

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ – АЛТАЙСКОЕ КРАЕВОЕ ОТДЕЛЕНИЕ
ВСЕРОССИЙСКАЯ ОБЩЕСТВЕННАЯ ОРГАНИЗАЦИЯ
"РУССКОЕ ГЕОГРАФИЧЕСКОЕ ОБЩЕСТВО"

**ИЗВЕСТИЯ АЛТАЙСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ
РУССКОГО ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА**
(ИЗВЕСТИЯ АО РГО)

Журнал
июнь 2023
Основан в 1961 году

ISSN 2410-1192
№ 2 (69)
Выходит 4 раза в год

НАУЧНО-РЕДАКЦИОННЫЙ СОВЕТ

ГЛАВНЫЙ РЕДАКТОР, ПРЕДСЕДАТЕЛЬ СОВЕТА – Пузанов А.В., д.б.н., проф., г. Барнаул

ЗАМЕСТИТЕЛИ ГЛАВНОГО РЕДАКТОРА:

Безматерных Д.М., д.б.н., доц., г. Барнаул Папина Т.С., д.х.н., доц., г. Барнаул

ВЫПУСКАЮЩИЙ РЕДАКТОР – Архипова И.В., к.г.н., г. Барнаул

ЧЛЕНЫ СОВЕТА:

Андроханов В.А., д.б.н., проф., г. Новосибирск

Буслов М.М., д.г.-м.н., проф., чл. корр. РАН, г. Новосибирск

Бутвиловский В.В., д.г.н., г. Дрезден, Германия

Веснина Л.В., д.б.н., проф., г. Барнаул

Винокуров Ю.И., д.г.н., проф., г. Барнаул

Водичев Е.Г., д.и.н., проф., г. Новосибирск

Гармаев Е.Ж., д.г.н., чл. корр. РАН, г. Улан-Удэ

Гусев А.И., д.г.-м.н., проф., г. Бийск

Гутак Я.М., д.г.-м.н., проф., г. Новокузнецк

Двинских С.А., д.г.н., проф., г. Пермь

Дунец А.Н., д.г.н., проф., г. Барнаул

Егорова А.В., д.г.н., проф., Казахстан

Ельчиной О.А., д.с.-х.н., проф., г. Горно-Алтайск

Заика В.В., д.б.н., проф., г. Кызыл

Зиновьев А.Т., д.т.н., г. Барнаул

Золотов Д.В., к.б.н., г. Барнаул

Инишева Л.И., д.с.-х.н., чл.-корр., г. Томск

Кириллов В.В., к.б.н., доц., г. Барнаул

Кирста Ю.Б., д.б.н., проф., г. Барнаул

Комарова Л.А., д.б.н., проф., г. Бийск

Конторович А.Э., д.г.-м.н., акад., г. Новосибирск

Кочуров Б.И., д.г.н., проф., г. Москва

Куrolап С.А., д.г.н., проф., г. Воронеж

Лхагвасурэн Чойжинжав, проф., г. Ховд, Монголия

Мазуров М.П., д.г.-м.н., проф., г. Новосибирск

Парначев В.П., д.г.-м.н., проф., г. Томск

Подобина В.М., д.г.-м.н., проф., г. Томск

Попов П.А., д.б.н., проф., г. Новосибирск

Рудский В.В., д.г.н., проф., Московская обл.

Рыбкина И.Д., д.г.н., доц., г. Барнаул

Савичев О.Г., д.г.н., проф., г. Томск

Севастьянов В.В., д.г.н., проф., г. Томск

Сенников Н.В., д.г.-м.н., проф., г. Новосибирск

Сухова М.Г., д.г.н., проф., г. Горно-Алтайск

Сысо А.И., д.б.н., проф., г. Новосибирск

Ташев А.Н., к.б.н., проф., Болгария

Труевцева О.Н., д.и.н., проф., г. Барнаул

Чернышов А.И., д.г.-м.н., проф., г. Томск

Чибилев А.А., д.г.н., акад. РАН, г. Оренбург

Ядренкина Е.Н., д.б.н., проф., г. Новосибирск

Яныгина Л.В., д.б.н., доц., г. Барнаул

Технический редактор – Вдовина О.Н., к.б.н.

Адрес издателя и редакции: 656038 Алтайский край, Барнаул, ул. Молодежная, 1, офис 526.
Тел: (385-2) 364091, (385-2) 666507, факс (385-2) 240396, bulletin@rgo-altay.ru, <http://rgo-journal.ru>
Регистрационный номер СМИ ПИ № ТУ22-00790 от 31.08.2021.

Подписной индекс в каталоге Роспечати 95004

© Известия Алтайского отделения Русского географического общества, 2023
г. Барнаул – 2023

FOUNDER AND PUBLISHER – ALTAY REGIONAL BRANCH
RUSSIAN GEOGRAPHICAL SOCIETY

**BULLETIN OF THE ALTAY BRANCH
OF THE RUSSIAN GEOGRAPHICAL SOCIETY
(BULLETIN AB RGS)**

[IZVESTIYA ALTAYSKOGO OTDELENIYA RUSSKOGO GEOGRAFICHESKOGO OBSHCHESTVA
(IZVESTIYA AO RGO)]

Journal
June, 2023
Founded in 1961

ISSN 2410-1192
No 2 (69)
4 issues per year

EDITORIAL BOARD

EDITORS-IN-CHIEF– Prof. Alexandr V. Puzanov (Barnaul, Russia)

DEPUTY CHIEF EDITORS:

DrSc Dmitry M. Bezmaternyh (Barnaul, Russia) DrSc Tat'yana S. Papina (Barnaul, Russia)

MANAGING EDITOR – PhD Irina V. Arkhipova (Barnaul, Russia)

THE MEMBERS OF THE EDITORIAL BOARD

Prof. V.A. Androkhanov (Novosibirsk, Russia)	Prof. V.P. Parnachev (Tomsk, Russia)
Prof. M.M. Buslov (Novosibirsk, Russia)	Prof. V.M. Podobina (Tomsk, Russia)
DrSc V.V. Butvilovsky (Dresden, Germany)	Prof. P.A. Popov (Novosibirsk, Russia)
Prof. A.I. Chernyshov (Tomsk, Russia)	Prof. V.V. Rudsky (Moscow region, Russia)
Acad. RAS Prof. A.A. Chibilyov (Orenburg, Russia)	Prof. I.D. Rybkina (Barnaul, Russia)
Prof. A.N. Dunets (Barnaul, Russia)	Prof. O.G. Savichev (Tomsk, Russia)
Prof. S.A. Dvinskikh (Perm, Russia)	Prof. N.V. Sennikov (Novosibirsk, Russia)
Prof. A.V. Egorina (Ust-Kamenogorsk, Kazakhstan)	Prof. V.V. Sevastyanov (Tomsk, Russia)
Prof. O.A. Elchinina (Gorno-Altai, Russia)	Prof. M.G. Sukhova (Gorno-Altai, Russia)
Prof. E.Zh. Garmaev (Ulan-Ude, Russia)	Prof. A.I. Syso (Novosibirsk, Russia)
Prof. A.I. Gusev (Biysk, Russia)	Prof. A.N. Tashev (Bulgaria)
Prof. Ya.M. Gutak (Novokuznetsk, Russia)	Prof. O.N. Truevtseva (Barnaul, Russia)
Prof. L.I. Inisheva (Tomsk, Russia)	Prof. L.V. Vesnina (Barnaul, Russia)
PhD V.V. Kirillov (Barnaul, Russia)	Prof. Yu.I. Vinokurov (Barnaul, Russia)
Prof. Yu.B. Kirsta (Barnaul, Russia)	Prof. E.G. Vodichev (Novosibirsk, Russia)
Prof. L.A. Komarova (Biysk, Russia)	Prof. E.N. Yadrenkina (Novosibirsk, Russia)
Acad. RAS Prof. A.E. Kontorovich (Novosibirsk, Russia)	DrSc L.V. Yanygina (Barnaul, Russia)
Prof. B.I. Kochurov (Moscow, Russia)	Prof. V.V. Zaika (Kyzyl, Russia)
Prof. S.A. Kurolap (Voronezh, Russia)	DrSc A.T. Zinoviev (Barnaul, Russia)
Prof. Lhagvasuren Chojinjav (Khovd, Mongolia)	PhD D.V. Zolotov (Barnaul, Russia)
Prof. M.P. Mazurov (Novosibirsk, Russia)	

Technical editor – PhD Olga N. Vdovina

Address for correspondence: 1, Molodezhnaya st., Barnaul, 656038, Altai region, Russia
Tel: +7(385-2) 364091, 666507, Fax: +7(385-2) 240396, bulletin@rgo-altay.ru, <http://rgo-journal.ru>
Certificate of mass media registration of Russian Federation ПИ No TY22-00790 from 31.08.2021

Subscription index in «Rospechat» catalogue 95004

© Bulletin of the Altay branch of the Russian Geographical society, 2023

Barnaul – 2023

СОДЕРЖАНИЕ

НАУЧНЫЕ СООБЩЕНИЯ

РАЗДЕЛ 1. ГИДРОЛОГИЯ. КЛИМАТ

- Кошелева Е.Д.* ВОДНОСТЬ РЕК АЛТАЙСКОГО КРАЯ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА..... 5

РАЗДЕЛ 2. КАРТОГРАФИЯ. ГИС-ТЕХНОЛОГИИ

- Курепина Н.Ю., Рыбкина И.Д.* ГИС-ПОДДЕРЖКА УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ РЕГИОНОВ ВЕРХНЕЙ ОБИ В ЦЕЛЯХ ОЦЕНКИ ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОЙ СИТУАЦИИ..... 17

РАЗДЕЛ 3. ЭКОЛОГИЯ. ФЛОРА. ФАУНА

- Бурмистрова О.С.* ХАРАКТЕРИСТИКА ЗООПЛАНКТОНА НА ТРЕХ УЧАСТКАХ ПЕЛАГИАЛИ ТЕЛЕЦКОГО ОЗЕРА В 2016–2021 ГГ..... 28

- Ермолаева Н.И.* ИЗУЧЕННОСТЬ ЗООПЛАНКТОНА ОЗЕР ЮГА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ..... 44

- Колотушкина Л.В., Эйрих С.С., Папина Т.С.* ИЗУЧЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ ДИНАМИКИ АТМОСФЕРНЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ РТУТИ НА ТЕРРИТОРИИ АЛТАЙСКОГО КРАЯ..... 76

РАЗДЕЛ 4. ТЕХНОЛОГИИ ЕСТЕСТВЕННО-ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ОБРАЗОВАНИЯ

- Горбатова О.Н.* ЦЕНТРЫ «ТОЧКА РОСТА» АЛТАЙСКОГО КРАЯ НА КАРТЕ ЭКОСИСТЕМЫ НАЦИОНАЛЬНОГО ПРОЕКТА «ОБРАЗОВАНИЕ» 88

CONTENTS

SCIENTIFIC REPORTS

SECTION 1. HYDROLOGY. CLIMATE

<i>Kosheleva E.D.</i> WATER CONDITION OF THE RIVERS OF THE ALTAI TERRITORY UNDER THE CONDITIONS OF CLIMATE CHANGE.....	5
--	---

SECTION 2. CARTOGRAPHY. GIS

<i>Kurepina N.Yu., Rybkina I.D.</i> GIS-SUPPORT FOR THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF THE UPPER OB REGIONS FOR THE PURPOSE OF ASSESSING THE WATER SUPPLY SITUATION.....	17
--	----

SECTION 3. ECOLOGY. FLORA. FAUNA

<i>Burmistrova O.S.</i> ZOOPLANKTON CHARACTERISTICS IN THREE SITES OF THE PELAGIAL OF LAKE TELETSKOYE (2016–2021).....	28
---	----

<i>Yermolaeva N.I.</i> STUDY OF ZOPLANKTON IN LAKES IN THE SOUTH OF WESTERN SIBERIA.....	44
---	----

<i>Kolotushkina L.V., Eyrikh S.S., Papina T.S.</i> STUDY OF SPATIOTEMPORAL DYNAMICS OF ATMOSPHERIC MERCURY CONCENTRATIONS ON THE TERRITORY OF THE ALTAI REGION.....	76
---	----

SECTION 4. TECHNOLOGY OF ENVIRONMENTAL AND GEOGRAPHICAL EDUCATION

<i>Gorbatova O.N.</i> CENTERS «POINT OF GROWTH» OF THE ALTAI TERRITORY ON THE ECOSYSTEM MAP OF THE NATIONAL PROJECT «EDUCATION».....	88
--	----

Раздел 1
Section 1ГИДРОЛОГИЯ. КЛИМАТ
HYDROLOGY. CLIMATE

УДК 556.5

**ВОДНОСТЬ РЕК АЛТАЙСКОГО КРАЯ В УСЛОВИЯХ
ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА**Е.Д. Кошелева^{1,2}¹Институт водных и экологических проблем СО РАН, Барнаул,²Алтайский государственный аграрный университет, Барнаул,E-mail: ¹edk@iwep.ru, ²jten@yandex.ru

Согласно исследованию 2022 г. МГЭИК человечество не способно предотвратить экстремальные климатические изменения. Возникла необходимость актуализировать оценки изменения стока рек Алтайского края, сделанные на основе данных до 2010 г., для современных климатических условий. Целью исследования является оценка текущих тенденций в динамике стока рек Алтайского края на основе современных данных и прогнозы их стока к 2030, 2040, 2050 гг. Сценарные прогнозы сделаны исходя из гипотезы, что климатические изменения к 2030–2050 гг. будут иметь такую же интенсивность, какая наблюдалась в последние 40 лет. Для оценки изменения водности рек использовались выявленные линейные тренды в ряду многолетних наблюдений за расходом воды. Приблизительное равенство средних значений ряда наблюдений и ряда линейной аппроксимации позволило сделать прогнозы норм стока, продлевая линейную аппроксимацию на 10, 20, 30 элементов ряда вперед и рассчитывая среднее значение этих рядов. Для 21 реки бассейна Верхней Оби и Обь-Иртышского междуречья в пределах Алтайского края на 33 гидрологических постах были выявлены тренды в ряду среднегодовых расходов, рассчитаны скорости изменения норм стока Q_0 (м³/с за 10 лет) и объемов стока W_0 (км³/год за 10 лет), выполнены сценарные прогнозы этих показателей для 2030, 2040, 2050 гг. Большинство рек Алтайского края в современных климатических условиях незначительно увеличивают свою водность. Относительные ошибки сценарных 10-летних прогнозов на 2020 г, выполненные ранее в 2013–2018 гг., для основных рек Алтайского края с объемом стока от 15 до 55 км³/год составили менее 1%, для объемов стока 10 км³/год – около 1%.

Ключевые слова: водность рек; изменение климата; прогнозы; Алтайский край.

DOI: 10.24412/2410-1192-2023-16901

Дата поступления: 21.03.2023. Принята к печати: 25.04.2023

Межправительственная группа экспертов по изменению климата (МГЭИК), в которую с начала и на протяжении трех десятилетий входят и российские ученые, в 2021–2022 гг. опубликовала шестой оценочный доклад МГЭИК (ОД6 МГЭИК), согласно которому человечество не способно предотвратить экстремальные климатические изменения. Утверждается, что если в двадцатом десятилетии XXI века не произойдет значительного сокращения выбросов парниковых газов, то в текущем столетии глобальное потепление превысит 1.5 °C и 2 °C [Climate Change..., 2022]. По данным Росгидромета темпы потепления за период с 1975 по 2022 гг. более чем в 2.5 раза превосходят средние глобальные тенденции [Третий..., 2022а].

Для территории Российской Федерации свойственно многообразие проявлений изменений климата и неоднозначность последствий для природной среды, экономики и населения. Оценивая водные ресурсы Сибирского Федерального округа в условиях современного климата, следует отметить, что сток реки Обь в период 1978–2020 гг. был на 14% ниже, чем в предшествующий период, при этом его дисперсия существенно уменьшилась [Третий..., 2022б].

В 2022 г в России завершилась реализация национального плана мероприятий первого этапа адаптации к изменениям климата, в рамках которого разрабатывались планы адаптации для отраслей и регионов страны [Национальный..., 2019]. Реализуя Федеральную научно-техническую программу в области экологического развития Российской Федерации и оценки климатических изменений на 2021–2030 годы,

научно-исследовательские учреждения Росгидромета, институты РАН и университеты страны создают единую национальную систему мониторинга климатически активных веществ [Федеральная..., 2022].

Выполненные работы по оценке изменения водности рек Алтайского края в современных климатических условиях и по сценарному прогнозу гидрологического стока в многолетней динамике были востребованы при моделировании перспективной водообеспеченности Алтайского края в государственном бюджетном проекте ИВЭП СО РАН № 0306-2021-0002.

Целью исследования является оценка изменений стока рек Алтайского края в условиях климатического потепления. В исследовании решались задачи выявления трендов в ряду среднегодовых расходов рек Алтайского края, расчета скорости изменения норм стока Q_o (м³/с за 10 лет) и объемов стока W_o (км³/год за 10 лет), сценарных прогнозов норм стока к 2030, 2040, 2050 гг. и сравнения результатов прогноза для 2020 гг., выполненных в 2010 гг., с достигнутыми в 2020 гг. показателями стока.

Материалы и методы

В качестве материала исследований использовались данные гидрологических ежегодников и ГИС-система Центра регистра и кадастра РФ по ежемесячным и ежегодным расходам рек верхнего течения Оби и Обь-Иртышского междуречья в пределах Алтайского края (21 река, 33 гидрологических поста) [Информационная..., 2023]. Методы оценки изменения водности рек соответствуют общепринятым подходам и подробно изложены в авторских публи-

кациях [Кошелева, 2010; Кошелева, 2013; Zinoviev et al, 2016; Кошелева, Зиновьев, 2017; Зиновьев, Кошелева, 2018].

В процессе анализа исходных данных были рассчитаны тренды среднегодовых расходов для каждого гидрологического поста за весь период наблюдений, а также начиная с 1977 г. прошлого столетия (рис. 1).

Время начала климатических изменений определялось на основе анализа результатов исследований, приводимых в монографии И.А. Шикломанова, где отмечалась нестандартная ситуация, начавшаяся с 80-х годов XX века. Индикатором изменения водных ресурсов стало резкое повышение уровня Каспийского моря с 1978 г. В связи с чем для всех рассматриваемых в монографии рек была выполнена оценка изменений за период 1978–2005 гг. среднего годового, сезонного и месячного стока по сравнению со средними значениями за предшествующий период [Водные ресурсы..., 2008].

В процессе анализа гидрографов рек Алтайского края было установлено, что ряды данных за весь период наблюдений для

части рек являются неоднородными хотя бы по одному из трех статистических критериев (Стьюдента по среднему значению, Фишера по дисперсии или по Т-критерий Вилкоксона). В такой ситуации следует руководствоваться рекомендациям СП 33-101-2003 о необходимости в нестационарном ряду данных выделения двух или более стационарных совокупностей однородных элементов [СП 33-101-2003, 2004].

Взяв за ориентир 1978 г., за начало расчетного периода для большинства рек Алтайского края (29 постов) был принят 1977 г., так чтобы на временном интервале с 1977 по 2020 гг. в гидрографах рек наблюдались бы полные циклы водности, что обезопасило бы прогнозы от необоснованного занижения или завышения прогнозных значений. Для четырех гидрологических постов были установлены расчетные периоды немного большей или меньшей продолжительности: р. Песчаная – с. Точильное (1976–2020 гг.); р. Чарыш – Чарышский зерновой совхоз (1975–2020 гг.); р. Локтевка – с. Курья (1960–2020 гг.); р. Жилиха – с. Жилино (1979–2020 гг.).

