туфогенным материалом с прослоями терригенных пород — 300 м.
6. Переслаивание кремнисто-углеродистых сланцев, алевролитов, песчаников и гравелитов на карбонатном цементе — 15 м.
7. Известняки серые, петельчатые, мраморизованные с примесью песчанистого и кремнистого материала — 600 м.
8. Апоэффузные сланцы и рассланцованные афировые и миндалекаменные базальтовые порфириты — 25 м.
9. Известняки тёмно-серые и чёрные, мраморизованные, участками осветлённые — 45 м.

Общая мощность приведённого разреза 1775 м.

По простиранию в юго-восточном и северо-западном направлениях количество вулканогенно-терригенных пород в разрезе существенно снижается. Разрезы подсвиты там представлены мраморизованными и доломитизированными известняками и мраморами, обычно тёмноокрашенными, с примесью терригенного и туфогенно-терригенного материала, редкими прослоями кремнисто-глинистых сланцев, песчаников, покровами основных эффузивов. Одновременно в этих разрезах мощность подсвиты снижается до 1,0–1,4 км.

В блоке V отложения свиты представлены серыми и светло-серыми мраморизованными известняками и мраморами с примесью терригенного и глинистого материала, количество которого увеличивается вверх по разрезу. В правобережье верхнего течения р. Катун из окolorифовой фации, сложенной кирпично-красными глинисто-кремнисто-карбонатными породами отобраны археоциаты: *Archaeolunthus* sp., *Tumuliolynthus* sp., *Dokidocyathus* sp., *Baikalocyathus rossicus* Zhur., *Ciclocyathellidae*, относящиеся по заключению В.М. Сундукова к базаихско-камешковскому горизонтам атдабанского яруса (см. рис. 1, 3, прил. 1). В блоке VI (см. рис. 1, прил. 1) образования подсвиты представлены преимущественно тёмноокрашенными мраморизованными известняками, доломитами и мраморами с линзами и прослоями кремней и незначительной примесью терригенно-туфогенного материала. Мощность её здесь составляет 2000 м.

Биостратиграфическая характеристика пород подсвиты основывается на находках на нескольких уровнях (см. рис. 1, 3, прил. 1) известковых водорослей: *Obruchevella delicata* Reitl., *Proaulopora glabra* Krasnop., *Renalcis* sp., *Epiphyton* sp., *Korilophyton* ? sp., срезов скелетной органики (определения В.А. Лучиной, Н.Е. Гущиной), а также приведённого выше перечня археоциат, позволяющих отнести образования верхней части подсвиты к атдабанскому ярусу раннего кембрия, а всю кижихемскую свиту к томмотскому и атдабанскому ярусам.

Таёжноказырская свита (Є_{1tġ}), представленная вулканогенно-терригенно-карбонатными образованиями, слагает III и IV блоки ядерной части рампа (см. рис. 1, 2, прил. 1). В латеральном и вертикальном разрезах свиты наблюдаются большие вариации состава пород, при значительной или доминирующей роли вулканогенной составляющей. По литологическому составу выделяются три типа разрезов: вулканогенный, карбонатный и карбонатно-терригенно-сланцевый.

Наиболее полный разрез вулканогенного и перекрывающего карбонатно-терригенно-сланцевого типов обнажён в междуречье Таёжный Казыр–Катун (блок III, см. рис. 1, прил. 1). Здесь выше тёмноокрашенных мраморизованных и доломитизированных известняков с примесью терригенно-туфогенного материала и линзами гравелитов залегают:

1. Туфы андезитовых порфиритов серо-зелёные и чёрные, литокластические, переслаивающиеся с потоками диабазовых и андезитовых афанитовых порфиритов — 180 м.
2. Туфы андезитовых порфиритов серо-зелёные и чёрные, литокластические, переслаивающиеся с потоками диабазовых и андезитовых афанитовых порфиритов — 180 м.
3. Чередование диабазовых, андезитовых и базальтовых афанитовых порфиритов, иногда миндалекаменных, с их полнокристаллическими разностями, являющимися, по-видимому, послонными субвулканическими телами. Соотношение афировых и раскристаллизованных разностей примерно равное, мощности прослоев от нескольких до 100 м. В конце интервала прослой чёрных мраморизованных известняков, карбонатно-хлоритовых и хлоритовых сланцев, туфов мощностью 3–10 м — 1600 м.
4. Известняки глинистые, чёрные, мраморизованные, участками рассланцованные до карбонатных сланцев — 45 м.
5. Переслаивание хлоритовых сланцев и андезит-базальтовых порфиритов — 40 м.
6. Порфириты андезитовые, базальтовые и диабазовые при преобладании

афанитовых разностей — 270 м.

7. Карбонатно-хлорит-актинолитовые сланцы — 13 м.
8. Известняки чёрные, глинистые, мраморизованные. На этом уровне несколько северо-западнее (см. рис. 1, прил. 1) собраны водоросли *Proaulopora glabra* Краспор., *Renalcis* sp., спикулы губок, неопределимые археоциаты (определения В.А. Лучининой, В.М. Сундукова соответственно) — 45 м.
9. Хлоритовые, эпидот- и серицит-хлоритовые сланцы — 450 м.
10. Известняки серые с прослоями, обогащёнными терригенно-туфогенным материалом, рассланцованные местами до карбонатных сланцев с крупными кристаллами пирита — 100 м.
11. Порфириды зеленокаменно изменённые с прослоями гиало- и литокластических туфов, хлоритовых сланцев — 60 м.
12. Сланцы кремнисто-глинистые и карбонатно-глинистые — 40 м.
13. Хлоритовые сланцы, прослой порфиридов, конгломератов — 80 м.
14. Андезитовые и базальтовые порфириды — 40 м.
15. Известняки серые, слоистые, мраморизованные с прослоями терригенного материала — 50 м.

Общая мощность разреза свиты здесь составляет около 2980 м.

По простиранию на северо-запад III блока наблюдается уменьшение мощности свиты при одновременном снижении роли вулканогенных пород и замещение их известняками, кремнисто-глинистыми и хлоритовыми сланцами, составляющими местами до половины разреза. Более разнообразный разрез свиты наблюдается в IV блоке, располагавшемся ближе к палеоостровной дуге (см. рис. 1, прил. 1). Здесь вулканогенные породы составляют около 40% её объёма при существенной роли туфогенных разностей. Столько же приходится на сланцы, содержащие в различных сочетаниях кремнистую, карбонатную, серицитовую и хлоритовую составляющие. Оставшаяся часть представлена карбонатными породами, которые слагают как крупные изометричные тела (рифовые постройки), так и мелкие линзовидные тела и прослой. Наиболее полный вулканогенно-сланцевый разрез свиты описан по правобережному хребту верховий р. Катун, где с запада на восток после тектонического контакта с чёрными и тёмно серыми мраморизованными мелкокристаллическими битуминозными известняками обнажаются:

1. Хлорит-актинолит-альбитовые карбонатные сланцы голубовато-серые, с сыпью пирита, интенсивно дислоцированные, прослой глинисто-кремнистых тонкопараллельно слоистых сланцев с линзами кремнистого материала мощностью до 5 см — 300 м.
2. Хлорит-биотит-актинолит-плаггиоклазовые ортосланцы с жилками и линзами кварца и сульфидов — 120 м.
3. Кремнисто-карбонатные и карбонатные сланцы — 150 м.
4. Хлоритизированные афировые эффузивы основного состава и мезократовые пироксеновые габбро-диабазы с порфыми выделениями плаггиоклаза, прослой карбонат-хлорит-серицитовых сланцев и туфобрекчий на карбонатном цементе чёрного цвета — 380 м.
5. Базальтовые порфириды тёмно-серые с зеленоватым оттенком с порфировыми выделениями плаггиоклаза, а также тёмноцветов — 30 м.
6. Карбонатная брекчия с крупными обломками серых известняков с брахиоподами плохой сохранности (определения Ю.Л. Пельмана), обломками археоциат семейства *Ajaciocyathidae*, характерных для дообручевской части нижнего кембрия (определения В.М. Сундукова), остатками гастропод, хиолитов, водорослями *Renalcis* sp. (определения М.В. Степановой) — 20 м.
7. Зеленокаменно изменённые порфириды и их рассланцованные разности различной степени изменения, вплоть до хлорит-актинолит-альбитовых сланцев с редкими прослоями чёрных известняков, серицитовых и хлоритовых сланцев — 850 м.

8. Хлорит-актинолит-альбитовые кварц-полевошпатовые ортосланцы тёмно-зеленовато-серые — 50 м.
9. Кварц-полевошпат-эпидот-хлоритовые сланцы по кристаллокластическому туфу, карбонатизированные — 70 м.
10. Плагноклаз-серицит-кремнистые парасланцы — 80 м.
11. Задернованный участок — 200 м.
12. Литокластическая туфогенная порода — 80 м.
13. Карбонатизированная, эпидотизированная кварц-полевошпатовая порода с гранобластовой структурой по туфу — 20 м.
Общая мощность разреза составляет 2350 м.

На северо-запад происходит замещение существенной части вулканогенного разреза сланцами кремнистыми, серицитовыми, хлоритовыми, карбонатными в различном их сочетании, тонкоплитчатыми, с прослоями песчаников, алевролитов, линзами известняков из которых в верхах вулканогенной пачки собраны анабариты, водоросли *Renalcis* sp. (определения В.А. Лучининой).

Вулканогенную пачку свиты надстраивает кремнисто-глинистые, глинистые, реже апоэффузивные сланцы с линзами чёрно-серых глинисто-карбонатных сланцев, песчаных известняков и песчаников. Вверх по разрезу они сменяются чёрно-серыми тонкополосчатыми кремнистыми и кремнисто-глинистыми сланцами с будинообразными телами чёрных кварцитов. В северо-западном направлении чёрноокрашенные кремнистые сланцы замещаются и частично перекрываются серозелёными глинистыми и карбонатно-глинистыми, иногда метаморфизованными до хлоритовых сланцами, переслаивающимися с ржаво-бурными карбонатно-кремнистыми песчаниками. В нижней части зеленосланцевого разреза встречаются тела брекчированных доломитизированных и мраморизованных известняков и мраморов. В зелёных сланцах этой пачки собраны трилобиты плохой сохранности, а в карбонатах на нескольких уровнях водоросли *Renalcis* sp. и срезы скелетной органики (определения В.А. Лучининой). Максимальная мощность сланцево-карбонатной пачки не превышает 1000 м.

Карбонатный тип разреза свиты представлен в центральной части блока III, в верховьях р. Катун, в изолированном гранитоидами блоке (см. рис. 1, 3, прил. 1), где вскрывается следующий разрез:

1. Мраморы среднекристаллические светлоокрашенные — 30 м.
2. Мраморы желтоватого и светло-серого цвета средне- и мелкокристаллические с редкими прослоями кремнистых пород — 100 м.
3. Мраморизованные известняки с примесью кремнистого материала, который образует сотовую структуру. Из известняков определены остатки археоциат плохой сохранности (определения В.М. Сундукова) — 100 м.
4. Известняки серые и тёмно-серые с прослоями кремнисто-глинистого материала тёмного цвета. Мощность прослоев несколько мм, часто они группируются в серию прослоев мощностью несколько см. Известняки этого слоя содержат многочисленные органические остатки и по определению М.В. Степановой являются обломочными породами, состоящими из шлама раковин брахиопод, трилобитов, хиолитов, археоциат и др. Из нижних горизонтов слоя собраны многочисленные брахиоподы *Bicia sibirica* (Aks), *Bicia cf. sibirica* (Aks) (определения Ю.Л. Пельмана), единичные трилобиты *Solonzella* sp. низов обручевского горизонта тайонского яруса (определения Т.В. Пегель) — 300 м.
5. Известняки и доломиты кремново-серые массивные постепенно сменяют слоистую толщу — 100 м.
6. Известняки и доломиты конгломератовидные и карбонатные брекчии, сцементированные лилово окрашенным кремнисто-доломитовым и песчано-глинистым цементом (околорифовые фации). В карбонатах собраны многочисленные археоциаты санаштыкгол-обручевского горизонтов ботомского и тайонского ярусов: *Protopharetra* sp., *Dictyocyathus* sp., *Syringocuetema* sp.,

археоциаты плохой сохранности Irregularia (определения В.М. Сундукова), *Archaeocyathus kuzmini* (Vol.), *A. sp.* (определения И.Т. Журавлёвой) — 40 м.

7. Зона дробления, кливажа, сложенная брекчированными известняками, глинистыми, обохренными, трещиноватыми — 40 м.

Общая мощность отложений карбонатного разреза блока составляет около 700 м.

Взаимоотношения карбонатных пород блока с подстилающими отложениями и с вулканогенными породами непосредственно не устанавливаются, с перекрывающими контакт тектонический. По полученным комплексам остатков скелетной фауны низы карбонатного разреза, охарактеризованные фауной низов обручевского горизонта, по-видимому, синхронны со средней частью вулканогенно-туфогенного разреза, в нижней половине которого содержатся линзы известняков с дообручевскими археоциатами (см. рис. 1, 3, прил. 1). А верхняя часть карбонатного разреза (слои с обручевской органикой), по-видимому, синхронна карбонатно-сланцевой части вулканогенно-туфогенного разреза свиты.

Аналогичный переход по латерали карбонатов рифогенных фаций с комплексом археоциат санаштыкгольского уровня на эффузивно-сланцевые породы, до существенно карбонатно-эффузивно-сланцевого разреза, описывают (Александровский и др., 1972) в бассейне рр. Томская, Падун в толще, относимой ими к низам балахтисонской свиты. Ещё более схожую картину латеральных взаимоотношений вулканогенных пород табратской свиты через карбонатно-вулканогенно-терригенные колпинской свиты к карбонатам Сретенского палеорифа описывает (Воробьев и др., 1986 ф.) в нижнем течении Казыра. На этой же площади ими выделена черемшанская и уярская свиты терригенно-вулканогенного и карбонатного составов соответственно обручевского возраста, т. е. возрастные аналоги таёжноказырской свиты.

Таким образом, по комплексу органических остатков возраст таёжноказырской свиты соответствует верхам раннего кембрия, на уровне санаштыкгол-обручевских горизонтов ботомского и тайонского ярусов.

Осиновская свита (Є₃-Оос) завершает разрез Казырской зоны. К ней отнесена карбонатно-терригенная, часто грубообломочная толща, фрагменты которой картированы в полосе сочленения Казырской зоны с комплексами Северо-Саянской палеострововой дуги в блоках IV и VI: по левобережью Звериного Казыра, руч. Перевальному, правому притоку р. Катун и правобережью Кижы-Хема (см. рис. 1, 2, прил. 1). Сложена она фациально невыдержанными, линзующимися горизонтами конгломератов, залегающими часто в основании разреза и повторяющимися по разрезу несколько раз. Конгломераты переслаиваются с зелено- и красноцветными аркозовыми песчаниками, гравелитами, чёрными алевролитами, глинистыми, кремнистыми, реже серицит-хлоритовыми и хлоритовыми сланцами и известняками. Присутствуют редкие покровы эффузивов основного, среднего и кислого состава. В конгломератах обломочный материал сортирован слабо, окатан неодинаково. Размер обломков колеблется от долей см до 70–80 см. Они представлены (по степени убывания) тёмными мраморизованными известняками, чёрными кремнями и кремнистыми сланцами, светлыми мраморизованными и доломитизированными известняками, кварцевыми песчаниками, гравелитами, редко эффузивами основного состава и интрузивными породами среднего и кислого состава. Цемент базальный песчано-кремнистый и песчано-карбонатный. Взаимоотношения с подстилающими породами тектонические, но почти повсеместно в основании разреза толщи картируются горизонты конгломератов мощностью от десятков до 300 м. А общая вскрытая мощность свиты по руч. Перевальному составляет 1200 м.

Сопоставление описанной толщи с образованиями осиновской свиты, широко развитыми в прилегающих структурах Кембросаяна, основывается на биостратиграфических данных и сходстве литологического состава. В прослоях карбонатных пород в средней части свиты по руч. Перевальному и в верховьях

Звериного Казыра определены: водоросли *Hedstroemia* sp., *Ortonella* sp., *Rothpletzella* sp., *Renalcis* sp., *Proaulopora* sp., *Subtiploria* sp., *Girvanella* sp., трилобиты плохой сохранности, срезы скелетной органики (брахиопод, гастропод, остракод, фораминифер), спикулы одно- и трёхлучевых губок (определения В.А. Лучининой, А.А. Терлеева, М.В. Степановой и Р.Т. Богнибовой). По заключению В.А. Лучининой и А.А. Терлеева приведённый комплекс водорослей характерен для верхнего кембрия–ордовика. Это нижняя моласса в разрезе салаирид Восточного Саяна, которая надёжно коррелирует с иргитхемской свитой Тувы, арбатской — Западного Саяна, нарвской и баджейской свитами в Манском районе (Легенда..., 1998 ф.; Смагин и др., 1999). Аналогичный состав и строение имеет систигхемская серия ордовиского возраста в прилегающих структурах Систигхемского прогиба Восточной Тувы (Беззубцев и др., 2008).

В верховьях руч. Серповидный — правого притока верховий р. Катун в 500 м от перевала в Звериный Казыр (см. прил. 1) закартировано небольшое субвулканическое тело (диаметром 70 м) каплевидной формы (некк) оливин-пироксенового диабаз. В центральной части тела порода раскристаллизована, насыщена вкрапленниками и стяжениями жёлто-зелёного оливина, имеет столбчатую отдельность. В периферических частях и в уходящей на юг апофизе основная масса афировая и лейсты оливина образуют спинифекс структуру. В апофизе породы насыщены миндалинами белого кальцита. Известняки на контакте с телом интенсивно брекчированы, трещиноваты, пронизаны массой прожилков кальцита и кремнистого материала, в деловии присутствуют скарны с гранатом и эпидотом, незначительной сыпью пирита. Описанное тело является, по-видимому, самым северо-западным проявлением неоген-четвертичного вулканизма Центральной Азии.

В полях развития магдасской и кижихемской свит закартированы крупные массивы расслоенных габброидов, условно относимых к казырскому комплексу: Сокол, Безымянный, Таёжно-Казырский, Заоблачный, Мус-Дагский, Мунгашский, Демер-Тайгинский (см. рис. 1, прил. 1). Массивы приурочены к синклиналим структурам вмещающих отложений. Кроме крупных базитовых плутонов по всему разрезу Казырской зоны, включая и таёжноказырскую свиту, широко развиты небольшие тела габброидов и многочисленные дайки и послойные тела габбро-диабазов. Степень метаморфизма пород, вмещающих габброидные массивы, не превышает зеленосланцевой фации. Северо-восточные и юго-западные контакты массивов часто сорваны и породы вмещения как-бы обтекают габброиды без видимых контактовых изменений. Имеющиеся вопросы по возрасту и принадлежности массивов к комплексу в статье не рассматриваются. В юго-западной части Казырской зоны развиты многочисленные массивы гранитоидов ольховского комплекса (Є₂₋₃), прорванные сиенитами лугагского комплекса (D₁), маркирующие уже структуры Северо-Саянской палеодуги.

ОБСУЖДЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ И ВЫВОДЫ. Приведённый выше обзор проблем в геологическом строении и истории развития Казырской зоны Восточного Саяна решается при учёте данных о:

- геодинамической позиции Казырской зоны как задугового бассейна Северо-Саянской позднекембрийско-раннекембрийской палеоостровной дуги;
- соответственно, позднекембрийско-раннекембрийском возрасте выполняющих зону отложений;
- заложении задугового бассейна на структурах краевой части Дербинского террейна, сложенных комплексами осадочного чехла последнего;
- формировании в результате коллизионных процессов орогенной стадии серии вытянутых блоков, субпараллельных краю Дербинского террейна с субвертикальным залеганием пород и образованием рамповой структуры — грабена, зажатога между встречными взбросами (Борукаев, 1999).

Геодинамическая позиция Казырской зоны как задугового бассейна Северо-

Саянской поздневендско-раннекембрийской палеоостровной дуги обоснована в (Kungurtsev, Berzin, 1994; Берзин, Кунгурцев, 1996; Обновлённые..., 2007). Тыловой структурой задугового бассейна был Дербинский террейн с мезо-неопротерозойской корой и поздневендским осадочным чехлом, входивший к этому времени в Саяно-Енисейский аккреционный пояс юго-западной континентальной окраины Сибирской платформы (Горохов и др., 2016; Ножкин и др., 2018) (см. рис. 1, прил. 1).

Такая возрастная привязка формирования чехла Дербинского террейна согласуется с этапами развития Северо-Саянской палеоостровной дуги и Казырской зоны как её задугового бассейна (Kungurtsev, Berzin, 1994; Берзин, Кунгурцев, 1996). Первому, венд-кембрийскому этапу развития палеодуги, соответствует заложение задугового бассейна, выразившееся в углублении морского бассейна и формировании флишевых отложений на континентальном склоне Дербинского террейна (жайминская (магдаская) свита). Из анализа мезо- и макроритмичности отложений свиты (Федотов и др., 1982 *ф.*) обосновывают накопление пород нижней подсвиты в морском малоглубинном бассейне вблизи окраины континента, породы верхней подсвиты накапливались в условиях морского бассейна средней глубинности. В целом режим осадконакопления отличался нестабильностью и трансгрессивным характером макроритмов. С такой моделью согласуется металлогеническая характеристика пород нижней подсвиты жайминской свиты, где развиты углеродисто-кварцевые сланцы с повышенной радиоактивностью, интенсивно сульфидизированные с содержаниями полезных компонентов (%): V — 0,03–0,61; Cu — 0,02–0,4; Mo — 0,004–0,22; U — 0,002–0,018; Zn — 0,01–0,5 (Кошпешское проявление) (Беззубцев и др., 2008). Такая минерализация и черносланцевые отложения характерны для континентальных шельфов, осложнённых мобильными прогибами вдоль рифтогенных систем, где возникают зоны с менее активными гидродинамическими условиями. В этих прогибах наряду с осаждением фосфатов происходила седиментация терригенно-глинистых отложений, обогащённых аквальным органическим веществом. Битуминозные терригенно-кремнисто-глинистые илы интенсивно аккумулировали из придонных вод ванадий, молибден, уран, кобальт и некоторые тяжёлые металлы, вплоть до концентраций, представляющих практический интерес (Бассейны..., 2017). Карбонатные отложения с месторождениями фосфоритов известны на вендском уровне во многих районах Алтае-Саянской области: Белкинское, Тамалыкское в Кузнецком Алатау, Телекское и Сейбинское в северо-западной части Восточного Саяна, Обладжанское на Батеневском кряже. Они сформировались главным образом по фосфатоносным толщам венда карбонатного и отчасти алюмосиликатного состава (Терлеев и др., 2019; Сосновская и др., 2019). На юго-востоке Восточного Саяна известны три месторождения: Харанурское, Боксонское и Ухагольское, приурочены к доломитовой забитской свите венд-кембрийского возраста.

Второму, раннекембрийскому этапу зрелой островной дуги соответствует растяжение бассейна с формированием расчленённого рельефа, где в раннекижигемское время накапливались отложения черносланцевой-граувакковой формации. Фациальная неустойчивость отложений характеризует сложность рельефа дна бассейна этого времени. Устанавливается приуроченность песчаниковых фаций преимущественно к зонам поднятий, а известняково-сланцевых — к прогибам (Предтеченский, 1967). Процесс растяжения этого времени сопровождается спорадическим проявлением основного вулканизма, что также осложняло рельеф задугового бассейна. В среднекижигемское время происходит затухание вулканической деятельности, стабилизация рельефа и накапливаются светлоокрашенные известняки и доломиты, часто содержащие слои с онколитами. Следы мутьевых потоков и складки оползания в начале позднекижигемского времени свидетельствуют об активизации тектонических процессов в бассейне, накапливаются тёмноокрашенные терригенно-карбонатные флишеидные отложения с локальными проявлениями базальтоидного вулканизма. Максимум растяжения и

магматизма в зоне приходится на вторую половину раннего кембрия, когда происходит формирование вулканогенной толщи таёжноказырской свиты с геохимическими характеристиками базальтоидов задуговых зон спрединга и внедрение комагматичных им массивов расслоенных габброидов казырского комплекса с близкими геохимическими характеристиками (Берзин, Кунгурцев, 1996; Обновлённые..., 2007).

Орогенный этап развития на западе зоны представлен осиновской карбонатно-терригенной, часто грубообломочной, с вулканитами, свитой — вулканогенно-молассовой формацией, сохранившейся в серии тектонических клиньев на границе с Северо-Саянской палеоостровной дугой. Судя по возрасту проявления метаморфизма и субсинхронного с ним гранитоидного магматизма в Дербинском террейне (~ 510–500, 480–465 и 440–430 млн л.), коллизионный процесс на юго-западной окраине платформы был многоэтапным и хорошо увязывается с раннекаледонскими орогеническими событиями, широко проявленными в структурах Центрально-Азиатского складчатого пояса (Ножкин и др., 2018). По (Обновлённые..., 2007) восточная часть Алтае-Саянской области в это время развивалась в трансформной обстановке в условиях сжатия. Соответственно, ведущими в это время были правосторонние крупноамплитудные сдвиги, расколовшие окраину континента на литосферные блоки, лизы, пластины, перемещавшиеся относительно его края на северо-запад (в современных координатах), а в условиях сжатия происходило тектоническое скупивание и формирование напряжённой складчатой и дизъюнктивной структуры выполнения блоков. По мнению (Семёнов и др., 2006) в осиновское время происходят активные тектонические подвижки, с которыми связан основной этап надвигообразования.

Многочисленные находки раннекембрийских органических остатков по всему разрезу кижихемской и таёжноказырской свит, картировавшихся ранее как образования кувайской серии позднего рифея, однозначно определяют время образования Казырской зоны как раннекембрийское. Вывод о раннекембрийском возрасте органических остатков, начиная с нижних горизонтов кижихемской свиты (водоросли *Epiphyton* Born., *E. sp.*, спикул губок, срезов скелетной органики), основывается на данных (Терлеев и др., 2004) о переходных венд-кембрийских отложениях западной части Алтае-Саянской складчатой области (Восточный Саян, Горная Шория, Кузнецкий Алатау, Горный Алтай), где выделены два последовательно сменяющих друг друга водорослевых комплекса: нижний с *Korilophyton*, *Gemma*, *Razumovskia*, *Girvanella*, *Proaulopora*, *Renalcis* и верхний, где наряду с отмеченными формами наблюдается массовое появление видов рода *Epiphyton* и родов *Batinevia*, *Tubophyllum*, *Subtifloria*. Аналогичная последовательность установлена для Сибирской платформы (Лучинина, 1990). Нижний комплекс принадлежит верхам венда (немакит-далдынский горизонт), верхний комплекс с *Epiphon* во всех разрезах платформы характерен для томмотского яруса нижнего кембрия.