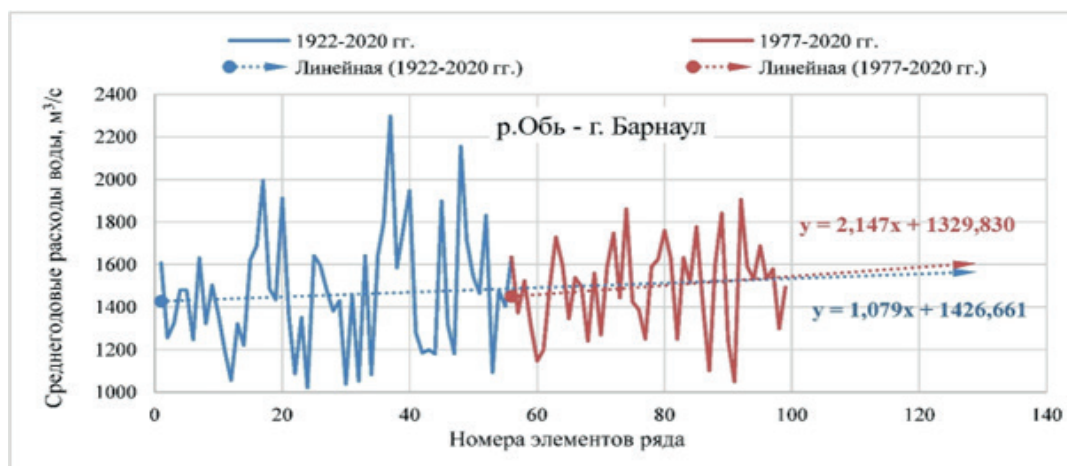


Рис.1. Пример линейной аппроксимации среднегодовых расходов по полному ряду наблюдений и по ряду наблюдений с 1977 по 2020 гг. для гидрологического поста р. Обь – г. Барнаул

Fig. 1. An example of a linear approximation of the average annual water discharges for the full series of observations and for the series of observations from 1977 to 2020 for hydrological post r. Ob – Barnaul

От построенных линейных аппроксимаций среднегодовых расходов воды можно перейти к расчетам сценарных прогнозов норм стока (средних значений ряда), используя приблизительное равенство:

$$\sum_{i=1}^n q_i \approx \sum_{i=1}^n q_i^T$$

где Q_i – значения среднегодовых расходов воды, м³/с;

Q_i^T – значения линейной аппроксимации среднегодовых расходов воды, м³/с;

При этом средние значения этих рядов будут тоже приблизительно равны:

$$Q_0 = \frac{\sum_{i=1}^n q_i}{n}, \quad Q_0^T = \frac{\sum_{i=1}^n q_i^T}{n}, \\ Q_0 \approx Q_0^T,$$

где Q_0 – среднее значение среднегодовых расходов воды (норма стока), м³/с;

Q_0^T – среднее значение ряда линейной аппроксимации, м³/с.

Сценарный прогноз значений норм стока (средних значений среднегодовых расходов воды) можно сделать, продлевая уравнение линейной аппроксимации на 10, 20, 30 элементов ряда вперед. Условием выполнения сценарного прогноза является сохранение в будущем характера изменений наблюдаемых величин.

Результаты и обсуждение

В результате расчетов для 33 гидрологических постов рек Алтайского края были получены значения скоростей изменения норм стока, среднегодовых объемов стока и прогнозные значения этих величин для 2030, 2040, 2050 гг. (табл.1).

Только 4 водотока в незначительной степени уменьшают свою водность: р. Чарыш – Белоглазово, р. Большая Речка – Троицкое; р. Чумыш – Кытманово; р. Жилиха – Жилино. Изменения норм стока и объемов стока за 10 лет составляют от -1.66 до -0.10% от расчетных значений этих показателей в 2020 г.

На 29 гидрологических постах будет наблюдаться увеличение водности водотоков от «почти нуля» (р. Бия – г. Бийск) до 6% за 10 лет (р. Бурла – с. Хабары, бессточная область Обь-Иртышского междуречья). Относительное увеличение водности в большей степени свойственно малым рекам и средним рекам в верхнем течении, где площади водосборов еще не значительны. Река Обь на гидропостах с. Фоминское, г. Барнаул, г. Камень-на-Оби будет увеличивать водность со скоростью 0.65...1.30% за 10 лет.

Были просчитаны также варианты прогнозных сценариев на основе трендов линейной аппроксимации за весь период наблюдений с годов создания гидрологических постов. Фрагмент результатов расчета для значимых водотоков Алтайского края приведён в табл. 2.

Полученное абсолютное и относительное изменение норм, рассчитанное на основе разных периодов (с начала наблюдений на посту и с 1977 г.), а также прогнозные значения на 2030, 2040, 2050 гг. не являются расчетами одной и той же величины из-за разной нормы стока этих двух рядов и разной продолжительности исходного ряда.

Таблица 1

Норма стока ($\text{м}^3/\text{с}$) и среднегодовой объем стока ($\text{км}^3/\text{год}$) рек Алтайского края за период с 1977 г. по 2020 гг. и их прогноз по трендам линейной аппроксимации на 2030–2050 гг.

Table 1

The average value of the annual water discharges ($\text{м}^3/\text{с}$) and average annual runoff ($\text{км}^3/\text{year}$) of the rivers of the Altai Territory for the period from 1977 to 2020 and their forecast based on linear approximation trends for 2030–2050

№	Река – пост	Ед. изм	Расчет 2020	Сценарный прогноз			За 10 лет	
				2030	2040	2050	абс. знач.	% от 2020 г.,
1	Обь – Фоминское	$\text{м}^3/\text{с}$	1132.07	1148.31	1164.56	1180.80	14.77	1.30
		$\text{км}^3/\text{год}$	35.70	36.21	36.73	37.24	0.47	
2	Обь – Барнаул	$\text{м}^3/\text{с}$	1496.25	1506.98	1517.72	1528.46	9.76	0.65
		$\text{км}^3/\text{год}$	47.19	47.52	47.86	48.20	0.31	
3	Обь – Камень-на-Оби	$\text{м}^3/\text{с}$	1668.44	1684.14	1699.84	1715.53	14.27	0.86
		$\text{км}^3/\text{год}$	52.62	53.11	53.61	54.10	0.45	
4	Бия – Бийск	$\text{м}^3/\text{с}$	474.41	474.41	474.42	474.42	0.00	0.00
		$\text{км}^3/\text{год}$	14.96	14.96	14.96	14.96	0.00	
5	Катунь – Сростки	$\text{м}^3/\text{с}$	619.93	625.57	631.21	636.85	5.13	0.83
		$\text{км}^3/\text{год}$	19.55	19.73	19.91	20.08	0.16	
6	Иша – Усть-Иша	$\text{м}^3/\text{с}$	33.65	33.88	34.10	34.32	0.20	0.60
		$\text{км}^3/\text{год}$	1.06	1.07	1.08	1.08	0.01	
7	Чапша – Красногорское	$\text{м}^3/\text{с}$	8.50	8.56	8.63	8.70	0.06	0.72
		$\text{км}^3/\text{год}$	0.27	0.27	0.27	0.27	0.00	
8	Каменка – Советское	$\text{м}^3/\text{с}$	9.96	10.28	10.61	10.93	0.29	2.96
		$\text{км}^3/\text{год}$	0.31	0.32	0.33	0.34	0.01	
9	Песчаная – Точильное	$\text{м}^3/\text{с}$	34.20	36.06	37.92	39.78	1.69	4.95
		$\text{км}^3/\text{год}$	1.08	1.14	1.20	1.25	0.05	
10	Ануй – Солонешное	$\text{м}^3/\text{с}$	18.48	19.39	20.31	21.23	0.83	4.51
		$\text{км}^3/\text{год}$	0.58	0.61	0.64	0.67	0.03	
11	Ануй – Ануйский	$\text{м}^3/\text{с}$	31.10	32.78	34.46	36.13	1.53	4.90
		$\text{км}^3/\text{год}$	0.98	1.03	1.09	1.14	0.05	
12	Чарыш – Чарышское	$\text{м}^3/\text{с}$	114.01	116.53	119.05	121.57	2.29	2.01
		$\text{км}^3/\text{год}$	3.60	3.67	3.75	3.83	0.07	
13	Чарыш – Белоглазово	$\text{м}^3/\text{с}$	176.83	176.54	176.25	175.96	-0.26	-0.15
		$\text{км}^3/\text{год}$	5.58	5.57	5.56	5.55	-0.01	
14	Чарыш – Усть-Камышенка	$\text{м}^3/\text{с}$	181.80	184.77	187.74	190.70	2.70	1.48
		$\text{км}^3/\text{год}$	5.73	5.83	5.92	6.01	0.09	
15	Чарыш – Чарышский зерновой свх.	$\text{м}^3/\text{с}$	188.44	192.24	196.05	199.85	3.46	1.84
		$\text{км}^3/\text{год}$	5.94	6.06	6.18	6.30	0.11	
16	Белая – Бугричица	$\text{м}^3/\text{с}$	24.54	25.21	25.88	26.56	0.61	2.48
		$\text{км}^3/\text{год}$	0.77	0.80	0.82	0.84	0.02	

№	Река – пост	Ед. изм	Расчет 2020	Сценарный прогноз			За 10 лет	
				2030	2040	2050	абс. знач.	% от 2020 г.,
17	Маралиха – Куйбышево	м³/с	6.91	7.15	7.38	7.62	0.21	3.10
		км³/год	0.22	0.23	0.23	0.24	0.01	
18	Локтевка – Курья	м³/с	7.11	7.30	7.49	7.67	0.17	2.38
		км³/год	0.22	0.23	0.24	0.24	0.01	
19	Большая Речка – Троицкое	м³/с	4.21	4.20	4.20	4.19	0.00	-0.10
		км³/год	0.13	0.13	0.13	0.13	0.00	
20	Алей – Старо- Алейское	м³/с	19.51	20.33	21.14	21.96	0.74	3.80
		км³/год	0.62	0.64	0.67	0.69	0.02	
21	Алей – Локоть	м³/с	26.80	27.94	29.08	30.21	1.03	3.85
		км³/год	0.85	0.88	0.92	0.95	0.03	
22	Алей – Алейск	м³/с	30.46	32.18	33.90	35.61	1.56	5.12
		км³/год	0.96	1.01	1.07	1.12	0.05	
23	Большая Лосиха – Косиха	м³/с	1.71	1.73	1.75	1.77	0.02	1.07
		км³/год	0.05	0.05	0.06	0.06	0.00	
24	Касмала – Рогозиха	м³/с	1.62	1.66	1.71	1.76	0.04	2.60
		км³/год	0.05	0.05	0.05	0.06	0.00	
25	Чумыш – Ель- цовка	м³/с	40.99	41.56	42.12	42.68	0.51	1.25
		км³/год	1.29	1.31	1.33	1.35	0.02	
26	Чумыш – Кытманово	м³/с	69.47	69.04	68.61	68.18	-0.39	-0.56
		км³/год	2.19	2.18	2.16	2.15	-0.01	
27	Чумыш – Заринск	м³/с	102.25	103.37	104.50	105.62	1.02	1.00
		км³/год	3.22	3.26	3.30	3.33	0.03	
28	Чумыш – Тальменка	м³/с	119.83	121.98	124.13	126.28	1.95	1.63
		км³/год	3.78	3.85	3.91	3.98	0.06	
29	Тогул – Тогул	м³/с	11.73	12.01	12.30	12.58	0.26	2.20
		км³/год	0.37	0.38	0.39	0.40	0.01	
30	Аламбай - Казанцево	м³/с	10.91	11.13	11.34	11.55	0.19	1.77
		км³/год	0.34	0.35	0.36	0.36	0.01	
31	Кулунда – Шимолино	м³/с	4.57	4.96	5.35	5.74	0.36	7.82
		км³/год	0.14	0.16	0.17	0.18	0.01	
32	Бурла – Хабары	м³/с	2.55	2.71	2.88	3.05	0.15	6.00
		км³/год	0.08	0.09	0.09	0.10	0.01	
33	Жилиха – Жилино	м³/с	1.55	1.52	1.49	1.46	-0.03	-1.66
		км³/год	0.05	0.05	0.05	0.05	0.00	

Другими словами, если в гидрологических расчетах будут использоваться ряды данных с начала наблюдений на постах, то в оценках перспектив следует пользоваться прогнозами на основе трендов, построенных по данным полного ряда. А если будут учитываться имеющиеся неоднородности

рядов, то следует использовать ряды данных для рек Алтайского края в большинстве случаев с 1977 г. С нашей точки зрения следует оценивать текущее состояние водных ресурсов, т.е. следовать второму пути. Продолжительность рядов в 44 года достаточна для расчета статистических параметров.

Таблица 2

Норма стока ($\text{м}^3/\text{с}$) и среднегодовой объем стока ($\text{км}^3/\text{год}$) значимых водотоков Алтайского края за период с начала наблюдений по 2020 гг. и их прогноз по трендам линейной аппроксимации на 2030–2050 гг. (фрагмент)

Table 2

Runoff rate (m^3/s) and average annual runoff volume (km^3/year) of significant watercourses in the Altai Territory for the period from the beginning of observations to 2020 and their forecast based on linear approximation trends for 2030–2050 (fragment)

№	Река – пост, расчетный период	Ед. изм.	Расчет	Сценарный прогноз				За 10 лет	
			2020	2030	2040	2050	абс. знач.	% от 2020 г.	
1	Обь – Фоминское 1953–2020	м³/с	1145.27	1145.41	1145.55	1145.69	0.128	0.01	
		км³/год	36.12	36.12	36.13	36.13	0.004	0.01	
2	Обь – Барнаул 1922–2020	м³/с	1480.61	1486.01	1491.40	1496.80	4.905	0.33	
		км³/год	46.69	46.86	47.03	47.20	0.155	0.33	
3	Обь – Камень-на-Оби 1894–2020	м³/с	1627.30	1636.85	1646.40	1655.95	8.682	0.53	
		км³/год	51.32	51.62	51.92	52.22	0.274	0.53	
4	Бия – Бийск 1895–2020	м³/с	475.85	476.29	476.74	477.18	0.403	0.08	
		км³/год	15.01	15.02	15.03	15.05	0.013	0.08	
5	Катунь – Сростки 1936–2020	м³/с	621.58	621.00	620.42	619.84	-0.528	-0.08	
		км³/год	19.60	19.58	19.57	19.55	-0.017	-0.08	
11	Ануй – Ануйский 1962-2020	м³/с	31.04	31.78	32.51	33.25	0.669	2.16	
		км³/год	0.98	1.00	1.03	1.05	0.021	2.16	
22	Алей – Алейск 1954–2020	м³/с	31.53	31.71	31.90	32.08	0.168	0.53	
		км³/год	0.99	1.00	1.01	1.01	0.005	0.53	
28	Чумыш – Тальменка 1943–2020	м³/с	129.67	127.94	126.21	124.48	-1.572	-1.21	
		км³/год	4.09	4.03	3.98	3.93	-0.050	-1.21	

Поскольку с момента первых сценарных прогнозов прошло более 10 лет, то появилась возможность получить величины ошибок сценарных прогнозов (табл. 3, рис. 2), выполненных с использованием линейных трендов, рассчитанных в 2013–2018 гг. [Кошелева, 2013; Zinoviev et al, 2016; Кошелева, Зиновьев, 2017; Зиновьев, Кошелева, 2018].

Как видно из табл. 3 ошибки сценарных прогнозов для десятилетней перспективы в абсолютном значении не превышают 1.3% для р. Обь, а для остальных рек варьируются от 0.08 до 3.17%. Исключе-

ние составляет створ в верхнем течении р. Ануй – свх. Ануйский, где ошибка прогноза составила 10.2%.

Аппроксимирующая функция относительной ошибки сценарного прогноза в зависимости от объемов стока (рис. 2) демонстрирует обратную зависимость: чем больше объем стока, тем меньше ошибка. Таким образом, для рек Алтайского края с объемом стока от 15 до 55 $\text{км}^3/\text{год}$ относительные ошибки 10-летнего прогноза составляют менее 1%, для объемов стока 10 $\text{км}^3/\text{год}$ – около 1%.

Таблица 3

Ошибки сценарных прогнозов объема стока для 2020 г., выполненных с использованием линейных трендов среднегодовых расходов рек Алтайского края за период с начала наблюдений до 2010 г.

Table 3

Errors in scenario forecasts of runoff volume for 2020, made using linear trends in the average annual discharges of rivers in the Altai Territory for the period from the beginning of severity to 2010

Река – створ	Объем стока в 2020 г. км ³ /год		Ошибка сценарного прогноза	
	прогноз ¹	расчет	км ³ /год	%
Обь – Фоминское	35.65	36.12	0.47	1.30
Обь – Барнаул	47.02	46.69	-0.33	-0.71
Обь – Камень-на-Оби	51.36	51.32	-0.04	-0.08
Бия – Бийск	14.93	15.01	0.08	0.53
Катунь – Сростки	19.88	19.6	-0.28	-1.43
Ануй – свх. Ануйский	0.88	0.98	0.1	10.20
Чарыш – свх. Чарышский	6.07	5.95	-0.12	-2.02
Алей – Староалейское	0.61	0.63	0.02	3.17
Чумыш – Тальменка	3.91	4.09	0.18	4.40

¹Примечание: в таблице приведены прогнозные значения объемов стока рек, рассчитанных до 2010 г. [Кошелева, 2010; Кошелева, Зиновьев, 2017; Зиновьев, Кошелева, 2018].

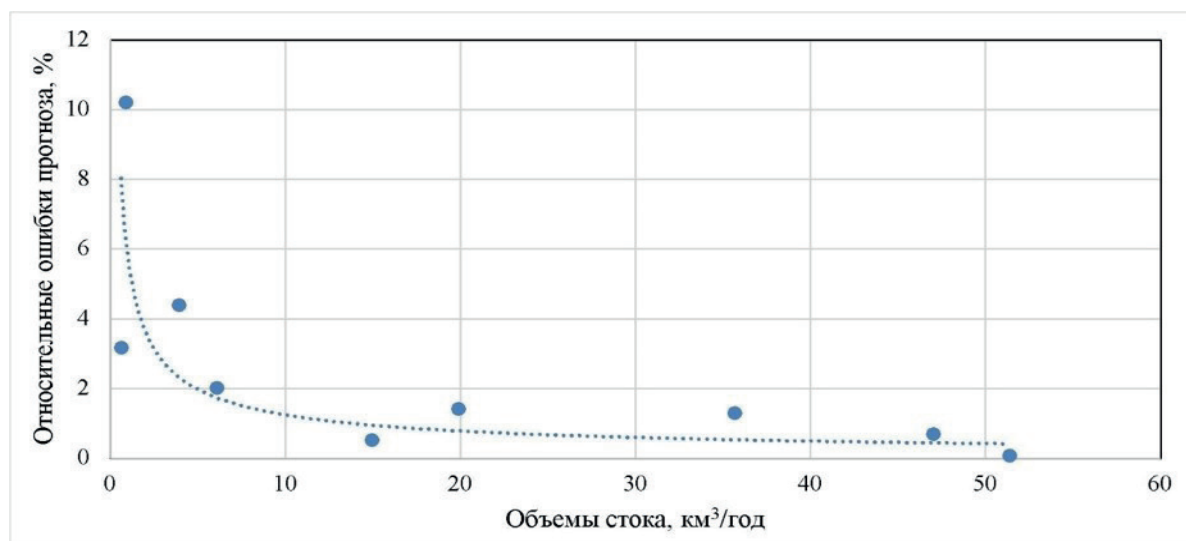


Рис. 2. Относительные ошибки сценарного прогноза объема стока основных рек Алтайского края для 2020 г.

Fig. 2. Relative errors in the scenario forecast for the runoff of the main rivers of the Altai Territory for 2020

В третьем оценочном докладе об изменениях климата для р. Обь приведены результаты ожидаемых изменений по 4 сценариям: в период 2041–2060 гг. изменения стока достигнут $0 \pm 7\%$ или $1 \pm 7\%$ и в период 2081–2100 гг. $3 \pm 10\%$ или $4 \pm 13\%$ относительно базового периода, за который были

приняты года с 1995 по 2014. [Третий..., 2022a]. По сценарному прогнозу данного исследования изменения стока р. Обь (с. Фоминское, г. Барнаул, г. Камень-на-Оби) к 2050 г. достигнут значений соответственно в $+3.9\%$, $+1.95\%$ и $+2.6\%$ от стока в базовый период 1977–2020 гг.

Заключение

Большинство рек Алтайского края в современных климатических условиях увеличивают свою водность. Изменения стока рек носит незначительный характер. По сценарному прогнозу у р. Обь (с. Фоминское, г. Барнаул, г. Камень-на-Оби) к 2050 г. изменения стока достигнут значений соответственно в +3.9%, +1.95% и +2.6% от стока в базовый период с 1977 по 2020 гг.

Относительные ошибки сценарных 10-летних прогнозов на 2020 г, выполненные ранее в 2013–2018 гг., для основных рек Алтайского края с объемом стока от 15 до 55 км³/год составили менее 1%, для объемов стока 10 км³/год – около 1%. Фактически можно говорить об использовании кусочно-линейной аппроксимации при реализации сценарных прогнозов, где в качестве базовых периодов выступали наблюдения в начале до 2010 г., а потом до 2020 г.

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of Interest. The author declare that she has no competing interests.

Работа выполнена в рамках государственного задания ИВЭП СО РАН (проект «Изучение механизмов природных и антропогенных изменений количества и качества водных ресурсов Сибири с использованием гидрологических моделей и информационных технологий»).

Список литературы

Водные ресурсы России и их использование / Ред. проф. И.А. Шикломанова. СПб.: Государственный Гидрологический институт. 2008. 600 с.

Зиновьев А.Т., Кошелева Е.Д. Произошедшее и ожидаемое изменение объема стока рек Обь-Иртышского бассейна под влиянием природно-климатических факторов // Вопросы географии. 2018. № 145. С. 77–88.

Информационная система по водным ресурсам и водному хозяйству рек России [Электронный ресурс]. URL: <http://gis.vodinfo.ru/> (дата обращения: 26.02.2023).

Кошелева Е.Д., Зиновьев А.Т. Анализ изменения водности рек Обь-Иртышского бассейна в условиях изменения климата // Известия АО РГО. 2017. № 3. С.80–86.

Кошелева Е.Д. Изменение стока реки Оби в створе г. Барнаула под влиянием изменений климата // Фундаментальные проблемы воды и водных ресурсов: Материалы 3-й Всероссийской конф. с междунар. участием (Барнаул, 24–28 августа 2010 г.). Барнаул: АРТ, 2010. С. 154–157.

Кошелева Е.Д. Оценка динамики норм стока рек Западной Сибири при достаточности данных наблюдений: подходы, методы, расчеты, прогнозы // Мир науки, культуры, образования. 2013. № 1 (38). С. 331–336.

Национальный план мероприятий первого этапа адаптации к изменениям климата на период до 2022 года // Распоряжение Правительства РФ от 25.12.2019 № 3183-р (ред. от 23.07.2022). [Электронный ресурс]. URL: <http://government.ru/docs/38739/> (дата обращения: 26.02.2023).

СП 33-101-2003. Определение основных расчетных гидрологических характеристик // Государственный комитет Российской Федерации по строительству и жилищно-коммунальному комплексу. Госстрой России. М: 2004. 73 с.

Третий оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации / Ред. В.М. Катцова. СПб: Научные технологии, 2022а. 676 с.

Третий оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Общее резюме. СПб: Научные технологии, 2022б. 124 с.

Федеральная научно-техническая программа в области экологического развития Российской Федерации и климатических изменений на 2021–2030 годы / Утв. постановлением Правительства Российской Федерации от 8 февраля 2022 г. № 133 [Электронный ресурс]. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202202140015> (дата обращения: 22.03.2023).

Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. [Электронный ресурс]. URL: <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-ii/> (дата обращения: 22.03.2023).

Zinoviev A.T., Galakhov V.P., Kosheleva E.D., Lovtskaya O.V. Influence of global climate changes on hydrological regime of rivers in South West Siberia // Eurasian journal of mathematical and computer applications. 2016. Vol.4. Is. 1. P. 47–54.

References

Vodnye resursy Rossii i ih ispol'zovanie [Russia's water resources and their use] / Ed. prof. I. A. Shiklomanova. SPb.: Gosudarstvennyj Gidrologicheskij institut. 2008. 600 p. (in Russian).

Zinov'ev A.T., Kosheleva E.D. Proizoshedshee i ozhidaemoe izmenenie ob»ema stoka rek Ob'-Irtyshskogo bassejna pod vliyaniem prirodno-klimaticheskikh faktorov [Incurred and expected changes in river flow volume in the Ob-Irtysh basin as a result of natural and climatic factors] // Voprosy geografii [Geographical issues]. 2018. No. 145. P. 77–88. (in Russian).

Informacionnaya sistema po vodnym resursam i vodnomu hozyajstvu rek Rossii [Information system on water resources and water management of Russian rivers]. URL: <http://gis.vodinfo.ru/> (accessed: 26.02.2023).

Kosheleva E.D., Zinov'ev A.T. Analiz izmeneniya vodnosti rek Ob'-Irtyshskogo bassejna v usloviyah izmeneniya klimata [Analysis of water availability changes in the rivers of the Ob-Irtysh basin under climate change conditions] // Bulletin AB RGS. 2017. № 3. P. 80–86. (in Russian).

Kosheleva E.D. Izmenenie stoka reki Obi v stvore g. Barnaula pod vliyaniem izmenenij klimata [Changes in the flow of the Ob River at Barnaul under the influence of climate change] // Fundamental'nye problemy vody i vodnyh resursov: materialy 3-j Vserossijskoj konf. s mezhdunar. uchastiem (Barnaul, 24–28 avgusta 2010 g.) [Fundamental Problems of Water and Water Resources: Proceedings of the 3rd All-Russian Conference with International Participation (Barnaul, 24–28 august 2010 g.)]. Barnaul: ART, 2010. P. 154–157 (in Russian).

Kosheleva E.D. Ocenka dinamiki norm stoka rek Zapadnoj Sibiri pri dostatochnosti dannyh nablyudenij: podhody, metody, raschety, prognozy [Assessment of river flow rate dynamics in

Western Siberia with sufficient observation data: approaches, methods, calculations, forecasts] // *Mir nauki, kul'tury, obrazovaniya* [The world of science, culture and education]. 2013. № 1 (38). P. 331–336 (in Russian).

Nacional'nyj plan meropriyatij pervogo etapa adaptacii k izmeneniyam klimata na period do 2022 goda [National Action Plan for the first phase of adaptation to climate change for the period up to 2022] / *Rasporyazhenie Pravitel'stva RF* ot 25.12.2019 № 3183-r (red. ot 23.07.2022). [Decree of the Government of the Russian Federation of 25.12.2019 No. 3183-r (ed. 23.07.2022)]. URL: <http://government.ru/docs/38739/> (accessed: 26.02.2023).

SP 33-101-2003. *Opreделение osnovnyh raschetnyh gidrologicheskikh harakteristik* [SP 33-101-2003. Determination of basic design hydrological characteristics] / Gosudarstvennyj komitet Rossijskoj Federacii po stroitel'stvu i zhilishchno-kommunal'nomu kompleksu State [Committee of the Russian Federation for Construction and Housing and Communal Complex]. Gosstroj Rossii. M: 2004. 73 p. (in Russian).

Tretij ocenochnyj doklad ob izmeneniyah klimata i ih posledstviyah na territorii Rossijskoj Federacii [Third assessment report on climate change and its impacts in the Russian Federation] / Ed. V.M. Katcova; Rosgidromet. St Petersburg: Naukoemkie tekhnologii, 2022a. 676 p. (in Russian).

Tretij ocenochnyj doklad ob izmeneniyah klimata i ih posledstviyah na territorii Rossijskoj Federacii. Obshchee rezyume [Third Assessment Report on Climate Change and its Impacts on the Territory of the Russian Federation. General summary]. St Petersburg: Naukoemkie tekhnologii, 2022b. 124 p. (in Russian).

Federal'naya nauchno-tekhnicheskaya programma v oblasti ekologicheskogo razvitiya Rossijskoj Federacii i klimaticeskikh izmenenij na 2021–2030 gody [Federal Scientific and Technical Programme on Ecological Development of the Russian Federation and Climate Change for 2021-2030] / Utv. postanovleniem Pravitel'stva Rossijskoj Federacii ot 8 fevralya 2022 g. № 133 [Approved by Decree of the Government of the Russian Federation of 8 February 2022. No. 133]. URL: <http://publication.pravo.gov.ru/Document/View/0001202202140015> (accessed: 22.03.2023).

Climate Change 2022: Impacts, Adaptation and Vulnerability. URL: <https://www.ipcc.ch/report/sixth-assessment-report-working-group-ii/> (accessed: 22.03.2023).

Zinoviev A.T., Galakhov V.P., Kosheleva E.D., Lovtskaya O.V. Influence of global climate changes on hydrological regime of rivers in South West Siberia // *Eurasian journal of mathematical and computer applications*. 2016. Vol. 4. Is. 1. P. 47–54.

WATER CONDITION OF THE RIVERS OF THE ALTAI TERRITORY UNDER THE CONDITIONS OF CLIMATE CHANGE

E.D. Kosheleva^{1,2}

¹*Institute for Water and Environmental Problems SB RAS, Barnaul*

²*Altai State Agrarian University, Barnaul,*

E-mail: ¹edk@iwep.ru, ²jten@yandex.ru

According to a 2022 IPCC study, humanity is unable to prevent extreme climate change. There was a need to update the estimates of changes in the runoff of rivers in the Altai Territory, made on the basis of data up to 2010, for modern climatic conditions. The aim of the study is to assess current trends in the runoff dynamics of rivers in the Altai Territory based on current data and forecast their runoff by 2030, 2040, 2050. Scenario forecasts are made on the basis of the hypothesis that climate change by 2030–2050 will have the same intensity as observed in the last 40 years. To assess the change in the water content of rivers, the identified linear trends in a series of long-term observations of water discharge were used. Approximate equality of the mean values of a series of observations and a series of linear approximation made it possible to make forecasts of runoff norms by extending the linear approximation by 10, 20, 30 elements of the series forward and calculating the average value of these series. For 21 rivers of the Upper Ob basin and the Ob-Irtysh interfluvium within the Altai Territory at 33 hydrological stations, trends were identified in the series of average annual discharges, the rates of change in runoff rates Q_0 (m^3/s for 10 years) and runoff volumes W_0 (km^3/year) were calculated over 10 years) and scenario forecasts of these indicators for 2030, 2040, 2050 were made. Most of the rivers of the Altai Territory in modern climatic conditions slightly increase their water content. The relative errors of scenario 10-year forecasts for 2020, made earlier in 2013–2018, for the main rivers of the Altai Territory with a runoff volume from 15 to 55 km^3/year were less than 1%, for a runoff volume of 10 km^3/year – about 1%.

Key words: water content of rivers; climate change; forecasts; Altai Territory.

Received March 21, 2023. Accepted: April 25, 2023

Сведения об авторе

Кошелева Евгения Дмитриевна – кандидат с.-х. наук, доцент, старший научный Института водных и экологических проблем СО РАН. Россия, 656038, г. Барнаул, ул. Молодежная, д. 1, ИВЭП СО РАН. Доцент Алтайского государственного аграрного университета. Россия, 656049, г. Барнаул, пр-т Красноармейский, д. 98. ORCID: 0000-0001-8813-0675. E-mail: edk@iwep.ru; jten@yandex.ru.

Information about the author

Kosheleva Evgeniia Dmitrievna – PhD in Agricultural Sciences, Senior Researcher of the Institute for Water and Environmental Problems SB RAS (IWEP SB RAS). 1, Molodezhnaya St., 656038 Barnaul, Russia. Associate Professor of the Altai State Agricultural University. 98, Krasnoarmeyskiy Av., 656049 Barnaul, Russia. ORCID: 0000-0001-8813-0675. E-mail: edk@iwep.ru, jten@yandex.ru.

Раздел 2
Section 2

КАРТОГРАФИЯ. ГИС-ТЕХНОЛОГИИ
CARTOGRAPHY. GIS

УДК: 528.94:556.18(571.1)

**ГИС-ПОДДЕРЖКА УСТОЙЧИВОГО РАЗВИТИЯ
РЕГИОНОВ ВЕРХНЕЙ ОБИ В ЦЕЛЯХ ОЦЕНКИ
ВОДОХОЗЯЙСТВЕННОЙ СИТУАЦИИ**

Н.Ю. Курепина, И.Д. Рыбкина

Институт водных и экологических проблем СО РАН, Барнаул,

E-mail: nyukurepina@mail.ru; irina.rybkina@mail.ru

ГИС-поддержка является неотъемлемой частью устойчивого развития регионов. В бассейне Верхней Оби устойчивое развитие территорий во многом определяется рациональным использованием водных ресурсов и современным состоянием водохозяйственной отрасли. Геоинформационно-картографическое моделирование – один из эффективных методов изучения и оценки водохозяйственной обстановки, позволяет наглядно отобразить: пространственно-временную динамику происходящих событий, количественные и качественные характеристики наблюдаемых гидрологических явлений, прогнозные показатели региональных систем водопользования и практические рекомендации по управлению водными ресурсами. В Институте водных и экологических проблем СО РАН выполняется широкий спектр научно-исследовательских работ водохозяйственной направленности, в большинстве своем имеющих картографическое сопровождение. В лаборатории водных ресурсов и водопользования накоплен значительный опыт по созданию карт водного хозяйства: водно-ресурсных, водопользовательских, гидроэкологических и карт оценки влияния негативного воздействия природных вод. В работе рассмотрены некоторые методические подходы по созданию картографических баз данных (БД) и геоинформационно-картографических моделей, позволяющих наглядно отразить результаты региональной оценки водохозяйственной ситуации в бассейне Верхней Оби в целом и на отдельных ключевых участках в частности. Отсутствие единых требований и методик создания моделей потребовало разработки самостоятельных ГИС-проектов, основанных на оригинальных тематических БД, созданных индивидуально под каждую отдельную научно-исследовательскую задачу. В целях реализации комплексного подхода в решении этих задач и картографической интерпретации водохозяйственных показателей нередко приходилось использовать нестандартные авторские условные обозначения. Благодаря этому, итоговые картографические модели позволили наиболее полно и в наглядной форме отобразить пространственно-временные особенности оценочных показателей водохозяйственной ситуации в регионах Верхней Оби.

Ключевые слова: водохозяйственное картографирование; картографические базы данных; бассейн Верхней Оби; геоинформационно-картографические модели; устойчивое развитие.

DOI: 10.24412/2410-1192-2023-16902

Дата поступления: 26.02.2023. Принята к печати: 23.03.2023

ГИС-поддержка является неотъемлемой частью устойчивого развития регионов, в том числе при рассмотрении вопросов, связанных с водохозяйственной обстановкой. Своевременное предоставление актуальной и полной геопространственной информации, ее оперативная обработка и анализ способствуют успешному и планомерному решению возникающих задач и ситуаций, связанных, прежде всего, с обеспеченностью водными ресурсами, их использованием, охраной водных объектов, предотвращением негативных воздействий вод и ликвидацией их последствий.

В границах Верхнеобского бассейнового округа расположено пять субъектов Сибирского ФО: Республика Алтай, Алтайский край, Кемеровская, Новосибирская и Томская области. Водоресурсный потенциал регионов распределен неравномерно, поэтому здесь выделяются водообильные и вододефицитные территории. К последним относятся участки бассейна, расположенные в бессточной области Обь-Иртышского междуречья. Из-за территориального несоответствия водных ресурсов и социально-экономических потребностей в воде населения водохозяйственные проблемы только усиливаются и проявляются локальным вододефицитом, повышенной антропогенной нагрузкой на водные объекты, катастрофическими половодьями и паводками, неудовлетворительным состоянием систем водоснабжения и т.д.

В лаборатории водных ресурсов и водопользования ИВЭП СО РАН более 15 лет ведутся научные исследования водноресурсной направленности в целях оценки потенциальной, реальной, перспективной водообеспеченности регионов Верхней Оби, анализа и оценки антропогенной нагрузки на водные объекты; изучаются сложившиеся системы водопользования; оценивается и прогнозируется вероятностный ущерб населению и экономике от негативного воздействия природных вод. Все эти работы выполняются коллективом специалистов, осуществляющих комплексный подход к решению поставленных задач.

Материалы и методы

Геоинформационная поддержка оценки и картографической визуализации водохозяйственной ситуации регионов Верхней Оби реализуется посредством программного продукта компании ESRI ArcGIS 10.2.

1) Для геоинформационно-картографического моделирования *водоресурсной обеспеченности* территорий используются различные методические подходы. Приоритетным нами выбран ландшафтно-бассейновый. Алгоритм и процессы получения расчетных показателей, картосоставления современной и перспективной водообеспеченности с применением ландшафтной основы, в качестве базовой, представлены в ряде работ [Рыбкина и др., 2016; Курепина,

2017; Винокуров и др., 2018]. Оценка реальных водных ресурсов и реальной водообеспеченности потребовала учета не только природных особенностей формирования стока, но и антропогенной составляющей. Для этих целей в качестве оценочных операционных единиц картографирования рассматривались речные бассейны и отдельные водохозяйственные участки (ВХУ). Сопоставление границ ВХУ и бассейнов на территории пяти субъектов СФО (Республика Алтай, Алтайский край, Кемеровская, Новосибирская и Томская область) в границах Верхнеобского бассейнового округа показало необходимость детализации таких оценок, поэтому были определены 45 модельных бассейнов и участков (из 30 ВХУ), для которых рассчитывались показатели потенциальной и реальной водообеспеченности.

Поскольку при детализации оценок водообеспеченности анализируется многолетний ряд гидрологической информации, в этой связи рассматривались бассейны, обеспеченные многолетними наблюдаемыми данными. Использование длинновременной информации позволило исследовать изменение водности речных бассейнов и рассчитать водообеспеченности в разные по водности периоды. Для этого по методике ГГИ на основе данных гидрологических постов выделялись трехлетние маловодные периоды, периоды минимальной (95%) и максимальной (1%) водности, а также внутригодовые минимальные периоды водности – летне-осенняя и зимняя межени. Критерии оценки водообеспеченности

заимствовались из работ [Shiklomanov, 2000; Данилов-Данильян, Лосев, 2006]: катастрофически низкая – < 1 тыс. $\text{м}^3/\text{чел.}$ в год, очень низкая – 1.01–2, низкая – 2.01–5, средняя – 5.01–10, высокая – 10.01–20, очень высокая – > 20 тыс. $\text{м}^3/\text{чел.}$ в год.