Комплексы археоциат, трилобитов и брахиопод позволяют датировать верхнюю подсвиту кижихемской свиты на уровне базаихско-камешковского горизонтов атдабанского яруса, а таёжноказырскую свиту на уровне санаштыкгол-обручевского горизонтов ботомского и тайонского ярусов нижнего кембрия (см. рис. 3). Эти комплексы коррелируют с аналогичными комплексами Восточного Саяна (Дятлова, Сычева, 1999; Дятлова, 2011; Сосновская и др., 2019).

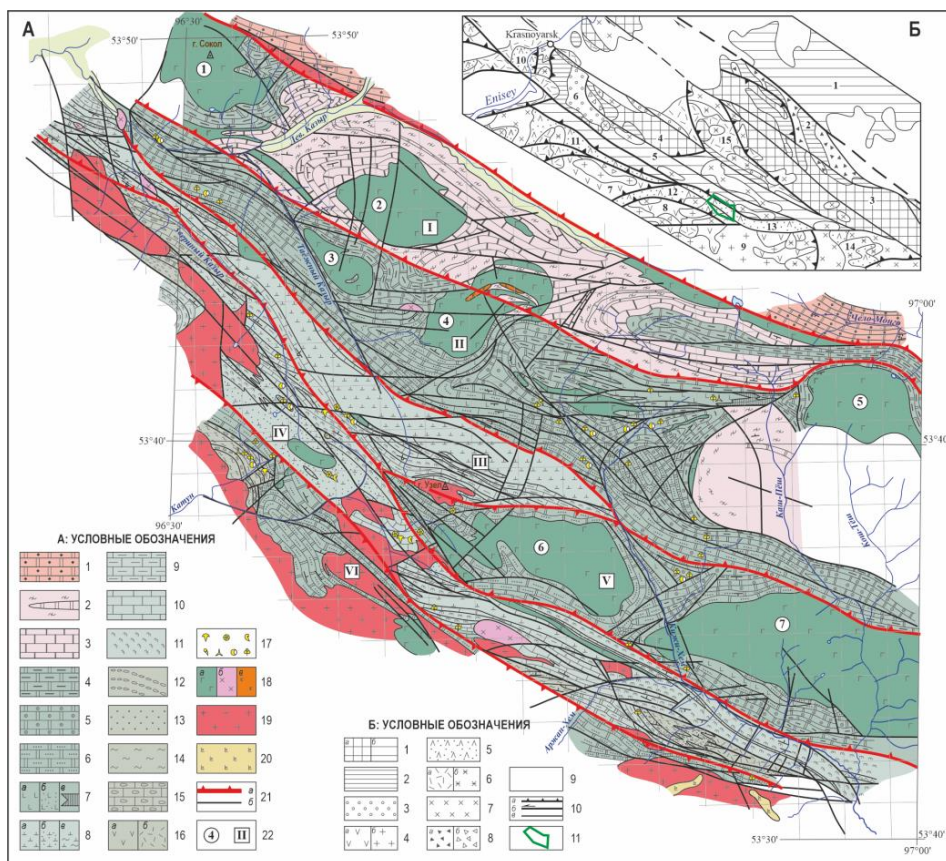
Жайминская (магдассакая) свита, имеющая согласные, постепенные переходы как с подстилающей дербинской свитой венда, так и кижихемской свитой раннего кембрия, наиболее вероятно имеет поздневендский возраст.

С учётом данных о возрасте осадочного чехла Дербинского террейна (Горохов и др., 2016; Ножкин и др., 2018), на рассматриваемой территории выстраивается закономерный латерально-возрастной ряд отложений от наиболее древних и более метаморфизованных мелководных карбонатных образований дербинской свиты венда, через более глубоководные флишоидные терригенные кристаллосланцевые

толщи жайминской (магдассаксой) свиты позднего венда к карбонатно-вулканогенно-терригенным образованиям кижихемской и таёжноказырской свит раннекембрийского возраста, связанным с расчленённым морским рельефом задугового морского бассейна.

Автор выражает искреннюю признательность академику РАН В.С. Суркову за всемерную поддержку проведения полевых работ в Северо-Восточной Туве, а также моим коллегам по СНИИГГиМСу, участникам этих работ: Т.А. Ковязиной, Р.Т. Богнибовой, В.М. Исакову и А.В. Абрамову. Автор признателен рецензентам А.А. Терлеву и А.А. Монгуцу за советы, замечания и обсуждение, позволившие логичнее увязать геологическое строение региона с историей его развития, улучшить структуру статьи. Особая благодарность Ч.К. Ойдууп и редакции журнала за помощь в подготовке материалов к публикации.

ПРИЛОЖЕНИЕ



Приложение 1. Геологическое строение и позиция Казырской зоны в структурах Восточного Саяна и сопредельных регионов

А — Литолого-стратиграфическая карта центральной части Казырской зоны Восточного Саяна
 1 — дербинская свита (V_{dr}): крупнокристаллические графитистые мраморы; 2–3 — жайминская (магдасская) свита (V_{2gm}): 2 — кристаллические сланцы, прослои мраморов нижней подсвиты; 3 — силикатно-карбонатные породы верхней подсвиты; 4–7 — кижихемская свита (C_1kg): 4 — нижняя подсвита: тёмноокрашенные известняки и доломиты в т. ч. мраморизованные, с прослоями кремнистых пород, покровами базальтоидов; 5 — средняя подсвита: светлоокрашенные известняки, доломиты онколитовые в т. ч. мраморизованные; 6 — верхняя подсвита: известняки и доломиты с терригенно-туфогенной примесью в т. ч. мраморизованные, покровы базальтоидов; 7 — покровы базальтоидов (а), их туфы (б), туфогенно-кремнистые породы (в) на различных уровнях свиты; 8–11 — таёжноказырская свита

($\epsilon_1 t \tilde{g}$): 8 — диабазы, диабазовые, базальтовые и андезитовые порфириды (а), их туфы (б), апозэффузивные сланцы (в), 9 — чёрные известняки с прослоями терригенных и туфогенных пород, 10 — светлые рифовые известняки, в т. ч. мраморизованные; 11 — хлоритовые, серицит-хлоритовые и кремнисто-глинистые сланцы с прослоями песчаников, конгломератов, покровами базальтоидов; 12–16 — осинонская свита ($\epsilon_3\text{-Oos}$): 12 — конгломераты, гравелиты, 13 — песчаники, 14 — алевролиты, глинистые сланцы, 15 — известняки, доломиты с прослоями кремней и примесью терригенного материала, 16 — покровы базальтоидов (а), кислых и средних эффузивов (б), их туфы; 17 — местоположение находок органических остатков: трилобитов, археоциат, брахиопод, хиолитов, срезов скелетной органики, спикул губок, известковых водорослей; 18 — массивы расслоенных габброидов условно казырского комплекса: а — габброиды, б — диориты, в — кварцевые сиениты; 19 — интрузивные породы среднего, кислого и щелочного состава различного возраста; 20 — оливиновые базальты миоцена; 21 — разломы, разделяющие блоковые структуры (а), второстепенные и осложняющие (б); 22 — номера тектонических блоков (а): I — хр. Безмянный, II — Казырский, III — хр. Прямой, IV — Верхнекатунский, V — Демер-Тайгинский, VI — Кембросаянский и массивов расслоенных габброидов (б): 1 — Сокол, 2 — Безмянный, 3 — Таёжно-Казырский, 4 — Заоблачный, 5 — Мус-Дагский, 6 — Мунгащский, 7 — Демер-Тайгинский.

Б — Положение изученного участка на СХЕМЕ геодинамических комплексов Алтае-Саянской складчатой области из (Kungurtsev, Verzin, 1994) с изменениями

1–9 — палеогеодинамические комплексы и структуры: 1 — платформ и микроконтинентов: а — кристаллического основания, б — осадочного чехла (1 — Сибирская платформа, 3 — Бирюсинский блок, 4 — Канский блок, 5 — Дербинск-Арзыбейский террейн); 2 — межконтинентальных рифтов PR_3 (2 — Присаянский перикратонный прогиб); 3 — пассивных континентальных окраин $V-PZ_1$ (6 — Манский прогиб); 4–6 — субдукционные комплексы: 4 — магматических островных дуг PZ_1 : а — осадочно-вулканогенные, б — гранитоиды (7 — Кембросаянский, 8 — Северо-Саянский, 9 — Хамсаринский террейны); 5 — задуговых бассейнов, терригенно-вулканогенные PZ_1 (10 — Беллыкско-Солгонская, 11 — Сисимская, 12 — Копь-Китатская, 13 — Казырская, 14 — Восточно-Тувинская зоны); 6 — активных континентальных окраин PZ_2 : а — осадочно-вулканогенные, б — гранитоиды (15 — Агульский прогиб); 7–8 — коллизионные: 7 — анатектические гранитоиды PZ_1 ; 8 — передовой и межгорной молассы: а — PR_3 , б — PZ_1 ; 9 — наложенных впадин $D-N$; 10 — разломы: а — надвиги и поддвиги, б — сдвиги, в — прочие; 11 — контуры Литолого-стратиграфической карты на Схеме.

ЛИТЕРАТУРА

- Александровский Ю.С., Демьянов С.П., Демьянова Г.П. и др.* Геологическая съёмка и полезные ископаемые бассейна рек Томская, Падун (лист N-47-85-A): Оконч. отч. Падунской партии по работам 1970–1971 гг. — Красноярск, 1972 ф. — Тыв. фил. ФБУ «ТФГИ по СФО». — Инв. № 1331.
- Бассейны* фосфоритоносные, горючесланцевые, уран-молибден-ванадиевые, золото-платиноидно-молибден-никеленозные [Электрон. ресурс]. — 2017. — Режим доступа: <https://okvsk.ru/litogeodinamika/990-basseyny-fosforitonosnye-goryuchslancevye-uran-molibden-vanadievye-zoloto-platinoidno-molibden-nikelenosnye.html>, свободный.
- Безубцев В.В., Махлаев М.Л., Кириченко В.Т., Перфильев В.В. и др.* Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1 000 000 (третье поколение). Серия Алтае-Саянская. Лист N-46 — Абакан: Объясн. зап. — СПб.: Картогр. ф-ка ВСЕГЕИ, 2008. — 391 с.
- Безубцев В.В., Зувев В.К., Шаталина Т.А., Реверчук Р.П.* Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:200 000. Восточно-Саянская серия. Лист N-47-XIX (Ак-Суг): Объясн. зап. — М.: ВСЕГЕИ, 2013. — 214 с.
- Берзин Н.А., Кунгурцев Л.В.* Геодинамическая интерпретация геологических комплексов Алтае-Саянской области // Геология и геофизика. — 1996. — Т. 37. — № 1. — С. 63–81.
- Богнибова Р.Т., Кунгурцев Л.В., Ковязина Т.А., Абрамов А.В.* О раннекембрийском возрасте кувайской серии юго-западной части Восточного Саяна // Геология и полезные ископаемые докембрия и палеозоя Сибири. — Новосибирск, 1990. — С. 59–61.
- Богнибова Р.Т., Ковязина Т.А., Абрамов А.В.* О раннекембрийском возрасте отложений, относящихся к кувайской серии в юго-западной части Восточного Саяна // Геология и геофизика. — 1991. — Т. 32. — № 10. — С. 41–49.
- Борукаев Ч.Б.* Словарь-справочник по современной тектонической терминологии. — Новосибирск: Изд-во СО РАН, 1999 (тр. ОИГТМ СО РАН, вып. 840). — 69 с.

- Воробьев В.Н., Максютин Ю.В., Самсонов Д.М., Соколов В.В., Попов А.Н., Зайцев И.А. Групповая геологическая съёмка масштаба 1:50 000 на площади листов N-46-67-B, -Г; -79, -80 за 1981–1986 гг. – Минусинск, 1986 ф.
- Галимова Т.Ф., Пашкова А.Г., Поваринцева С.А., Перфильев В.В. и др. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:1 000 000 (третье поколение). Серия Ангаро-Енисейская. Лист N-47 — Нижнеудинск. Объясн. зап. – СПб.: Картогр. ф-ка ВСЕГЕИ, 2012. – 652 с.
- Горохов И.М., Кузнецов А.Б., Овчинникова Г.В., Ножкин А.Д., Азимов П.Я., Каурова О.К. Изотопный состав Pb, Sr, O и C в метакarbonатных породах дербинской свиты (Восточный Саян): хемотратиграфическое и геохронологическое значение // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 2016. – Т. 24. – № 1. – С. 3–22.
- Дятлова И.Н., Сычева Р.Ф. Новые материалы по биостратиграфии раннего кембрия Восточного Саяна // Стратиграфия. Геологическая корреляция. – 1999. – Т. 7. – № 4. – С. 3–13.
- Дятлова И.Н. Казырский (Сретенский опорный разрез) [Электрон. ресурс]. – 2011. – Режим доступа: <https://сибирскаягеология.рф/find/lib/geotaiat.pdf>, свободный.
- Кунгурцев Л.В., Ковязина Т.А., Богнибова Р.Т., Абрамов А.В. Геология Казырской зоны Восточного Саяна // Геология и полезные ископаемые юга Восточной Сибири: Тез. докл. конф. – Иркутск, 1989. – С. 12–13.
- Легенда Восточно-Саянской серии листов Государственной геологической карты Российской Федерации масштаба 1:200 000. (в 2-х кн.). Кн. 2: Легенда / Перфильев В.В., Галимова Т.Ф., Скопинцев В.Т. – Иркутск: Иркутскгеология, 1998 ф. – 92 с. – Иркутский фил. ФБУ «ТФГИ по СФО». – Инв. № 16271.
- Лучинина В.А. Расчленение и корреляция пограничных отложений венда и кембрия Сибирской платформы по известковым водорослям // Биостратиграфия и палеонтология Северной Азии. – Новосибирск: Наука, 1990. – С. 32–44.
- Ножкин А.Д., Туркина О.М., Дмитриева Н.В., Травин А.В., Лиханов И.И. Метакарбонатно-терригенный комплекс Дербинского блока (Восточный Саян): петрогеохимическая и изотопная характеристика, метаморфизм и время формирования // Геология и геофизика. – 2018. – Т. 59. – № 6. – С. 814–836. – DOI: 10.15372/GiG20180605.
- Обновлённые схемы межрегиональной и региональной корреляции магматических и метаморфических комплексов Алтае-Саянской складчатой области и Енисейского кряжа / Берзин Н.А., Ножкин А.Д., Хомичев В.Л.; отв. ред. В.Л. Хомичев. – Новосибирск: СНИИГГиМС, 2007. – 280 с.
- Предтеченский А.А. Основные черты геологического развития западной части Восточного Саяна в докембрии и кембрии. – Новосибирск: Наука, 1967. – 155 с.
- Сезько А. И. Основные этапы формирования земной коры Присянья // Эволюция земной коры в докембрии и палеозое: Саяно-Байкальская горная область. – Новосибирск: Наука, 1988. – С. 5–41.
- Семёнов М.И., Гусейнов И.Ф., Должковой Б.М., Попова Н.Н. Государственная геологическая карта Российской Федерации. Масштаб 1:200 000. Минусинская серия. Лист N-46-XVI (Артёмовск): Объясн. зап. – СПб.: Картогр. ф-ка ВСЕГЕИ, 2006. – 215 с.
- Смагин А.Н., Туркина О.М., Ножкин А.Д., Хомичёв В.Л., Александровский Ю.С., Косоруков А.П. Рабочая корреляционная схема магматических и метаморфических комплексов Восточного Саяна // Региональные схемы корреляции магматических и метаморфических комплексов Алтае-Саянской складчатой области. – Новосибирск: СНИИГГиМС, 1999. – С. 46–69.
- Сосновская О.В., Токарев Д.А., Коровников И.В. Региональная стратиграфическая схема нижнекембрийских отложений восточной части Алтае-Саянской складчатой области // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. – 2019. – № 8 с. – С. 33–69. – DOI: 10.20403/2078-0575-2019-8s-33-68.
- Стамборовский Н.Н., Пятов О.И. Геологическая карта СССР. Масштаб 1:200 000. Серия Восточно-Саянская. Лист N-47-XIX: Объясн. зап. –Л., 1976. – 78 с.
- Терлеев А.А., Лучинина В.А., Сосновская О.В., Багмет Г.Н. Известковые водоросли и нижняя граница кембрия в западной части Алтае-Саянской складчатой области // Геология и геофизика. – 2004. – Т. 45. – № 4. – С. 485–491.
- Терлеев А.А., Постников А.А., Гибшер А.С., Сосновская О.В., Краевский Б.Г., Багмет Г.Н., Токарев Д.А. Региональная стратиграфическая схема верхнепротерозойских отложений

Алтае-Саянской складчатой области // Геология и минерально-сырьевые ресурсы Сибири. – 2019. – № 8 с. – С. 4–32. – DOI: 10.20403/2078-0575-2019-8s-4-32.

Фомин Ю.П., Колесников А.В., Синцов А.В. Геологическая карта СССР. Масштаб 1 : 200 000. Серия Восточно-Саянская. Лист N-47-XX: Объясн. зап. – М.: Недра, 1968. – 54 с.

Федотов В.В., Артемьев В.А., Коровин Н.И. Геологическое строение и полезные ископаемые бассейнов рек Уды, Казыра, Кизи-Хема и Бол. Мурхоя (листы N-47-74-А, -Б, -В, -Г; N-47-75-А: Отч. Лево-Казырской партии по результатам полистной геологической съёмки м-ба 1 : 50 000 за 1979–1981 гг.). – Иркутск: Иркутскгеология, 1982 *ф.* – Инв. №397580.

Kungurtsev L.V., Berzin N.A. Late Riphean-Early paleozoic evolution and related geodynamic complexes of Altai-Sayan folded area (Central Asia) // Paleoasian ocean to Paleo-Pacific ocean: International Joint Symposium of IGCP Projects 283, 321, 359 in Japan. – Sapporo, 1994. – P. 52–56.

REFERENCES

Aleksandrovskiy Yu.S., Dem'yanov S.P., Dem'yanova G.P. i dr. Geologicheskaya s"yomka i poleznyye iskopaemyye basseyna rek Tomskaya, Padun (list N-47-85-A) [Geological survey and mineral resources of the Tomsk and Padun river basins (sheet N-47-85-A)]: Final report of the Padun party on the work of 1970–1971. Krasnoyarsk, 1972 stock, Tyvinsky branch of the Federal State Budgetary Institution «TFGI in the Siberian Federal District», inv. no. 1331. (In Russ.)

Basseyne fosforitonosnyye, goryucheshlantsevyye, uran-molibden-vanadiyevyye, zoloto-platinoidno-molibden-nikelenosnyye [Phosphorite-bearing, oil shale, uranium-molybdenum-vanadium, gold-platinum-molybdenum-nickel-bearing basins]. 2017. Available at: <https://okvsk.ru/litogeodinamika/990-basseyny-fosforitonosnye-goryucheshlancevye-uran-molibden-vanadiyevye-zoloto-platinoidno-molibden-nikelenosnyye.html>. (In Russ.)

Bezzubtsev V.V., Makhlayev M.L., Kirichenko V.T., Perfil'yev V. V. i dr. *Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossiyskoy Federatsii. Masshtab 1 : 1 000 000 (tret'ye pokoleniye). Seriya Altaye-Sayanskaya. List N-46 — Abakan* [State geological map of the Russian Federation. Scale 1 : 1 000 000 (third generation). Altai-Sayan series. Sheet N-46 — Abakan]: Explanatory note. St. Petersburg, VSEGEI Cartographic Factory Publ., 2008, 391 p. (In Russ.)

Bezzubtsev V.V., Zuyev V.K., Shatalina T.A., Reverchuk R.P. *Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossiyskoy Federatsii. Masshtab 1 : 200 000. Vostochno-Sayanskaya seriya. List N-47- XIX (Ak-Sug)* [State geological map of the Russian Federation. Scale 1 : 200,000. East Sayan series. Sheet N-47-XIX (Ak-Sug)]: Explanatory note. Moscow, VSEGEI Publ., 2013, 214 p. (In Russ.)

Berzin N.A., Kungurtsev L.V. Geodinamicheskaya interpretatsiya geologicheskikh kompleksov Altaye-Sayanskoy oblasti [Geodynamic interpretation of geological complexes of the Altai-Sayan region]. *Geologiya i geofizika = Geology and Geophysics*, 1996, vol. 37, no. 1, pp. 63–81. (In Russ.)

Bognibova R.T. Kungurtsev L.V., Kovyazina T.A., Abramov A.V. O rannekembriyskom vozraste kuvayskoy serii yugo-zapadnoy chasti Vostochnogo Sayana [On the Early Cambrian age of the Kuvai Group in the southwestern part of the Eastern Sayan]. *Geologiya i poleznyye iskopaemyye dokembriya i paleozoya Sibiri = Geology and minerals of the Precambrian and Paleozoic of Siberia*. Novosibirsk, 1990, pp. 59–61. (In Russ.)

Bognibova R.T., Kovyazina T.A., Abramov A.V. O rannekembriyskom vozraste otlozheniy, odnosyashchikhsya k kuvayskoy serii v yugo-zapadnoy chasti Vostochnogo Sayana [On the Early Cambrian age of sediments belonging to the Kuvai series in the southwestern part of the Eastern Sayan]. *Geologiya i geofizika = Geology and Geophysics*, 1991, vol. 32, no. 10, pp. 41–49. (In Russ.)

Borukayev Ch.B. *Slovar'-spravochnik po sovremennoy tektonicheskoy terminologii* [Dictionary-reference book on modern tectonic terminology]. Novosibirsk, Publishing House SB RAS, 1999 (Proceedings OIGGM SB RAS, is. 840), 69 p. (In Russ.)

Vorob'yev V.N., Maksyutin Yu.V., Samsonov D.M., Sokolov V.V., Popov A.N., Zaytsev I.A. Gruppovaya geologicheskaya s"yomka masshtaba 1 : 50 000 na ploshchadi listov N-46-67-V, -G; -79, -80 za 1981–1986 gg. [Group geological survey on a scale of 1 : 50,000 on the area of sheets N-46-67-V, -G; -79, -80 for 1981–1986]. Minusinsk, 1986, stock. (In Russ.)

- Galimova T.F., Pashkova A.G., Povarintseva S.A., Perfil'yev V.V. i dr. *Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossiyskoy Federatsii. Masshtab 1 : 1 000 000 (tret'ye pokoleniye). Seriya Angaro-Yeniseyskaya. List N-47 — Nizhneudinsk* [State geological map of the Russian Federation. Scale 1 : 1 000 000 (third generation). Angara-Yenisei series. Sheet N-47 — Nizhneudinsk]. Explanatory letter. St. Petersburg, VSEGEI Cartographic Factory Publ., 2012, 652 p. (In Russ.)
- Gorokhov I.M., Kuznetsov A.B., Ovchinnikova G.V., Nozhkin A.D., Azimov P.Ya., Kaurova O.K. Izotopnyy sostav Pb, Sr, O i C v metakarbonatnykh porodakh derbinskoy svity (Vostochnyy Sayan): khemostratigraficheskoye i geokhronologicheskoye znachenie [Isotopic composition of Pb, Sr, O and C in metacarbonate rocks of the Derbin Formation (Eastern Sayan): chemostratigraphic and geochronological significance]. *Stratigrafiya. Geologicheskaya korrelyatsiya = Stratigraphy. Geological Correlation*, 2016, vol. 24, no. 1, pp. 3–22. (In Russ.)
- Dyatlova I.N., Sycheva R.F. Novyye materialy po biostratigrafii rannego kembriya Vostochnogo Sayana [New materials on the biostratigraphy of the Early Cambrian of the Eastern Sayan]. *Stratigrafiya. Geologicheskaya korrelyatsiya = Stratigraphy. Geological Correlation*, 1999, vol. 7, no. 4, pp. 3–13. (In Russ.)
- Dyatlova I.N. *Kazyrskiy (Sretenskiy opornyy razrez)* [Kazyrsky (Sretensky reference section)]. 2011. Available at: <https://сибирскаяскифия.рф/find/lib/geotaiat.pdf>. (In Russ.)
- Kungurtsev L.V., Kovyazina T.A., Bognibova R.T., Abramov A.V. Geologiya Kazyrskoy zony Vostochnogo Sayana [Geology of the Kazyr zone of the Eastern Sayan]. *Geologiya i poleznye iskopayemye yuga Vostochnoy Sibiri* [Geology and minerals of the south of Eastern Siberia]: Abstracts of conference reports. Irkutsk, 1989, pp. 12–13. (In Russ.)
- Legenda Vostochno-Sayanskoy serii listov Gosudarstvennoy geologicheskoy karty Rossiyskoy Federatsii masshtaba 1 : 200 000. (v 2-kh kn.). Kn. 2: Legenda* [Legend of the East Sayan series of sheets of the State Geological Map of the Russian Federation, scale 1 : 200,000. (in 2 books). Book 2: Legend] / Perfil'yev V.V., Galimova T.F., Skopintsev V.T. Irkutsk, Irkutskgeologiya, 1998 f. – 92 s. Irkutsk branch of the Federal State Budgetary Institution «TFGI in the Siberian Federal District», inv. no. 16271. (In Russ.)
- Luchina V.A. Raschleneniye i korrelyatsiya pogranichnykh otlozheniy venda i kembriya Sibirskoy platformy po izvestkovym vodoroslyam [Division and correlation of Vendian and Cambrian boundary deposits of the Siberian Platform using calcareous algae]. *Biostratigrafiya i paleontologiya Severnoy Azii* [Biostratigraphy and paleontology of Northern Asia]. Novosibirsk, Nauka Publ., 1990, pp. 32–44. (In Russ.)
- Nozhkin A.D., Turkina O.M., Dmitriyeva N.V., Travin A.V., Likhanov I.I. Metakarbonatno-terrigenyy kompleks Derbinskogo bloka (Vostochnyy Sayan): petrogeokhimicheskaya i izotopnaya kharakteristika, metamorfizm i vremya formirovaniya [Metacarbonate-terrigenous complex of the Derba block (Eastern Sayan): petrogeochemical and isotope characteristics, metamorphism and time of formation]. *Geologiya i geofizika = Geology and Geophysics*, 2018, vol. 59, No. 6, pp. 814–836, doi: 10.15372/GiG20180605. (In Russ.)
- Obnovlonnyye skhemy mezhregional'noy i regional'noy korrelyatsii magmatischeikh i metamorficheskikh kompleksov Altaye-Sayanskoy skladchatoy oblasti i Yeniseyskogo kryazha [Updated schemes of interregional and regional correlation of igneous and metamorphic complexes of the Altai-Sayan folded region and the Yenisei Ridge] / Berzin N.A., Nozhkin A.D., Khomichuv V.L.; ed. by V.L. Khomichev. Novosibirsk, SNIIGGiMS Publ., 2007, 280 p. (In Russ.)
- Predtechenskiy A.A. *Osnovnyye cherty geologicheskogo razvitiya zapadnoy chasti Vostochnogo Sayana v dokembrii i kembrii* [The main features of the geological development of the western part of the Eastern Sayan in the Precambrian and Cambrian]. Novosibirsk, Nauka Publ., 1967, 155 p. (In Russ.)
- Sez'ko A. I. Osnovnyye etapy formirovaniya zemnoy kory Prisanaya [The main stages of the formation of the earth's crust in the Sayan region]. *Evolutsiya zemnoy kory v dokembrii i paleozooye: Sayano-Baykal'skaya gornaya oblast'* [Evolution of the earth's crust in the Precambrian and Paleozoic: Sayan-Baikal mountain region]. Novosibirsk, Nauka Publ., 1988, pp. 5–41. (In Russ.)
- Semonov M.I., Guseynov I.F., Dolzhkovoy B.M., Popova N.N. Gosudarstvennaya geologicheskaya karta Rossiyskoy Federatsii. Masshtab 1 : 200 000. Minusinskaya seriya. List N-46-KHVI (Artyomovsk) [State geological map of the Russian Federation. Scale 1 : 200 000. Minusinsk series. Sheet N-46-XVI (Artyomovsk)]: Explanatory note. St. Petersburg, VSEGEI Cartographic Factory Publ., 2006, 215 p. (In Russ.)