Расчетные показатели для картографического моделирования антропогенной нагрузки на водные объекты складывались из прямого воздействия на водный объект и косвенного – на его водосборную территорию. Прямое воздействие рассматривалось как сокращение количества воды водного объекта в результате водозабора, включая безвозвратное водопотребление, а также ухудшение ее качества по причине сброса в поверхностные водные объекты загрязненных сточных вод. Для оценки антропогенной нагрузки непосредственно на водные объекты использовались показатели: кратность разбавления сточных вод и нагрузка загрязняющими веществами с учетом их условной массы [Ладога, 2013]. Первый показатель определялся путем соотношения объема сточных вод, в т.ч. загрязненных, к среднемноголетнему, минимальному и максимальному речному стоку (число раз). При оценке нагрузки загрязняющими веществами с учетом их опасности в расчетах использовалась условная, приведенная к предельно-допустимой концентрации (ПДК), величина сбрасываемых веществ. Нагрузка рассчитывалась как отношение условной массы всех загрязняющих веществ в составе сточных вод к водному стоку реки [Стойцева, 2015]. Косвенное воздействие на водные объекты как следствие заселе-

ния и хозяйственного освоения, особенно-стей специализации экономики регионов определялось по авторской методике, представленной в работе [Рыбкина и др., 2011].

2) Картографическое моделирование *территориальной организации водопользования* в регионах Верхней Оби осуществлялось с учетом ландшафтной дифференциации на основе бассейнового принципа, где основным показателем выступила удельная обеспеченность населения поверхностными и подземными водами в речных бассейнах в пределах ландшафтных провинций. Согласно методике Т.Г. Руновой с соавторами [1993], выделены региональные системы водопользования: крупноочаговые, очаговые, дисперсные. Для крупноочаговых и очаговых систем водопользования использовались такие традиционные характеристики, как общий водозабор, забор воды из поверхностных водных объектов, забор воды из подземных источников, общий сброс сточных вод, общий сброс в поверхностные водные объекты и по категориям очистки. Водохозяйственная информация была предоставлена Верхне-Обским БВУ и предприятиями-водопользователями, расположенными в речном бассейне. Расчет данных выполнялся по усредненным показателям за 2009–2017 гг.

Картографическая интерпретация характеристик региональных систем водопользования дополнена информацией по линейным и линейно-площадным объектам на примере бассейна р. Алей [Винокуров и др., 2014]. Параметрами линейных систем стали объемы забранной и транспортируемой воды, общая протя-

женность водопроводных и канализационных сетей в границах муниципальных образований. Линейно-площадные системы характеризовались пропускной способностью гидротехнических сооружений и площадью орошаемых земель исследуемой территории.

Выделение дисперсных систем основывалось на учете объемов водопотребления на хозяйственно-питьевые нужды в сельских населенных пунктах, а также результатов экспертных оценок состояния объектов водохозяйственной инфраструктуры, полученных авторами в ходе выполнения экспедиционных работ.

3) Геоинформационно-картографическое моделирование *гидрологических ЧС*, связанных с затоплением и подтоплением Верхнеобских территорий, представляло оценку фактического материала (данные региональных МЧС, 2004–2018 гг.) по масштабам проявления наблюдаемых явлений (населенные пункты, площади затопления/подтопления, материальный ущерб) и прогнозного – вероятностного ущерба населению и экономике от негативного воздействия природных вод. Детализация оценок вероятностных ущербов была выполнена для населенных пунктов бассейна р. Чарыш. Для расчета стоимостных значений на основе данных Публичной кадастровой карты оценивались площади затопливаемых объектов; нормативные значения величин ущербов заимствовались из Методики ФГУП «ВИЭМС» [Методика..., 2005]. Для перевода стоимости ущербов в текущие цены использовались индексы-дефляторы

Минэкономразвития России для строительной отрасли.

Результаты и обсуждение

В геоинформационной среде для решения конкретной водохозяйственной задачи разрабатывались картографические БД, содержащие топографические (гидрография, населенные пункты, границы регионов) и тематические (гидрографические посты, ВХУ, модельные бассейны и участки, ландшафты) данные с набором требуемых характеристик.

1) Для оценки *реальной водообеспеченности* на основе БД были созданы картографические модели: водообеспеченность среднемноголетняя модельных бассейнов/участков Верхней Оби и в периоды разной водности на примере бассейнов рр. Алей и Томь; антропогенная нагрузка сточными водами на модельные бассейны/участки Верхней Оби и загрязняющими веществами на примере бассейнов рр. Алей и Томь.

Следует отметить, что бассейн Верхней Оби имеет очень высокую среднемноголетнюю (потенциальную) водообеспеченность, однако расчеты показали значительное варьирование показателя удельной водообеспеченности – от средних и высоких значений в годы 50% обеспеченности до низких и катастрофически низких в периоды минимальной водности. Антропогенная нагрузка на водные объекты бассейна Верхней Оби характеризовалась низкими значениями в годы как средней, так и минимальной водности, но увеличивалась

в несколько раз в периоды межени.

2) Картографическая модель территориальной организации водопользования в бассейне Верхней Оби отображает потенциальную водообеспеченность поверхностного и подземного стоков, а также системы водопользования: крупноочаговые, очаговые и дисперсные. Основной территориальной формой являются очаговые системы, расположенные в средних и малых городах со значительными объемами забранных (≥ 0.5 млн м³/год) и отведенных вод, охватом услугами централизованного водоснабжения не менее 50–70% жилищного фонда. Крупноочаговые системы водопользования соответствуют городским системам расселения агломерационного типа. Отмечены отдельные небольшие по протяженности линейно-площадные системы, которые используются в целях сельскохозяйственного водоснабжения и орошения. В сельской местности к групповым формам расселения тяготеют дисперсные системы водопользования, которые отличаются небольшими объемами забранных и использованных свежих вод, а также образующихся стоков. Существование этих систем обусловлено наличием таких объектов водохозяйственной инфраструктуры, как водонапорная башня, уличная водопроводная сеть, водоразборные колонки. Использование воды происходит преимущественно для хозяйственно-питьевых нужд населения и без предварительной водоподготовки [Рыбкина, 2020].

Тематическая БД территориальной организации водопользования в бассейне р. Алей включает комплекс информационных данных по водообеспеченности

(поверхностными, подземными, тыс. м³ в год на 1 чел.), системам водопользования (крупноочаговые, очаговые, дисперсные, линейные и линейно-площадные); объемы забора (общий, из природных источников, млн м³) и сброса вод (общий, в поверхностные водные объекты, сточных, млн м³); характеристики целевого использования водных ресурсов (на хозяйственно-питьевые, производственные нужды, на орошение и сельскохозяйственное водоснабжение); водоемкость валового регионального продукта (промышленной и сельскохозяйственной продукции отдельно, м³/тыс. руб.), протяженность (водопроводимых, канализационных сетей, км), водопотери (суммарная, млн м³; по отношению к объему забранной воды, %), объемы оборотного и повторно-последовательного водоснабжения (млн м³). Для совокупного картографического отображения водохозяйственных данных и характеристик систем дополнительно потребовалась разработка специальных условных знаков [Курепина, Рыбкина, 2017].

3) В результате картографического анализа пространственной-временной динамики гидрологических ЧС построены мелкомасштабные модели (карты-схемы) затопления/подтопления населенных пунктов в бассейне Верхней Оби в административных и водохозяйственных границах, демонстрирующие факт того, что во всех регионах бассейна за период с 2004 по 2018 гг. регистрировались ЧС. Наибольшее количество населенных пунктов, подверженных затоплению и подтоплению, отмечалось в Алтайском крае (323). Определены стоимостные величины фактического ущерба, наибольшие

их значения соответствуют бассейнам рек Бия, Катунь, Ануй и Чарыш, что связано со сложной паводковой ситуацией в Республике Алтай и Алтайском крае, прежде всего, в 2014 г. [Курепина, Рыбкина, 2021].

Картографические модели бассейна р. Чарыш содержат результаты математического моделирования на отдельных участках реки, обеспеченных гидрологической информацией; отображают площади затопливаемых территорий в границах населенных пунктов и наглядно представляют величины прогнозируемых вероятностных ущербов по категориям объектов (жилые дома и объекты инфраструктуры; промышленные предприятия, производственные объекты и сооружения; коммуникации, инженерные и другие сооружения; склады, фермы, хранилища, предприятия (цеха) и другие производственные здания и сооружения; пашня, сады; прочие сельскохозяйственные угодья) [Рыбкина и др., 2021].

Заключение

В большинстве своем решение водохозяйственных задач потребовало разработки собственных методических приемов и алгоритмов реализации ГИС-проектов, основанных на оригинальных тематических БД, созданных индивидуально под каждую отдельную научно-исследовательскую задачу.

Для картографической интерпретации водохозяйственных показателей и характеристик нередко приходилось использовать нестандартные авторские условные обозначения. Благодаря этому, картографические модели позволяют наиболее полно и

в наглядной форме отобразить пространственных показателей водохозяйственной ситуационно-временные особенности оценки в регионах Верхней Оби.

Конфликт интересов: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest.

Исследование выполнено в рамках государственного задания ИВЭП СО РАН (проект «Изучение механизмов природных и антропогенных изменений количества и качества водных ресурсов Сибири с использованием гидрологических моделей и информационных технологий») и Гранта РФФИ № 21-55-75002 «Разработка рекомендаций в целях устойчивого совместного использования почв и грунтовых (подземных) вод: принятие решений при поддержке и участии заинтересованных сторон».

Список литературы

Винокуров Ю.И., Рыбкина И.Д., Стоящева Н.В., Курепина Н.Ю. Территориальная организация водопользования в бассейне реки Алей // География и природные ресурсы. 2014. № 3. С. 133–140.

Винокуров Ю.И., Рыбкина И.Д., Стоящева Н.В., Губарев М.С., Курепина Н.Ю., Резников В.Ф., Магаева Л.А. Ландшафтно-бассейновый подход в оценках водообеспеченности населения и экономики регионов Западной Сибири // География и природные ресурсы. 2018. № 1. С. 31–41. doi: 10.21782/GiPR0206-1619-2018-1(31-41)

Данилов-Данильян В.И., Лосев К.С. Потребление воды: экологические, экономические, социальные и политические аспекты. М.: Наука, 2006. 221 с.

Курепина Н.Ю. Карты водообеспеченности и проблемы при их составлении // Интерэкспо ГЕО-Сибирь-2017. 2017. Т. 1, № 2. С. 58–64.

Курепина Н.Ю., Рыбкина И.Д. Картографическое сопровождение научно-исследовательских работ в целях обеспечения водной безопасности регионов Западной Сибири // Геодезия и картография. 2017. № 2. С. 33–41. doi: 10.22389/0016-7126-2017-920-2-33-41

Курепина Н.Ю., Рыбкина И.Д. Картографический метод исследования при разработке рекомендаций по предотвращению чрезвычайных ситуаций от негативного воздействия вод // Геодезия и картография. 2021. № 5. С. 23–38. doi: 10.22389/0016-7126-2021-971-5-23-38

Ладога / Ред. В.А. Румянцева, С.А. Кондратьева. СПб: Нестор-История, 2013. 468 с.

Методика оценки вероятностного ущерба от вредного воздействия вод и оценки эффективности осуществления превентивных водохозяйственных мероприятий. М.: ФГУП «ВИЭМС», 2005. 154 с.

Рунова Т.Г., Волкова И.Н., Нефедова Т.Г. Территориальная организация природопользования. М.: Наука, 1993. 208 с.

Рыбкина И.Д. Территориальная организация водопользования в регионах Верхней Оби: оценка и прогноз состояния, проблемы и перспективы развития // Известия Алтайского краевого отделения РГО. 2020. № 2 (57). С. 5–20. doi: 10.24411/2410-1192-2020-15701

Рыбкина И.Д., Курепина Н.Ю., Стоящева Н.В., Губарев М.С. Геоинформационно-картографическое моделирование водообеспеченности в целях водохозяйственной безопасности и устойчивого развития территорий. ИнтерКарто/ИнтерГИС, 2016. С. 127–134. doi: 10.24057/2414-9179-2016-1-22

Рыбкина И.Д., Ловцкая О.В., Курепина Н.Ю., Губарев М.С. Оценка и прогноз вероятностного ущерба населению и экономике от негативного воздействия природных вод в регионах Верхней Оби (на примере бассейна реки Чарыш) // Использование и охрана природных ресурсов в России. 2021. № 4. С. 57–67.

Рыбкина И.Д., Стоящева Н.В., Магаева Л.А., Губарев М.С., Резников В.Ф., Курепина Н.Ю. Оценка водообеспеченности регионов Западной Сибири // Фундаментальные проблемы воды и водных ресурсов: Матер. Междунар. конф. (23–25 сентября 2015 г., Россия). М.: ИВП РАН, 2015. С. 512–514.

Рыбкина И.Д., Стоящева Н.В., Курепина Н.Ю. Опыт оценки антропогенной нагрузки в схемах комплексного использования и охраны водных объектов (на примере Обь-Иртышского бассейна) // Водное хозяйство России. 2011. №4. С. 42–52.

Стоящева Н.В. Оценка антропогенной нагрузки на водные объекты Западной Сибири // Региональная экономика: технологии, экономика, экология и инфраструктура: Матер. Междунар. конф. (14–15 октября 2015 г., Россия). Кызыл: ТувИКОПР СО РАН, 2015. С. 295–297.

Shiklomanov I.A. The dynamics of river water inflow to the Arctic Ocean. The Freshwater Budget of the Arctic Ocean. Dordrecht. The Netherlands, Kluwer Academic Publishers, 2000. P. 281–297.

References

Vinokurov Yu.I., Rybkina I.D., Stoyashcheva N.V., Kurepina N.Yu. Territorial'naya organizatsiya vodopol'zovaniya v bassejne reki Alej [Territorial organization of water use in the Aley river basin] // Geografiya i prirodnye resursy [Geography and natural resources]. 2014. № 3. P. 133–140. (in Russian).

Vinokurov Yu.I., Rybkina I.D., Stoyashcheva N.V., Gubarev M.S., Kurepina N.Yu., Reznikov V.F., Magaeva L.A. Landshaftno-bassejnovyj podhod v ocenках vodoobespechennosti naseleniya i ekonomiki regionov Zapadnoj Sibiri [Landscape-basin approach in assessing the water supply of the population and the economy of the regions of Western Siberia] // Geografiya i prirodnye resursy [Geography and Natural Resources]. 2018. № 1. P. 31–41. doi: 10.21782/GiPR0206-1619-2018-1(31-41)

Danilov-Danil'yan V.I., Losev K.S. Potreblenie vody: ekologicheskie, ekonomicheskie, social'nye i politicheskie aspekty [Water consumption: environmental, economic, social and political aspects]. М.: Nauka, 2006. 221 p. (in Russian).

Kurepina N.Yu. Karty vodoobespechennosti i problemy pri ih sostavlenii [Water availability maps and problems in their compilation] // Interekspo GEO-Si-

bir'-2017 [Interekspos GEO-Sibir'-2017]. Novosibirsk, 2017. P. 58–64. (in Russian).

Kurepina N.Yu., Rybkina I.D. Kartograficheskoe soprovozhdenie nauchno-issledovatel'skih rabot v celyah obespecheniya vodnoj bezopasnosti regionov Zapadnoj Sibiri [Cartographic support of scientific research work in order to ensure water security of the regions of Western Siberia] // *Geodeziya i kartografiya* [Geodesy and cartography]. 2017. № 2. P. 33–41. doi: 10.22389/0016-7126-2017-920-2-33-41

Kurepina N.Yu., Rybkina I.D. Kartograficheskij metod issledovaniya pri razrabotke rekomendacij po predotvrashcheniyu chrezvychajnyh situacij ot negativnogo vozdejstviya vod [Cartographic method of research in the development of recommendations for the prevention of emergency situations from the negative impact of water] // *Geodeziya i kartografiya* [Geodesy and cartography]. 2021. № 5. P. 23–38. doi: 10.22389/0016-7126-2021-971-5-23-38

Ladoga [Ladoga] / Ed. V.A. Rumyantseva, S.A. Kondrat'eva. SPb: Nestor-Istoriya, 2013. 468 p. (in Russian).

Metodika ocenki veroyatnostnogo ushcherba ot vrednogo vozdejstviya vod i ocenki effektivnosti osushchestvleniya preventivnyh vodohozyajstvennyh meropriyatij [Methodology for assessing the probable damage from the harmful effects of water and assessing the effectiveness of the implementation of preventive water management measures]. M.: FGUP «VIEMS», 2005. 154 p. (in Russian).

Runova T.G., Volkova I.N., Nefedova T.G. Territorial'naya organizaciya prirodopol'zovaniya [Territorial organization of nature management]. M.: Nauka, 1993. 208 p. (in Russian).

Rybkina I.D. Territorial'naya organizaciya vodopol'zovaniya v regionah Verhnej Obi: ocenka i prognoz sostoyaniya, problemy i perspektivy razvitiya [Territorial organization of water use in the regions of the Upper Ob: assessment and forecast of the state, problems and development prospects] // *Izvestiya Altajskogo kraevogo otdeleniya RGO* [Bulletin of the Altay Branch of the Russian Geographical Society]. 2020. № 2 (57). P. 5–20. doi: 10.24411/2410-1192-2020-15701

Rybkina I.D., Kurepina N.Yu., Stoyashcheva N.V., Gubarev M.S. Geoinformacionno-kartograficheskoe modelirovanie vodoobespechennosti v celyah vodohozyajstvennoj bezopasnosti i ustojchivogo razvitiya territorij [Geoinformation and Cartographic Modeling of Water Supply for the Purposes of Water Security and Sustainable Development of Territories] // *InterKarto/InterGIS* [InterKarto/InterGIS], 2016. P. 127–134. doi: 10.24057/2414-9179-2016-1-22

Rybkina I.D., Lovckaya O.V., Kurepina N.Yu., Gubarev M.S. Ocenka i prognoz veroyatnostnogo ushcherba naseleniyu i ekonomike ot negativnogo vozdejstviya prirodnih vod v regionah Verhnej Obi (na primere bassejna reki Charysh) [Assessment and forecast of probable damage to the population and economy from the negative impact of natural waters in the regions of the Upper Ob (on the example of the Charysh river basin)] // *Ispol'zovanie i ohrana prirodnih resursov v Rossii* [Use and protection of natural resources in Russia]. 2021. № 4. P. 57–67. (in Russian).

Rybkina I.D., Stoyashcheva N.V., Magaeva L.A., Gubarev M.S.,

Reznikov V.F., Kurepina N.Yu. Ocenka vodoobespechennosti regionov Zapadnoj Sibiri [Estimation of water availability of the regions of Western Siberia] // Fundamental'nye problemy vody i vodnyh resursov: Mater. Mezhdunar. konf. (23–25 sentyabrya 2015 g., Rossiya) [Fundamental problems of water and water resources: Proceed. int. conf. (Sept. 23–25, 2015)]. M., 2015. P. 512–514. (in Russian).