- Smagin A.N., Turkina O.M., Nozhkin A.D., Khomichov V.L., Aleksandrovskiy Yu.S., Koroukov A.P. Rabochaya korrelyatsionnaya skhema magmaticheskikh i metamorficheskikh kompleksov Vostochnogo Sayana [Working correlation scheme of igneous and metamorphic complexes of the Eastern Sayan]. *Regional'nyye skhemy korrelyatsii magmaticheskikh i metamorficheskikh kompleksov Altaye-Sayanskoy skladchatoy oblasti* [Regional correlation schemes of igneous and metamorphic complexes of the Altai-Sayan folded region]. Novosibirsk, SNIIGGiMS Publ., 1999, pp. 46–69. (In Russ.)
- Sosnovskaya O.V., Tokarev D.A., Korovnikov I.V. Regional'naya stratigraficheskaya skhema nizhekembriyskikh otlozheniy vostochnoy chasti Altaye-Sayanskoy skladchatoy oblasti [Regional stratigraphic scheme of the Lower Cambrian deposits of the eastern part of the Altai-Sayan folded region]. *Geologiya i mineral'no-syr'yevyye resursy Sibiri = Geology and mineral resources of Siberia*, 2019, no. 8 s., pp. 33–69, doi: 10.20403/2078-0575-2019-8s-33-68. (In Russ.)
- Stamborovskiy N.N., Pyatov O.I. *Geologicheskaya karta SSSR. Masshtab 1 : 200 000. Seriya Vostochno-Sayanskaya. List N-47-XIX* [Geological map of the USSR. Scale 1 : 200 000. East Sayan series. Sheet N-47-XIX]: Explanatory note. Leningrad, 1976, 78 p. (In Russ.)
- Terleyev A.A., Luchinina V.A., Sosnovskaya O.V., Bagmet G.N. Izvestkovyye vodorosli i nizhnyaya granitsa kembriya v zapadnoy chasti Altaye-Sayanskoy skladchatoy oblasti [Calcareous algae and the lower boundary of the Cambrian in the western part of the Altai-Sayan folded region]. *Geologiya i geofizika = Geology and Geophysics*, 2004, vol. 45, no. 4, pp. 485–491. (In Russ.)
- Terleyev A.A., Postnikov A.A., Gibsher A.S., Sosnovskaya O.V., Krayevskiy B.G., Bagmet G.N., Tokarev D.A. Regional'naya stratigraficheskaya skhema verkhneproterozoyskikh otlozheniy Altaye-Sayanskoy skladchatoy oblasti [Regional stratigraphic scheme of Upper Proterozoic deposits of the Altai-Sayan folded region]. *Geologiya i mineral'no-syr'yevyye resursy Sibiri = Geology and mineral resources of Siberia*, 2019, no. 8 s., pp. 4–32, doi: 10.20403/2078-0575-2019-8s-4-32. (In Russ.)
- Fomin Yu.P., Kolesnikov A.V., Sintsov A.V. *Geologicheskaya karta SSSR. Masshtab 1 : 200 000. Seriya Vostochno-Sayanskaya. List N-47-XX* [Geological map of the USSR. Scale 1 : 200 000. East Sayan series. Sheet N-47-XX]: Explanatory note. Moscow, Nedra Publ., 1968, 54 p. (In Russ.)
- Fedotov V.V., Artem'yev V.A., Korovin N.I. *Geologicheskoye stroyeniye i poleznyye iskopayemye basseynov rek Udy, Kazyra, Kizhi-Khema i Bol. Murkhoya (listy N-47-74-A, -B, -V, -G; N-47-75-A)* [Geological structure and minerals of the Uda, Kazyr, Kizhi-Khem and Bol. Murkhoya river basins. (sheets N-47-74-A, -B, -C, -D; N-47-75-A)]: Report of the Left-Kazyr Party based on the results of a sheet-by-sheet geological survey on a scale of 1 : 50 000 for 1979–1981. Irkutsk: Irkutskgeologiya Publ., 1982 stock, inv. no. 397580. (In Russ.)
- Kungurtsev L.V., Berzin N.A. Late Riphean-Early paleozoic evolution and related geodynamic complexes of Altai-Sayan folded area (Central Asia). Paleoasian ocean to Paleo-Pacific ocean: International Joint Symposium of IGCP Projects 283, 321, 359 in Japan. Sapporo, 1994, pp. 52–56.

РАЗДЕЛ II

ЭКОЛОГИЯ. БИОРАЗНООБРАЗИЕ

[ECOLOGY. BIODIVERSITY]

УДК: 574.5

DOI: 10.24412/2658-4441-2023-4-36-42

Н.А. КИРОВА¹, С.О. ОНДАР²

¹ *Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов СО РАН (Кызыл, Россия)*

² *Тувинский государственный университет (Кызыл, Россия)*

ВЛИЯНИЕ ОТХОДОВ УГЛЕДОБЫЧИ НА ЗООПЛАНКТОННОЕ СООБЩЕСТВО ВОДОЁМОВ БАССЕЙНА р. МЕЖЕГЕЙ (РЕСПУБЛИКА ТЫВА)

На примере гидробиологических данных, полученных при мониторинге водных объектов, расположенных в пределах лицензионного участка разрабатываемого Межегейского угольного месторождения (Республика Тыва), рассматривается влияние угледобычи на состояние зоопланктона до и после начала работы предприятия. Основными источниками загрязнения являются сточные воды, сбрасываемые непосредственно в речное русло и содержащие высокие концентрации угольного шлама. В результате наблюдается уменьшение видового разнообразия зоопланктона. Состояние зоопланктона водоёмов, не затронутых угледобычей, зависит от естественно-гидрологических особенностей.

Ключевые слова: зоопланктон, угледобыча, загрязнение.

Рис 3. Библ. 15 назв. С. 36–42.

N.A. KIROVA¹, S.O. ONDAR²

¹ *Tuvinian Institute for Exploration of Natural Resources of SB RAS (Kyzyl, Russia)*

² *Tuvan State University (Kyzyl, Russia)*

IMPACT OF COAL MINING WASTE TO ZOOPLANKTON COMMUNITY FROM RESERVOIRS IN THE MEZHEGEY RIVER BASIN (REPUBLIC OF TYVA)

The influence of coal mining on the state of zooplankton before and after the start of the enterprise is considered using the example of hydrobiological data obtained during monitoring of water bodies located within the license area of the developed Mezhegeysky coal deposit (the Republic of Tyva). The main source of pollution is wastewater discharged directly into the riverbed and containing high concentrations of coal sludge. As a result, there is a decrease in biological diversity. The condition of zooplankton within the limits not affected by coal mining operations depends on natural hydrological features.

Keywords: zooplankton, coal mining, pollution.

Figures 3. References 15. P. 36–42.

АКТУАЛЬНОСТЬ. Добыча полезных ископаемых приводит к загрязнению окружающей среды, биота претерпевает изменения, вплоть до полного исчезновения. Один из компонентов водных экосистем (зоопланктон) обладает высокой чувствительностью к разного рода загрязнениям, что используется в диагностике состояния водоёмов.

Ведущиеся разработки месторождений в Туве не могут не отразиться на состоянии водоёмов, попадающих в зону их влияния, а границы этой зоны обычно оказываются значительно шире. Река Межегей с её притоками относится к категории малых рек. Известно, что малые реки особо уязвимы перед антропогенным воздействием, из них техногенное — наиболее агрессивное (Счастливец, 2006). На примере данных, полученных в ходе мониторинга водных объектов Межегейского угольного месторождения, рассматриваются изменения в зоопланктонном сообществе водоёмов после запуска предприятия.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. Межегейское угольное месторождение расположено в Улуг-Хемской котловине, в правобережье нижнего участка р. Межегей (притока р. Элегест) одного из крупных притоков бассейна Верхнего Енисея (Улуг-Хема). Общая площадь месторождения составляет 270 км², площадь лицензионного участка 70 км² (рис. 1). Разведка и поисково-оценочные работы выполнялись в 1946–1956 гг. и 1985–1988 гг., разработка начата в 2013–2014 гг. Согласно типизации угольных месторождений, по условиям обводнения горных выработок гидрогеологические условия месторождения являются сложными (Лебедев, 2007).

Сборы зоопланктона выполнены в 2013 г. (до начала функционирования предприятия), далее — в 2015–2018 гг. В 2014 г. появился основной источник загрязнения — сточные воды, поступающие в русло р. Дурген (правый приток р. Межегей). Для сбора материала и его обработки применялись общепринятые методики (Руководство..., 1992). Индекс сапробности высчитывали по методу Пантле и Букк (Pantle, Buck, 1955) в модификации Сладечека (Sladecsek, 1971), доминантами считали виды с обилием >10% (Андроникова, 1996).

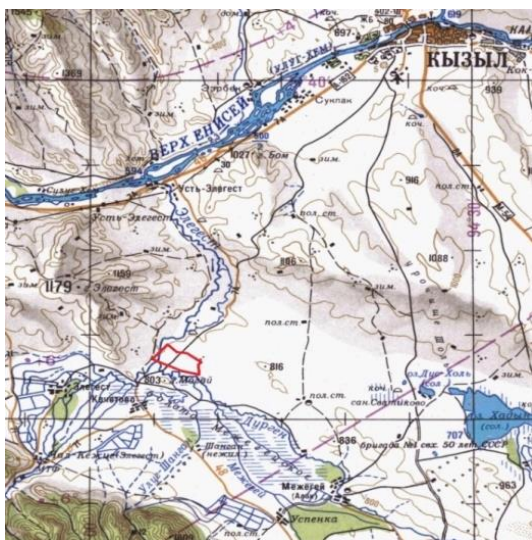


Рисунок 1. Локализация участка разработки Межегейского угольного месторождения

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ.

Отрезок р. Дурген с пойменными водоёмами выше сброса сточных вод, является фоновым. Здесь русло сильно меандрирует, часто образует широкие (до 8–10 м) разливы, где скорость течения нивелируется полностью, не высока она и в самом русле — до 1,5 м/с. Развитая водная растительность создаёт ещё более комфортные условия для существования зоопланктона (Крылов, 2005). В русло он попадает из вышерасположенных пойменных водоёмов, коими изобилует речная долина, чему способствуют заболоченность и колебания уровня воды. Зона загрязнения (с 2014 г.) начинается от места сброса сточных и шахтных вод в русло р. Дурген (правый приток р. Межегей) (рис. 2).

Всего найдено 38 видов (коловраток — 6, кладоцер — 23, веслоногих — 9). В пределах фонового участка — 31 вид, в зоне загрязнения — 7 видов (табл. 1). Редкими для фауны России являются *Scapholeberis rammneri* и *Treptocephala ambigua* (Определитель..., 2010). Палеарктов — 44%, космополитов — 38%, голарктов — 18%. По биотопической приуроченности эвритопных форм — 36%, с выраженной в разной степени фитофилией — 37%, литоральных — 10%, бентосных — 9%, планктонных — 1%.

Таблица 1. Таксономический состав зоопланктона исследуемого участка

Таксон	Зоогеографическая хар-ка	Сапробность	Участки			
			фоновый Дурген	загрязнённый		
				Дурген	водоём	Элегест
Rotifera						
<i>Euchlanis dilatata</i> Ehrenberg, 1832	К	0-β	+	–	+*	+*
<i>Kerathella quadrata</i> (Muller, 1786)	К	0-β	+	+*	+	–
<i>Platias quadricornis</i> (Ehrenberg, 1838)	К	β	–	–	+*	–
<i>Trichocerca longiseta</i> (Schränk, 1802)	К	0	+	+*	+*	–
<i>Trichotria truncata</i> (Whitelegge, 1889)	К	0	+	–	+*	+*
<i>Polyartra dolichoptera</i> Idelson, 1925	Π	0-β	–	–	+	–
<i>Bdelloida</i> sp	–	–	+	–	+*	+*
Cladocera						
<i>Daphnia longispina</i> O.F. Muller, 1785	Г	β	+	+*	+*	–
<i>D. pulex</i> Leydig, 1860	Г	α	–	–	+	–
<i>Megafenestra aurita</i> (Fisher, 1849)	Π	–	+	–	+*	–
<i>Scapholeberis rammeri</i> Dumont et Pansaert, 1983	Π	–	+	–	+*	–
<i>S. mucronata</i> (O.F. Müller, 1776)	Π	β	+	–	+	–
<i>Simocephalus vetulus</i> Müller, 1776	Π	0-β	+	–	+	–
<i>Ceriodaphnia reticulata</i> (Jurine, 1820)	Π	β	+	–	+	–
<i>C. pulchella</i> Sars, 1862	Π	0-β	+	–	+*	–
<i>Eurycerus lamellatus</i> Müller, 1785	Π	0	+	+*	+	–
<i>Acroperus harpae</i> (Baird, 1834)	К	0-β	–	–	+	–
<i>Acroperus angustatus</i> Sars, 1962	Г	–	+	–	+*	–
<i>Captocercus uncinatus</i> Smirnov, 1971	Π	–	+	–	–	–
<i>Tretocephala ambigua</i> (Lilleborg, 1901)	Π	–	+	–	+*	–
<i>Pleuroxus trigonellus</i> Müller, 1785	Г	β	+	–	+	+*
<i>Pleuroxus aduncus</i> (Jurine, 1820)	Π	0	–	–	+	–
<i>Alonella excisa</i> Fischer, 1854	К	0	+	+*	+	–
<i>Alonella exigua</i> (Lilleborg, 1901)	Г	0	+	+*	+	+*
<i>Chydorus sphaericus</i> Müller, 1785	К	0-β	+	+*	+*	+*
<i>Coronatella rectangula</i> Sars, 1862	К	0-β	+	+*	+*	–
<i>Dunhevedia crassa</i> King, 1853	Π	–	+	–	–	–
<i>Disparalona rostrata</i> (Koch, 1841)	Π	0	+	–	–	+*
<i>Grapholeberis testudinaria</i> (Fisher, 1851)	К	0-β	+	–	+	+*
<i>Bosmina longirostris</i> (O.F. Müller, 1785)	К	0-β	+	–	+*	+*
<i>Polyphemus pediculus</i> O.F. Müller, 1785	Г	0	+	–	–	–
Copepoda						
<i>Macrocyclus albidus</i> (Jurine, 1820)	Π	β	+	–	+	–
<i>Paracyclops affinis</i> Fischer, 1853	К	–	+	+*	+*	–
<i>Eucyclops serrulatus</i> Fischer, 1851	К	0-β	+	+*	+*	+*
<i>E. macruroides</i> (Lilleborg, 1901)	К	0	+	–	+*	–
<i>Cyclops visinus</i> Uljjanin, 1875	Π	β	+	–	+	–
<i>Megacyclops viridis</i> Jurine, 1820	К	0-β	+	+*	+*	+*
<i>Neutrodiaptomus incongruens</i> (Poppe, 1888)	Π	–	+	+*	+*	+*
<i>Hemidiaptomus amblyodon</i> (Mazenzeller, 1873)	Π	–	+	–	–	–
Harpacticoida gen. spp.	–	–	+	+*	+*	+*

Примечание. Π — палеаркты, Г — голаркты, К — космополиты (Определитель..., 2010); сапробность вида (Макрушин, 1974); * — виды, найденные до года сброса сточных вод; прочерк — не определено.

В русле р. Дурген фонового участка в разные годы массовое развитие получили ветвистоусые ракообразные — *Daphnia longispina* (22–66%), *Chydorus sphaericus*

(36–58 %), *Alona rectangula* (11–44 %), *Bosmina longirostris* (34 %), *Acroperus angustatus* (22–33 %), *Pleuroxus trigonellus* (14 %), *Alonella exisa* (19 %), *A. exigua* (17 %), из копепоид — *Eucyclops serrulatus* (21 %), *Magacyclops viridis* (12 %), копепоидитные стадии Сyclopoida (11 %), из коловраток — *Kerathella quadrata* (40 %), *Euclanis dilatata* (12–17 %).

Межгодовые значения численности колебались в диапазоне от 0,03 до 6,67 тыс. экз./м³, показатели биомассы — от 0,01 до 1,38 г/м³. Ветвистоусые ракообразные доминируют по численности ($\geq 58\%$) и биомассе ($\geq 75\%$). Между станциями степень сходства показатели составляли 0,65–0,87, значения индекса видового разнообразия Шеннона–Уивера, рассчитанного по численности варьировали от 1,41 до 3,3. В реке обнаружено 24 вида — показателя сапробности, из них доля 0 и 0-β-сапробов составляет 75 % (см. табл. 1). Показатели индекса сапробности (1,43–1,95) соответствуют чистым и умеренно-загрязнённым (с учётом заболоченной местности). Значения индекса разнообразия — от 1,41 до 3,35 (Кирова, 2019) (рис. 2).



Рисунок 2. Фоновый участок реки Дурген

Отсутствие зоопланктона в р. Дурген начиная от места сброса сточных вод и ниже по течению — следствие их воздействия на водную биоту (рис. 3). Оно прослеживается вплоть до устья р. Межегей и далее — по р. Элегест. Это выражается в сокращении числа найденных видов в руслах рек Межегей и Элегест, их протоках с 5–6 видов, найденных до запуска предприятия, до единичных экземпляров или полного отсутствия организмов в последующие годы (см. табл. 1). Отметим, что выше устья р. Межегей, в р. Элегест зоопланктонные организмы обнаружены во все годы, в пойменных водоёмах численность составляет 0,1–0,25 тыс. экз./м³.



Рисунок 3. Сброс сточных вод в русло реки (вывод трубы на дно)

Влияние сточных вод отразилось на пойменном водоёме перед дамбой — самом крупном в районе исследований (глубина — 2,5 м, площадь — 35 м²), расположенном в предустьевой части р. Межегей. Свою роль в сохранении его зоопланктонного сообщества сыграли отдалённость от источника загрязнения (фактор разбавления) и уровневый режим, обеспечивающий периодичность поступления биогенных, абиогенных компонентов, загрязняющих веществ. Кардинальные структурные изменения зоопланктона в 2015 г. связаны с высоким уровнем воды предыдущего, 2014 г., что проявилось в редукции видового состава (с 18 до 7), сокращении общей численности (с 68,0 до 6,64 тыс. экз./м³), замене доминирующего комплекса с планктонного фильтратора *D. longispina* (79 %) на бентический вид *A. rectangula* (44 %). Изоляция от речного русла в последующие годы (2016–2018 гг.) способствовала частичному восстановлению видового состава, структурообразующего ядра (*D. longispina* (85 %), *N. incongruence* (9 %)), восстановлению численности (36,43–42,6 тыс. экз./м³) (Кирова, 2019). Значения индекса сапробности (1,7–2,11) соответствуют загрязнённым водам, максимальные его значения приходится на последующий после загрязнения год

(табл. 3). Надо учитывать тот факт, что аккумуляция в донных осадках загрязнителей чревата возможностью стать источником вторичного загрязнения водоёма при изменении гидрологического режима (Маркина и др., 2016).

Таблица 2. Основные показатели зоопланктона пойменного водоёма

Год	n	N	B	H	S	Доминанты по численности (в скобках — %)
2013	18	68,21	22,5	1,39	1,98	<i>D. longispina</i> (81), <i>Megacyclops</i> juv. (9)
2015	13	6,64	0,85	2,74	2,11	<i>A. rectangula</i> (44), <i>M. viridis</i> (14), копеподиты Cyclopoida (11)
2016	7	36,43	12,5	0,8	1,98	<i>D. longispina</i> (85), <i>N. incongruence</i> (9)
2017	10	42,38	3,96	1,44	1,74	<i>D. longispina</i> (78), <i>N. incongruence</i> (11)
2018	5	86,67	27,8	0,63	1,84	<i>D. longispina</i> (83), <i>P. dolychoptera</i> (15)

Примечание. n — число видов, шт.; N — общая численность, тыс. экз./м³; B — общая биомасса, г/м³; H — значение индекса разнообразия, бит/числ.; S — значение индекса сапробности.

По данным С.О. Ондар, концентрация тонкодисперсного угля (размеры частиц от 26 мкм и меньше) в сточных водах превышала фоновые показатели (50,25 мг/л) в 2015 г. в 17,5 и 19,9 раз, в 2018 г. — в 27,3 раза (Ondar et al., 2018). Известно, что взвесь угольной пыли, окислов железа, других металлов и прочих компонентов повышает мутность воды, усиливает токсическое действие фенолов (компоненты шахтных вод) (Гутельмахер, 1986; Горбунова, 1993; Черевичко, 2011; Вандыш и др., 2015; Маркина и др., 2016). Все это нарушает равновесие в водных экосистемах, в естественных условиях поддерживаемое многочисленными сложнейшими связями организмов между собой и окружающих их материей, и приводит структурным, функциональным изменениям сообщества и дальнейшей закономерной деградации (Горбунова, 1993).

Угледобыча является одним из экологически опасных направлений отрасли по масштабам воздействия на окружающую среду (Счастливец, 2006). Предусмотренное увеличение мощности годовой выработки угля с 0,265 млн т/год в 2015 г. до 1,5 млн т/год предполагает увеличение объёма сбрасываемых вод. Учитывая, что по геохимическим критериям, состояние литосферы по содержанию угольного шлама в поверхностных водах уже соответствует катастрофически высокой (Ondar et al., 2018), это может привести к катастрофическим последствиям, когда локальная экологическая проблема угледобывающего предприятия переходит в региональную геоэкологическую (Счастливец, 2006).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. Нами рассмотрен результат воздействия сбросов вод угледобывающего предприятия только на одну группу гидробионтов из всего разнообразного водного населения. Изменения структуры зоопланктона являются показателем деградации водотоков, что говорит об отрицательном воздействии на водные экосистемы в целом. При сохранении темпов загрязнения, предусмотренное расширение угледобывающих работ приведёт к перерастанию локальной экологической проблемы в региональную, тем более что локализация угледобычи приурочена к бассейну р. Элегест — одному из крупных притоков р. Енисей.

ЛИТЕРАТУРА

- Андроникова И.Н. Структурно-функциональная организация зоопланктона озёрных экосистем. — СПб.: Наука, 1996. — 189 с.
- Вандыш О.И., Черепанов А.А., Кацулин Н.А., Денисов Д.Б. Влияние стоков горнорудного производства на зоопланктонное сообщество губы Белой оз. Имандра // Тр. Карельского науч. центра РАН. — 2015. — № 1. — С. 48–62.
- Горбунова А.В. Влияние повышенной мутности воды на планктонных ветвистоусых ракообразных-фильтраторов: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. ВАК 03.00.18. — М., 1993. — 25 с.

- Гутельмахер Б.Р. Метаболизм планктона как единого целого. Трофометаболическое взаимодействие зоо- и фитопланктона. – Л., 1986. – 155 с.
- Кирова Н.А. Влияние сточных вод угледобывающего предприятия Межегейского месторождения (Республика Тыва) на зоопланктон близлежащих водоёмов // *Естеств. и техн. науки.* – 2019. – № 9 (135). – С. 71–82.
- Крылов А.В. Зоопланктон равнинных малых рек. – М.: Наука, 2005. – 263 с.
- Лебедев Н.И. Угли Тувы: состояние и перспективы освоения сырьевой базы / Отв. ред. докт. геол.-мин. наук В.И. Лебедев. – Кызыл: ТувИКОПР СО РАН, 2007. – 180 с.
- Макушин А.В. Биологический анализ качества вод с приложением списка организмов индикаторов загрязнения. – Л.: ЗИН АН СССР, 1974. – 53 с.
- Маркина Н.К., Бабаяев М.В., Доценко Е.А. Повышение экологической безопасности отведения шахтных вод во Львовско-Волынском угольном бассейне // *Технологии пищевой, лёгкой и химической промышленности.* – 2016. – № 6/3 (32). – С. 57–63.
- Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России.* Т. 1: Зоопланктон. – М.: КМК, 2010. – 495 с.
- Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем* / Под ред. проф. В.А. Абакумова. – СПб.: Гидрометеониздат, 1992. – 318 с.
- Счастливцев Е.Л. Техногенное воздействие угледобывающих предприятий на окружающую среду (на примере Кузбасса): Автореф. дисс. ... докт. техн. наук: 25.00.36. – Кемерово, 2006. – 43 с.
- Черевичко А.В. Влияние дноуглубительных работ на зоопланктон малых рек // *Экология малых рек в XXI веке: биоразнообразие, глобальные изменения и восстановление экосистем: Материалы Всерос. конф. с междунар. участием (05–08.09.2011, Тольятти)* / Отв. ред.: Т.Д. Зинченко, Г.С. Розенберг. – Тольятти: Кассандра, 2011. – С. 183.
- Ondar S.O., Khovalyg A.O., Ondar U.V., Sodnam N.I. Monitoring of the State of the Left-Bank of the Upper Enisey Basing in the Zone of Impact of the Coal Industry Interprise // *International Journ. of Engineering and Technology.* – 2018. – Vol. 7 (3). – P. 206–214.
- Pantle F., Buck H. Die biologische Überwachung der Gewässer und die Darstellung der Ergebnisse // *Gas und Wasserfach.* – 1955. – Bd. 96. – № 18. – 604 s.
- Sladeczek V. Rotifers as indicators of water quality // *Hydrobiologia.* – 1983. – Vol. 100. – № 32. – P. 169–201.