Rybkina I.D., Stoyashcheva N.V., Kurepina N.Yu. Opyt ocenki antropogennoj nagruzki v skhemah kompleksnogo ispol'zovaniya i ohrany vodnyh ob'ektov (na primere Ob'-Irtyskogo bassejna) [Experience in assessing the anthropogenic load in schemes for the integrated use and protection of water bodies (on the example of the Ob-Irtysh basin)] // Vodnoe hozyajstvo Rossii [Water sector of Russia], 2011. №4. P. 42–52. (in Russian).

Stoyashcheva N.V. Ocenka antropogennoj nagruzki na vodnye ob'ekty Zapadnoj Sibiri [Assessment of anthropogenic load on water bodies in Western Siberia]. Regional'naya ekonomika: tekhnologii, ekonomika, ekologiya i infrastruktura: Mater. Mezhdunar. konf. (14–15 oktyabrya 2015 g., Rossiya) [Regional economy: technologies, economics, ecology and infrastructure: Proceed. int. conf. (Oct. 14–15, 2015)]. Kyzyl, 2015. P. 295–297. (in Russian).

Shiklomanov I.A. The dynamics of river water inflow to the Arctic Ocean. The Freshwater Budget of the Arctic Ocean. Dordrecht. The Netherlands, Kluwer Academic Publishers, 2000. P. 281–297.

GIS-SUPPORT FOR THE SUSTAINABLE DEVELOPMENT OF THE UPPER OB REGIONS FOR THE PURPOSE OF ASSESSING THE WATER SUPPLY SITUATION

N.Yu. Kurepina, I.D. Rybkina

Institute of Water and Environmental Problems, SB RAS, Barnaul,

E-mail: nyukurepina@mail.ru; irina.rybkina@mail.ru

GIS support is an integral part of the sustainable development of regions. In the Upper Ob basin, the sustainable development of territories is largely determined by the rational use of water resources and the current state of the water management. Geoinformation-cartographic modeling is one of the effective methods for studying and assessing the water management situation, which makes it possible to visually display: the spatial and temporal dynamics of ongoing events, quantitative and qualitative characteristics of observed hydrological phenomena, predictive indicators of regional water use systems and practical recommendations for water use management. The Institute for Water and Environmental Problems of the SB RAS performs a wide range of research works in the field of water management, most of which have cartographic support. The Laboratory of Water Resources Management has accumulated significant experience in creating water management maps: water resources, water supply, hydroecological maps and flood situation maps. The paper considers some methodological approaches to the creation of cartographic databases (DB) and geoinformation-cartographic models that

make it possible to visually reflect the results of a regional assessment of the water management situation in the Upper Ob basin in general and in certain key areas in particular. The lack of uniform requirements and methods for creating models required the development of independent GIS projects based on original thematic DB created individually for each research task. In order to implement an integrated approach in solving these problems and cartographic interpretation of water management indicators, it was often necessary to use non-standard author's symbols. Due to this, the final cartographic models made it possible to most fully and visually display the spatial and temporal features of the estimated indicators of the water management situation in the regions of the Upper Ob.

Keywords: water management mapping; cartographic databases; Upper Ob basin; geoinformation and cartographic models; sustainable development.

Received February 26, 2023. Accepted: March 23, 2023

Сведения об авторах

Курепина Надежда Юрьевна – кандидат географических наук, старший научный сотрудник лаборатории водных ресурсов и водопользования Института водных и экологических проблем СО РАН. Россия, 656038, г. Барнаул, ул. Молодежная, д. 1. ORCID: 0000-0001-9871-5976. E-mail: nyukurepina@mail.ru.

Рыбкина Ирина Дмитриевна – доктор географических наук, ведущий научный сотрудник, заведующая лабораторией водных ресурсов и водопользования Института водных и экологических проблем СО РАН. Россия, 656038, г. Барнаул, ул. Молодежная, д. 1. ORCID: 0000-0002-0081-9652. E-mail: irina.rybkina@mail.ru.

Information about the authors

Kurepina Nadezhda Yurievna – PhD in Geography, Senior Researcher of the Laboratory of Water Resources Management of the Institute for Water and Environmental Problems SB RAS. 1, Molodezhnaya St., 656038 Barnaul, Russia. ORCID: 0000-0001-9871-5976. E-mail: nyukurepina@mail.ru.

Rybkina Irina Dmitrievna – Dr. Sc. in Geography, Leading Researcher and Head of the Laboratory of Water Resources Management of the Institute for Water and Environmental Problems SB RAS. 1, Molodezhnaya St., 656038 Barnaul, Russia. ORCID: 0000-0002-0081-9652. E-mail: irina.rybkina@mail.ru.

Раздел 3
Section 3

ЭКОЛОГИЯ. ФЛОРА. ФАУНА
ECOLOGY. FLORA. FAUNA

УДК 574.583

**ХАРАКТЕРИСТИКА ЗООПЛАНКТОНА НА ТРЕХ УЧАСТКАХ
ПЕЛАГИАЛИ ТЕЛЕЦКОГО ОЗЕРА В 2016–2021 ГГ.**

О.С. Бурмистрова

Институт водных и экологических проблем СО РАН, Россия, Барнаул, E-mail: BurmOlga@yandex.ru

В работе приведены сведения о видовом составе, численности и биомассе, а также значения некоторых биоиндикационных индексов для зоопланктона пелагиали глубокого, олиготрофного, горного озера Телецкое за 2016–2021 гг. Пелагический зоопланктон Телецкого озера качественно беден (35 видов и подвигов); высокого уровня развития достигали 12 видов и подвигов зоопланктона. Статистически значимой разницы между числом видов, числом видов в пробе и уровнем количественного развития зоопланктона между исследованными участками не обнаружено. Сезонная динамика количества зоопланктона характеризуется низкими значениями в мае-июне и повышенным развитием в июле-сентябре с пиком численности обычно в августе. По сравнению с исследованиями 1989–1993 гг. и 2002–2005 гг. изменений в качественном и количественном развитии зоопланктона пелагиали не отмечены.

Ключевые слова: зоопланктон; сезонная и межгодовая динамика; горное олиготрофное озеро.

DOI: 10.24412/2410-1192-2023-16903

Дата поступления: 3.04.2023. Принята к печати: 20.04.2023

В горных озерах отчетливо видны последствия местных и региональных экологических изменений [Battarbee et al., 2009]. Из-за экстремальных условий окружающей среды (например, низкая температура и низкий уровень питательных веществ) эти экосистемы быстрее и чувствительнее реагируют на изменения окружающей среды [Tolotti et al., 2006]. Такая чувствительность горных холодноводных озер к различным внешним воздействиям подчеркивалась многими исследователями [Cammарano, Manca, 1997; Holzapfel, Vinebrooke, 2015; Sienkiewicz, Gąsiorowski, 2016; Redmond et al., 2018; Krupa

et al., 2019; Machate et al., 2023]. Наиболее чувствительными индикаторами изменения окружающей среды считаются беспозвоночные животные [Machate et al., 2023]. В связи с этим необходимо проводить регулярные исследования состава и структуры сообществ таких озер, в том числе зоопланктона.

Озеро Телецкое (Алтын-коль), наибольший по объему (41.06 км³) и самый глубокий (средняя глубина 181 м, максимальная 323 м) пресноводный водоем юга Западной Сибири, расположен в северо-восточной части Алтайских гор на высоте 434 м над уровнем моря. Озеро имеет вытянутую

(длина 78.6 км), руслообразную форму (средняя ширина 2.89 км) и состоит как бы из двух частей – южной, меридиональной (47.6 км) и северной, широтной (31.0 км). По строению дна и распределению глубин выделяют два плеса – основной (с глубинами 100–323 м) и мелководный северо-западный от м. Караташ до истока р. Бии (с глубинами 10–40 м) [Селегей, 2011].

Первые сведения о зоопланктоне Телецкого озера приводит Г.О. Сарс [Sars, 1903] на основании 34 проб, отобранных в 1901 г. Сведения о зоопланктоне озера за 1925 год (две пробы) приведены в работе Е.С. Неизвестной-Жадиной [1929]. Следующие исследования проводили: в 1928–1931 гг. В.М. Рылов [1949], в 1936 г. сотрудники Томского государственного университета [Гундризер и др., 1981]. Наиболее регулярные исследования зоопланктона (исследованы вертикальное и горизонтальное распределение) проводили в 1989–1992 и 2001–2005 годах [Зуйкова, 1998; Бурмистрова, 2009; Зуйкова и др., 2009].

Цель данной работы – оценить современные особенности сезонной динамики зоопланктона на трех участках пелагиали Телецкого озера.

Материалы и методы

Так как в период летней стратификации водоема основная часть популяций массовых видов зоопланктона Телецкого озера концентрируется в слое эпилимниона с максимумом в горизонте 0–5 м [Зуйкова, 1998], сбор зоопланктона проводили в поверхностном слое пелагиали Телецкого озера процеживанием 100 л воды через сеть Апштейна или 0–10 м малой сетью

Джеди (размер ячеи 62×62 мкм). Пробы фиксировали четырехпроцентным формалином. Для данной работы определены и проанализированы пробы на трех пунктах пелагиали озера (самый юг меридиональной части – напротив впадения р. Чулышман, стык меридиональной и широтной – напротив п. Яйлю и в широтной части – у п. Артыбаш) в течение вегетационного сезона (3–4 раза) в 2016–2021 гг. (всего для анализа использовалось 59 проб).

Для идентификации таксономического состава трех групп зоопланктона и подсчета численности, пробы анализировали в камере Богорова с помощью МБС-10 (учет численности Cladocera, Copepoda и крупных Rotifera), а затем с помощью микроскопа Nikon Eclipse 80i (таксономическое определение, учет численности мелких форм Rotifera). Определение зоопланктона проводили в основном по «Определителю зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России» [2010]. Численность популяций Copepoda рассчитывали с учетом науплиусов и копеподитов. Биомассу особей зоопланктона рассчитывали по формулам связи массы с длиной тела [Балушкина, Винберг, 1979]. При расчете индексов, значения численности и биомассы ювенильных стадий Copepoda и подвидов Rotifera учитывали как отдельный вид.

Статистическая обработка данных проводилась при помощи программного обеспечения Past version 4.0. Для сравнения видового состава зоопланктона по месяцам и участкам пелагиали озера был использован метод невзвешенного попарного среднего – (UPGMA), в качестве мер сходства сообществ использовали тра-

диционно применяемый в экологии количественный индекс Брэя-Кёртиса. Так как распределение в выборках не всегда соответствовало закону нормального распределения или средняя арифметическая величина была нетипичной, средние значения групп представлены в виде медианы и интерквартильного размаха (25-й и 75-й процентиля), а для анализа данных использовали непараметрические методы. Статистическую значимость межгрупповых различий оценивали с помощью рангового анализа вариаций по критерию Краскала-Уоллиса, с последующим попарным сравнением с помощью критерия Данна. Статистически значимыми считались различия между выборками при $p < 0.05$.

Результаты

Видовой состав зоопланктона. Пелагический зоопланктон Телецкого озера качественно беден. В течение шести лет исследования обнаружено 33 вида (35 с подвидами) зоопланктона. По числу видов преобладали Rotifera – 19 (21), обнаружено 8 видов Cladocera и 6 Copepoda. В пелагиали южной части озера (напротив впадения р. Чулышман) в 2016–2021 гг. обнаружено 25 видов и подвинов зоопланктона. Число видов зоопланктона, обнаруживаемых в течение года, в среднем (медиана) составляло 13 видов и подвинов (25% и 75% процентиля: 12.0; 15.2), наибольшее число видов (19) по сравнению с другими годами исследования выявлено в 2016 г. (рис. 1А).

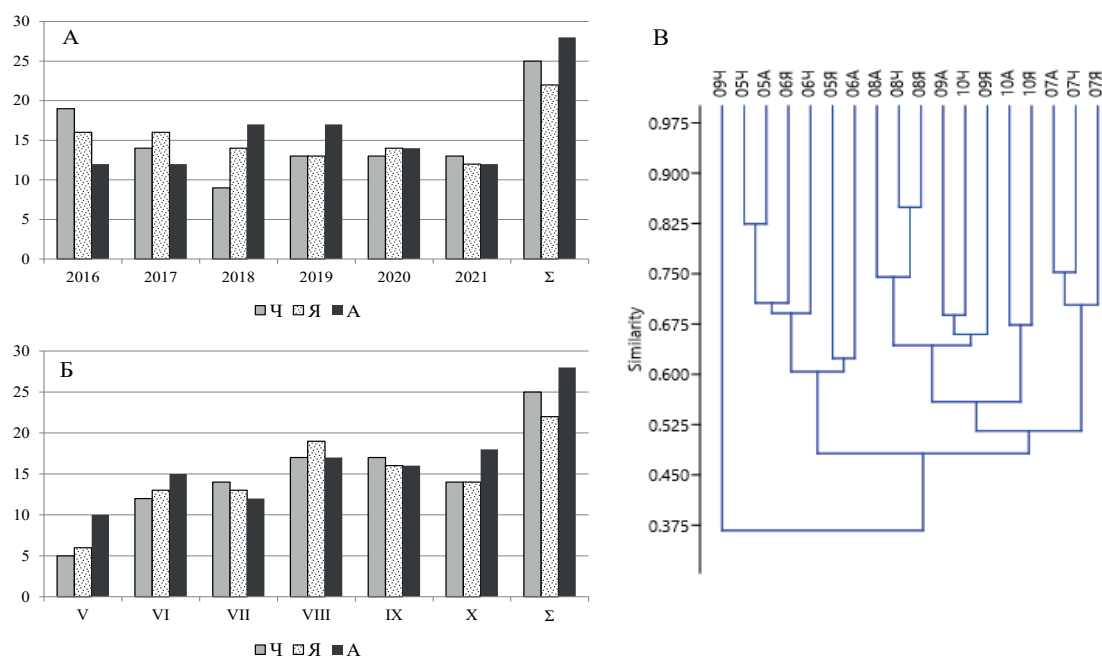


Рис. 1. Межгодовая (А) и сезонная (Б) динамика суммарного числа видов и форм зоопланктона, и дендрограмма иерархической кластеризации (на основе индекса Брея-Кертиса) (В) на разных участках пелагиали Телецкого озера в 2016–2021 гг.

Примечание: римскими цифрами обозначен порядковый номер месяца в году, буквами – пункты исследования (Ч – напротив впадения р. Чулышман, Я – напротив п. Яйлю, А – у п. Артыбаш)

Fig. 1. Interannual (A) and seasonal (B) dynamics (2016–2021) of the total number of zooplankton species and forms; hierarchical cluster dendrogram (based on the Bray-Curtis index) (B) in different pelagial parts of Teletskoye Lake

Note: Roman figures indicate the serial number of a month, letters – study sites (Ч – opposite the Chulyshman River confluence, Я – opposite the Yailyu village, А – near the Artybash village)

В пелагиали озера на стыке широтной и меридиональной частей озера (напротив п. Яйлю) в 2016–2021 гг. найдено 22 вида и подвида. В течение года здесь регистрировали в среднем 14 видов зоопланктона (12.8; 16.0). В широтной части (у п. Артыбаш) отмечено 28 видов и подвигов зоопланктона, в среднем в течение года обнаруживали 13 видов (12.0; 17.0), а также отмечена тенденция к увеличению числа видов зоопланктона в мае – июне и октябре (низкая температура воды) по сравнению с другими участками (рис. 1Б).

В поверхностном слое пелагиали высокого уровня развития (выше 10% относительной численности в пробе) достигали 12 видов и подвигов зоопланктона. Практически во всех пробах доминировали коловратки *Conochilus unicornis* Rousselet, *Keratella cochlearis cochlearis* (Gosse) и *K. c. macracantha* (Lauterborn). Присутствовали в большом количестве и периодически входили в состав доминантов – *Asplanchna priodonta* Gosse, *Kellicottia longispina longispina* Kellicott, *Synchaeta stylata* (Wierzejski), *Polyarthra dolychoptera* Idelson и *Polyarthra luminosa* Kuticova. Ранние стадии развития представителей Copepoda (науплиусы и копеподиты) – *Arctodiaptomus bacilifer* (Koelbel), *Cyclops abyssorum* Sars и *C. strenuus* Fischer, доминировали вместе с коловратками. Массовым видом Cladocera была *Bosmina (Eubosmina) coregoni longispina* Leydig. Среди редко встречающихся (не каждый год) представителей зоопланктона можно отметить крупного рачка *Holopedium gibberum* Zaddach (в основном на юге озера). Разница в видовом составе зоопланктона пелагиали (с учетом относительной

численности вида в пробе) была заметна в разные месяцы и практически отсутствовала на разных участках (рис. 1В). Выделение в отдельную группу сборов зоопланктона напротив впадения р. Чулышман в сентябре 2016 г. связано в основном с большим видовым богатством Cladocera и доминированием *Bosmina (E.) coregoni cf. longispina* (58.7% относительной численности).

Статистически значимой разницы между числом видов зоопланктона в пробе в пелагиали Телецкого озера в разные годы не обнаружено (по критерию Краскела-Уоллиса, табл.), в сезонной динамике отличался май с низким видовым богатством и сентябрь, когда обычно наблюдали большое число видов зоопланктона в пробе (рис. 2).

Количественное развитие. В межгодовом аспекте в 2016–2021 гг. средние значения всех показателей зоопланктона пелагиали Телецкого озера, а также температуры и прозрачности воды, были сходны. Максимальные значения численности (140.3 тыс. экз./м³) зоопланктона отмечены на стыке широтной и меридиональной частей озера в первой декаде августа 2021 г., биомассы – на юге озера (427.01 мг/м³) в начале июля 2019 г.

В пелагиали южной части озера в мае численность зоопланктона низка, в июне большую роль играли Copepoda, в остальное время по численности преобладали Rotifera (рис. 3). Отмечали сентябрьский пик численности Cladocera, которых в остальное время было мало. На стыке широтной и меридиональной частей озера (напротив п. Яйлю), основная доля в численности также принадлежала Rotifera, только в июле значительную роль играли Copepoda.

Таблица

Оценка различий между выборками с помощью критерия Краскела-Уоллиса

Table

The Kruskal-Wallis test-based estimation of differences between samples

Показатели		Межгодовые		Сезонные	
		H (chi2)	p	H (chi2)	p
Число видов в пробе	S_i	6.37	0.26	22.10	0.0004
	S_{Rot}	5.40	0.35	20.71	0.0007
	S_{Cl}	6.54	0.12	9.21	0.03
	S_{Cop}	1.75	0.71	9.45	0.007
Численность, тыс. экз./м ³	N	6.16	0.29	23.46	0.0003
	N_{Rot}	7.32	0.20	26.67	0.0001
	N_{Cl}	2.54	0.77	30.61	<0.0001
	N_{Cop}	9.02	0.11	12.17	0.033
Биомасса, мг/м ³	B	2.29	0.81	26.92	0.0001
	B_{Rot}	5.26	0.39	24.59	0.0002
	B_{Cl}	1.61	0.90	26.63	0.0001
	B_{Cop}	6.09	0.30	16.11	0.007
Вес, мг	w	8.89	0.11	15.97	0.007
	w_{Rot}	2.30	0.81	2.36	0.80
	w_{Cl}	5.94	0.31	13.13	0.02
	w_{Cop}	8.83	0.12	6.58	0.25
Индекс Шеннона	$H_{(N)}$	15.85	0.007	16.77	0.005
	$H_{(B)}$	6.16	0.29	16.10	0.01
Индекс Пieloу	$E_{(N)}$	13.01	0.02	4.26	0.51
	$E_{(B)}$	12.77	0.03	6.07	0.30
Индекс сапробности		12.58	0.03	28.41	<0.0001

В пелагиали северной (широтной) части озера (у п. Артыбаш) основную роль в численности играли Copepoda, массовое развитие Rotifera отмечено только в августе. У п. Артыбаш в июне численность зоопланктона была чуть выше, чем на дру-

гих участках, что возможно связано с более быстрым прогревом этой части озера из-за небольших глубин, а в июле – ниже, что может быть связано с близко расположенным берегом, где к этому времени развиваются и служат укрытием заросли макрофитов.