REFERENCES

- Andronikova I.N. *Strukturno-funktional'naya organizatsiya zooplanktona ozornykh ekosistem* [Structural and functional organization of zooplankton in lake ecosystems]. St. Petersburg, Nauka Publ., 1996, 189 p. (In Russ.)
- Cherevichko A.V. Vliyaniye dnouglubitel'nykh rabot na zooplankton malykh rek [The influence of dredging on the zooplankton of small rivers]. *Ekologiya malykh rek v XXI veke: bioraznoobraziye, global'nyye izmeneniya i vosstanovleniye ekosistem* [Ecology of small rivers in the 21st century: biodiversity, global changes and restoration of ecosystems]: Proceedings of the All-Russian conference with international participation (05–08.09.2011, Togliatti) / ed. by: T.D. Zinchenko, G.S. Rosenberg. Tolyatti, Kassandra Publ., 2011, pp. 183. (In Russ.)
- Gorbulonova A.V. *Vliyaniye povyshennoy mutnosti vody na planktonnykh vetvistousykh rakoob-raznykh-fil'tratorov* [The influence of increased water turbidity on planktonic cladocerans filter feeders]: Abstract of the dissertation ... candidate of biological sciences: 03.00.18. Moscow, 1993, 25 p. (In Russ.)
- Gutel'makher B.R. *Metabolizm planktona kak yedinogo tselogo. Trofometabolicheskoye vzaimodeystviye zoo- i fitoplanktona* [Metabolism of plankton as a whole. Trophometabolic interaction of zoo- and phytoplankton]. Leningrad, 1986, 155 p. (In Russ.)
- Kirova N.A. Vliyaniye stochnykh vod ugledobyvayushchego predpriyatiya Mezhegeyskogo mestorozhdeniya (Respublika Tyva) na zooplankton blizlezhashchikh vodoyomov [The influence of wastewater from a coal mining enterprise at the Mezhegeysky deposit (Republic of Tyva) on the zooplankton of nearby reservoirs]. *Yestestvennyye i tekhnicheskkiye nauki = Natural and technical sciences*, 2019, no. 9 (135), pp. 71–82. (In Russ.)

- Krylov A.V. *Zooplankton ravninnykh malykh rek* [Zooplankton of small lowland rivers]. Moscow, Nauka Publ., 2005, 263 p. (In Russ.)
- Lebedev N.I. *Ugli Tuvy: sostoyaniye i perspektivy osvoyeniya syr'yevoy bazy* [Coals of Tuva: state and prospects for development of the raw material base] / ed. by V.I. Lebedev. Kyzyl, TuvIENR SB RAS, 2007, 180 p. (In Russ.)
- Makrushin A.V. *Biologicheskiy analiz kachestva vod s prilozheniyem spiska organizmov indikatorov zagryazneniya* [Biological analysis of water quality with the application of a list of organisms that are indicators of pollution]. Leningrad, Publishing House Zoological Institute of the USSR Academy of Sciences, 1974, 53 p. (In Russ.)
- Markina N.K., Babayev M.V., Dotsenko Ye.A. Povysheniye ekologicheskoy bezopasnosti otvedeniya shakhtnykh vod vo L'vovsko-Volynskom ugol'nom bassejne [Increasing the environmental safety of mine water disposal in the Lvov-Volynsky coal basin]. *Tekhnologii pishchevoy, logkoy i khimicheskoy promyshlennosti = Technologies of food, light and chemical industry*, 2016, no. 6/3 (32), pp. 57–63. (In Russ.)
- Ondar S.O., Khovalyg A.O., Ondar U.V., Sodnam N.I. Monitoring of the State of the Left-Bank of the Upper Enisey Basing in the Zone of Impact of the Coal Industry Interprise. *International Journal of Engineering and Technology*, 2018, vol. 7 (3), pp. 206–214.
- Opredelitel' zooplanktona i zoobentosa presnykh vod Yevropeyskoy Rossii. Tom. 1: Zooplankton* [The determinant of zooplankton and zoobenthos of Fresh waters of European Russia. Volume. 1: Zooplankton]. Moscow, KMK Publ., 2010, 495 p. (In Russ.)
- Pantle F., Buck H. Die biologische Überwachung der Gewässer und die Darstellung der Ergebnisse. *Gas und Wasserfach*, 1955, bd. 96, № 18, 604 s. (Auf Deutsch)
- Rukovodstvo po gidrobiologicheskomu monitoringu presnovodnykh ekosistem* [Guide to hydrobiological monitoring of freshwater ecosystems] / ed. by V.A. Abakumova. St. Petersburg, Gidrometeoizdat Publ., 1992, 138 p. (In Russ.)
- Schastlivtsev Ye.L. *Tekhnogennoye vozdeystviye ugledobyvayushchikh predpriyatiy na okruzhayushchuyu sredu (na primere Kuzbassa)* [Technogenic impact of coal mining enterprises on the environment (using the example of Kuzbass)]: Abstract of the dissertation ... Doctor of Technical Sciences: 25.00.36. Kemerovo, 2006, 43 p. (In Russ.)
- Sladeczek V. Rotifers as indicators of water quality. *Hydrobiologia*, 1983, vol. 100, no. 32, pp. 169–201.
- Vandysh O.I., Cherepanov A.A., Kashulin N.A., Denisov D.B. Vliyaniye stokov gornorudnogo proizvodstva na zooplanktonnoye soobshchestvo guby Beloy oz. Imandra [The influence of mining wastewater on the zooplankton community of Belaya Bay of Imandra Lake]. *Trudy Karel'skogo nauchnogo tsentra RAN = Proceedings of the Karelian Scientific Center of the Russian Academy of Sciences*. 2015, no. 1, pp. 48–62. (In Russ.)

А.В. МАКАРОВ¹, А.В. КУУЛАР², З.М. СЕРГАЗИНОВА³¹ *Институт систематики и экологии животных СО РАН (Новосибирск, Россия)*² *Тувинский государственный университет (Кызыл, Россия)*³ *Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова (Павлодар, Казахстан)*

НАСЕЛЕНИЕ МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ В УСЛОВИЯХ СТЕПНОГО ЛАНДШАФТА ЦЕНТРАЛЬНО-ТУВИНСКОЙ КОТЛОВИНЫ

В данной статье приведены материалы по населению мелких млекопитающих степного ландшафта Центрально-Тувинской котловины. Исследования проведены в окрестностях озёр Дус-Холь и Хадын во второй половине лета 2021 г. За время исследований выявлено 14 видов мелких млекопитающих, суммарное обилие которых в среднем по территории составило 80 ос./100 конусо-суток. В населении мелких млекопитающих абсолютно преобладает узкочерепная полёвка. К числу доминантов также отнесены барабинский хомячок, тундрная бурозубка и степная мышовка. Обычны здесь даурская пищуха и мышь-малютка. Проведено сравнение полученных результатов со степными териокомплексами Предалтайской равнины, Северной Кулунды и Северного Казахстана. На всех сравниваемых территориях в сообществах мелких млекопитающих лидирует узкочерепная полёвка, более спорадично в числе лидеров распределены тундрная бурозубка, степная мышовка и мышь-малютка. Показано, что сообщества мелких млекопитающих Центрально-Тувинской котловины отличаются наименьшим сходством с аналогичными териокомплексами Предалтайской равнины, Северной Кулунды и Северного Казахстана. Это определяется значительной удалённостью изучаемой территории, более засушливым климатом и пограничным положением со степными и полупустынными ландшафтами Монголии.

Ключевые слова: мелкие млекопитающие, видовое богатство, суммарное обилие, степные сообщества, Тува, Центрально-Тувинская котловина, озеро Дус-Холь.

Рис. 2. Табл. 2. Библ. 19 назв. С. 43–52.

A. V. MAKAROV¹, A. V. KUULAR², Z. M. SERGAZINOVA³¹ *Institute of Systematics and Ecology of Animals, SB RAS (Novosibirsk, Russia)*² *Tuvan State University (Kyzyl, Russia)*³ *Pavlodar State University named S. Toraiyrov (Pavlodar, Kazakhstan)*

THE POPULATION OF SMALL MAMMALS IN THE CONDITIONS OF THE STEPPE LANDSCAPE OF THE CENTRAL TUVA BASIN

This article presents materials on the population of small mammals in the steppe landscape of the Central Tuva Basin. The research was carried out in the vicinity of Dus-Khol and Khadyn lakes in the second half of summer of 2021. 14 species of small mammals were identified during the study period, the total abundance of which averaged 80 individuals/100 k-s in the area. The population of small mammals is absolutely dominated by the *Lasiopodomys gregalis*. *Cricetulus barabensis*, *Sorex tundrensis* and *Sicista subtilis* are also considered as dominants. *Ochotona dauurica* and *Micromys minutus* are common here. Comparison of the obtained results with steppe therio-complexes of the Predaltai Plain, Northern Kulunda and Northern Kazakhstan was carried out. In all the compared territories, the *Lasiopodomys gregalis* leads in small mammal communities, *Sorex tundrensis*, *Sicista subtilis* and *Micromys minutus* are distributed more sporadically among the leaders. It is shown that small mammal communities of the Central Tuva Basin are characterized by the least similarity with similar therio-complexes of the Predaltai Plain, Northern Kulunda and Northern Ka-

zakhstan. This is explained by the considerable remoteness of the study area, more arid climate and border position with steppe and semi-desert landscapes of Mongolia.

Keywords: small mammals, species richness, total abundance, steppe communities, Tuva, Central Tuva basin, Dus-Khol Lake.

Figures 2. Tables 2. References 19. P. 43–52.

Обширная межгорная Центрально-Тувинская котловина расположена в самом центре Азии и окружена хребтами Западного Саяна, Шапшальским, Цагаан-Шибэту, Танну-Ола и горами Восточной Тувы. Длина котловины около 400 км, ширина до 60–70 км. Абсолютные высоты рельефа колеблются от 600 до 900 м. Рельеф котловины пологохолмистый и мелкосопочный, нередко переходящий в останцовый.

Степная зона характеризуется, в первую очередь, весьма специфическими и крайне однообразными условиями существования на громадных пространствах. Вследствие специфичности и однообразия природных условий, для отдельных видов млекопитающих степная зона является незаселённым участком внутри ареала (Кучерук, 2006). Зональные или находящиеся в межгорных котловинах степные или лесостепные ландшафты служат удобным полигоном для исследования основных закономерностей функционирования сообществ млекопитающих открытых территорий, условий формирования их видового состава и структуры населения (Литвинов, Демидович, 2006).

Изучению сообществ мелких млекопитающих в условиях степных ландшафтов уделено достаточно большое внимание. В первую очередь это работы, выполненные по различным районам юга Западно-Сибирской равнины. По северу Кулундинской равнины это публикации Ю.Н. Литвинова и П.А. Демидовича (2006) и Т.А. Дупал (2008, 2010). Сравнительно подробно изучено население мелких млекопитающих лесостепных и степных ландшафтов Предалтайской равнины, где описаны основные пространственные изменения в населении мелких млекопитающих, составлены классификации их населения и пространственно-типологические схемы изменения их сообществ (Макаров, 2017; Макаров, Сергазинова, 2022). Кроме того проблеме функционирования сообществ мелких млекопитающих в условиях техногенного загрязнения степных ландшафтов Северного Казахстана в пределах Павлодарского Прииртышья посвящены исследования З.М. Сергазиновой (Дупал и др., 2017; Сергазинова, 2018). По населению мелких млекопитающих Центрально-Тувинской котловины сведений сравнительно немного, и почти все они носят эпизодический характер (Виноградов, Иванов, 2008; Виноградов, 2010, 2011; Путинцев и др., 2021). Поэтому основная цель данной работы состояла в дополнительном сборе сведений по пространственному распределению данной группы позвоночных животных и в сравнении полученных результатов со степными сообществами Предалтайской равнины, Северной Кулунды и Северного Казахстана.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ. Учёты мелких млекопитающих проведены с 16 июля по 31 августа 2021 г. в окрестностях озёр Дус-Холь и Хадын, расположенных в восточной части Тувинской котловины. Степные ландшафты на этой территории представляют собой антропогенно-производные ксерофитные сообщества и по флористическому составу могут быть охарактеризованы как настоящие степи, представленные её различными вариантами: карагановыми полынно-злаковыми, кустарниковыми мелкодерновинными, солонцеватыми крупнодерновинно-мелкодерновинными, разнотравно тонконоговыми, житняковыми и песчаными разнотравными степями. Для выяснения видового состава и численности мелких млекопитающих учёты вели в четырёх местообитаниях: полынно-разнотравно-карагановая степь, разнотравно-злаково-полынная степь с лесополосами, разнотравно-злаковая степь с лесополосами и посадками вяза, полынно-разнотравно-злаковая степь, используемая под выпас (пастбища).

Мелких млекопитающих отлавливали методом ловчих канавок длиной 50 м (Попов, 1945; Наумов, 1955) в которых через каждые 10 м размещали конуса, залитые на четверть высоты 4 % раствором формалина. За единицу учёта приняты уловы зверьков в пересчёте на 100 конусо-суток (далее — к-с). К фоновым отнесены виды, доля которых в населении мелких млекопитающих по обилию составляла не менее одной особи на 100 к-с (Кузякин, 1962; Равкин, Ливанов, 2008). Лидерами считали первые пять видов по обилию. В качестве показателей разнообразия сообществ мелких млекопитающих использовали наиболее информативные индексы видового разнообразия Симпсона (D) и Шеннона (H) (Бигон и др., 1989; Мэггаран, 1992). Названия видов даны по сводке И.Я. Павлинова и А.А. Лисовского (2012).

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ. За время проведения работ в степных местообитаниях Центрально-Тувинской котловины отловлено 668 ос. мелких млекопитающих, относящихся к 14 видам. К насекомоядным относятся 4 вида: тундрная бурозубка — 94; средняя бурозубка — 2; малая бурозубка — 7 и крошечная бурозубка — 5, а к грызунам 10 видов: даурская пищуха — 22; степная мышовка — 82; барабинский хомячок — 125; красно-серая полёвка — 1; узкочерепная полёвка — 280; тёмная полёвка — 7; полёвка-экономка — 6; полуденная песчанка — 7; мышь-малютка — 27 и восточноазиатская мышь — 1.

Таблица 1. Население мелких млекопитающих степного ландшафта Центрально-Тувинской котловины в окрестностях озёр Дус-Холь и Хадын (ос. / 100 к-с)

Вид	Степные сообщества			
	попынно-разнотравно-карагановая степь	разнотравно-злаково-попынная степь с лесополосами	разнотравно-злаково-попынная степь с лесополосами и посадками вяза	попынно-разнотравно-злаковая степь под выпас
Тундрная бурозубка <i>Sorex tundrensis</i>	18	10	10	6
Средняя бурозубка <i>Sorex caecutiens</i>	0,5	0	0,5	0
Малая бурозубка <i>Sorex minutus</i>	1	0,8	0,9	0
Крошечная бурозубка <i>Sorex minutissimus</i>	0	0,8	0,9	0,6
Даурская пищуха <i>Ochotona dauurica</i>	2	2	3	4
Степная мышовка <i>Sicista subtilis</i>	4	14	10	11
Барабинский хомячок <i>Cricetulus barabensis</i>	12	23	10	16
Красно-серая полёвка <i>Craseomys rufocanus</i>	0	0	0,5	0
Узкочерепная полёвка <i>Laseopodomys gregalis</i>	41	31	28	34
Тёмная полёвка <i>Alticola agrestis</i>	0	0,8	0,9	2
Полёвка-экономка <i>Alexandromys oeconomus</i>	0	1	0,9	0,6
Полуденная песчанка <i>Meriones meridianus</i>	0	2	0,5	1
Мышь-малютка <i>Micromys minutus</i>	2	3	5	3
Восточноазиатская мышь <i>Apodemus peninsulae</i>	0	0	0,5	0
Суммарное обилие	80	88	72	78

Во всех обследованных местообитаниях плотность населения достигает примерно равных значений, с максимальными показателями для степи с лесополосами

(88 ос./100 к-с) и минимальными — для разнотравно-злаково-полынной степи с лесополосами и посадками вяза (72 ос./100 к-с). Усреднённый показатель суммарного обилия мелких млекопитающих в степном ландшафте Центрально-Тувинской котловины составил 80 ос./100 к-с (табл. 1).

В число лидеров по обилию повсеместно входят четыре вида: узкочерепная полёвка, барабинский хомячок, тундряная бурозубка и степная мышовка. На долю узкочерепной полёвки приходится 42 % от всего населения мелких млекопитающих, а её усреднённый по территории показатель обилия составил 34 ос./100 к-с. Амплитуда колебаний её численности варьирует от 41 ос./100 к-с в полынно-разнотравно-карагановых степях до 28 ос./100 к-с в степях с лесополосами и посадками вяза. Повсеместно многочислен также барабинский хомячок, на долю которого приходится 19 % от всего сообщества, и немного уступают ему тундряная бурозубка и степная мышовка (14 и 12 % соответственно). Усреднённый показатель обилия этих видов по обследованной территории варьирует от 15 до 10 ос./100 к-с (см. табл. 1). Повсюду к числу обычных видов на данной территории относятся мышь-малютка и даурская пищуха, и более спорадично распространены малая бурозубка, полуденная песчанка, полёвка-экономка и тёмная полёвка, относящиеся к редким видам. Только на территории одного или двух местообитаний зарегистрированы средняя и крошечная бурозубки, восточноазиатская мышь и красно-серая полёвка.

При сравнении населения мелких млекопитающих степей Центрально-Тувинской котловины с аналогичными степными сообществами юга Западно-Сибирской равнины можно отметить, что наибольшие значения видового богатства выявлены в степях Предалтайской равнины (20), что объясняется большей разнородностью и мозаичностью представленных там ландшафтов и местообитаний (табл. 2). На три вида меньше отмечено в степях Северной Кулунды (17), и по 15 и 14 видов зарегистрировано в Северном Казахстане и Центрально-Тувинской котловине соответственно. К числу общих видов, отмеченных на всех сравниваемых территориях, относятся тундряная, малая и крошечная бурозубки, степная мышовка, узкочерепная полёвка, полёвка-экономка и мышь-малютка. Остальные виды распределены более спорадично. В частности, только в степях Северной Кулунды и Северного Казахстана отмечен джунгарский хомячок, а в степных урочищах Центрально-Тувинской котловины и Предалтайской равнины — барабинский хомячок. Повсеместно, кроме Центрально-Тувинской котловины, отмечены обыкновенная бурозубка, красная полёвка, степная пеструшка, обыкновенная полёвка и малая лесная мышь. Только на территории Северного Казахстана зарегистрированы малая белозубка и обыкновенная слепушонка, а Северной Кулунды — водяная полёвка. Исключительно в степных местообитаниях Предалтайской равнины выявлены лесная и алтайская мышовки, а для степей Центрально-Тувинской котловины специфичны даурская пищуха, полуденная песчанка и восточноазиатская мышь.

На всех территориях в населении мелких млекопитающих преобладают грызуны, на долю которых приходится от 65 до 87 %, и только на Предалтайской равнине значительная часть приходится на насекомыхядных (35 %). В качестве первого лидера по обилию повсеместно выступает узкочерепная полёвка, доля которой максимальна в степных ландшафтах Северной Кулунды и Центрально-Тувинской котловины (41–42 %), чуть меньше в степях Северного Казахстана (35 %) и меньше всего на Предалтайской равнине (14 %) (рис. 1). Повсюду, кроме степей Северной Кулунды, к числу лидирующих видов относится тундряная бурозубка (10–14 %), за исключением Северного Казахстана — мышь-малютка. Доля последней колеблется от 4 % в Центрально-Тувинской котловине, до 8 % на Предалтайской равнине, и наконец, до 11 % — в степях Северной Кулунды, где она вместе с малой лесной мышью содоминирует узкочерепной полёвке. В сообществах мелких млекопитающих доминирует так же степная мышовка, участие которой варьирует от 12 % в Центрально-Тувинской котловине до 25 % в Северном Казахстане. Кроме перечисленных видов, в степях Центрально-Тувинской котловины лидирует барабинский хомячок, в Предал-

тайской равнине в этом качестве отмечены обыкновенная полёвка и малая бурозубка. На территории Северной Кулунды, помимо узкочерепной полёвки и мыши-малютки, существенная доля приходится на малую лесную мышь, обыкновенную бурозубку и степную пеструшку, в степях Северного Казахстана — на джунгарского хомячка и обыкновенную слепушонку.

Таблица 2. Относительное обилие и индексы биоразнообразия сообществ мелких млекопитающих в степных ландшафтах Центрально-Тувинской котловины, Предалтайской равнины, Северной Кулунды и Северного Казахстана

Вид	Степные ландшафты*			
	Центрально-Тувинская котловина, 2021	Предалтайская равнина, 2009–2012, 2014–2016	Северная Кулунда, 2001–2009	Северный Казахстан, 2016–2018
Обыкновенная бурозубка	0	2	2	0,02
Тундряная бурозубка	11	12	1	0,2
Средняя бурозубка	0,2	0,05	0,05	0
Равнозубая бурозубка	0	0,2	0,01	0
Малая бурозубка	0,7	4	0,5	0,03
Крошечная бурозубка	0,6	0,1	0,01	0,01
Малая белозубка	0	0	0	0,08
Даурская пищуха	3	0	0	0
Лесная мышовка	0	0,08	0	0
Степная мышовка	10	0,9	0,09	0,5
Алтайская мышовка	0	0,5	0	0
Джунгарский хомячок	0	0	0,6	0,2
Барабинский хомячок	15	0,2	0	0
Красная полёвка	0	0,4	0,09	0,01
Красно-серая полёвка	0,1	0,1	0	0
Обыкновенная слепушонка	0	0	0	0,2
Степная пеструшка	0	0,2	2	0,1
Водяная полёвка	0	0	0,2	0
Узкочерепная полёвка	34	14	11	0,7
Тёмная полёвка	0,9	0,6	0	0
Полёвка-экономка	0,6	1	2	0,04
Обыкновенная полёвка	0	5	1	0,1
Полуденная песчанка	0,9	0	0	0
Мышь-малютка	3	8	3	0,01
Полевая мышь	0	2	0,4	0
Восточноазиатская мышь	0,1	0	0	0
Малая лесная мышь	0	0,7	3	0,04
Количество видов	14	20	17	15
Суммарное обилие	80	52	27	2
Индекс Шеннона (H)	1,71	2,09	1,99	2,18
Индекс Симпсона (D)	4,02	6,05	4,74	5,63

Примечание. *Данные по степным урочищам Предалтайской равнины, Северной Кулунды и Северного Казахстана взяты из литературных источников: Дупал, 2008, 2010; Макаров, 2017; Сергазинова, 2018; Макаров, Сергазинова, 2022.

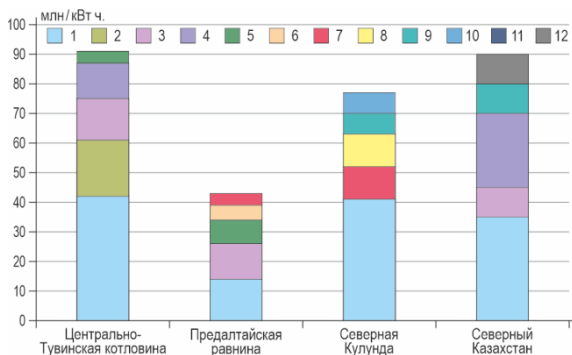


Рисунок 1. Первые пять лидеров по обилию в населении мелких млекопитающих степных ландшафтов Центрально-Тувинской котловины, Предалтайской равнины, Северной Кулунды и Северного Казахстана

1 — узкочерепная полёвка; 2 — барабинский хомячок; 3 — тундряная бурозубка; 4 — степная мышовка; 5 — мышь-малютка; 6 — обыкновенная полёвка; 7 — малая бурозубка; 8 — малая лесная мышь; 9 — обыкновенная бурозубка; 10 — степная пеструшка; 11 — джунгарский хомячок; 12 — обыкновенная слепшонка.

По уровню сходства наиболее близки между собой степные сообщества мелких млекопитающих Северного Казахстана и Северной Кулунды (рис. 2). Это объясняется сравнительно близким расположением этих территорий между собой и сходными ландшафтно-биотопическими условиями. На этих территориях зарегистрировано сходное видовое богатство и значительное доминирование узкочерепной полёвки. Меньший уровень сходства выявлен между этими двумя участками и Предалтайской равниной, что вызвано большей пространственной удалённостью этой территории, более влажным климатом, и, как следствие, мозаичностью представленных там ландшафтов. Наименьший уровень сходства отмечен между степными сообществами мелких млекопитающих Центрально-Тувинской котловины и всеми остальными сравниваемыми участками. В первую очередь это связано с наибольшей удалённостью степей Тувы, граничащих со степными и полупустынными ландшафтами Монголии и большей засушливостью климата. Это находит своё отражение в заметном участии в населении мелких млекопитающих Центрально-Тувинской котловины барабинского хомячка и даурской пищухи (видов монгольского фаунистического комплекса), а также выходца из сахаро-гобийского фаунистического комплекса — полуденной песчанки (Виноградов, 2011).

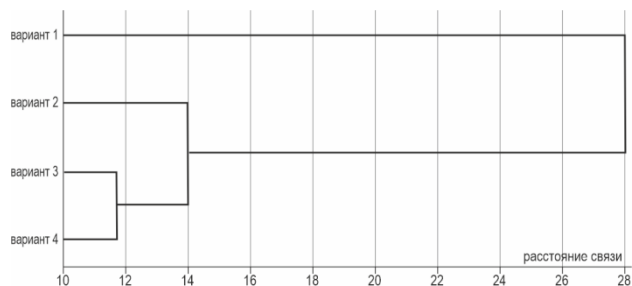


Рисунок 2. Уровень сходства степных сообществ мелких млекопитающих Центрально-Тувинской котловины с аналогичными териокомплексами Предалтайской равнины, Северной Кулунды и Северного Казахстана

Варианты населения: 1 — Центрально-Тувинская котловина; 2 — Предалтайская равнина; 3 — Северная Кулунда; 4 — Северный Казахстан.