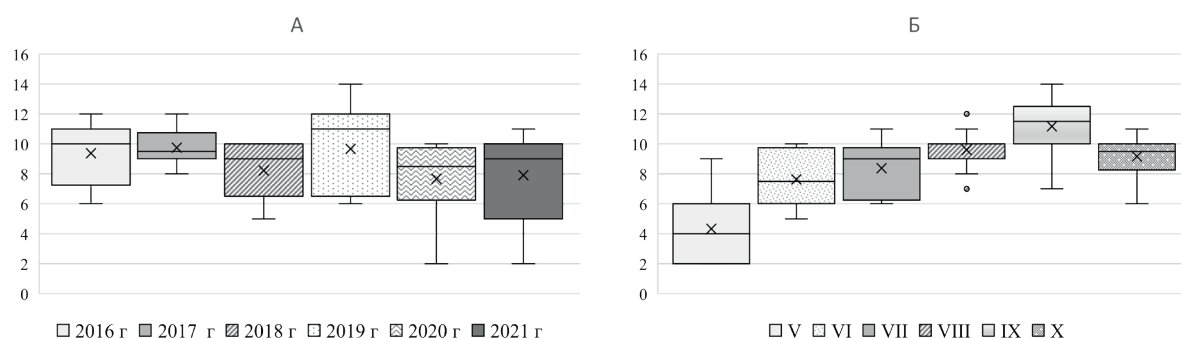


Рис. 2. Межгодовая (А) и сезонная (Б) динамика числа видов зоопланктона в пробе в пелагиали Телецкого озера

Fig. 2. Interannual (A) and seasonal (B) dynamics of species number per sample of zooplankton from the pelagial of Lake Teletskoye

Можно отметить значительное развитие зоопланктона в сентябре у п. Яйлю (основу составляют Rotifera). Общая численность зоопланктона на разных участках пелагиали озера была на одном уровне (среднее по медиане 6.9–12.2).

Несмотря на значительный разброс значений численности зоопланктона в разные годы (рис. 4А), их колебания статистически не значимы (табл.). Сезонная динамика численности зоопланктона пелагиали озера (среднее по участкам) характеризовалась низкими значениями в мае-июне и массовым развитием в июле-сентябре (рис. 4Б). Пик численности зоопланктона в пелагиали озера по среднемесячным данным регистрировали в августе в основном за счет массового развития коловраток.

В пелагиали южной части озера (напротив впадения р. Чулышман) в мае, июне и октябре отмечали малые значения биомассы всех групп зоопланктона (рис. 5). По средним значениям пик биомассы Rotifera и Cladocera приходится на сентябрь, а Copepoda – на июль. Высокие значения биомассы коловраток (393.68 мг/м³) были зарегистрированы в начале июля 2019 г из-за массового развития (86.2% от общей биомассы) крупной *Asplanchna priodonta* (средняя длина особи 400 мкм). В поверхностном слое пелагиали озера напротив п. Яйлю высокие значения (337.14 мг/м³) отмечали в конце июля 2021 г. при массовом развитии копеподитных стадий веслоногих рачков (65.5% от общей биомассы). В это время отмечена высокая температура воды (18.3°C) и не типично массовое развитие водорослей. У п. Артыбаш основу биомассы зоопланктона составляли Copepoda, коловратки и ветвистоусые рачки заметный вклад вносили только в сентябре.

Как общая биомасса зоопланктона, так и биомасса основных групп, в течение исследованных лет держалась примерно на одном уровне (рис. 6А) и ее колебания статистически не значимы (табл.). В сезонной динамике биомассы зоопланктона пелагиали озера (среднее по участкам) не отмечали пика развития, относительно высокие значения регистрировали в июле (за счет массового развития Copepoda), августе (за счет большего вклада Rotifera и Cladocera) и сентябре (когда весомый вклад вносят Cladocera) (рис. 6Б).

Величины средних индивидуальных масс особей в сообществах разных участков пелагиали озера были схожи. В мае и октябре встречали в основном мелкие представители зоопланктона (науплиусы Copepoda и мелкие Rotifera), в июне-июле отмечали самый высокий средний вес особи (что было связано с массовым развитием крупных Copepoda). В разные годы средний вес зоопланктеров в пробе не имеет значимых различий, его низкие значения (средние значения по медиане от 0.004 до 0.007 мг) могут свидетельствовать об экстремальности среды (короткое время для развития, низкие температуры воды, низкие концентрации биогенных веществ).

Индексы видового разнообразия и сапробности. В течение почти всего вегетационного сезона отмечали высокие значения индекса видового разнообразия Шеннона (рис. 7). Только в мае, когда условия обитания неблагоприятны для большинства видов (температура воды 2–5°C), значения индекса Шеннона ниже 2 бит/экз. Индекс выравненности для зоопланктона на разных участках пелагиали озера (0.60–0.68) свидетельствовали о наличии нескольких (но не многих) видов доминантов.

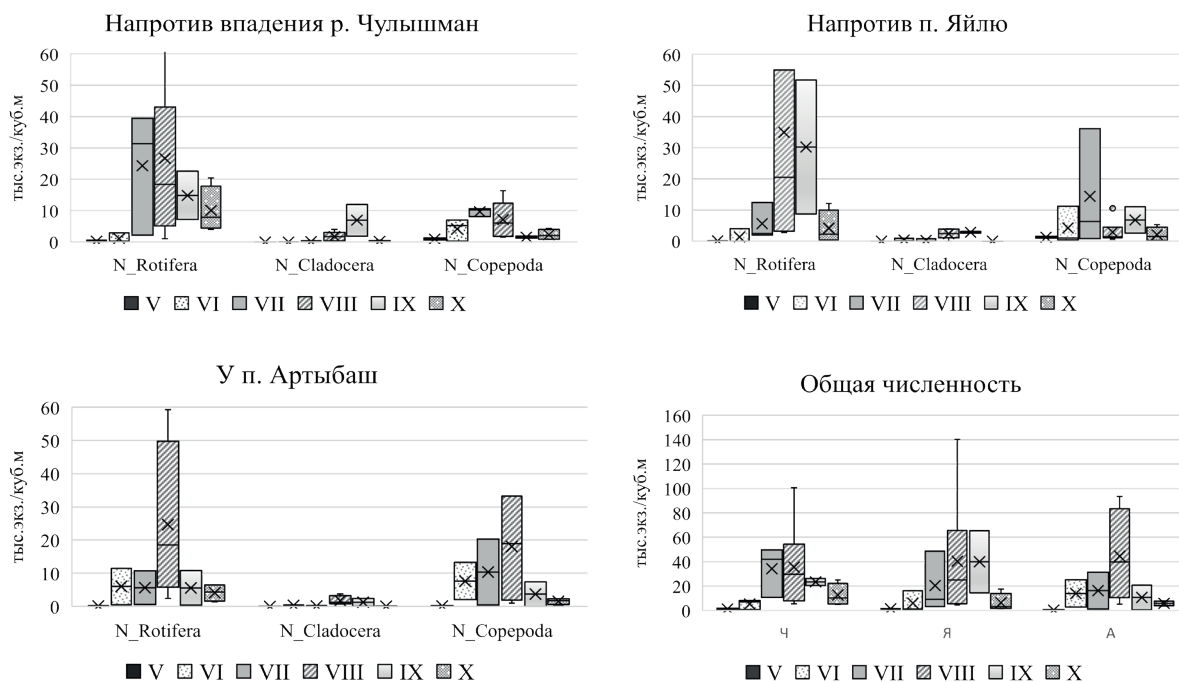


Рис. 3. Сезонная динамика численности зоопланктона на разных участках пелагиали Телецкого озера
Fig. 3. Seasonal dynamics of zooplankton abundance in different parts of the pelagial of Lake Teletskoye

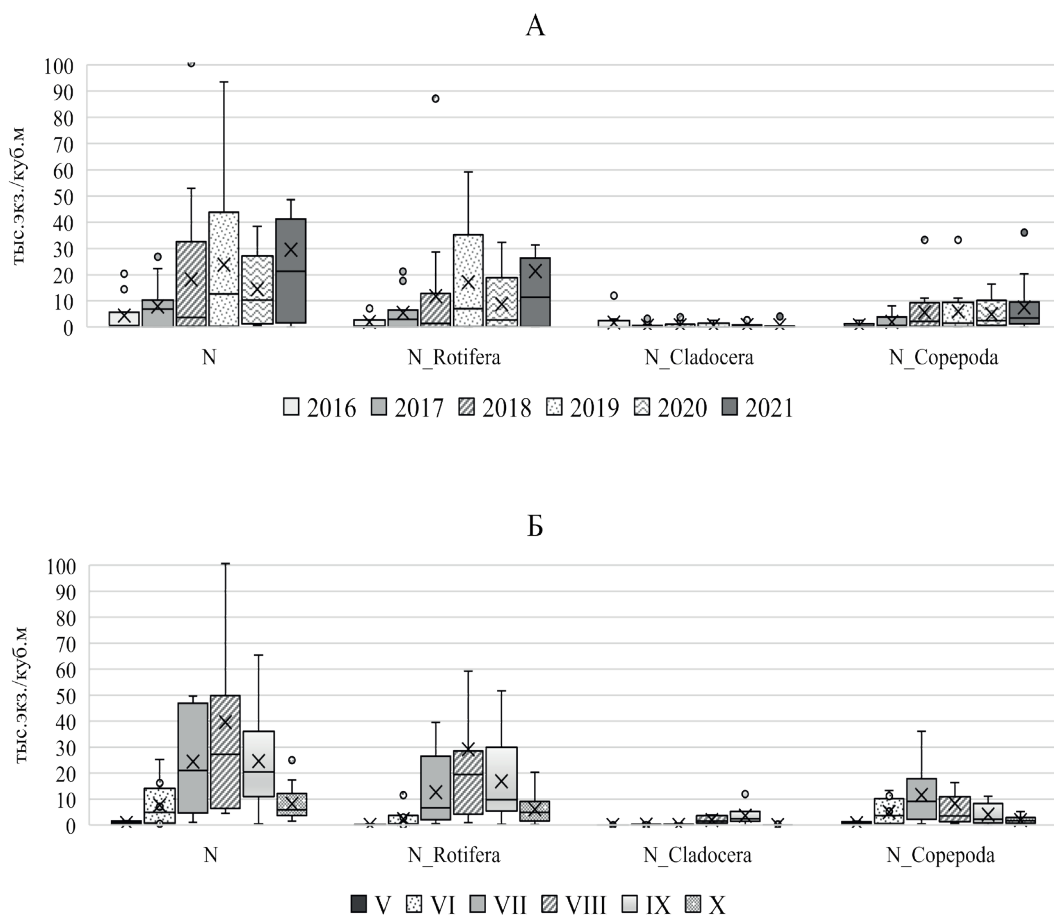


Рис. 4. Межгодовая (А) и сезонная (Б) динамика численности (N) зоопланктона (средняя по участкам)
Fig. 4. Interannual (A) and seasonal (B) dynamics of average number (N) of zooplankton

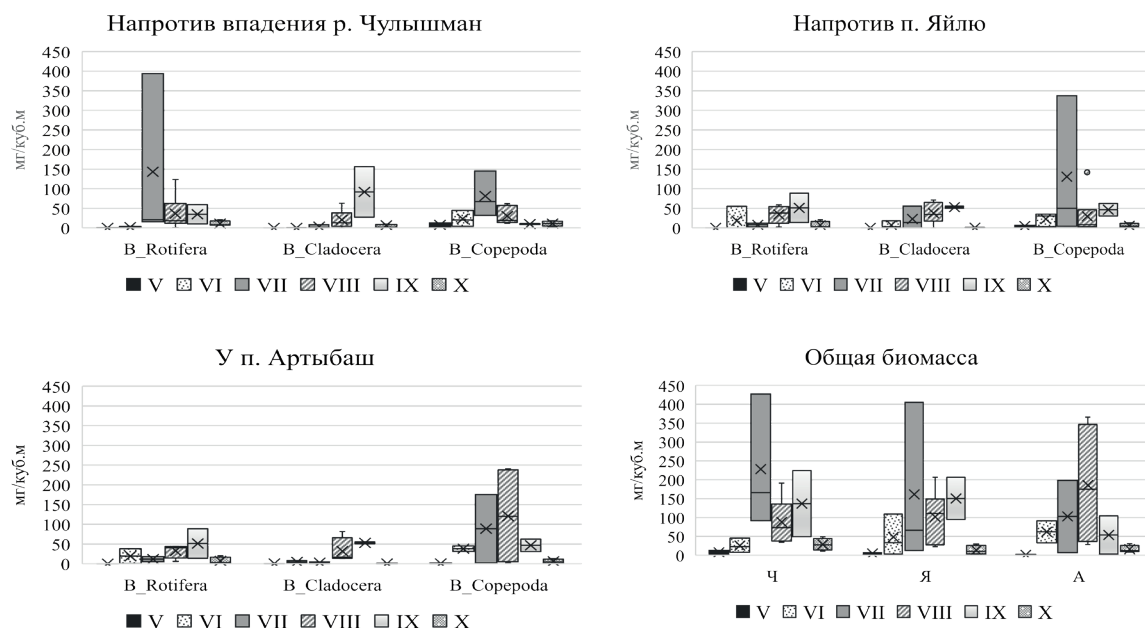


Рис. 5. Сезонная динамика биомассы зоопланктона на разных участках пелагиали Телецкого озера
Fig. 5. Seasonal dynamics of zooplankton biomass in different parts of the pelagial of Lake Teletskoye

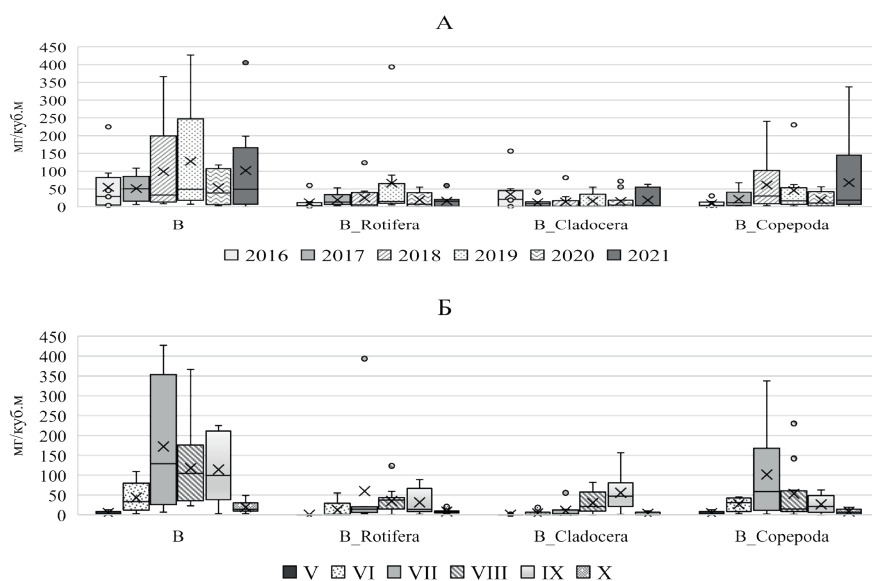


Рис. 6. Межгодовая (А) и сезонная (Б) динамика биомассы зоопланктона (средняя по участкам)
Fig. 6. Interannual (A) and seasonal (B) dynamics of average biomass of zooplankton

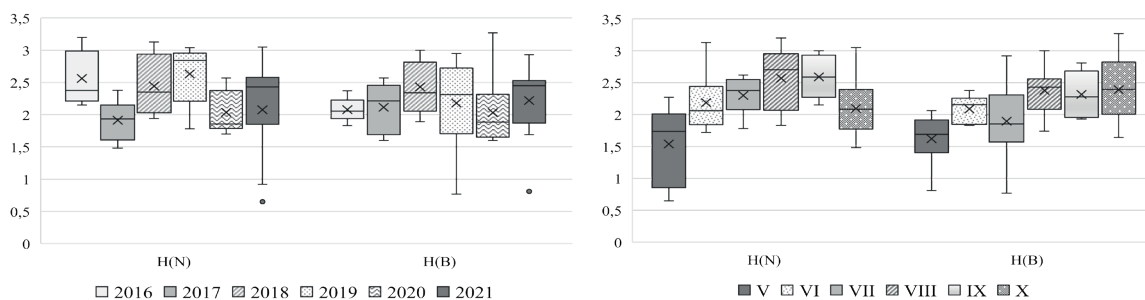


Рис. 7. Межгодовая и сезонная динамика значений индекса Шеннона, рассчитанных по численности (H_N) и биомассе (H_B), для зоопланктона пелагиали Телецкого озера в 2016–2021 гг.
Fig. 7. Interannual and seasonal dynamics (2016–2021) of the Shannon index calculated from abundance (H_N) and biomass (H_B) of zooplankton from the pelagial of Lake Teletskoye

В сезонной динамике выравненность по численности наибольшая (тенденция к доминированию большого числа видов одновременно) в августе и сентябре, выравненность по биомассе наименьшая (тенденция к преобладанию одного-двух более крупных видов) в июле. В течение исследованных лет значения индексов Шеннона и Пиелу оставались в основном на постоянном уровне. Небольшое снижение значений индексов, рассчитанных по численности, отмечено в наиболее теплые 2017 и 2020 годы, а повышение индекса выравненности по биомассе в наиболее холодные 2018 и 2021 годы.

Значения индекса сапробности Пантле и Букк для зоопланктона по исследованным в 2016–2021 гг. участкам пелагиали озера были схожи в разные года, их средние значения (медиана 0.78–0.91) свидетельствовали о бета-олигосапробных условиях. Только у. п. Артыбаш в 2016 и 2017 гг. значения выше (1.13–1.18), чем в другие года на этом участке. В сезонной динамике наименьшие значения индекса на всех участках регистрировали в мае–июне, наибольшие среднемесячные значения индекса в южной части озера отмечали в сентябре (1.27), у п. Яйлю – в августе и сентябре (1.11–1.12), у п. Артыбаш – с августа по октябрь (0.91–1.03). Максимум (1.41) был отмечен в южной части озера в сентябре 2016 г. В соответствии с ГОСТ 17.1.3.07-82 по структурным показателям зоопланктона вода озера относится к I классу – очень чистая.