Наибольшие величины индексов биоразнообразия Симпсона и Шеннона характерны для степных сообществ Северного Казахстана и Предалтайской равнины, несколько меньше для Северной Кулунды, а наименьшие значения выявлены в сообществах мелких млекопитающих Центрально-Тувинской котловины (см. табл. 2). На Предалтайской равнине население мелких млекопитающих характеризуется сравнительно высоким видовым богатством, при этом структура доминирования отличается большей сбалансированностью, выражающейся отсутствием здесь ярко выраженного лидера, наличием трёх доминантов (узкочерепной полёвки, тундряной бурозубки и мышь-малютки), двух субдоминантов (малой бурозубки и обыкновенной полёвки) и относительно равномерным убыванием численности второстепенных видов. В сообществах мелких млекопитающих Северного Казахстана вследствие очень низкой численности всех видов, их долевого соотношения имеет почти равные значения, что естественным образом приводит к возрастанию индексов биоразнообразия. В свою очередь уменьшение видового богатства и резкое возрастание численности узкочерепной полёвки относительно других видов, приводит к нарушению структуры доминирования и к снижению индексов биоразнообразия Шеннона и Симпсона. Так, в степных урочищах Северной Кулунды и Центрально-Тувинской котловины в долевого соотношении отмечен существенный разрыв между обилием узкочерепной полёвки и численностью остальных видов. При этом на территории последней значительный дисбаланс в структуре доминирования осложняется также низким обилием второстепенных видов относительно лидирующих.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. За время работ на территории Центрально-Тувинской котловины в окрестностях озёр Дус-Холь и Хадын зарегистрировано 14 видов мелких млекопитающих, среди которых на долю грызунов приходится 84 % и только 16 % на насекомоядных. Их распределение по территории носит примерно равномерный характер с максимальными показателями суммарного обилия для вариантов степей с лесополосами и степей с обширными участками караганы. В сообществах мелких млекопитающих абсолютно преобладает узкочерепная полёвка, доля которой в среднем по территории занимает 42 %. Кроме неё к числу доминантов относятся барабинский хомячок, тундряная бурозубка и степная мышовка. Эти виды относительно равномерно распределены по территории и, как правило, везде многочисленны. Повсюду к числу обычных видов относятся даурская пищуха и мышь-малютка.

В степях Центрально-Тувинской котловины отмечено примерно столько же видов мелких млекопитающих, что и в степном ландшафте Северного Казахстана, чуть больше на территории Северной Кулунды, а максимальный показатель выявлен в степях Предалтайской равнины. Повсюду в сообществах мелких млекопитающих сравниваемых территорий доминирует узкочерепная полёвка, максимальная доля которой характерна для степей Центрально-Тувинской котловины и Северной Кулунды. Широкое распространение в качестве лидера по обилию имеет тундряная бурозубка и мышь-малютка, а также степная мышовка, лидирующая в сообществах Центрально-Тувинской котловины и Северного Казахстана. Только на исследуемой территории в числе доминирующих видов специфичен барабинский хомячок, занимающий здесь второе место по обилию после узкочерепной полёвки. Сообщества мелких млекопитающих Центрально-Тувинской котловины характеризуются наименьшим сходством с аналогичными териокомплексами Предалтайской равнины, Северной Кулунды и Северного Казахстана. Это определяется более засушливым климатом, значительной удалённостью и пограничным положением изучаемой территории со степными и полупустынными ландшафтами Монголии.

Для степных териокомплексов Центрально-Тувинской котловины характерны самые низкие значения индексов биоразнообразия Шеннона и Симпсона среди всех сравниваемых территорий. С одной стороны это определяется низким числом отмеченных здесь видов, а с другой — высоким обилием узкочерепной полёвки и существенным разрывом между численностью лидирующих и второстепенных видов.

ЛИТЕРАТУРА

- Бигон М., Харпер Дж., Таунсенд К. Экология. Особи, популяции, сообщества. – М.: Мир, 1989. – 278 с.
- Виноградов В.В., Иванов Д.И. Мелкие млекопитающие Турано-Уюкской котловины // Экология Южной Сибири и сопредельных территорий: Материалы Междунар. конф. – Абакан: Изд-во ХГУ им. Н.Ф. Катанова, 2008. – Вып. 12. – Т. 1. – С. 84–85.
- Виноградов В.В. Сравнительная характеристика сообществ мелких млекопитающих Среднесибирской части переходного пространства между Северной и Центральной Азией // Вестн. ДВО РАН. – 2010. – № 4. – С. 41–50.
- Виноградов В.В. Фаунистический анализ населения мелких млекопитающих Среднесибирской части Алтае-Саянской горной страны // Вестн. КрасГАУ. – 2011. – Вып. 8. – С. 72–79.
- Дупал Т.А. Популяционная динамика и изменения структуры сообщества мелких млекопитающих Северной Кулунды // Зоологический журн. – 2008. – Т. 87. – № 5. – С. 609–613.
- Дупал Т.А. Млекопитающие // Биоразнообразие Карасукско-Бурлинского региона (Западная Сибирь). – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2010. – С. 234–239.
- Дупал Т.А., Сергазинова З.М., Ержанов Н.Т., Литвинов Ю.Н. Предварительный анализ изменений структуры сообществ мелких млекопитающих под влиянием промышленных загрязнений в условиях Северного Казахстана // Сибирский экологический журн. – 2017. – Т. 24. – № 6. – С. 789–797.
- Кузьякин А.П. Зоогеография СССР // Учен. зап. МОПИ им. Н.К. Крупской. – 1962. – Т. 109, вып. 1. – С. 3–182.
- Кучерук В.В. Избранные труды. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2006. – 523 с.
- Литвинов Ю.Н., Демидович П.А. Степные сообщества мелких млекопитающих Прибайкалья и Северной Кулунды (сравнительный анализ) // Сибирский экологический журн. – 2006. – № 4. – С. 535–540.
- Макаров А.В. Пространственно-типологическая структура и организация населения мелких млекопитающих Предалтайской равнины // Сибирский экологический журн. – 2017. – № 6. – С. 717–730.
- Макаров А.В., Сергазинова З.М. Пространственная неоднородность населения мелких млекопитающих Предалтайской равнины // Вестн. ИрГСХА. – 2022. – Вып. 3 (110). – С. 97–110.
- Мэгарран Э. Экологическое разнообразие и его измерение. – М.: Мир, 1992. – 184 с.
- Наумов Н.П. Изучение подвижности и численности мелких млекопитающих с помощью ловчих канавок // Вопр. краевой, общей и экспериментальной паразитологии и медицинской зоологии: Сб. науч. тр. – М.: Изд-во Акад. медицинских наук СССР, 1955. – Т. 9. – С. 179–202.
- Павлинов И.Я., Лисовский А.А. Млекопитающие России: систематико-географический справ.: Сб. тр. зоологического музея МГУ. – М.: Товарищество научных изданий КМК, 2012. – 604 с.
- Попов В.А. Методика и результаты учёта мелких лесных млекопитающих в Татарской АССР // Труды о-ва естествоиспытателей при Казанском университете: Сб. науч. тр. – Казань, 1945. – Т. 57, вып. 1–2. – С. 185–198.
- Путинцев Н.И., Ондар С.О., Куулар А.В. Морфофизиологическая изменчивость *Meriones meridianus* (Pallas, 1771) и *Cricetulus barabensis* (Pallas, 1771) окрестностей г. Кызыла (Тува) // Проблемы трансформации естественных ландшафтов в результате антропогенной деятельности и пути их решения: Материалы Междунар. науч. экол. конф. – Краснодар: КубГАУ, 2021. – С. 687–690.
- Равкин Ю.С., Ливанов С.Г. Факторная зоогеография: принципы, методы и теоретические представления. – Новосибирск: Наука, 2008. – 205 с.
- Сергазинова З.М. Мелкие млекопитающие как биоиндикаторы загрязнений в природных степных сообществах Северного Казахстана (на примере промышленной зоны г. Павлодар): Дис. ... канд. биол. наук. – Павлодар, 2018. – 120 с.

REFERENCES

- Bigon M., Harper Dzh., Taunsend K. *Ekologiya. Osobi, populyatsii, soobshchestva* [Ecology. Individuals, populations, communities]. Moskva, Mir Publ., 1989, 278 p. (In Russ.)

- Vinogradov V.V., Ivanov D.I. Melkiye mlekopitayushchiye Turano-Uyuksoy kotloviny [Small mammals of the Turan-Uyuk basin]. *Ekologiya Yuzhnoy Sibiri i sopredel'nykh territoriy* [Ecology of Southern Siberia and adjacent territories]: Materials of the International Conference. Abakan, KhSU Publ. House. N.F. Katanova, 2008, is. 12, vol. pp. 84–85. (In Russ.)
- Vinogradov V.V. Sravnitel'naya kharakteristika soobshchestv melkikh mlekopitayushchikh Srednesibirskoy chasti perekhodnogo prostranstva mezhdru Severnoy i Tsentral'noy Aziyey [Comparative characteristics of small mammal communities in the Central Siberian part of the transition space between Northern and Central Asia]. *Vestnik DVO RAN = Bulletin of the Far Eastern Branch of the Russian Academy of Sciences*, 2010, no. 4, pp. 41–50. (In Russ.)
- Vinogradov V.V. Faunisticheskiy analiz naseleniya melkikh mlekopitayushchikh Srednesibirskoy chasti Altaye-Sayanskoy gornoy strany [Faunistic analysis of the population of small mammals in the Central Siberian part of the Altai-Sayan mountainous country]. *Vestnik Krasnoyarskogo gosudarstvennogo agrarnogo universiteta = Bulletin of the Krasnoyarsk State Agrarian University*, 2011, vol. 8, pp. 72–79. (In Russ.)
- Dupal T.A. Populyatsionnaya dinamika i izmeneniya struktury soobshchestva melkikh mlekopitayushchikh Severnoy Kulundy [Population dynamics and changes in the structure of the community of small mammals of Northern Kulunda]. *Zoologicheskii zhurnal = Zoological Journal*, 2008, vol. 87, no. 5, pp. 609–613. (In Russ.)
- Dupal T.A. Mlekopitayushchiye [Mammals]. *Bioraznoobraziye Karasukko-Burlinskogo regiona (Zapadnaya Sibir')* [Biodiversity of the Karasuk-Burlin region (Western Siberia)]. Novosibirsk, Publ. House SB RAS, 2010, pp. 234–239. (In Russ.)
- Dupal T.A., Sergazinova Z.M., Yerzhanov N.T., Litvinov YU.N. Predvaritel'nyy analiz izmene-niy struktury soobshchestv melkikh mlekopitayushchikh pod vliyaniem promyshlennykh zagryazneniy v usloviyakh Severnogo Kazakhstana [Preliminary analysis of changes in the structure of small mammal communities under the influence of industrial pollution in the conditions of Northern Kazakhstan]. *Sibirskiy ekologicheskii zhurnal = Siberian Ecological Journal*, 2017, vol. 24, no. 6, pp. 789–797. (In Russ.)
- Kuzyakin A.P. Zoogeografiya SSSR [Zoogeography of the USSR]. *Uchonyye zapiski MOPI im. N.K. Krupskoy = Scientific notes of MOPI named after. N.K. Krupskaya*, 1962, vol. 109, is. 1, pp. 3–182. (In Russ.)
- Kucheruk V.V. Izbrannyye Trudy [Selected works]. Moscow, Society of Scientific Publications KMK, 2006, 523 p. (In Russ.)
- Litvinov Yu.N., Demidovich P.A. Stepnyye soobshchestva melkikh mlekopitayushchikh Pribaykal'ya i Severnoy Kulundy (sravnitel'nyy analiz) [Steppe communities of small mammals in the Baikal region and Northern Kulunda (comparative analysis)]. *Sibirskiy ekologicheskii zhurnal = Siberian Journal of Ecology*, 2006, no. 4, pp. 535–540. (In Russ.)
- Makarov A.V. Prostranstvenno-tipologicheskaya struktura i organizatsiya naseleniya melkikh mlekopitayushchikh Predaltayskoy ravniny [Spatial-typological structure and organization of the population of small mammals of the Pre-Altai Plain]. *Sibirskiy ekologicheskii zhurnal = Siberian Ecological Journal*, 2017, no. 6, pp. 717–73. (In Russ.)
- Makarov A.V., Sergazinova Z.M. Prostranstvennaya neodnorodnost' naseleniya melkikh mlekopitayushchikh Predaltayskoy ravniny [Spatial heterogeneity of the population of small mammals on the Pre-Altai Plain]. *Vestnik IrGSKHA = Bulletin of the Irkutsk State Agricultural Academy*, 2022, is. 3 (110), pp. 97–110. (In Russ.)
- Megarran E. *Ekologicheskoye raznoobraziye i yego izmereniye* [Ecological diversity and its measurement]. Moskva, Mir Publ., 1992, 184 p. (In Russ.)
- Naumov N.P. Izucheniye podvizhnosti i chislennosti melkikh mlekopitayushchikh s pomoshch'yu lovcikh kanavok [Study of the mobility and abundance of small mammals using trapping grooves]. *Voprosy kravevoy, obshchey i eksperimental'noy parazitologii i meditsinskoy zoologii: Sbornik nauchnykh trudov* [Questions of regional, general and experimental parasitology and medical zoology: Collection of scientific papers]. Moscow, Publishing House of the Academy of Medical Sciences of the USSR, 1955, vol. 9, pp. 179–202. (In Russ.)
- Pavlinov I.Ya., Lisovskiy A.A. *Mlekopitayushchiye Rossii: sistematiko-geograficheskii sprav.: Sbornik trudov zoologicheskogo muzeya MGU* [Mammals of Russia: systematic and geographical reference: Collection of works of the Zoological Museum of Moscow State University]. Moscow, Partnership of Scientific Publications KMK, 2012, 604 p. (In Russ.)

- Popov V.A. Metodika i rezul'taty uchota melkikh lesnykh mlekopitayushchikh v Tatarskoy ASSR [Methodology and results of counting small forest mammals in the Tatar Autonomous Soviet Socialist Republic]. Proceedings of the Society of Naturalists at Kazan University: Collection of scientific papers. Kazan, 1945, vol. 57, is. 1–2, pp. 185–198. (In Russ.)
- Putintsev N.I., Ondar S.O., Kuular A.V. Morfofiziologicheskaya izmenchivost' *Meriones meridianus* (Pallas, 1771) i *Cricetulus barabensis* (Pallas, 1771) okrestnostey g. Kyzyla (Tuva) [Morphophysiological variability of *Meriones meridianus* (Pallas, 1771) and *Cricetulus barabensis* (Pallas, 1771) in the vicinity of the city of Kyzyl (Tuva)]. *Problemy transformatsii yestestvennykh landshaftov v rezul'tate antropogennoy deyatelnosti i puti ikh resheniya* [Problems of transformation of natural landscapes as a result of anthropogenic activities and ways to solve them]: Proceedings of the International Scientific Ecological Conference. Krasnodar, Kuban State Agrarian University Publ., 2021, pp. 687–690. (In Russ.)
- Ravkin Yu.S., Livanov S.G. *Faktornaya zoogeografiya: printsipy, metody i teoreticheskiye predstavleniya* [Factorial zoogeography: principles, methods and theoretical concepts]. Novosibirsk, Nauka Publ., 2008, 205 p. (In Russ.)
- Sergazinova Z.M. *Melkiye mlekopitayushchiye kak bioindikatory zagryazneniy v prirodnykh stepnykh soobshchestvakh Severnogo Kazakhstana (na primere promyshlennoy zony g. Pavlodar)* [Small mammals as bioindicators of pollution in natural steppe communities of Northern Kazakhstan (using the example of the industrial zone of Pavlodar)]: Dissertation ... candidate of biological sciences. Pavlodar, 2018, 120 p. (In Russ.)

УДК: 574.3

DOI: 10.24412/2658-4441-2023-4-52-63

А.Д. СААЯ

Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов СО РАН (Кызыл, Россия)

ПРАКТИЧЕСКОЕ ЗНАЧЕНИЕ И ВИДОВОЙ СОСТАВ КРОВОСОСУЩИХ КОМАРОВ (CULICIDAE) В ТУВЕ

Всего в республике обнаружено 28 видов кровососущих комаров кулицид. Десять видов являются потенциальными переносчиками возбудителей опасных заболеваний. Достоверных данных как переносчиков заболеваний человека и домашних животных на территории Тувы пока не зафиксировано. Установлено медицинское и ветеринарное значение каждого вида комаров, место обнаружения в республике, характеристики мест выплода личинок и для некоторых видов — сроки лёта.

Ключевые слова: Тува, настоящие комары кулициды, переносчики заболеваний, виды.

Рис. 3. Библ. 16 назв. С. 52–62.

A.D. SAAYA

Tuvinian Institute for Exploration of Natural Resources of SB RAS (Kyzyl, Russia)

PRACTICAL SIGNIFICANCE AND SPECIES COMPOSITION OF BLOOD-SUCKING MOSQUITOES (CULICIDAE) IN TUVA

In total, 28 species of blood-sucking mosquitoes were found in the republic. Ten species are potential carriers of pathogens of dangerous diseases. Reliable data as carriers of diseases in humans and domestic animals on the territory of Tuva have not yet been recorded. For each species of mosquito, the medical and veterinary significance, the place of detection in the republic, the characteristics of the breeding grounds of the larvae and, for some species, the timing of the flight of mosquitoes are given. To reli-

ably establish the significance and role of bloodsuckers as carriers of human diseases, further more detailed study of bloodsuckers in Tuva is necessary.

Keywords: Tuva, mosquitoes, disease carriers, species.

Figures 3. References 16. P. 52–62.

ВВЕДЕНИЕ. Летний период 2023 г. по сравнению с предыдущими годами, отличился большой численностью кровососов в разных районах республики. Это явление можно объяснить аномальными погодными условиями весенне-летнего периода, характеризовавшимся продолжительным весенне-летним паводком, приведшим к образованию многочисленных временных водоёмов, в которых развиваются личинки кровососущих комаров.

Комары кулициды, мошки и мокрецы как кровососы причиняют страдания людям и домашним животным. Их массовые нападения значительно снижают производительность труда людей, работающих под открытым небом. Нападение комаров на сельскохозяйственных животных вызывает снижение продуктивности удоев молока до четырёх кг в сутки. Велико их значение как переносчиков тяжёлых трансмиссивных заболеваний человека и животных. Из комаров выделено более 150 вирусов и установлено, что около 50-ти их видов переносят болезни человека. Это тем более актуально для нашей республики, поскольку значение кровососов как переносчиков трансмиссивных заболеваний человека и домашних животных остаётся совершенно неизученным.

Материалом для работы послужил обзор литературных данных по кровососущим комарам семейства Culicidae (Edwards, 1926; Минаев, Кравченко, 1936; Бельтюкова и др., 1958; Шипицина и др., 1959; Коршунов, Кухарчук, 1969; Гупевич, 1970; Полякова, Глуценко, 1972; Маркович, Проскуракова, 1978; Кухарчук, 1980, 1981; Горностаева, 2000, 2003, 2005, 2009; Горностаева, Данилов, 2001, 2002).

ОБЪЕКТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ. Кулициды — кровососущие комары семейства двукрылых насекомых, самки которых являются основным компонентом гнуса. Для взрослых насекомых этого семейства характерны ротовые органы, образующие футляр, в котором помещаются длинные тонкие иглы. У самцов челюсти недоразвиты — они не кусаются. Самки комаров питаются кровью для воспроизводства полноценного потомства. Жизненный цикл комаров включает четыре стадии развития: яйцо — личинка (рис. 1) — куколка — имаго, или взрослая особь (рис. 2). Подвижные личинки и куколки комаров живут в стоячих водоёмах.



Рисунок 1. Личинка комара



Рисунок 2. Имаго комара

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ. Всего в республике обнаружено 28 видов комаров кулицид. Из них 10 видов являются потенциальными переносчиками возбудителей таких опасных заболеваний как малярия, туляремия, лимфоцитарный хориоменингит, японский энцефалит, вирус Тягиня, вирус энцефаломиелита лошадей, а также промежуточными хозяевами паразитов филляриид.

ВИДОВОЙ СОСТАВ, ХОРОЛОГИЯ, ЭКОЛОГИЯ И ПРАКТИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ

Anopheles messeae Fall. — малярийный комар обыкновенный.

Широко распространённый во всей Сибири вид, преобладающий среди видов комплекса *Anopheles maculipennis*.

На территории Тувы вид зарегистрирован в следующих местах:

- Тувинская котловина — пойма р. Енисей, пос. Суг-Аксы, среднее течение р. Элегест у п. Хову-Аксы, пос. Ак-Тал, предгорные степи хр. Вост. Танну-Ола, оз. Чагытай, пос. Тэли, пойма р. Хемчик.
- Убсу-Нурская котловина — с. Самагалтай, р. Тэс, р. Ирбитей, р. Орохин-Гол, оз. Шара-Нур.

Экология вида. *Anopheles messeae* — один из наиболее массовых кровососов в степной и лесостепной зонах. Места выплода — главным образом стоячие водоёмы с водной растительностью. Температура воды в них выше, чем в проточной воде. Это мелкие водоёмы в поймах рек, озёр, где личинки могут достигать большого количества (рис. 3). В степной зоне Тувы вылет комаров начинается с конца апреля. Массовый вылет регистрируется в середине июля, продолжаясь до конца августа или позже. В течение сезона вылетает два или три поколения комаров, сроки вылета и продолжительность лёта которых различаются из года в год.



Рисунок 3. Водоём в пойме р. Шуурмак, место выплода личинок кровососущих комаров кулицид (на поверхностной плёнке воды личинки комаров; фото автора, июнь 2006 г.)

Медицинское и ветеринарное значение вида. Самки являются основными переносчиками возбудителя малярии. Кроме того, вид является промежуточным хозяином филяриид (*Dirofilaria immitis* и *D. repens*), паразитирующих на собаках. Некоторыми исследователями установлена спонтанная заражённость туляремией.

Culiseta alaskaensis Lud., 1906

На территории Тувы немногочисленный вид в следующих местах:

- Тувинская котловина — пос. Суг-Аксы, северный склон хр. Вост. Танну-Ола, перевал Хондергей, оз. Чагытай, пойма р. Хемчик.
- Убсу-Нурская котловина — с. Самагалтай, р. Тэс, р. Теректиг-Хем, р. Ирбитей, р. Орохин-Гол, оз. Амдайгын-Холь, оз. Шара-Нур.

Экология вида. Таёжный вид. Личинки обитают в небольших водоёмах, почти лишённых водной растительности, с дном, покрытым прошлогодней листвой и расположенных на открытых пространствах. Являются активными кровососами, нападающими на человека и животных.

Culiseta bergrothi Edw., 1921

На территории Тувы вид зарегистрирован в следующих местах:

- Тувинская котловина — оз. Кара-Холь, пойма р. Хемчик.

- Убсу-Нурская котловина — с. Самагалтай, р. Ирбитей, р. Теректиг-Хем, р. Орохин-Гол, оз. Убсу-Нур.

Экология вида. Таёжный комар. Личинки живут в небольших глубоких ямах с сильно затенённой поверхностью. Комары активны при низкой температуре, от 2,1°C. Нападают преимущественно на крупных млекопитающих, реже на птиц и человека.

Culiseta ochoptera Peus, 1935

На территории Тувы вид зарегистрирован в Тувинской котловине — северный склон хр. Вост. Танну-Ола, оз. Чагытай.

Экология вида. Кровососание происходит на диких млекопитающих и птицах.

Mansonia richiardii Ficalbi, 1889

На территории Тувы вид зарегистрирован в следующих местах:

- Тувинская котловина — оз. Кара-Холь, пос. Суг-Аксы, северный склон хр. Вост. Танну-Ола, перевал Хондергей, оз. Чагытай, пос. Тэли.
- Убсу-Нурская котловина — р. Ирбитей, оз. Амдайгын-Холь.

Экология вида. Комары характерны для степной зоны, в меньшем количестве встречаются в лесостепи. Развитие личинок происходит в постоянных водоёмах с заросшей водной растительностью. Наибольшая активность комаров наблюдается с 19 до 22 ч.

Aedes caspius Pallas, 1771

На территории Тувы зарегистрированы в следующих местах:

- Тувинская котловина — пос. Суг-Аксы, пос. Ак-Тал, хр. Вост. Танну-Ола, перевал Хондергей, оз. Чагытай, пойма р. Хемчик, пойма р. Енисей, р. Элегест.
- Убсу-Нурская котловина — с. Самагалтай, р. Тэс, р. Теректиг-Хем, р. Ирбитей, р. Орохин-Гол, оз. Амдайгын-Холь, оз. Шара-Нур.

Экология вида. Комары этого вида многочисленны в степной и пустынно-степной зоне, а также заходят в лесостепь. Личинки обитают во временных открытых водоёмах, возникших в результате таяния снега. Комары нападают на человека и животных не только в сумерках, но и при ярком солнечном свете.

Медицинское и ветеринарное значение вида. Комары этого вида являются переносчиками туляремии.

Aedes dorsalis Meigen, 1830

На территории Тувы вид зарегистрирован в следующих местах:

- Тувинская котловина — пос. Суг-Аксы, пос. Ак-Тал, хр. Вост. Танну-Ола, перевал Хондергей, оз. Чагытай, пойма р. Хемчик, пойма р. Енисей.
- Убсу-Нурская котловина — с. Самагалтай, р. Тэс, р. Шивилиг-Хем, р. Арысканныг-Хем, р. Хыраалыг-Хем, р. Теректиг-Хем, р. Ирбитей, р. Орохин-Гол, оз. Амдайгын-Холь, оз. Шара-Нур, оз. Убсу-Нур.

Экология вида. Встречается в лесной и степной зонах, горно-лесном поясе, солёносливистый эвригалинный вид. Личинки развиваются в небольших временных открытых водоёмах.

Медицинское и ветеринарное значение вида. Злостный кровосос и может быть переносчиком вируса лошадиного энцефаломиелита.

Aedes cantans Meigen, 1818

На территории Тувы вид зарегистрирован в следующих местах:

- Тувинская котловина — пос. Ак-Тал, хр. Вост. Танну-Ола, пойма р. Хемчик.
- Убсу-Нурская котловина — с. Самагалтай, р. Тэс, р. Теректиг-Хем, р. Ирбитей, р. Орохин-Гол, оз. Амдайгын-Холь.

Экология вида. Эвригалинный вид. Выплод комаров происходит во временных водоёмах, расположенных в лесах и кустарниках. Днём сидят на травянистой расти-

тельности. Нападает на людей и животных не только в вечерние, но и в дневные часы, особенно перед дождём.

Aedes riparius Dyar et Knab, 1907

На территории Тувы вид зарегистрирован в следующих местах:

- Тувинская котловина — пос. Ак-Тал, хр. Вост. Танну-Ола, г. Чадан, пос. Суг-Аксы, пос. Тэли, пойма р. Хемчик.
- Убсу-Нурская котловина – р. Тэс, оз. Дус-Холь.

Экология вида. Встречается редко в степной зоне и горно-лесном поясе. Личинки обитают в весенних сильно заросших водоёмах открытых ландшафтов, преимущественно с дном, покрытых сфагнумом.

Aedes mercurator Dyar, 1920

На территории Тувы вид зарегистрирован в следующих местах:

- Тувинская котловина — хр. Вост. Танну-Ола, перевал Хондергей, оз. Кара-Холь, пойма р. Хемчик, пойма р. Енисей, р. Элегест.
- Убсу-Нурская котловина — р. Тэс, р. Ирбитей, оз. Амдайгын-Холь.

Экология вида. Развитие личинок вида проходит во временных водоёмах, реке постоянных, с температурой воды 11–16°C, находящихся на открытом ландшафте. Лёт комаров в Туве наблюдается со второй половины июня до середины августа.

Aedes excrucians Walker, 1856

На территории Тувы вид зарегистрирован в следующих местах:

- Тувинская котловина — хр. Вост. Танну-Ола, перевал Хондергей, оз. Чагытай, оз. Кара-Холь, пойма р. Хемчик, пойма р. Енисей, р. Элегест.
- Убсу-Нурская котловина — р. Тэс, р. Ирбитей, р. Орохин-Гол, оз. Амдайгын-Холь, оз. Дус-Холь.

Экология вида. Встречается практически во всех ландшафтных зонах. Личинки выплываются в разнообразных временных весенних водоёмах. Днём комары сидят на луговой растительности и в кустарниках.

Медицинское и ветеринарное значение вида. Комары данного вида являются основными переносчиками туляремии.

Aedes flavescens Muller, 1764

На территории Тувы вид зарегистрирован в следующих местах:

- Тувинская котловина — пос. Ак-Тал, пос. Хову-Аксы, хр. Вост. Танну-Ола, оз. Чагытай, пойма р. Хемчик, пойма р. Енисей, р. Элегест.
- Убсу-Нурская котловина — р. Тэс, р. Теректиг-Хем, р. Ирбитей, р. Орохин-Гол, оз. Амдайгын-Холь, оз. Шара-Нур, оз. Убсу-Нур.

Экология вида. Вид характерен для открытых безлесных пространств. Личинки эвригалинные, способны развиваться в сильно минерализованных водоёмах.

Медицинское и ветеринарное значение вида. Комары в одинаковой мере нападают на человека и птиц. Способны передавать туляремию.

Aedes cyprius Ludlow, 1920

На территории Тувы вид зарегистрирован в следующих местах:

- Тувинская котловина — пос. Суг-Аксы, пос. Ак-Тал, хр. Вост. Танну-Ола, перевал Хондергей, оз. Чагытай, пойма р. Хемчик, пойма р. Енисей, р. Элегест.
- Убсу-Нурская котловина — р. Тэс, р. Орохин-Гол.

Экология вида. Личинки развиваются во временных водоёмах, расположенных в берёзово-осиновых колках и на их опушках, обычно держатся на лугах с высокой травянистой растительностью и кустарниками, активные кровососы, нападают на людей и животных.

Aedes communis De Geer, 1776

На территории Тувы вид зарегистрирован в Тувинской котловине — пос. Суг-Аксы, пос. Ак-Тал, пос. Тели, хр. Вост. Танну-Ола, перевал Хондергей, оз. Чагытай, оз. Кара-Холь, пойма р. Хемчик, пойма р. Енисей.

Экология вида. Наиболее многочисленный вид в лесной зоне, широко распространён в тайге. Личинки встречаются в различных водоёмах образовавшихся после таяния снега, с дном, покрытым опавшей листвой и другими растительными остатками. Днём сидят на луговой растительности и в кустарниках.

Медицинское и ветеринарное значение вида. Комары этого вида нападают на людей и животных. Переносчики туляремии.

Aedes pionips Dyar, 1919

На территории Тувы вид зарегистрирован в следующих местах:

- Тувинская котловина — пос. Хову-Аксы, пос. Ак-Тал, хр. Вост. Танну-Ола, перевал Хондергей, р. Элегест, оз. Чагытай, оз. Кара-Холь, пойма р. Хемчик, пойма р. Енисей.
- Убсу-Нурская котловина — с. Самагалтай, с. Холь-Оожу, р. Теректиг-Хем, р. Ирбитей, р. Улаатай, оз. Амдайгын-Холь.

Экология вида. Личинки живут во временных весенних водоёмах, образовавшихся в половодье в поймах рек с прозрачной водой, илистым дном и заросших растительностью. Комары активно нападают на людей и животных.

Aedes punctor Kirby, 1837

На территории Тувы вид зарегистрирован в следующих местах:

- Тувинская котловина — пос. Хову-Аксы, пос. Ак-Тал, с. Тэли, хр. Вост. Танну-Ола, перевал Хондергей, р. Элегест, оз. Чагытай, оз. Кара-Холь, пойма р. Хемчик.
- Убсу-Нурская котловина — р. Тэс, р. Ирбитей, р. Улаатай, оз. Амдайгын-Холь.

Экология вида. Особенно многочисленны в лесной зоне. Развитие личинок происходит в болотах с кислой реакцией среды, в т. ч. водоёмах в поймах рек.

Медицинское и ветеринарное значение вида. Комары зачастую заражены возбудителем туляремии.

Aedes hexodontus Dyar, 1916

На территории Тувы вид зарегистрирован в следующих местах:

- Тувинская котловина — пос. Хову-Аксы, пос. Ак-Тал, хр. Вост. Танну-Ола, перевал Хондергей, р. Элегест, оз. Чагытай, оз. Кара-Холь, пойма р. Хемчик, пойма р. Енисей.
- Убсу-Нурская котловина — с. Самагалтай, р. Тэс, р. Шивилиг-Хем, р. Арысканныг-Хем, р. Хыраалыг-Хем, р. Теректиг-Хем, р. Ирбитей, р. Орохин-Гол, оз. Амдайгын-Холь, оз. Шара-Нур, оз. Убсу-Нур.

Экология вида. Комары обитают в тундре, лесотундре, лесной и лесостепной зонах. Ранневесенний моноциклический вид. Личинки встречаются в мае, развитие происходит в разнообразных водоёмах.

Aedes diantaeus Howard, Dyar et Knab, 1917

На территории Тувы вид зарегистрирован в следующих местах:

- Тувинская котловина — пос. Хову-Аксы, пос. Ак-Тал, хр. Вост. Танну-Ола, перевал Хондергей, р. Элегест, оз. Чагытай, оз. Кара-Холь, пойма р. Хемчик, пойма р. Енисей.
- Убсу-Нурская котловина — с. Самагалтай, р. Тэс, р. Шивилиг-Хем, р. Арысканныг-Хем, р. Хыраалыг-Хем, р. Теректиг-Хем, р. Ирбитей, р. Орохин-Гол, оз. Амдайгын-Холь, оз. Шара-Нур, оз. Убсу-Нур.

Экология вида. Встречается в лесной и лесостепной зонах. Личинки развиваются в осоково-кочкарных болотах, расположенных в лесу, во временных водоёмах, обра-

зованными талыми водами, также в открытых водоёмах в поймах рек. Активно нападает на человека.

Aedes intrudens Dyar, 1919

На территории Тувы вид зарегистрирован в следующих местах:

- Тувинская котловина — пос. Хову-Аксы, пос. Ак-Тал, хр. Вост. Танну-Ола, перевал Хондергей, р. Элегест, оз. Чагытай, оз. Кара-Холь, пойма р. Хемчик, пойма р. Енисей.
- Убсу-Нурская котловина — с. Самагалтай, р. Тэс, р. Шивилиг-Хем, р. Арысканныг-Хем, р. Хыраалыг-Хем, р. Теректиг-Хем, р. Ирбитей, р. Орохин-Гол, оз. Амдайгын-Холь, оз. Шара-Нур, оз. Убсу-Нур.

Экология вида. Вид распространён во всех ландшафтных зонах. Личинки развиваются во временных весенних водоёмах, образованных талыми водами в болотах. Массовый лёг приходится на конец мая – середину июня. Активные кровососы. В отличие от других видов рода *Aedes* этот вид особенно назойлив в помещениях.

Aedes pullatus Coquillett, 1904

На территории Тувы вид зарегистрирован в следующих местах:

- Тувинская котловина — пос. Хову-Аксы, пос. Ак-Тал, хр. Вост. Танну-Ола, перевал Хондергей, р. Элегест, оз. Чагытай, оз. Кара-Холь, пойма р. Хемчик, пойма р. Енисей.
- Убсу-Нурская котловина — с. Самагалтай, р. Тэс, р. Шивилиг-Хем, р. Арысканныг-Хем, р. Хыраалыг-Хем, р. Теректиг-Хем, р. Ирбитей, р. Орохин-Гол, оз. Амдайгын-Холь, оз. Шара-Нур, оз. Убсу-Нур.

Экология вида. Встречается во всех ландшафтных зонах и высокогорных поясах. В Туве личинок находили в придорожных кюветах на высоте 1800 м над ур. моря. Личинки развиваются в различных типах водоёмов.

Aedes cataphylla Dyar, 1916

На территории Тувы вид зарегистрирован в следующих местах:

- Тувинская котловина — пос. Хову-Аксы, пос. Ак-Тал, хр. Вост. Танну-Ола, перевал Хондергей, р. Элегест, оз. Чагытай, оз. Кара-Холь, пойма р. Хемчик, пойма р. Енисей.
- Убсу-Нурская котловина — с. Самагалтай, р. Тэс, р. Шивилиг-Хем, р. Арысканныг-Хем, р. Хыраалыг-Хем, р. Теректиг-Хем, р. Ирбитей, р. Орохин-Гол, оз. Амдайгын-Холь, оз. Шара-Нур, оз. Убсу-Нур.

Экология вида. Встречается в лесостепи и горно-лесном поясе. Ранневесенний моноциклический вид. Личинки развиваются в водоёмах различного типа, образующихся в результате весеннего разлива рек и в снежниках.

Aedes leucomelas Meigen, 1804

На территории Тувы вид зарегистрирован в следующих местах:

- Тувинская котловина — пос. Хову-Аксы, пос. Ак-Тал, хр. Вост. Танну-Ола, перевал Хондергей, р. Элегест, оз. Чагытай, оз. Кара-Холь, пойма р. Хемчик, пойма р. Енисей.
- Убсу-Нурская котловина — с. Самагалтай, р. Тэс, р. Шивилиг-Хем, р. Арысканныг-Хем, р. Хыраалыг-Хем, р. Теректиг-Хем, р. Ирбитей, р. Орохин-Гол, оз. Амдайгын-Холь, оз. Шара-Нур, оз. Убсу-Нур.

Экология вида. Редок в тайге, осиново-берёзовых лесах, в лесостепи. Моноциклический вид. Личинки развиваются во временных водоёмах, расположенных на опушках леса, с дном, покрытым растительными остатками, со слабо солоноватой водой. Появляется весной, к середине лета лёг прекращается.

Aedes vexans vexans Meigen, 1830

На территории Тувы вид зарегистрирован в следующих местах:

- Тувинская котловина — пос. Хову-Аксы, пос. Ак-Тал, хр. Вост. Танну-Ола, перевал Хондергей, р. Элегест, оз. Чагытай, оз. Кара-Холь, пойма р. Хемчик, пойма р. Енисей.
- Убсу-Нурская котловина — с. Самагалтай, р. Тэс, р. Шивилиг-Хем, р. Арысканныг-Хем, р. Хыраалыг-Хем, р. Теректиг-Хем, р. Ирбитей, р. Орохин-Гол, оз. Амдайгын-Холь, оз. Шара-Нур, оз. Убсу-Нур.

Экология вида. В лесных, лесостепных и степных зонах и горно-лесном поясе. Характерен для открытых участков лесных формаций. Личинки развиваются во временных водоёмах, расположенных в поймах рек, на опушке леса, с дном, заросшим растительностью. Лёт в лесостепной зоне происходит с конца июня до середины сентября, в степной зоне в течение июля.

Медицинское и ветеринарное значение вида. Комары принимают участие в циркуляции возбудителя туляремии. В других районах Европы и Америки из комаров выделили вирус группы лимфоцитарного хориоменингита, вирус Тягиня и вирус энцефаломиелиита лошадей.

Aedes vexans nipponii Theobald, 1907

На территории Тувы вид зарегистрирован в следующих местах:

- Тувинская котловина — пос. Хову-Аксы, пос. Ак-Тал, хр. Вост. Танну-Ола, перевал Хондергей, р. Элегест, оз. Чагытай, оз. Кара-Холь, пойма р. Хемчик, пойма р. Енисей.
- Убсу-Нурская котловина — с. Самагалтай, р. Тэс, р. Шивилиг-Хем, р. Арысканныг-Хем, р. Хыраалыг-Хем, р. Теректиг-Хем, р. Ирбитей, р. Орохин-Гол, оз. Амдайгын-Холь, оз. Шара-Нур, оз. Убсу-Нур.

Экология вида. Подвид сходен с предыдущей номинальной формой, но личинки более эвригалинные.

Aedes cinereus cinereus Meigen, 1818

На территории Тувы вид зарегистрирован в следующих местах:

- Тувинская котловина — пос. Хову-Аксы, пос. Ак-Тал, хр. Вост. Танну-Ола, перевал Хондергей, р. Элегест, оз. Чагытай, оз. Кара-Холь, пойма р. Хемчик, пойма р. Енисей.
- Убсу-Нурская котловина — с. Самагалтай, р. Тэс, р. Шивилиг-Хем, р. Арысканныг-Хем, р. Хыраалыг-Хем, р. Теректиг-Хем, р. Ирбитей, р. Орохин-Гол, оз. Амдайгын-Холь, оз. Шара-Нур, оз. Убсу-Нур.

Экология вида. Населяет все ландшафтные зоны. Обычен в лесной зоне, лесостепи и горно-лесном поясе, реже встречается в тундре и лесотундре. Эвригалинный вид. Личинки развиваются на заболоченных участках, поросших осокой, расположенных по бережьям озёр, среди леса или на опушках, с дернистым дном и прозрачной желтоватой водой. Комары крайне влаголюбивы и держатся среди кустарников и травянистой водной растительности вблизи водоёмов. Активные кровососы, нападающие не только вечером, но и в дневное время на птиц, млекопитающих, включая человека.

Aedes cinereus rossicus Dolbeshkin, 1930

На территории Тувы вид зарегистрирован в следующих местах:

- Убсу-Нурская котловина — оз. Убсу-Нур.

Экология вида. В республике найден в опустыненной степи. Личинки развиваются во временных водоёмах, заросших травянистой растительностью. Единично встречаются в июне–сентябре.

Culex modestus Ficalbi, 1889

На территории Тувы вид зарегистрирован в следующих местах:

- Тувинская котловина — с. Тэли, г. Чадан, пойма р. Хемчик.
- Убсу-Нурская котловина — р. Орохин-Гол, оз. Амдайгын-Холь, оз. Убсу-Нур.

Экология вида. Широко распространён в степной зоне, встречается в лесостепи. Стеногаальный вид. В предгорной лесостепи Тувы встречается в июле. Комары держатся вблизи мест выплода у рек и озёр. Днём сидят на кустарниках и других растениях.

Медицинское и ветеринарное значение вида. Активные кровососы, нападающие не только в сумерках, но и при дневном освещении на человека, птиц и животных. Является переносчиком туляремии.

Culex pipiens pipiens Linnaeus, 1758

На территории Тувы вид зарегистрирован в Убсу-Нурской котловине — оз. Амдайгын-Холь.

Экология вида. В Туве обнаружен в полупустынных степях. Комары летают со второй половины августа. Самки зимуют в подвальных помещениях, откуда вылетают в течение всей зимы.

Медицинское и ветеринарное значение вида. Является переносчиком японского энцефалита и туляремии.

Выводы. Таким образом, обобщены сведения по экологии, биологии и возможном медико-ветеринарном значении кровососущих комаров для пяти районов республики. Сообщено о 28 видах кровососущих комаров, из которых 10 видов являются потенциальными переносчиками трансмиссивных заболеваний человека и домашних животных. Для каждого вида кровососущего комара даны: место обнаружения в республике, характеристики мест выплода личинок, для некоторых видов — сроки лёта и медико-ветеринарное значение. Приведённые в списке видов сведения о медико-ветеринарном значении комаров как переносчиков заболеваний человека и домашних животных достоверно не зафиксированы на территории Тувы, но все отмечены в соседних регионах Сибири и являются потенциальными источниками заражения. Для достоверного установления значения и роли кровососов как переносчиков заболеваний человека необходимо дальнейшее изучение комплекса комаров кровососов в Республике Тыва.

ЛИТЕРАТУРА

- Бельтюкова К.Н., Бей-Биенко И.Г., Буянова О.Ф. Предварительные данные к разработке системы мероприятий по борьбе с гнусом в условиях строительства Красноярской ГЭС // Медицинская паразитология и паразитарные болезни. – 1958. – Т. 27, вып. 1. – С. 20–26.
- Горностаева Р.М. Список комаров (Сем. Culicidae) Азиатской части России // Паразитология. – 2000. – Вып. 34 (6). – С. 428–433.
- Горностаева Р.М., Данилов А.В. Об ареалах малярийных комаров (Diptera, Culicidae: Anopheles) комплекса maculipennis на территории России // Паразитология. – 2002. – Вып. 36 (1). – С. 33–47.
- Горностаева Р.М. Анализ современных данных о фауне и ареалах малярийных комаров (Diptera: Culicidae: Anopheles) на территории России // Паразитология. – 2003. – Вып. 37 (4). – С. 298–305.
- Горностаева Р.М. К ревизии комаров подрода Aedes (Diptera, Culicidae) Палеарктики // Паразитология. – 2005. – Вып. 39 (6). – С. 457–507.
- Горностаева Р.М. Новый список видов комаров (Diptera: Culicidae) России // Медицинская паразитология и паразитарные болезни. – 2009. – № 1. – С. 60–62.
- Горностаева Р.М., Данилов А.В. Об ареалах малярийных комаров (Diptera, Culicidae: Anopheles), не входящих в комплекс maculipennis на территории России // Паразитология. – 2001. – Вып. 35 (5). – С. 394–405.
- Гуцевич А.В., Мончадский А.С., Штакельберг А.А. Фауна СССР. Насекомые. Двукрылые. Комары, семейство Culicidae. – Л.: Наука. 1970. – Т. 3, вып. 4. – 364 с.
- Коршунов Ю.П., Кухарчук Л.П. Кровососущие комары (Diptera: Culicidae) низовьев р. Маны // Вопр. энтомологии. – Красноярск, 1969. – С. 143–148.
- Кухарчук Л.П. Кровососущие комары Сибири. – Новосибирск: Наука, 1980. – 232 с.

- Кухарчук Л.П. Экология кровососущих комаров (Diptera, Culicidae) Сибири. – Новосибирск: Наука, 1981. – 232 с.
- Маркович Н.Я., Проскуракова А.М. Кровососущие двукрылые в окрестностях г. Абакан. Фенология и сезонный ход массовых видов (Culicidae) // Медицинская паразитология и паразитарные болезни. – 1978. – Т. 45, вып. 1. – С. 20–26.
- Минаев Г.И., Кравченко Ф.П. О зимовках *Anopheles maculipennis messeae* Fall. в южных районах Красноярского края // Медицинская паразитология и паразитарные болезни. – 1936. – Т. 5, вып. 2. – С. 211–219.
- Полякова П.Е., Глущенко Н.П. К фауне кровососущих комаров Прибайкалья и Северного Забайкалья // Изв. СО АН СССР. – 1972, вып. 3. – С. 73–80.
- Шипицина Н.К., Денинова Т.С., Шленова М.Ф., Биенко И.Г. Защита от гнуса на строительстве Красноярской ГЭС // Медицинская паразитология и паразитарные болезни. – 1959. – Т. 28, вып. 4. – С. 456–463.
- Edwards F.W. Una revision delle Zanzaredelle Regioni Paleartiche: Rivista di Malariologia. – 1926. – Vol. 5. – № 3–6. – 152 p.

REFERENCES

- Bel'tyukova K.N., Bey-Biyenko I.G., Buyanova O.F. Predvaritel'nyye dannyye k razrabotke si-stemy meropriyatiy po bor'be s gnusom v usloviyakh stroitel'stva Krasnoyarskoy GES [Preliminary data for the development of a system of measures to combat midges during the construction of the Krasnoyarsk hydroelectric power station]. *Meditsinskaya parazitologiya i parazitarnyye bolezni* = *Medical parasitology and parasitic diseases*, 1958, vol. 27, is. 1, pp. 20–26. (In Russ.)
- Edwards F.W. *Una revision delle Zanzaredelle Regioni Paleartiche: Rivista di Malariologia*. 1926, vol. 5, no 3–6, 152 p.
- Gornostayeva R.M. Spisok komarov (Sem. Culicidae) Aziatskoy chasti Rossii [List of mosquitoes (Fam. Culicidae) of the Asian part of Russia]. *Parazitologiya* = *Parasitology*, 2000, is. 34 (6), pp. 428–433. (In Russ.)
- Gornostayeva R.M., Danilov A.V. Ob arealakh malyariynykh komarov (Diptera, Culicidae: Anopheles), ne vkhodyashchikh v kompleks maculipennis na territorii Rossii [The areals of malaria mosquitoes (Diptera, Culicidae: Anopheles), not included in the maculipennis complex on the territory of Russia]. *Parazitologiya* = *Parasitology*, 2001, is. 35 (5), pp. 394–405. (In Russ.), 2001, vyp. 35 (5), S. 394–405. (In Russ.)
- Gornostayeva R.M., Danilov A.V. Ob arealakh malyariynykh komarov (Diptera, Culicidae: Anopheles) kompleksa maculipennis na territorii Rossii [The areals of malaria mosquitoes (Diptera, Culicidae: Anopheles) of the maculipennis complex on the territory of Russia]. *Parazitologiya* = *Parasitology*, 2002, is. 36 (1), pp. 33–47. (In Russ.)
- Gornostayeva R.M. Analiz sovremennykh dannykh o faune i arealakh malyariynykh komarov (Diptera: Culicidae: Anopheles) na territorii Rossii [Analysis of modern data on the fauna and habitats of malaria mosquitoes (Diptera: Culicidae: Anopheles) in Russia]. *Parazitologiya* = *Parasitology*, 2003, is. 37 (4), pp. 298–305. (In Russ.)
- Gornostayeva R.M. K revizii komarov podroda Aedes (Diptera, Culicidae) Palearktiki [The revision of mosquitoes of the subgenus Aedes (Diptera, Culicidae) of the Palearctic]. *Parazitologiya* = *Parasitology*, 2005, is. 39 (6), pp. 457–507. (In Russ.)
- Gornostayeva R.M. Novyy spisok vidov komarov (Diptera: Culicidae) Rossii [New list of mosquito species (Diptera: Culicidae) of Russia]. *Meditsinskaya parazitologiya i parazitarnyye bolezni* = *Medical parasitology and parasitic diseases*, 2009, no. 1, pp. 60–62. (In Russ.)
- Gutsevich A.V., Monchadskiy A.S., Shtakel'berg A.A. Fauna SSSR. *Nasekomyye. Dvukrylyye. Komary, semeystvo Culicidae* [Fauna of the USSR. Insects. Diptera. Komaras, family Culicidae]. Leningrad, Nauka Publ., 1970, vol. 3, is. 4, 364 pp. (In Russ.)
- Korshunov Yu.P., Kukharchuk L.P. Krovososushhie komary` (Diptera. Culicidae) nizov`ev r. Many` [Blood-sucking mosquitoes (Diptera.Culicidae) of the lower reaches of the river. Mana]. *Voprosy` e`ntomologii* = *Questions of entomology*, 1969, pp. 143–148. (In Russ.)
- Kukharchuk L.P. *Krovososushhie komary` Sibiri* [Blood-sucking mosquitoes of Siberia]. Novosibirsk, Nauka Publ., SB, 1980, 232 p. (In Russ.)

- Kukharchuk L.P. *E'kologiya krovososushhix komarov (Diptera, Culicidae) Sibiri* [Ecology of blood-sucking mosquitoes (Diptera, Culicidae) of Siberia]. Novosibirsk, Nauka Publ., 1981, 232 p. (In Russ.)
- Markovich N.Ya., Proskuryakova A.M. Krovososushhie dvukry'ly'e v okrestnostyax g. Abakan. Fenologiya i sezonny`j hod massovy`x vidov (Culicidae) [Blood-sucking dipterans in the vicinity of Abakan. Phenology and seasonal course of mass species (Culicidae)]. *Meditsinskaya parazitologiya i parazitarnyye bolezni = Medical parasitological and parasitic diseases*, 1978, vol. 45, no. 1, pp. 20–26. (In Russ.)
- Minaev G.I., Kravchenko F.P. O zimovkax Anopheles maculipennis messeae Fall. V yuzhny`x rayonax Krasnoyarskogo kraya [About the wintering grounds of Anopheles maculipennis messeae in the southern regions of the Krasnoyarsk Territory]. *Meditsinskaya parazitologiya i parazitarnyye bolezni = Medical parasitological and parasitic diseases*, 1936, vol. 5, no. 2, pp. 211–219. (In Russ.)
- Polyakova P.E. Glushhenko N.P. K faune krovososushhix komarov Pribajkal'ya i Severnogo Zabajkal'ya [The fauna of blood-sucking mosquitoes of the Baikal region and Northern Transbaikalia]. *Izvestiya SO AN SSSR = News of the Siberian Branch of the USSR Academy of Sciences*, 1972, is. 3. pp. 73–80. (In Russ.)
- Shipicina N.K., Detinova T.S., Shlenova M.F., Bienko I.G. Zashhita ot gnusa na stroitel'stve Krasnoyarskoj GES [Protection against midges during the construction of the Krasnoyarsk hydroelectric power station]. *Meditsinskaya parazitologiya i parazitarnyye bolezni = Medical parasitological and parasitic diseases*, 1959, vol. 28, no. 4, pp. 456–463. (In Russ.)