Обсуждение

В исследованиях 2016–2021 гг. массового развития достигали 12 видов и подви-

дов зоопланктона, что в целом согласуется с данными предыдущих лет (10) [Зуйкова и др., 2009], видовой список доминантов в целом остался прежним. В 2016–2021 гг., как и в предыдущие годы, массовым видом Cladocera была *Bosmina (E.) coregoni cf. longispina*. Такая особенность была указана Е.И. Зуйковой [1998], как отличительная черта видового состава пелагического зоопланктона Телецкого озера. Точный видовой статус этого рачка пока не известен. Первыми исследователями был определен как *Bosmina obtusirostris* G.O. Sars, затем этот вид включили в *Bosmina (Eubosmina) longispina* Leydig, которую на современном этапе выделяют в отдельный морфотип в составе *Bosmina (E.) coregoni* Baird. Но, с точки зрения систематики, вопрос о трактовке выявленных форм *B. coregoni* остается неясным, так как этот род нуждается в ревизии [Коровчинский и др., 2021]. Видовой состав доминантов зоопланктона озера близок к глубоким, олиготрофным озерам северных и горных регионов страны [Глушченко и др., 2009; Собакина, Соломонов, 2013; Кононова и др., 2014; Ермолаева, Бурмистрова, 2017; Сярки, Фомина, 2019; Лоскутова, Кононова, 2022].

По предыдущим данным в сезонной динамике численности зоопланктона в пелагиали Телецкого озера отмечается один пик численности и биомассы, как правило, в августе [Зуйкова и др., 2009]. В 2016–2021 гг. пик численности зоопланктона в пелагиали озера в среднем также регистрировался в августе. Биомасса зоопланктона в среднем (по медиане) была высока с июля по сентябрь. Если средние значения биомассы зоопланктона посчитать по

среднеарифметическим данным (как были указаны в предыдущих исследованиях), то пик биомассы приходился на июль, что согласуется с данными 1989–1993 гг. Можно отметить, что иногда в конце июня–начале июля регистрировали вспышку численности (и соответственно биомассы) зоопланктона за счет взрослых, размножающихся в данный момент *A. bacilifer*. Скорей всего это происходит ежегодно, но длится короткое время и не всегда совпадает со временем отбора проб. Этот факт не сильно влияет на динамику общей численности зоопланктона, так как во второй половине лета массово размножаются все основные группы зоопланктона, и общая численность зоопланктона будет выше, но играет большую роль в понимании сезонной динамики общей биомассы зоопланктона. По сравнению с данными 1989–1992 гг. [Зуйкова и др., 2009] и 2002–2006 гг. значения численности и биомассы (их среднее и размах колебаний), а также соотношение основных групп зоопланктона в количественном развитии зоопланктона, осталось таким же. Небольшие вариации в численности и биомассе зоопланктона, вполне объяснимы сезонными и межгодовыми различиями. Следовательно, сообщество зоопланктона пелагиали Телецкого озера на современном этапе развития находится в стабильном состоянии. Бедность видового состава, сезонная динамика и уровень количественного развития зоопланктона пелагиали Телецкого озера близки к олиготрофным озерам в разных регионах мира [Habdiya et al., 2011;

Собакина, Соломонов, 2013; Tasevska et al., 2017; Литвинчук, 2018].

Восточная часть акватории Телецкого озера входит в состав Алтайского государственного природного заповедника. В западной проходят водные туристические маршруты и экскурсии на теплоходах со стоянками и причалами. В настоящее время поток туристов увеличивается, а при особой чувствительности горных озер к внешним воздействиям, необходимо иметь представление о происходящих изменениях качественных и количественных характеристик водных сообществ и, соответственно, продолжать исследования биоты озера.

Заключение

Таким образом, развитие зоопланктона в поверхностном слое пелагиали Телецкого озера в 2016–2021 гг. качественно (12 массовых видов) и количественно не высокое – численность 8.5 тыс. экз./м³ (3.0; 27.3), биомасса 34.59 мг/м³ (12.49; 108.76), в сезонном аспекте отмечается один пик численности зоопланктона (обычно август). Структура зоопланктона характеризуется достаточно высокими значениями видового разнообразия по индексу Шеннона – 2.27 бит/экз. (1.85; 2.60) относительно высокой выравненностью – 0.65 (0.54; 0.74). Значения индекса сапробности Пантле и Букк – 0.89 (0.43; 1.08), свидетельствовали о бета-олигосапробных условиях. По сравнению с предыдущими годами исследования в 1989–1993 гг. и 2002–2005 гг. изменений в качественном и количественном развитии зоопланктона пелагиали не отмечены.

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The author declare that he has no conflict of interest.

Автор благодарит к.б.н. Е.Ю. Митрофанову за помощь при выполнении полевых работ. Работа выполнена в рамках государственного задания ИВЭП СО РАН (проект «Исследование разнообразия и структурно-функциональной организации водных экосистем для сохранения и рационального использования водных и биологических ресурсов Западной Сибири»).

Список литературы

Балушкина Е.В., Винберг Г.Г. Зависимость между массой и длиной тела у планктонных животных // Общие основы изучения водных экосистем. Л., 1979. С. 169–172.

Бурмистрова О.С. Зоопланктон разнотипных водных экосистем бассейна Верхней Оби: Автореф дис... канд. биол. наук. Новосибирск, 2009. 19 с.

Глущенко Л.А., Дубовская О.П., Иванова Е.А., Шулепина С.П., Зуев И.В., Агеев А.В. Гидробиологический очерк некоторых озер горного хребта Ергаки (Западный Саян) // Журнал СФУ. Биология. 2009. № 3. С. 355–378. doi. 10.17516/1997-1389-0235

Гундризер А.Н., Иоганзен Б.Г., Кафанова В.В., Кривошеков Г.М. Рыбы Телецкого озера. Новосибирск: Наука, 1981. 160 с.

Ермолаева Н.И., Бурмистрова О.С. Зоопланктон озера Большое Щучье // Научный вестник Ямало-Ненецкого автономного округа. 2017. № 1(94). С. 15–20.

Зуйкова Е.И. Видовая структура и горизонтальное распределение зоопланктона Телецкого озера // Сибирский экологический журнал. 1998. № 5. С. 467–476.

Зуйкова Е.И., Шевелева Н.Г., Евстигнеева Т.Д. Сезонная и межгодовая динамика зоопланктона Телецкого озера // Биология внутренних вод. 2009. № 3. С. 47–60.

Кононова О.Н., Дубовская О.П., Фефилова Е.Б. Зоо- и некрозоопланктон Харбейских озер Большеземельской тундры (по исследованиям 2009–2012 годов) // Журнал СФУ. Биология. 2014. № 3. С. 303–327.

Коровчинский Н.М., Котов А.А., Синёв А.Ю., Неретина А.Н., Гарибян П.Г. Ветвистые ракообразные (Crustacea: Cladocera) Северной Евразии. Т.2. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2021. 544 с.

Литвинчук Л.Ф. Особенности зоопланктона горных и равнинных водоемов северо-западной Индии // Труды Зоологического института РАН. 2018. Т. 322, № 1. С. 66–83. doi. 10.31610/trudyzin/2018.322.1.66

Лоскутова О.А., Кононова О.Н. Зообентос и зоопланктон предгорных озёр Приполярного Урала // Теоретическая и прикладная экология. 2022. № 2. С. 56–62. doi. 10.25750/1995-4301-2022-2-056-062

Неизвестнова-Жакина Е.С. К изучению микрофауны р. Оби и ее бассейна // Известия ГГИ. 1929. Т. 25. С. 59–70.

Определитель зоопланктона и зообентоса пресных вод Европейской России. Т.1. Зоопланктон / Ред. В.Р. Алексеева, С.Я. Цалолихина. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2010. 495 с.

Рылов В.М. Зоопланктон Телецкого озера // Труды Зоолог. ин-та АН СССР. 1949. Т. 7. С. 213–258.

Селегей В.В. Телецкое озеро: очерки истории: в 3 кн. Барнаул: Пять плюс, 2011. Кн. 3. 244 с.

Собакина И.Г, Соломонов Н.М. К изучению зоопланктона озера Большое Токко // Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований. 2013. № 8, Ч. 2. С. 180–182.

Сярки М.Т., Фомина Ю.Ю. Зоопланктон Онежского озера, его Центрального плеса и залива Большое Онего в различные по температурному режиму годы // Труды КарНЦ РАН. 2019. № 9. С. 104–115.

Battarbee R.W., Kernan M., Rose N. Threatened and stressed mountain lakes of Europe: Assessment and progress // Aquatic Ecosystem Health & Management. 2009. Vol. 12, no. 2. P. 118–128. doi. 10.1080/14634980902905742

Cammarano P., Manca M. Studies on zooplankton in two acidified high mountain lakes in the Alps // Hydrobiologia. 1997. Vol. 356. P. 97–109. doi. 10.1023/A:1003179314456

Habdija I., Prime B., Špoljar M., Perić M. Ecological determinants of rotifer vertical distribution in a coastal karst lake (Vrana Lake, Cres Island, Croatia) // Biologia. 2011. Vol. 66. P. 130–137. doi. 10.2478/s11756-010-0144-1

Holzapfel A.M., Vinebrooke R.D. Environmental warming increases invasion potential of alpine lake communities by imported species // Global Change Biology. 2005. Vol. 11. P. 2009–2015. doi. 10.1111/j.1365-2486.2005.001057.x

Krupa E.G., Barinova S.S., Romanova S.M. Zooplankton Size Structure in the Kolsay Mountain Lakes (Kungei Alatau, Southeastern Kazakhstan) and Its Relationships with Environmental Factors // Water Resources. 2019. Vol. 46, no. 3. P. 403–414. doi. 10.1134/s0097807819030126

Machate O., Schmelle D.S., Schulze T., Brack W. Review: mountain lakes as freshwater resources at risk from chemical pollution // Environmental Sciences Europe. 2023. Vol. 35, no. 3. doi. 10.1186/s12302-022-00710-3

Redmond L.E., Loewen C.J.G., Vinebrooke R.D. A Functional Approach to Zooplankton Communities in Mountain Lakes Stocked With Non-Native Sportfish Under a Changing Climate // Water Resources Research. 2018. Vol. 54, no. 3. P. 2362–2375. doi:10.1002/2017wr021956

Sars G.O. On the Crustacean fauna of Central Asia. Part III. Copepoda and Ostracoda. With Appendix: Local faunae of Central Asia // Ежегодный зоологический музей Императорской академии наук в Санкт-Петербурге. 1903. Vol. 8, no. 2. С. 195–264.

Sienkiewicz E., Gąsiorowski M. The effect of fish stocking on mountain lake plankton communities identified using palaeobiological analyses of bottom sediment cores // Journal of Paleolimnology. 2016. Vol. 55. P. 129–150. doi. 10.1007/s10933-015-9870-2

Tasevska O., Špoljar M., Gušeska D., Kostoski G., Patceva S., Veljanoska-Sarafiloska E. Zooplankton in Ancient and Oligotrophic Lake Ohrid (Europe) in Association with Environ-

mental Variables // Ribarstvo. 2017. Vol. 75. P. 128–141. doi. 10.1515/cjf-2017-0013

Tolotti M., Manca M., Angeli N., Morabito G., Thaler B., Rott E., Stuchlik E. Phytoplankton and Zooplankton Associations in a Set of Alpine High Altitude Lakes: Geographic Distribution and Ecology // *Hydrobiologia*. 2006. Vol. 562, no. 1. P. 99–122. doi. 10.1007/s10750-005-1807-8

References

Balushkina, E.V., Vinberg G.G. Zavisimost' mezhdu massoj i dlinoj tela u planktonny'x zhivotny'x [Relationship between body weight and body length in planktonic animals] // *Obshhie osnovy' izucheniya vodny'x e'kosistem* [General principles of the study of aquatic ecosystems]. L. 1979. P. 169–172. (In Russian).

Burmistrova O.S. Zooplankton raznotipny'x vodny'x e'kosistem bassejna Verxnej Obi [Zooplankton of diverse aquatic ecosystems of the Upper Ob basin]: Sammary of PhD (Cand. of Biol.) thesis. Novosibirsk, 2009. 19 p. (In Russian).

Ermolaeva N.I, Burmistrova O.S. Zooplankton ozera Bol'shoe Shhuch'e [Zooplankton of Bolshoe Shchuchye Lake] // *Nauchny'j vestnik Yamalo-Neneczkogo avtonomnogo okrug* [Scientific Bulletin of the Yamalo-Nenets Autonomous Okrug]. 2017. No. 1(94). P. 15–20. (In Russian).

Glushhenko L.A., Dubovskaya O.P., Ivanova E.A., Shulepina S.P., Zuev I.V., Ageev A.V. Gidrobiologicheskij ocherk nekotory'x ozer gornogo xrebtu Ergaki (Zapadny'j Sayan) [Hydrobiologic Survey of Some Lakes of Mountain Range Ergaki (West Sayan)] // *Zhurnal SFU. Biologiya* [Journal of Siberian Federal University. Biology]. 2009. No. 3. P. 355–378. doi. 10.17516/1997-1389-0235 (In Russian).

Gundrizer A.N., Ioganzen B.G., Kafanova V.V., Krivoshekov G.M. Ry'by' Teleczkogo ozera [Fish of Lake Teletskoye]. Novosibirsk: Nauka, 1981. 160 p. (In Russian).

Kononova O.N., Dubovskaya O.P., Fefilova E.B. Zoo- i nekrozooplankton Xarbejskix ozer Bol'shezemel'skoj tundry' (po issledovaniyam 2009-2012 godov) [Zooplankton and Dead Zooplankton in Kharbeyskie Lakes of Bolshezemelskaya Tundra (Period From 2009 to 2012)] // *Zhurnal SFU. Biologiya* [Journal of Siberian Federal University. Biology]. 2014. No. 3. P. 303–327. (In Russian).

Korovchinsky N.M., Kotov A.A., Sinev A.Yu., Neretina A.N., Garibyan P.G. Vetrivostnye rakoobraznye (Crustacea: Cladocera) Severnoj Evrazii [Cladocerans (Crustacea: Cladocera) of Northern Eurasia]. T.2. M.: Tovarishestvo nauchnyh izdanij KMK, 2021. 544 p. (In Russian).

Litvinchuk L.F. Osobennosti zooplanktona gorny'x i ravninny'x vodoemov severo-zapadnoj Indii [Features of zooplankton of mountain and lowland reservoirs of northwestern India] // *Trudy' Zoologicheskogo instituta RAN* [Proceedings of the Zoological Institute of the Russian Academy of Sciences]. 2018. Vol. 322, no. 1. P. 66–83. doi. 10.31610/trudyzin/2018.322.1.66 (In Russian).

Loskutova O., Kononova O. Zoobentos i zooplankton predgorny'x ozyor Pripolyarnogo

Urala [Zoobenthos and zooplankton of the foothill lakes of Subpolar Urals] // *Teoreticheskaya i prikladnaya e'kologiya* [Theoretical and Applied Ecology]. 2022. No. 2. P. 56–62. doi. 10.25750/1995-4301-2022-2-056-062. (In Russian).

Neizvestnova-Zhadina E.S. K izucheniyu mikrofauny` r. Obi i ee bassejna [On the study of the microfauna of the Ob River and its basin] // *Izvestiya GGI* [Proceedings of the State Hydrological Institute]. 1929. Vol. 25. P. 59–70. (In Russian).

Opredelitel` zooplanktona i zoobentosa presny`x vod Evropejskoj Rossii [Zooplankton Determinant of zooplankton and zoobenthos of fresh waters of European Russia. V. 1. Zooplankton] / Ed. V.R. Alekseev, S.Ya. Tsalolikhin. M.: *Tovarishhestvo nauchny`x izdanij KMK*, 2010. 495 p. (In Russian).

Rylov V.M. Zooplankton Teleczkogo ozera [Zooplankton of Teletskoye Lake] // *Trudy` Zoolog. in-ta AN SSSR* [Proceedings of Zoologist. Institute of the USSR Academy of Sciences]. 1949. Vol. 7. P. 213–258. (In Russian).

Selegej V.V. Teleczkoe ozero: ocherki istorii: v 3 kn. [Teletskoye Lake: essays on history: in 3 books]. Barnaul: *Five Plus*, 2011. Book 3. 244 p. (In Russian).

Sobakina I.G, Solomonov N.M. K izucheniyu zooplanktona ozera Bol`shoe Tokko [On the study of zooplankton of Lake Bolshoe Tokko] // *Mezhdunarodny`j zhurnal prikladny`x i fundamental`ny`x issledovaniy* [International Journal of Applied and Fundamental Research]. 2013. No. 8, Is. 2. P. 180–182. (In Russian).

Syarki M.T., Fomina Yu.Yu. Zooplankton Onezhskogo ozera, ego Central`nogo plesa i zaliva Bol`shoe Onego v razlichny`e po temperaturnomu rezhimu gody` [Zooplankton of Lake Onega, its Central ples and the Bolshoe Onego Bay in years of different temperature conditions] // *Trudy` KarNCz RAN* [Proceedings of the KarSC RAS]. 2019. No. 9. P. 104–115. (In Russian).

Zujkova E.I. Vidovaya struktura i gorizontal`noe raspredelenie zooplanktona Teleczkogo ozera [Species structure and horizontal distribution of zooplankton of Lake Teletskoye] // *Sibirskij e'kologicheskij zhurnal* [Siberian Journal of Ecology]. 1998. No. 5. P. 467–476. (In Russian).

Zujkova E.I., Sheveleva N.G., Evstigneeva T.D. Sezonnaya i mezhgodovaya dinamika zooplanktona Teleczkogo ozera [Seasonal and interannual dynamics of zooplankton of Lake Teletskoye] // *Biologiya vnutrennix vod* [Inland Water Biology]. 2009. No. 3. P. 47–60. (In Russian).

Battarbee R.W., Kernan M., Rose N. Threatened and stressed mountain lakes of Europe: Assessment and progress // *Aquatic Ecosystem Health & Management*. 2009. Vol. 12, no. 2. P. 118–128. doi. 10.1080/14634980902905742

Cammarano P., Manca M. Studies on zooplankton in two acidified high mountain lakes in the Alps // *Hydrobiologia*. 1997. Vol. 356. P. 97–109. doi. 10.1023/A:1003179314456

Habdija I., Primc B., Špoljar M., Perić M. Ecological determinants of rotifer vertical distribution in a coastal karst lake (Vrana Lake, Cres Island, Croatia) // *Biologia*. 2011. Vol. 66. P. 130–137. doi. 10.2478/s11756-010-0144-1

Holzapfel A.M., Vinebrooke R.D. Environmental warming increases invasion potential of alpine lake communities by imported species // *Global Change Biology*. 2005. Vol. 11. P. 2009–

2015. doi. 10.1111/j.1365-2486.2005.001057.x

Krupa E.G., Barinova S.S., Romanova S.M. Zooplankton Size Structure in the Kolsay Mountain Lakes (Kungei Alatau, Southeastern Kazakhstan) and Its Relationships with Environmental Factors // *Water Resources*. 2019. Vol. 46, no. 3. P. 403–414. doi. 10.1134/s0097807819030126

Machate O., Schmelle D.S., Schulze T., Brack W. Review: mountain lakes as freshwater resources at risk from chemical pollution // *Environmental Sciences Europe*. 2023. Vol. 35, no. 3. doi. 10.1186/s12302-022-00710-3

Redmond L.E., Loewen C.J.G., Vinebrooke R.D. A Functional Approach to Zooplankton Communities in Mountain Lakes Stocked With Non-Native Sportfish Under a Changing Climate // *Water Resources Research*. 2018. Vol. 54, no. 3. P. 2362–2375. doi:10.1002/2017wr021956

Sars G.O. On the Crustacean fauna of Central Asia. Part III. Copepoda and Ostracoda. With Appendix: Local faunae of Central Asia // *Ezhegodnyj zoologicheskij muzej Imperatorskoj akademii nauk v Sankt-Peterburge* [Annuaire du Musée Zoologique de l'Académie Impériale des Sciences de St.-Petersbourg]. 1903. Vol. 8, no. 2. P. 195–264.