УДК: 597.2/5

DOI: 10.24412/2658-4441-2023-4-62-72

Ч.А.-Х. ХОВАЛЫГ

Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов СО РАН (Кызыл, Россия)

ИСТОРИЯ ИХТИОЛОГИЧЕСКИХ ИССЛЕДОВАНИЙ В ТУВЕ

Начало исследований ихтиофауны Тувы было положено такими известными учёными-путешественниками как Н.А. Варпаховский, Г.Е. Грум-Гржимайло, В.Г. Дорогостайский, М.Д. Разудский в конце XIX – начале XX века. Эти исследования имели лишь предположительный, опросный характер. Более интенсивное изучение ихтиофауны Тувы началось после вступления республики в 1944 г. в состав СССР. В 1952 г. А.И. Янушевич впервые отмечает сначала 17, а затем 18 видов рыб, обитающих в водоёмах региона. Огромный вклад в исследование фауны рыб Тувы внесли сотрудники Томского государственного университета под руководством А.Н. Гундризера. В своей диссертации в 1975 г. А.Н. Гундризер указывает 30 видов и подвидов рыб, обитающих в водоёмах Тувы. Окончательный список рыб был составлен в 2003 г. Л.К. Аракчаа и Н.Д. Шацких. В него включено 34 вида рыб для фауны Тувы.

Ключевые слова: ихтиофауна, Тува, хариус, ленок, таймень, пелядь.

Библ. 48 назв. С. 62–72.

Ch. A.-Kh. KHOVALYG

Tuvian Institute for Exploration of Natural Resources of SB RAS (Kyzyl, Russia)

HISTORY OF ICHTHYOLOGICAL RESEARCH IN TUVA

The beginning of studies of the ichthyofauna of Tuva was laid by such famous scientists-travelers as N.A. Varpakhovsky, G.E. Grum-Grzhimailo, V.G. Dorogostaysky, M.D. Razudsky in the late XIX- early XX century. These studies were only of a tenta-

tive, questioning nature. More intensive research began after Tuva joined the USSR in 1944. In 1952, A.I. Yanushevich for the first time concretely noted for the reservoirs of the republic, first 17, and then 18 species of fish. A huge contribution to the research of the ichthyofauna of Tuva was made by the staff of Tomsk State University (TSU) under the leadership of A.N. Gundrizer. In his dissertation in 1975, A.N. Gundrizer indicated 30 species and subspecies of fish for the reservoirs of Tuva. The final list of 34 fish species with subspecies was compiled by L.K. Arakchaa and N.D. Shatskikh in 2003, taking into account all available information.

Keywords: fish fauna, Tuva, grayling, lenok, taimen, peled.

References 48. P. 62–72.

ВВЕДЕНИЕ. В Республике Тыва очень хорошо развита гидрографическая сеть. В ней насчитывается более 2000 рек общей протяжённостью 28 634 км и более 6720 озёр общей площадью около 1084,6 км² (Гундризер, 1975). Несмотря на это, в отличие от других регионов России, ихтиофауна Тувы длительное время оставалась крайне слабо изученной. Это связано не только с труднодоступностью региона, но и с политикой, поскольку Тува была отдельным государством. Лишь в конце XIX–начале XX вв. с приходом исследователей-путешественников появляются сводки о рыбах Тувы. Более интенсивные исследования ихтиофауны Тувы начались после вступления Тувы в 1944 г. в состав СССР. Основной состав фауны озёр и рек был изучен в советский период, в 60–70-х гг. прошлого века. В настоящее время с появлением новых методик исследований можно сказать, что инвентаризация ихтиофауны Тувы до сих пор не завершена.

История ихтиологических исследований в Туве условно разделена на три периода.

Первый (досоветский) период — период попутных исследований и накопления фаунистических знаний. Он продолжался с конца XIX в. и закончился в 1944 г., когда Тува вступила в состав СССР. Первые сведения о видовом составе рыб Тувы указывал в 1889 г. Н.А. Варпаховский. В своей работе он писал, что на север от хр. Танну-Ола протекает р. Енисей, ихтиофауна которой «...едва ли отличается от ниже лежащих частей этой реки, например, у Минусинска...» (Варпаховский, 1889 а). Данную информацию он дублирует в работе «Краткие данные по ихтиофауне Азиатской России» (Варпаховский 1889 б). Его работы содержат предварительные видовые списки ихтиофауны верховья Енисея.

В 1903 г. известный географ и зоолог, исследователь Центральной Азии Г.Е. Грум-Гржимайло предпринял путешествие в Западную Монголию и Туву. В 1914 г. он писал, что «...в верховьях Енисея и в бассейне Селенги ихтиофауна схожа...». И далее им приводится список 10-ти видов рыб: таймень, ленок, байкальский хариус, сиг, плотва, елец, голянь, щука, налим, окунь (Грум-Гржимайло, 1914).

Сведения о видовом составе рыб Тувы также имеются в зоологических материалах экспедиции В.Г. Дорогостайского. В кратком отчёте о путешествии, совершённом летом 1907 г., для реки Каа-Хем от её истоков до устья, для оз. Тере-Холь указано девять видов рыб (Дорогостайский, 1908).

В 1916 г. более точно о рыбах, обитающих в пределах Тувы, высказался М.Д. Рузский. По опросным данным и результатам определений рыб из Минусинского краеведческого музея он приводит сведения о следующих девяти видах рыб Тувы: таймень, речной сиг, щука, сибирский елец, голянь, пескарёв, щиповка, налим и сибирский подкаменщик. Из Тувы в музейной коллекции были только два вида: голянь и налим. Остальные упомянутые виды рыб опросные (Рузский, 1916).

Второй (советский) период — период ихтиофаунистических и рыбохозяйственных исследований начинается с 1944 г., после вступления Тувы в состав Советского Союза, и длится до конца XX века. Это период интенсивных и масштабных исследований.

С 1945 г. Западно-Сибирский филиал АН СССР проводил комплексные исследования фауны Тувы. Видовой состав позвоночных животных Тувы был описан

А.И. Янушевичем в монографии «Фауна позвоночных Тувинской автономной области». В ней А.И. Янушевич впервые отмечает для водоёмов республики 18 видов рыб (таймень, ленок, сибирский хариус, сибирский сиг, сибирская плотва, сибирский елец, речной голяк, обыкновенный пескарь, сибирский голец, сибирская щиповка, обыкновенный окунь, обыкновенный ёрш, налим) с указанием их распространения (Янушевич, 1952).

В 1956–1957 гг. на территории Тувинской АССР работала 306-я Союзная гельминтологическая экспедиция Академии наук СССР. За время полевых работ обследовано 700 экз. 14-ти видов рыб на заражённость гельминтами. Подавляющая часть рыб поймана и обработана из бассейна р. Енисей и лишь небольшое количество рыб (89 шт.) из р. Тес-Хем. В результате экспедиции было выявлено, что наиболее богата гельминтофауна у тайменя, ленка, сига, хариуса, щуки, ельца, и зяя (Спасский и др., 1958, 1965; Спасский, Ройтман, 1960).

В последующих работах П.А. Шахуновой, А.И. Лиханова (1955); В.Н. Грезе, И.И. Грезе (1958); В.В. Кафановой (1961) упоминаются лишь отдельные виды рыб, но новые указания для ихтиофауны Тувы отсутствуют.

Огромный вклад в изучении ихтиофауны Тувы внёс профессор кафедры ихтиологии и гидробиологии А.Н. Гундризер (1919–2007). В 1961–1965 гг. под его руководством сотрудниками Томского государственного университета были проведены комплексные исследования водоёмов региона, задачами которых были: 1) изучение видового состава, экологии и паразитологии рыб; 2) выяснение возможностей рыбоводно-акклиматизационных работ, определение рыбных запасов и разработка правил рыбоводства. Было обследовано 25 озёр и девять рек, относящихся к бассейну Верхнего Енисея и к системе внутренних водоёмов Северо-Западной Монголии (Гундризер, 1967 а).

До исследований, проведённых кафедрой, полностью отсутствовал морфобиологический анализ рыб. Многолетние исследования позволили подготовить обширный материал по морфологии и экологии многих видов рыб Тувинской АССР (Кафанова, 1961; Гундризер, 1962, 1963, 1965, 1968, 1974 а, 1977, 1978 а; Гундризер, Попков, 1984). Также была исследована зоогеография и эволюция рыб (Гундризер, 1970).

В водоёмах Тувы были обнаружены такие виды рыб, как тугун, монгольский хариус (впервые в СССР), осман Певцова, сибирский подкаменщик. Новым видом является кобдинский голец (*Nemachilus cobdonensis*). Новыми подвидами являются: убсунурский, или серый низкотельный голец (*Nemachilus dorsalis humilis*), саянский сиг (*Coregonus lavaretus sajanensis*), зубастый сибирский хариус (*Thymallus arcticus dentatus*), саянский озёрный хариус (*Thymallus arcticus lacustris*), большеголовый пескарь (*Gobio gobio magnicapitata*). В качестве экологических рас были описаны верхнеенисейский тугун, саянский озёрный низкотельный и саянский озёрно-речной сизи, озёрный монгольский хариус, речной и озёрный убсунурские османы и др. (Гундризер, 1962, 1967 б, 1978 б, 1979).

Кроме того, была описана паразитофауна промысловых видов рыб, включающая 59 видов. Общее число паразитов рыб Тувы с учётом 11 форм гельминтов составило 75 видов (Гундризер, Титова, 1966). Также появились сведения о рачках, паразитирующих в рыбах Тувы — 14 видов и подвидов ракообразных относящиеся к шести родам (Гундризер, 1974 б).

Таким образом, в результате ихтиологических и рыбохозяйственных исследований водоёмов Тувы помимо ранее известных 17-ти видов было установлено ещё восемь видов и подвидов и пять племён рыб, из которых три подвида и пять племён являются новыми для науки, а также несколько рас, цветных групповых aberrаций и уродств. Общее количество видов и подвидов, которое насчитывалось в 1975 г. — 30, относящиеся к восьми семействам и 18-ти родам, с учётом экологических рас — более 40 форм рыб (Гундризер, 1975). В нескольких рыбохозяйственных озёрах были акклиматизированы: пелядь, рипус, омуль и монгольский хариус (Гундризер, 1967 б, 1978, Гундризер и др., 1974, Гундризер, Попков, 1991, Попков, 1980, 1988).

Третий (современный) период — период экологических и генетических исследова-

дований начинается с 2000-х годов и продолжается по настоящее время. В 2002 г. вышла Красная книга Республики Тыва, в которой указываются три вида — таймень (сокращающийся в численности вид), стерлядь (редкий, малоизученный вид), тугун (редкий вид) и три подвида — зубастый сибирский озёрный хариус (находящийся под угрозой исчезновения, узкоареальный подвид), саянский озёрный хариус (сокращающийся в численности, узкоареальный подвид), саянский озёрный высокотельный сиг (редкий, узкоареальный подвид) (Красная книга..., 2002). Также эта информация повторяется в обновлённой версии Красной книги Республики Тыва 2019 года издания (Красная книга..., 2019).

В 2003 г. Л.К. Аракчаа совместно с Н.Д. Шацких выпустили Определитель-справочник «Рыбы Тувы». В нём указывается 34 вида рыб с подвидами, относящиеся к шести отрядам, 10-ти семействам и 20-ти родам. Список рыб составлен авторами с учётом имеющихся сведений (Аракчаа, Шацких, 2003).

Отдельные годы (с 1971 вплоть до 2005) изучением кормовой базы и состоянием ихтиофауны озёр Тувы занимались сотрудники ТувГУ во главе с В.К. Попковым. Они проводили мониторинг акклиматизированных рыб. В результате их исследований было установлено, что пелядь, акклиматизированная в 60–70 гг. XX в., успешно натурализовалась во многие рыбопромысловые озёра Тувы, а озёрная форма монгольского хариуса в оз. Сут-Холь (Попков, 2005, 2005 а, б). Таксономический статус монгольского хариуса из Тувы упоминается в статье В.И. Романова (Романов, Карманова, 2007).

Далее пелядь упоминается в статье Н.В. Гордеевой, О.Г. Кармановой и М.В. Шитовой (2008), в которой авторы отразили результаты изучения генетических и морфоэкологических признаков пеляди, натурализовавшейся в озёрах Чагытай, Сут-Холь, Маны-Холь и Куп-Холь.

В результате исследований озёр Тоджинской котловины в 2003–2006 гг. сотрудниками Института систематики и экологии животных СО РАН (ИСиЭЖ) Н.А. Бочкаревым и Е.И. Зуйковой (2009, 2010) исследована морфология, биология и популяционная структура сига-пыжьяна в озёрах Тоджинской котловины.

В 2006 г. А.В. Насека (Зоологический институт РАН) исследовал притоки бассейна Верхнего Енисея, Хемчика, Тес-Хема, а также реки и озёра Убсу-Нурской котловины. Его сборы представителей *O. humilis* (2 экз.) были использованы в статье Н.М. Батищевой, Ю.Ф. Картавцева и Н.Г. Богуцкой (2011), где проведён молекулярно-генетический анализ алтайских османов рода *Oreoleuciscus* из двух участков ареала.

С 2008 г. по настоящее время во Всероссийском научно-исследовательском институте рыбного хозяйства и океанографии («ВНИРО» (НИИЭРВ), Красноярск) проводятся гидробиологические, ихтиологические и другие исследовательские работы по биологическому обоснованию и обоснованию прогнозов общедопустимых уловов (ОДУ) водных биоресурсов в водных объектах Республики Тыва. Так, на основе результатов этих исследований Н.И. Волкова и др. (2012) опубликовали статью «Биологическая продуктивность и состав ихтиофауны озёр Тоджинской котловины (Республика Тыва)».

Важнейшим открытием современных ихтиологических исследований в Туве стало придание самостоятельного таксономического статуса хариуса Тувы И.Б. Книжиным и С.Д. Вайсом (2009). В статье, авторы описывают хариуса, обитающего в реках Тувы как *Thymallus svetovidovi* Knizhin et Weiss sp. nova — верхнеенисейский хариус, который генетически и фенотипически заметно отличается от сибирского и байкальского хариусов, чем заслуживает придания ему самостоятельного статуса.

Современным исследованиям паразитофауны рыб Тувы посвящена лишь одна работа по изучению паразитов алтайского османа *Oreoleuciscus* sp. (Сургиниформес, Сургинidae) оз. Торе-Холь (Дугаров и др., 2020). В данном виде рыб было выявлено 16 видов паразитов из восьми таксономических групп.

Наряду с другими научными учреждениями, исследованиями фауны рыб Тувы с 2018 г. занимаются непосредственно в Тувинском институте комплексного освоения

природных ресурсов СО РАН. Опубликовано предварительные результаты изучения ихтиофауны р. Туран и р. Элегест (Ховалыг, 2020, 2022).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ. История ихтиологических исследований Тувы охватывает 130-летний период. Но, несмотря на большой объём проведённых ранее исследований, ихтиофауна Тувы в целом, по сравнению с другими регионами, остаётся всё ещё недостаточно изученной. Это связано с труднодоступностью объектов исследования и большой отдалённостью профильных научных учреждений, проводящих ихтиологические исследования в этом регионе. Тем не менее, Тува с её уникальными водными объектами до сих пор привлекает учёных ихтиологов.

В настоящее время представленный видовой список рыб с подвидами является не окончательным. Открытыми остались вопросы с систематическим положением нескольких видов рыб, интродуцированных в 60–70-х годах XX в. Достоверно не установлено, акклиматизировались ли они на самом деле. Необходимы дальнейшие комплексные исследования для полной инвентаризации видового состава рыб Тувы.

ЛИТЕРАТУРА

- Аракчаа Л.К., Шацких Н.Д. Рыбы Тувы: Определитель-справочник. – Кызыл: ТуВИКОПР СО РАН, 2003. – 112 с.
- Батищева Н.М., Картавцев Ю.Ф., Бозуцкая Н.Г. Филогенетический анализ алтайских османов рода *Oreoleuciscus* (Pisces, Cyprinidae, Leuciscinae), основанный на исследовании нуклеотидных последовательностей гена цитохромоксидазы 1 (co-1) // Генетика. – 2011. – Т. 47. – № 10. – С. 1335–1345.
- Бочкарев Н.А., Зуйкова Е.И. Популяционная структура сига-пыжьяна *Coregonus lavarentus pidschian* (Coregonidae) в озёрах Тоджинской котловины и в верхнем течении реки Большой Енисей (Республика Тыва) // Зоологический журн. – 2009. – Т. 88. – С. 47–60.
- Бочкарев Н.А., Зуйкова Е.И. Популяционная структура и возможные пути дифференциации сига-пыжьяна в Додотских озёрах Тоджинской котловины // Сибирский экологический журн. – 2010. – № 5. – С. 753–761.
- Варпаховский Н.А. Краткие данные по ихтиофауне Азиатской России: Соч. Н. Варпаховского. – СПб.: Типография Императорской Академии наук, 1889 а. – 21 с.
- Варпаховский Н.А. Монография нового рода карповых рыб (*Oreoleuciscus*): Соч. Н. Варпаховского. – СПб.: Типография Императорской Академии наук, 1889 б. – 79 с.
- Волкова Н.И., Михалева Т.В., Поляева К.В., Щур Л.А. Биологическая продуктивность и состав ихтиофауны озёр Тоджинской котловины (Республика Тыва) // Вопр. рыболовства: Сб. ст. – 2012. – Т. 13. – № 2 (50). – С. 250–262.
- Гордеева Н.В., Карманова О.Г., Шитова М.В. Генетическая и морфоэкологическая характеристика пеляди *Coregonus peled*, акклиматизированной в озёрах Тувы // Вопр. ихтиологии: Сб. ст. – 2008. – Т. 48. – № 5. – С. 601–610.
- Грезе В.Н., Грезе И.И. К изучению озёр Тувинской автономной области (озеро Чагытай) // Изв. Всес. геогр. о-ва. – 1958. – Т. 90, вып. 3. – С. 279–284.
- Грум-Гржимайло Г.Е. Западная Монголия и Урянхайский край. Т. 1: Описание природы этих стран. – СПб., 1914 (2013). – 569 с.
- Гундризер А.Н. Новые формы рыб из водоёмов Убсунурской котловины (Эрзинский район Тувинской АССР) // Учён. зап. Томского ун-та. № 44: Естеств. науки. – 1962. – С. 250–253.
- Гундризер А.Н. Рыбы Тувы, их использование, охрана и воспроизводство // Сб. тез. докл. Первой науч. сессии вузов, объединённых Зап.-Сиб. Советом по координации науч.-иссл. работы (19–23.02.1963, Томск). – Томск, 1963. – Вып. 2. – С. 47–48.
- Гундризер А.Н. Рыбохозяйственные исследования в Туве и Советском Алтае // Учён. зап. Томского ун-та. – Томск, 1965. – № 51. – С. 208–212.
- Гундризер А.Н., Титова С.Д. Паразиты промысловых рыб Тувинской АССР и динамика их численности // Вопр. зоологии: Материалы к 3 совещ. зоологов Сибири. – Томск, 1966. – С. 50–52.
- Гундризер А.Н. К изучению рыб Тувы // Учён. зап. Томского ун-та. – Томск, 1967 а. – Вып. 55. – С. 67–78.

- Гундризер А.Н. О новом подвиде сибирского хариуса из бассейна Большого Енисея // Учён. зап. Томского ун-та. Вып. 53: Биология и почвоведение. – Томск, 1967 б. – С. 79–94.
- Гундризер А.Н. Исследования водоёмов распространения и биологии рыб Горного Алтая и Тувы // Итоги исследований по биологии за 50 лет (1917–1967): Тр. межвуз. науч. конф. – Томск, 1968. – С. 224–247.
- Гундризер А.Н. Зоогеография и генезис ихтиофауны Тувы // Тр. НИИ биологии и биофизики при ТГУ. Т. 1: Биология. – 1970. – С. 64–79.
- Гундризер А.Н. К биологии восточносибирского ленка *Brachymystax lenok swetowidovi* Kirillov водоёмов Тувы // Тр. НИИ биологии и биофизики при ТГУ. – 1974 а. – Т. 4. – С. 119–126.
- Гундризер А.Н. Паразитические веслоногие рыб Тувы // Тр. НИИ биологии и биофизики при ТГУ. Т. 3: Биология. – 1974 б. – С. 61–68.
- Гундризер А.Н., Попков В.К., Иванова М.А. Предварительные результаты и перспективы акклиматизации сиговых в водоёмах Тувинской АССР // Биология и биофизика: Материалы итоговой науч. конф. НИИ биологии и биофизики ТГУ по законченным в 1973 г. темам. – Томск, 1974. – С. 29–40.
- Гундризер А.Н. Рыбы Тувинской АССР: Автореф. дисс. ... докт. биол. наук. – Томск, 1975. – 28 с.
- Гундризер А.Н. К биологии тайменя *Hucho taimen* (Pallas) водоёмов Тувы // Тр. НИИ биологии и биофизики при Томском ун-те. – 1977. – Т. 8. – С. 64–68.
- Гундризер А.Н. К систематике и экологии сигов Тувинской АССР // Вопр. биологии: Сб. ст. – Томск: ТГУ, 1978 а. – С. 20–42.
- Гундризер А.Н. Особенности биологии рыб Тувы // Вопр. биологии: Сб. ст. – Томск: ТГУ, 1978 б. – С. 45–52.
- Гундризер А.Н. Зубастый сибирский хариус *Thymallus arcticus Dentatus Subsp. nova* // Новые данные о фауне и флоре Сибири. – Томск: ТГУ, 1979. – С. 15–22.
- Гундризер А.Н., Попков В.К. Особенности экологии монгольского хариуса *Thymallus Brevirostris* Kessler (Thymallidae) в озёрах Тувинской АССР // Вопр. ихтиологии: Сб. ст. – 1984. – Т. 24, вып. 1. – С. 69–76.
- Гундризер А.Н., Попков В.К. Особенности экологии пеляди на разных этапах акклиматизации в озёрах Алтае-Саянского нагорья // Рыбопродуктивность озёр Западной Сибири. – Новосибирск, 1991. – С. 40–46.
- Дорогостайский В.Ч. Поездка в Северо-Западную Монголию: Краткий отчёт о путешествии, совершённом летом 1907 г. по поручению Императорского Рус. геогр. о-ва // Изв. Императорского Рус. геогр. о-ва. – 1908. – Т. 44, вып. 5. – С. 233–246.
- Дугаров Ж.Н., Бурдуковская Т.Г., Хамнуева Т.Р., Балданова Д.Р., Куксин А.Н. Паразиты алтайского османа *Oreoleuciscus* sp. (Cypriniformes, Cyprinidae) в озере Торе-Холь (Убсунурская котловина, Тыва) // Паразитология. – 2020. – Т. 54. – № 5. – С. 423–429. – DOI: 10.31857/S1234567806050053.
- Кафанова В.В. Материалы к систематике алтайских османов рода *Oreoleuciscus Warpachowski* // Вопр. ихтиологии: Сб. ст. – 1961. – Т. I, вып. 1 (18). – С. 9–18.
- Книжнин И.Б., Вайс С.Д. Новый вид хариуса *Thymallus svetovidovi* sp. nova (Thymallidae) из бассейна Енисея и его положение в роде *Thymallus* // Вопр. ихтиологии: Сб. ст. – 2009. – Т. 49. – № 1. – С. 5–14.
- Красная книга Республики Тыва: Животные / Н.И. Путинцев, Л.К. Аракчаа, В.И. Забелин и др. – Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2002. – 168 с. – ISBN 5-7692-0523-7.
- Красная книга Республики Тыва (животные, растения и грибы). Изд. второе, перераб. и доп. – Воронеж: Мир, 2019. – 560 с. – ISBN 978-5-6041228-0-8.
- Попков В.К. Биологическая характеристика местных поколений пеляди, интродуцированной в оз. Чагытай (Тувинская АССР) // Новые данные о природе Сибири. – Томск: ТГУ, 1980. – С. 13–17.
- Попков В.К. Изменение экологических показателей пеляди в процессе акклиматизации в горных озёрах // Биология сиговых рыб. – М.: Наука, 1988. – С. 145–151.
- Попков В.К. Результаты и последствия акклиматизации рыб в водоёмах Алтайско-Саянского нагорья // Проблемы гидробиологии Сибири. – Томск: Дельтаплан, 2005. – С. 196–201.

- Попков В.К. Результаты и экологические последствия акклиматизации рыб в водоёмах Алтая и Тувы // Природные условия, история и культура Западной Монголии и сопредельных регионов: Материалы VII Междунар. конф (19–23.09.2005, Кызыл): В 2-х т. – Кызыл: ТувИКОПР СО РАН, 2005 а. – Т. 1. – С. 240–243.
- Попков В.К., Голубых О.С. Изменения экологического состояния оз. Чагытай и его рыбного населения (Тува) // Природные условия, история и культура Западной Монголии и сопредельных регионов: Материалы VII Междунар. конф (19–23.09.2005, Кызыл): В 2-х т. – Кызыл: ТувИКОПР СО РАН, 2005 б. – Т. 1. – С. 244–247.
- Романов В.И., Карманова О.Г. О таксономическом статусе монгольского хариуса из озера Хиндиктиг-Холь и сибирского хариуса из бассейна реки Кобдо // Биологические аспекты рационального использования и охраны водоёмов Сибири: Материалы Всерос. конф. (13–16.11.2006, Томск). – Томск: Лито-Принт, 2007. – С. 218–233.
- Рузский М.Д. О рыбах верхнего течения реки Енисей. – Томск, 1916. – 18 с.
- Спаский А.А., Ивашкин В.М., Богоявленский Ю.К., Сонин М.Д. Работа 306-й Союзной Гельминтологической экспедиции 1956–1957 гг. в Тувинской автономной области // Работа экспедиций Гельминтологической лаборатории Академии наук СССР (1945–1957 гг.) / Ред. К.И. Скрябин. – М., 1958. – С. 73–103.
- Спаский А.А., Ройтман В.А. Гельминты класса Monogenoidea от рыб Тувинской автономной области // Тр. Гельминтологической лаборатории АН СССР. – М., 1960. – Т. 10. – С. 198–211.
- Спаский А.А., Ройтман В.А., Трофименко В.Я. Гельминты рыб Тувинской АССР // Материалы к науч. конф. Всес. о-ва гельминтологов. – М., 1965. – С. 231–236.
- Ховалыг Ч.А.-Х. Кормовая база и перспективы рыбохозяйственного использования водохранилища на реке Туран // Экосистемы Центральной Азии: исследование, сохранение, рациональное использование: Материалы XV Убсунурского Междунар. симп. (05–08.07.2020, Кызыл) / Под ред. Ч.Н. Самбыла. – Красноярск: Офсет, 2020. – С. 174–176.
- Ховалыг Ч.А.-Х. Ихтиофауна бассейна реки Элегест // Природные системы и экономика Центрально-Азиатского региона: фундаментальные проблемы и перспективы рационального использования: Материалы IV Всерос. молод. шк.-конф. с междунар. участием (19–20.04.2022, Кызыл). – Кызыл: ТувИКОПР СО РАН, 2022. – С. 70–72.
- Шахунова П.А., Лиханов Б.Н. Советская Тува (природа, население, хозяйство). – Кызыл: Тув. кн. изд-во, 1955. – 159 с.
- Янушевич А.И. Фауна позвоночных Тувинской области: Монография. – Новосибирск: Зап.-Сиб. фил. Изд-ва АН СССР, 1952. – 142 с.

REFERENCES(

- Arakchaa L.K., Shatskikh N.D. *Ryby Tuvy: Opredelitel'-spravochnik* [Fish of Tuva: Key guide] Kyzyl: TuvIENR SB RAS, 2003, 112 p. (In Russ.)
- Batishcheva N.M., Kartavtsev Yu.F., Bogutskaya N.G. Filogeneticheskiy analiz altayskikh osmanov roda *Oreoleuciscus* (Pisces, Cyprinidae, Leuciscinae), osnovannyy na issledovanii nukleotidnykh posledovatel'nostey gena tsitokhromoksidazy 1 (so-1) [Phylogenetic analysis of the Altai Ottomans of the genus *Oreoleuciscus* (Pisces, Cyprinidae, Leuciscinae), based on the study of nucleotide sequences of the cytochrome oxidase 1 (co-1) gene]. *Genetika = Genetics*, 2011, vol. 47, no. 10, pp. 1335–1345. (In Russ.)
- Bochkarev N.A., Zuykova Ye.I. Populyatsionnaya struktura siga-pyzh'yana *Coregonus lavarentus pidschian* (Coregonidae) v ozorakh Todzhinskoy kotloviny i v verkhnem techenii reki Bol'shoy Yenisey (Respublika Tyva) [Population structure of the whitefish *Coregonus lavarentus pidschian* (Coregonidae) in the lakes of the Todzha Basin and in the upper reaches of the Bolshoi Yenisei River (Tuva Republic)]. *Zoologicheskii zhurnal = Zoological Journal*, 2009, vol. 88, pp. 47–60. (In Russ.)
- Bochkarev N.A., Zuykova Ye.I. Populyatsionnaya struktura i vozmozhnyye puti differentsiatsii siga-pyzh'yana v Dodotskikh ozorakh Todzhinskoy kotloviny [Population structure and possible ways of differentiation of whitefish in the Dodot lakes of the Todzha Basin]. *Sibirskiy ekologicheskii zhurnal = Siberian Ecological Journal*, 2010, no. 5, pp. 753–761. (In Russ.)
- Varpakhovskiy N.A. *Kratkiye dannyye po ikhtiofaune Aziatskoy Rossii* [Brief data on the ichthyofauna of Asian Russia]. St. Petersburg, Printing house of the Imperial Academy of Sciences, 1889 a, – 21 p. (In Russ.)

- Varpakhovskiy N.A. Monografiya novogo roda karpovykh ryb (Oreoleuciscus). Printing house of the Imperial Academy of Sciences, 1889 *b*, 79 p. (In Russ.)
- Volkova N.I., Mikhaleva T.V., Polyayeva K.V., Shchur L.A. Biologicheskaya produktivnost' i sostav ikhtiofauny ozor Todzhinskoy kotloviny (Respublika Tyva) [Biological productivity and composition of the ichthyofauna of lakes in the Todzha Basin (the Republic of Tyva)]. *Voprosy rybolovstva = Questions of Fisheries*, 2012, vol. 13, no. 2 (50), pp. 250–262. (In Russ.)
- Godreyeva N.V. Karmanova O.G., Shitova M.V. Geneticheskaya i morfoekologicheskaya kharakteristika pelyadi Coregonus peled, akklimatizirovannoy v ozorakh Tuvy [Genetic and morphoecological characteristics of the peled Coregonus peled, acclimatized in the lakes of Tuva]. *Voprosy ikhtiologii = Questions of Ichthyology*, 2008, vol. 48, no. 5, pp. 601–610. (In Russ.)
- Greze V.N., Greze I.I. K izucheniyu ozor Tuvinskoy avtonomnoy oblasti (ozero Chagytay) [The study of lakes of the Tuva Autonomous Region (Lake Chagytai)]. *Izvestiya Vsesoyuznogo geograficheskogo obshchestva = News of the All-Union Geographical Society*, 1958. vol. 90, no. 3, pp. 279–284. (In Russ.)
- Grum-Grzhimaylo G.Ye. *Zapadnaya Mongoliya i Uryankhayskiy kray. Tom. 1: Opisanie prirody etikh stran* [Western Mongolia and Uriankhai region. Volume. 1: Description of the nature of these countries]. St. Petersburg, 1914 (2013), 569 p. (In Russ.)
- Gundrizer A.N. Novyye formy ryb iz vodoyomov Ubsunurskoy kotloviny (Erzynskiy rayon Tuvinskoy ASSR) [New forms of fish from the reservoirs of the Ubsunur depression (Erzyn region of the Tuva Autonomous Soviet Socialist Republic)]. *Uchonyye zapiski Tomskogo universiteta = Scientific notes of Tomsk University*, no. 44: Natural sciences, 1962, pp. 250–253. (In Russ.)
- Gundrizer A.N. Ryby Tuvy, ikh ispol'zovaniye, okhrana i vosproizvodstvo [Fish of Tuva, their use, protection and reproduction]. *Sbornik tezisev dokladov Pervoy nauchnoy sessii vuzov, ob"yedinonnykh Zapadno-Sibirskim Sovetom po koordinatsii nauchno-issledovatel'skoy. raboty* [Collection of abstracts of reports of the First Scientific Session of Universities United by the West Siberian Council for Research Coordination work] (19–23.02.1963, Tomsk). Tomsk, 1963, is. 2, pp. 47–48. (In Russ.)
- Gundrizer A.N. Rybokhozyaystvennyye issledovaniya v Tuve i Sovetskom Altaye [Fishery research in Tuva and Soviet Altai]. *Uchonyye zapiski Tomskogo universiteta = Scientific notes of Tomsk University*. Tomsk, 1965, no. 51, pp. 208–212. (In Russ.)
- Gundrizer A.N., Titova S.D. Parazyty promyslovnykh ryb Tuvinskoy ASSR i dinamika ikh chislennosti [Parasites of commercial fish of the Tuva Autonomous Soviet Socialist Republic and the dynamics of their numbers]. *Voprosy zoologii = Questions of Zoology: Materials for the 3rd meeting of zoologists of Siberia*. Tomsk, 1966, pp. 50–52. (In Russ.)
- Gundrizer A.N. K izucheniyu ryb Tuvy [The study of fish of Tuva]. *Uchonyye zapiski Tomskogo universiteta = Scientific notes of Tomsk University*. Tomsk, 1967 *a*, is. 55, pp. 67–78. (In Russ.)
- Gundrizer A.N. O novom podvide sibirskogo khariusy iz basseyna Bol'shogo Yeniseya [About a new subspecies of Siberian grayling from the Bolshoi Yenisei basin]. *Uchonyye zapiski Tomskogo universiteta = Scientific notes of Tomsk University*, is. 53: Biology and Soil Science. Tomsk, 1967 *b*, pp. 79–94. (In Russ.)
- Gundrizer A.N. Issledovaniya vodoyomov rasprostraneniya i biologii ryb Gornogo Altaya i Tuvy [Studies of reservoirs of distribution and biology of fish in the Altai Mountains and Tuva]. Itogi issledovaniy po biologii za 50 let (1917–1967) [Results of research in biology for 50 years (1917–1967)]: Proceedings of the interuniversity scientific conference. Tomsk, 1968, pp. 224–247. (In Russ.)
- Gundrizer A.N. Zoogeografiya i genezis ikhtiofauny Tuvy [Zoogeography and genesis of the ichthyofauna of Tuva]. *Trudy Nauchno-issledovatel'skogo instituta biologii i biofiziki pri Tomskom gosudarstvennom universitete* [Proceedings of the Research University of Biology and Biophysics at Tomsk State University]: vol. 1. Biology, 1970, pp. 64–79. (In Russ.)
- Gundrizer A.N. K biologii vostochnosibirskogo lenka Brachymystax lenok swetowidowi Kirillov vodoyomov Tuvy [The biology of the East Siberian lenok Brachymystax lenok swetowidowi Kirillov of reservoirs of Tuva]. *Trudy Nauchno-issledovatel'skogo instituta biologii i biofiziki pri Tomskom gosudarstvennom universitete* [Proceedings of Research Institute of Biology and Biophysics at Tomsk State University]: vol. 4, 1974 *a*, pp. 119–126. (In Russ.)
- Gundrizer A.N. Paraziticheskiye veslonogiye ryb Tuvy [Parasitic copepods of fish of Tuva]. *Trudy Nauchno-issledovatel'skogo instituta biologii i biofiziki pri Tomskom gosudarstvennom universi-*

- tete [Proceedings of Research Institute of Biology and Biophysics at Tomsk State University]. Vol. 3: Biology, 1974 b, pp. 61–68. (In Russ.)
- Gundrizer A.N., Popkov V.K., Ivanova M.A. Predvaritel'nyye rezultaty i perspektivy akklimatizatsii sigovykh v vodoyomakh Tuvinskoy ASSR [Preliminary results and prospects for the acclimatization of whitefish in the reservoirs of the Tuva Autonomous Soviet Socialist Republic]. *Biologiya i biofizika = Biology and biophysics: Materials of the final scientific conference of the Research Institute of Biology and Biophysics of Tomsk State University on topics completed in 1973*. Tomsk, 1974, pp. 29–40. (In Russ.)
- Gundrizer A.N. *Ryby Tuvinskoy ASSR* [Fish of the Tuva Autonomous Soviet Socialist Republic]: Abstract of Diss. ... Doctor of Biological Sciences. Tomsk, 1975, 28 p. (In Russ.)
- Gundrizer A.N. K biologii taymenya *Hucho taimen* (Pallas) vodoyomov Tuvy [The biology of the taimen *Hucho taimen* (Pallas) of the reservoirs of Tuva]. *Trudy Nauchno-issledovatel'skogo instituta biologii i biofiziki pri Tomskom gosudarstvennom universitete* [Proceedings of the Research Institute of Biology and Biophysics at Tomsk University]: vol. 8, 1977, pp. 64–68. (In Russ.)
- Gundrizer A.N. K sistematike i ekologii sigov Tuvinskoy ASSR [The taxonomy and ecology of whitefish of the Tuva Autonomous Soviet Socialist Republic]. *Voprosy biologii = Questions of biology*: Collection of articles. Tomsk, TSU Publ., 1978 a, pp. 20–42. (In Russ.)
- Gundrizer A.N. Osobennosti biologii ryb Tuvy [Peculiarities of fish biology in Tuva]. *Voprosy biologii = Questions of biology*: Collection of articles. Tomsk, TSU Publ., 1978 b, pp. 45–52. (In Russ.)
- Gundrizer A.N. Zubastyy sibirskiy kharius *Thymallus arcticus Dentatus Subsp. nova* [Toothed Siberian grayling *Thymallus arcticus Dentatus Subsp. nova*]. *Novyye dannyye o faune i flore Sibiri* [New data on the fauna and flora of Siberia]. Tomsk, TSU Publ., 1979, pp. 15–22. (In Russ.)
- Gundrizer A.N., Popkov V.K. Osobennosti ekologii mongol'skogo khariusy *Thymallus Brevirostris Kessler* (Thymallidae) v ozorakh Tuvinskoy ASSR [Features of the ecology of the Mongolian grayling *Thymallus Brevirostris Kessler* (Thymallidae) in lakes of the Tuva Autonomous Soviet Socialist Republic]. *Voposy ikhtiologii = Voposy Ichthyology*: Collection of articles, 1984, vol. 24, no. 1, pp. 69–76. (In Russ.)
- Gundrizer A.N., Popkov V.K. Osobennosti ekologii pelyadi na raznykh etapakh akklimatizatsii v ozorakh Altaye-Sayanskogo nagor'ya [Features of the ecology of peled at different stages of acclimatization in lakes of the Altai-Sayan Highlands]. *Ryboproduktivnost' ozor Zapadnoy Sibiri* [Fish productivity of lakes in Western Siberia]. Novosibirsk, 1991, pp. 40–46. (In Russ.)
- Dorogostayskiy V.Ch. Poyezdka v Severo-Zapadnyu Mongoliyu: Kratkii otchet o puteshestvii, sovershonnom letom 1907 g. po porucheniyu Imperatorskogo Russkogo geograficheskogo obshchestva [Trip to Northwestern Mongolia: A brief report on a trip made in the summer of 1907 on behalf of the Imperial Russian Geographical Society]. *Izvestiya Imperatorskogo Russkogo geograficheskogo obshchestva = News of the Imperial Russian Geographical Society*, 1908, vol. 44, no. 5, pp. 233–246. (In Russ.)
- Dugarov Zh.N., Burdukovskaya T.G., Khamnuyeva T.R., Baldanova D.R., Kuksin A.N. Parazity altayskogo osmana *Oreoleuciscus* sp. (Cypriniformes, Cyprinidae) v ozere Tore-Khol' (Ubsunurskaya kotlovina, Tyva) [Parasites of the Altai osman *Oreoleuciscus* sp. (Cypriniformes, Cyprinidae) in Lake Tore-Khol' (Ubsunur Basin, Tyva)]. *Parazitologiya = Parasitology*, 2020, vol. 54, no. 5, pp. 423–429. DOI: 10.31857/S1234567806050053. . (In Russ.)
- Kafanova V.V. Materialy k sistematike altayskikh osmanov roda *Oreoleuciscus* Warpachowski [Materials on the taxonomy of the Altai Ottomans of the genus *Oreoleuciscus* Warpachowski]. *Voposy ikhtiologii = Voposy Ichthyology*: Collection of articles, 1961, vol. 1, is. 1 (18), pp. 9–18. (In Russ.)
- Knizhin I.B., Vays S.D. Novyy vid khariusy *Thymallus svetovidovi* sp. nova (Thymallidae) iz basseyna Yeniseya i yego polozheniye v rode *Thymallus* [A new species of grayling *Thymallus svetovidovi* sp. nova (Thymallidae) from the Yenisei basin and its position in the genus *Thymallus*]. *Voposy ikhtiologii = Voposy Ichthyology*: Collection of articles, 2009, vol. 49, no. 1, pp. 5–14. (In Russ.)
- Krasnaya kniga Respubliki Tyva: Zhivotnyye* [Red Book of the Republic of Tuva: Animals]. Novosibirsk, Publishing House SB RAS, 2002, 168 p. (In Russ.)
- Krasnaya kniga Respubliki Tyva (zhivotnyye, rasteniya i griby)* [Red Book of the Republic of Tyva (animals, plants and mushrooms)]: Ed. second, revised and additional. Voronezh, Mir Publ., 2019, 560 p. (In Russ.)

- Popkov V.K. Biologicheskaya kharakteristika mestnykh pokoleniy pelyadi, introdutsirovannoy v ozere Chagytay (Tuvinskaya ASSR) [Biological characteristics of local generations of peled introduced into the lake Chagytai (Tuva Autonomous Soviet Socialist Republic)]. *Novyye dannyye o prirode Sibiri* [New data on the nature of Siberia]. Tomsk, TGU Publ., 1980, pp. 13–17. (In Russ.)
- Popkov V.K. Izmeneniye ekologicheskikh pokazateley pelyadi v protsesse akklimatizatsii v gornykh ozorakh [Changes in the ecological indicators of peled during acclimatization in mountain lakes]. *Biologiya sigovykh ryb* [Biology of whitefish]. Moscow, Nauka Publ., 1988, pp. 145–151. (In Russ.)
- Popkov V.K. Rezul'taty i posledstviya akklimatizatsii ryb v vodoyomakh Altaysko-Sayanskogo nagor'ya [Results and consequences of fish acclimatization in reservoirs of the Altai-Sayan Highlands]. *Problemy gidrobiologii Sibiri* [Problems of hydrobiology of Siberia]. Tomsk, Del'taplan Publ., 2005, p. 196–201. (In Russ.)
- Popkov V.K. Rezul'taty i ekologicheskiye posledstviya akklimatizatsii ryb v vodoyomakh Altaya i Tuvy [Results and environmental consequences of fish acclimatization in the reservoirs of Altai and Tuva]. *Prirodnyye usloviya, istoriya i kul'tura Zapadnoy Mongolii i sopredel'nykh regionov* [Natural conditions, history and culture of Western Mongolia and adjacent regions]: Materials of the VII International Conference (19–23.09.2005, Kyzyl): In 2 vol. Kyzyl: TuvIENR SB RAS, 2005 a. vol. 1, pp. 240–243. (In Russ.)
- Popkov V.K., Golubykh O.S. Izmeneniya ekologicheskogo sostoyaniya oz. Chagytay i yego rybnogo naseleniya (Tuva) [Changes in the ecological state of the lake. Chagytai and its fish population (Tuva)]. *Prirodnyye usloviya, istoriya i kul'tura Zapadnoy Mongolii i sopredel'nykh regionov* [Natural conditions, history and culture of Western Mongolia and adjacent regions]: Materials of the VII International Conference (19–23.09.2005, Kyzyl): In 2 vol. Kyzyl: TuvIENR SB RAS, 2005 b. vol. 1, pp. 244–247. (In Russ.)
- Romanov V.I., Karmanova O.G. O taksonomicheskom statuse mongol'skogo khariusa iz ozera Khindikig-Khol' i sibirskogo khariusa iz basseyna reki Kobdo [The taxonomic status of the Mongolian grayling from Lake Hindiktig-Khol and the Siberian grayling from the Kobdo River basin]. *Biologicheskiye aspekty ratsional'nogo ispol'zovaniya i okhrany vodoyomov Sibiri* [Biological aspects of the rational use and protection of water bodies of Siberia]: Materials of the All-Russian Conference (13–16.11.2006, Tomsk). Tomsk, Lito-Print Publ., 2007, pp. 218–233. (In Russ.)
- Ruzskiy M.D. O rybkakh verkhnego techeniya reki Yeniseya [About the fish of the upper reaches of the Yenisei River]. Tomsk, 1916, 18 p. (In Russ.)
- Spasskiy A.A., Ivashkin V.M., Bogoyavlenskiy Yu.K., Sonin M.D. Rabota 306-y Soyuznoy Gel'mintologicheskoy ekspeditsii 1956–1957 gg. v Tuvinskoy avtonomnoy oblasti [Work of the 306th Union Helminthological Expedition 1956–1957. in the Tuva Autonomous Region]. *Work of expeditions of the Helminthological Laboratory of the USSR Academy of Sciences (1945–1957)* / ed. by K.I. Scriabin. Moscow, 1958, pp. 73–103. (In Russ.)
- Spasskiy A.A., Roytman V.A.. Gel'minty klassa Monogenoidea ot ryb Tuvinskoy avtonomnoy oblasti [Helminths of the Monogenoidea class from fish of the Tuva Autonomous Region]. *Proceedings of the Helminthological Laboratory of the USSR Academy of Sciences*. Moscow, 1960, vol. 10, pp. 198–211. (In Russ.)
- Spasskiy A.A., Roytman V.A., Trofimenko V.Ya. Gel'minty ryb Tuvinskoy ASSR [Helminths of fish of the Tuva Autonomous Soviet Socialist Republic]. *Materials for the scientific conference of the All-Union Society of Helminthologists*. Moscow, 1965, pp. 231–236. (In Russ.)
- Khovalyg Ch.A.-Kh. Kormovaya baza i perspektivy rybokhozyaystvennogo ispol'zovaniya vodokhrani-lishcha na reke Turan [Food supply and prospects for fishery use of the reservoir on the Turan River]. *Ekosistemy Tsentral'noy Azii: issledovaniye, sokhraneniye, ratsional'noye ispol'zovaniye* [Ecosystems of Central Asia: research, conservation, rational use]: *Proceedings of the XV Ubsunur International Symposium (07.05–08.2020, Kyzyl)* / ed. by Ch.N. Sambyla. Krasnoyarsk, Offset Publ., 2020, pp. 174–176. (In Russ.)
- Khovalyg Ch.A.-Kh. Ikhtiofauna basseyna reki Elegest [Fish fauna of the Elegest River basin]. *Prirodnyye sistemy i ekonomika Tsentral'no-Aziatskogo regiona: fundamental'nyye problemy i perspektivy ratsional'nogo ispol'zovaniya* [Natural systems and the economy of the Central-Asian region: fundamental problems and perspectives of rational use]: *Proceedings of the IV All-*

Russian youth school-conference with international participation (04.19–20.2022, Kyzyl). Kyzyl, TuvIENR SB RAS, 2022, pp. 70–72. (In Russ.)

Shakhunova P.A., Likhanov B.N. Sovetskaya Tuva (priroda, naseleniye, khozyaystvo) [Soviet Tuva (nature, population, economy)]. Kyzyl, Tuvan book publishing house, 1955, 159 p. (In Russ.)

Yanushevich A.I. Fauna pozvonochnykh Tuvinskoy oblasti [Vertebrate fauna of the Tuva region]: Monograph. Novosibirsk, West Siberian branch of the Publishing House of the USSR Academy of Sciences, 1952, 142 p. (In Russ.)

- Кабанов Алексей Анатольевич** — Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов СО РАН, Кызыл, Россия; weller86@inbox.ru
 [*Kabanov Aleksey Anatolyevich* — Tuvinian Institute for Exploration of Natural Resources of SB RAS, Kyzyl, Russia]
- Монгуш Сай-Суу Сергеевна** — Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов СО РАН, Кызыл, Россия; Saysuu1@mail.ru
 [*Mongush Say-Suu Sergeevna* — Tuvinian Institute for Exploration of Natural Resources of SB RAS, Kyzyl, Russia]
- Кунгурцев Леонид Владимирович** — канд. геол.-мин. наук, Институт геологии и минералогии им. В.С. Соболева СО РАН, Новосибирск, Россия; geos5@mail.ru
 [*Kungurtsev Leonid Vladimirovich* — candidate of geological-mineralogical sciences, V.S. Sobolev Institute of Geology and Mineralogy of SB RAS, Novosibirsk, Russia]
- Кирова Надежда Александровна** — Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов СО РАН, Кызыл, Россия; chink@list.ru
 [*Kirova Nadezhda Aleksandrovna* — Tuvinian Institute for Exploration of Natural Resources of SB RAS, Kyzyl, Russia]
- Ондар Сергей Октяевич** — докт. биол. наук, Тувинский государственный университет, Кызыл, Россия;
 [*Ondar Sergey Oktyaevich* — doctor of biological sciences, Tuvan State University, Kyzyl, Russia]
- Макаров Александр Владимирович** — Институт систематики и экологии животных СО РАН, Новосибирск, Россия; al_micromammals@mail.ru
 [*Makarov Aleksander Vladimirovich* — Institute of Systematics and Ecology of Animals SB RAS, Novosibirsk, Russia]
- Куулар Айвар Валентинович** — Тувинский государственный университет, Кызыл, Россия; mackenza@mail.ru
 [*Kuular Aivar Valentinovich* — Tuvan State University, Kyzyl, Russia]
- Сергазинова Зарина Мухтаровна** — докт. биол. наук, Павлодарский государственный университет им. С. Торайгырова, Павлодар, Казахстан; wwwszm@mail.ru
 [*Sergazinova Zarina Mukhtarovna* — doctor of biological sciences, Pavlodar State University named S. Toraiyrov, Pavlodar, Kazakhstan]
- Саая Александр Дадарович** — канд. биол. наук, Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов СО РАН, Кызыл, Россия; tipuloidea@mail.ru
 [*Saaya Aleksander Dadarovich* — candidate of biological sciences, Tuvinian Institute for Exploration of Natural Resources of SB RAS, Kyzyl, Russia]
- Ховалыг Чингис Ай-Херелович** — Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов СО РАН, Кызыл, Россия; xoval94@mail.ru
 [*Khovalyg Chingis Ai-Kherelovich* — Tuvinian Institute for Exploration of Natural Resources of SB RAS, Kyzyl, Russia]

Научное сетевое издание
Утверждено к печати решением
Учёного совета ТувИКОПР СО РАН

ПРИРОДНЫЕ РЕСУРСЫ, СРЕДА И ОБЩЕСТВО: ЭЛЕКТРОННЫЙ НАУЧНЫЙ ЖУРНАЛ.
Выпуск 4 (20) / Ответственный редактор кандидат социологических наук
Т.М. Ойдул

Учредитель:

Федеральное Государственное бюджетное учреждение науки Тувинский институт комплексного освоения природных ресурсов Сибирского отделения Российской академии наук (ТувИКОПР СО РАН) – Министерство образования и науки Республики Тыва

Редактор материалов *И.П. Принцева*

Технический редактор, оригинал-макет, вёрстка *Л.А. Непомнящая*

Редактор переводов *Ю.Ю. Самбыла*

Корректор *Л.А. Непомнящая*

В оформлении обложки использовано фото из личного архива *Т.П. Арчимаевой*
(Длиннохвостая неясыть *Strix uralensis* Pallas, 1771)

Оригинал-макет подготовлен
в ФГБУН Тувинском институте комплексного освоения природных ресурсов
Сибирского отделения Российской академии наук
(ФГБУН ТувИКОПР СО РАН)

667007 Кызыл, Респ. Тыва,
ул. Интернациональная, 117-а
<http://tikopr-journal.ru/>

Подписано к печати 11.12.2023
Журнал вышел в свет 21.12.2023
Формат 70×108/16
Гарнитура «Times New Roman»
Усл. печ. л. 6,65. Уч.-изд. л. 6,35
[Электрон. ресурс]
Заказ 173