Sienkiewicz E., Gąsiorowski M. The effect of fish stocking on mountain lake plankton communities identified using palaeobiological analyses of bottom sediment cores // *Journal of Paleolimnology*. 2016. Vol. 55. P. 129–150. doi. 10.1007/s10933-015-9870-2

Tasevska O., Špoljar M., Gušeska D., Kostoski G., Patceva S., Veljanoska-Sarafileoska E. Zooplankton in Ancient and Oligotrophic Lake Ohrid (Europe) in Association with Environmental Variables // *Ribarstvo*. 2017. Vol. 75. P. 128–141. doi. 10.1515/cjf-2017-0013

Tolotti M., Manca M., Angeli N., Morabito G., Thaler B., Rott E., Stuchlik E. Phytoplankton and Zooplankton Associations in a Set of Alpine High Altitude Lakes: Geographic Distribution and Ecology // *Hydrobiologia*. 2006. Vol. 562, no. 1. P. 99–122. doi. 10.1007/s10750-005-1807-8

ZOOLANKTON CHARACTERISTICS IN THREE SITES OF THE PELAGIAL OF LAKE TELETSKOYE (2016–2021)

O.S. Burmistrova

Institute for Water and Environmental Problems SB RAS, Barnaul, E-mail: BurmOlga@yandex.ru

The paper presents the information (2016–2021) on zooplankton species composition, its abundance and biomass, including some related indices for the pelagial of deep oligotrophic mountain lake Teletskoye. The number of zooplankton species was low (35 species and subspecies); only 12 species and subspecies were abundant. Statistically significant difference between the number of species, the number of species per sample, and between the studied areas was not found. Seasonal dynamics of zooplankton abundance was low in May–June and high in July–September with its peak usually in August. Compared with the previous studies (1989–1993 and 2002–2005), no qualitative and quantitative changes in zooplankton development in the pelagic zone of Lake Teletskoye were noted.

Keywords: zooplankton; seasonal and interannual dynamics; mountain oligotrophic lake.

Received April 3, 2023. Accepted: April 20, 2023

Сведения об авторах

Бурмистрова Ольга Сергеевна — кандидат биологических наук, научный сотрудник лаборатории гидробиологии Института водных и экологических проблем СО РАН. Россия, 656038, г. Барнаул, ул. Молодежная, д. 1. ORCID: 0000-0002-4895-6875. E-mail: BurmOlga@yandex.ru.

Information about the authors

Burmistrova Olga Sergeevna – PhD in Biology, Researcher at the Laboratory of Hydrobiology of the Institute for Water and Environmental Problems SB RAS (IWEP SB RAS). 1, Molodezhnaya St., 656038 Barnaul, Russia. ORCID: 0000-0002-4895-6875. E-mail: BurmOlga@yandex.ru.

УДК 574. 583 (925. 11)

ИЗУЧЕННОСТЬ ЗООПЛАНКТОНА ОЗЕР

ЮГА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Н.И. Ермолаева

Институт водных и экологических проблем СО РАН, Барнаул, E-mail: hope413@mail.ru

Приведен обзор исследований зоопланктона озер на территории юга Западно-Сибирской равнины от южной границы Алтайского края (51°с.ш.) до южной границы Васюганского болота (60°с.ш.). Выделены основные периоды изучения зоопланктона в зависимости от объема и целей проведенных работ. Исследования зоопланктона лимнических систем на территории юга Западно-Сибирской равнины ведутся с XIX века. На начальном этапе были собраны первые отрывочные сведения о составе зоопланктона как крупных, так и малых озер вдоль Транссибирской магистрали и вокруг крупных городов. Целенаправленные исследования сотрудников Томского университета и ряда специализированных рыбохозяйственных организаций на втором и третьем этапах позволили получить более детальные сведения о составе и структуре зоопланктона ряда крупных озёр. Дальнейшая систематизация накопленных данных и углубление исследований позволило более детально изучить закономерности пространственно-временной организации зоопланктона озер в связи с изменчивостью отдельных факторов среды в различных природных зонах и лимнических системах, а также усовершенствовать систему гидробиологического мониторинга водных объектов региона.

Ключевые слова: Юг Западной Сибири; зоопланктон; озера; изученность.

DOI:10.24412/2410-1192-2023-16904

Дата поступления: 5.03.2023. Принята к печати: 19.03.2023

Юг Западной Сибири – территория, в продукции вторичных трофических отличающаяся выраженной зональностью звеньев экосистем и в деструкции и высокой ландшафтно-географической органического вещества.

вариабельностью. Одной из особенностей История исследований зоо-данной территории является обилие планктона на территории Западной озер. В пределах юга Обь-Иртышского Сибири насчитывает более ста лет. Систематизацию накопленных наблюдений бассейна насчитывается более 39 тыс. озер начал еще в 30-х годах XX в. Б.Г. Иогансен с суммарной площадью до 32 тыс. км². [1935а, 1937], неоднократно возвраща-

Зоопланктон – один из важнейших элементов водных экосистем. Он являясь к этому вопросу в своих последующих исторических обзорах [1948, 1962, 1981]. А.Н. Гундризер [1972] также в ряде своих работ обращается к историческому фитопланктона. Также велико его значение анализу гидробиологической изученности

водоемов данного региона. В качестве обобщающего труда необходимо упомянуть книгу А.Н. Гундризера с соавторами [1982], в которой описаны этапы развития гидробиологических работ в Западной Сибири и дана их периодизация с конца XIX в. до конца советского периода. Но зоопланктон в указанных работах упоминается, как правило, только в контексте комплексных исследований, проводимых в первую очередь в рыбохозяйственных целях. История изучения зоопланктона равнинной территории Алтайского края и Барабинской степи в постсоветский период была описана в некоторых диссертационных работах [Веснина, 2003; Визер, 2016].

В связи с вышеизложенным, ограничимся кратким экскурсом в историю с целью охарактеризовать изученность именно зоопланктона, вычленив его из ряда прочих интересных и важных гидробиологических исследований на юге Западной Сибири, а точнее на территории юга Западно-Сибирской равнины от южной границы Алтайского края (51°с.ш.) до южной границы Васюганского болота (60°с.ш.).

История изучения зоопланктона озер

Первые сведения о планктонной фауне озер относятся к 1870 г. [Middendorff, 1870]. С момента основания Томского университета в 1888 г. сотрудники кафедры зоологии начали проводить систематические исследования зоопланктона озер Барабинской и Кулундинской низменности, поймы р. Оби, Горного Алтая. В.П. Аникин [1896, 1898] впервые описал жаброногого рачка *Artemia*

brevicaudata n. sp. в соляных озерах (Мормышанском, Бурлинском), С.И. Залесский в 1900 описал изменение морфометрии *Artemia salina* (Linnaeus, 1758) в зависимости от степени минерализации. В этот же период выполнена инициативная работа А.В. Новикова [1910] по изучению фауны ракообразных зарастающих озер. Г.Э. Иоганзен в 1902 и 1912 гг. провел комплексные гидробиологические сборы на озерах Барабы и Кулунды, которые послужили началом формирования зоологического музея Томского университета [Очерки истории..., 1999]. В 1909 г. Г.Э. Иоганзен и П.Н. Крылов организовали научную экспедицию в Барабинскую степь. В 1911–1912 гг. на Барабинских озерах по заданию Министерства земледелия и государственных имуществ проводил научно-промысловые исследования А.С. Скориков. Однако большинство отчетов осталось в рукописном виде. Ряд гидробиологических работ конца XIX и начала XX в. носит рекогносцировочный характер, поскольку выполнены в рамках обследования территории в период строительства Транссибирской железной дороги. Работы проводились широкомасштабные, комплексные и изучению именно зоопланктона, как правило, не уделялось особого внимания. Определялись и описывались обычно массовые виды или, напротив, работы посвящались описанию отдельных видов, которые привлекли внимание исследователей [Иоганзен, 1958].

После завершения Гражданской войны начался следующий этап

гидробиологического изучения озер юга Западной Сибири, целью которого было наладить рациональную организацию рыбного хозяйства. С 1920 г. Сибирская ихтиологическая лаборатория, которая в 1925 г. была переименована в Сибирскую научную рыбохозяйственную станцию (г. Красноярск), а в 1931 г. преобразована в Западно-Сибирское отделение ВНИОРХ (г. Томск), под руководством А.И. Березовского своими работами заложила основу более детальным научным гидробиологическим исследованиям. Экспедиционные методы исследования в тот период были дополнены организацией постоянных наблюдательных постов. Так, на оз. Чаны проводились круглогодичные наблюдения. К данному периоду относятся работы П.Л. Пирожникова [1928, 1929, 1932], О.С. Зверевой [1927, 1930], А.И. Березовского [1927], В.И. Суздальского [1928, 1931, 1932], в которых содержатся отдельные сведения о зоопланктоне ряда сибирских озер. Отметим круглогодичные наблюдения Г.Д. Дулькейта, В.Н. Башмакова и А.Я. Башмаковой на Барабинских озерах [1935], итогом которых стали данные по биомассе водной растительности, планктона, бентоса и была определена их кормовая ценность для рыб [Гундризер и др., 1982]. Пресноводных ракообразных окрестностей г. Томска изучала Н.А. Голубева [1925]. Зоопланктон гипергалинного озера-курорта Карачи и близ расположенных озер описан в работах М.Д. Рузского [1924, 1936]. Книга П.Л. Пирожникова об озере Сартлан [1929] является первым комплексным гидробиологическим тру-

дом, охватывающим различные биоценозы и их связи друг с другом и с факторами среды, сделана попытка классификации озер с гидробиологической точки зрения. В 1931 г. в Томском университете открыта кафедра ихтиологии и гидробиологии, силами которой было организовано экспедиционное гидробиологическое изучение водоемов Алтая и Барабы [Труды..., 1935; Иоганзен, 1939, 1948; Лаптев, 1946, 1947], а в 1938–1939 гг. впервые проведено круглогодичное исследование биологической продуктивности разнотипных водоемов окрестностей Томска и Новосибирска [Иоганзен, 1934, 1935а, 1935б, 1937; Иоганзен, Петкевич, 1951].

В 30-х годах XX в. также проводились широкомасштабные исследования минерально-сырьевых ресурсов озер юга Западной Сибири. В 1927–1930 гг. в Кулундинской степи сотрудниками Прииртышской соляной экспедиции Комиссии по изучению естественных производительных сил страны (КЕПС) АН СССР выполнялись работы с целью изучения запасов озерной соли и оценки их промышленного освоения. В 1931 г. руководство Запсибкрайисполкома обратилось в Академию наук с предложением организовать комплексное изучение соляных озер Кулундинской степи. Кулундинская комплексная экспедиция Совета по изучению производительных сил (СОПС) АН СССР производила работы в 1931–1934 гг. В отчете О.А. Алекина [1933] содержатся подробные данные о гидрохимических параметрах ряда озер Алтайского края. Б.Л. Исаченко [1935] провел

первые микробиологические исследования хлоридных, сульфатных и содовых озер Кулундинской степи. В печатных работах, опубликованных по материалам экспедиции, содержатся довольно подробные описания флоры и фауны Кучук-Кулундинских минерализованных озер [Гладцин, 1932]. Зоопланктон и бентос Касмалинских и Барнаульских озер в 1930-х годах изучала Л.А. Благовидова [1931], зоопланктон Бурлинских озер – О.С. Зверева [1927, 1930]. О.С. Зверевой принадлежат первые на территории юга Западной Сибири наблюдения и выводы об изменении в видовом составе зоопланктона по мере увеличения солёности воды. В 1939 г. экспедицией Сибирской рыбохозяйственной станции с участием Н.Н. Бобровой и В.Н. Грезе комплексные гидробиологические исследования проведены на Уткульских и Боровских озерах [Грезе, Карпова, 1941; Очерки истории..., 1999]. Однако вновь результаты большинства исследований остались только в рукописном виде.

В послевоенные годы изучение озер проводилось в основном с рыбохозяйственными целями. В 1947 г. было создано Новосибирское отделение ВНИОРХ, силами которого под руководством А.Н. Петкевича был выполнен ряд гидробиологических работ на Барабинских озерах. В 1947–1948 гг. на оз. Сартлан работала комплексная экспедиция Новосибирского государственного медицинского института и Барабинского отделения ВНИОРХ по изучению сартланской болезни. В 1948 г. была издана монография Г.П. Романовой «Продукционно-биологическая характеристика озера Сартлан». Проведены

гидрологические и гидрохимические исследования некоторых крупных озер, интересных в рыбохозяйственном отношении [Гусев, 1948]. По результатам исследований, выполненных Барабинским отделением, также были опубликованы монографии Б.Г. Иоганзена и А.Н. Петкевича «Акклиматизация рыб в Западной Сибири» [1951] и «Рыбное хозяйство Барабинских озер и пути его развития» [1954], в которые вошли и данные по зоопланктону ряда озер.

В 1960-е и 1970-е годы гидробиологические исследования озер Западной Сибири вновь активизировались, поскольку возобновились работы по их рыбохозяйственному освоению. В 1963 г. в Тюмени под руководством А.Н. Петкевича был организован Сибирский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства (впоследствии преобразованный в Сибирский научно-исследовательский и проектно-конструкторский институт рыбного хозяйства – СибрыбНИИпроект) с отделениями в Свердловске, Ханты-Мансийске, Новосибирске, Красноярске, Якутске и Улан-Удэ [Иоганзен, 1981]. Было создано несколько озерных рыбхозов. В системе рыбохозяйственных учреждений в Западной Сибири в этот период работала целая плеяда известных гидробиологов, в том числе специалистов по зоопланктону: Э.П. Битюков [1963], В.Н. Грезе [1950, 1955], И.И. Грезе [1956], Г.П. Романова [1948], С.Н. Уломский [1952, 1956], В.С. Юхнева [1966, 1969] и другие. Ими внесен существенный вклад в изучение планктона разнообразных сибирских водоемов [Гундризер и др., 1982]. Вновь возобновился интерес к сапропелям как к

источнику органического сырья и в ходе комплексных работ на сапропелевых озерах были проведены гидробиологические наблюдения [Дексбах, Анферова, 1968].

Сотрудники кафедры ихтиологии и гидробиологии Томского университета в 1940-х годах XX в. проводили гидробиологическое изучение водоемов Восточного Алтая; в 1950-х годах совместно с Барабинским отделением ВНИОРХ изучали Барабинские озера; в 1960-х годах совместно с лабораторией экологии Томского педагогического института изучали природу поймы Средней Оби. К этому периоду относится ряд работ Б.Г. Иоганзена, как самостоятельных [1951, 1953, 1955, 1956, 1958, 1959, 1962], так и с соавторами [Иоганзен и др., 1951], А.Н. Гундризером [Гундризер, Титова, 1952], В.В. Залозной [Залозная и др., 1971], О.Д. Новиковой [1970, 1971, 1973, 1979а, б, в], Н.А. Прусевичем [1974], А.Н. Петкевичем [1963] и др.

В середине 50-х годов проблемой повышения рыбопродуктивности озер равнинной территории Алтайского края занимался Сибирский научно-исследовательский и проектно-технологический институт животноводства (СибНИИПТИЖ). Зоопланктоном наиболее перспективных в рыбохозяйственном отношении озер (Большой Уткуль, Бахматовское, Бакланье, система Бурлинских озер и др.) занималась сотрудница института З.А. Иванова. В 1958 г. в Алтайском научно-исследовательском институте сельского хозяйства был создан отдел рыбоводства и гидробиологические исследования на водоемах края были

значительно расширены. Результаты многолетних исследований зоопланктона ряда карасево-карповых озер, включающие данные по видовому составу, численности и биомассе, приведены в монографиях З.А. Ивановой [1973, 1981].

В 1968 г. при Томском университете создан НИИ биологии и биофизики, в состав которого входит лаборатория гидробиологии и рыбоводства (руководитель – А.Н. Гундризер). В работах сотрудников данного института содержатся сведения о зоопланктоне ряда озер в бассейне р. Оби [Гундризер, 1972; Иоганзен и др., 1974, 1975].

На протяжении последующего полувека трудами большого количества гидробиологов изучен видовой состав зоопланктона основных рек, водохранилищ, озер и прудов Западной Сибири, исследованы его биомасса и сезонные колебания последней, использование планктона в пищу рыбами и влияние на планктон промышленного и бытового загрязнения водоемов [Кассихина, 1971; Иоганзен и др., 1973; Иоганзен, Фаизева, 1976, 1978].

Небольшое количество имеющихся работ по малым озерам юга Западной Сибири в основном посвящено аспектам питания рыб и касаются массовых видов зоопланктона [Прусевич, 1974; Лоскутова, Соловов, 1975; Ветлугина, 1976; Веснина, 1985, 1988а, б, 1997; Веснина и др., 2012; Визер и др., 1991, 2013]. Более детально обследованы Карасукская [Сипко, 1966, 1982; Волгин, Сипко, 1972], Бурлинская [Биоразнообразие..., 2010; Кириллов и др., 2010] и Чановская [Битюков, 1963; Иванов,

Макарцева, 1982; Визер, 1986, 1989; Тимофеева, 1986; Гундризер и др., 1989; Тимофеева и др., 1991; Ермолаева, Бурмистрова, 2005; Визер и др., 2012; Обзор экологического состояния..., 2015] группы озер и крупные озера, такие как Сартлан [Романова, 1948; Померанцева, 1974; Прусевич, 1980а, б, 1984, 2001а, б; Прусевич, Рудов, 1999; Прусевич и др., 2011; Озеро Сартлан..., 2014] и Убинское [Померанцева, 1973, 1994, 1998; Озеро Убинское..., 1994; Померанцева, Селезнева, 1999]. Данные по зоопланктону отдельных озер юга Западной Сибири содержатся в кратких тезисных сообщениях Р.И. Сецко [1961], В.С. Юхневой [1966, 1969], Н.П. Шеренковой [1966, 1969], которые изучали его как кормовую базу рыб. Возобновлялись и исследования продукционных показателей зоопланктона в связи с ростом интереса к процессам образования и использования сапропелевых залежей в озерах [Фолитарек, 1984].

Довольно значительная сводка по видовому составу зоопланктона ряда малых озер юга Западной Сибири приведена в монографии Н.В. Савченко [1997], однако эти данные не отличаются полнотой, поскольку определялись и подсчитывались только массовые виды. Были сделаны попытки оценить зависимость видового состава и численных характеристик зоопланктона от солености воды [Кассихина, 1969; Федорова, 1972; Ермолаева, Бурмистрова, 2005; Кириллов и др., 2008, 2009], но только на уровне очевидных закономерностей без глубокого анализа вопроса. Выполнена сравнительная оценка структуры зоопланктона в озерах раз-

личных ландшафтных зон [Студеникина, 1981; Савченко и др., 1993; Попов, 1994; Веснина 2003; Ермолаева, 2021]. Проблема трансформации видового зоопланктона при опреснении вод изучалась в системе Верхне-Кулундинских озер после введения в строй Кулундинского магистрального канала [Веснина, 1988б]. Значительное количество работ, в том числе диссертационных исследований, посвящено гипергалинным озерам юга Западной Сибири и вопросам развития в них популяций *Artemia salina* (*parthenogenetica*) (Branchiopoda, Anostraca, Artemiidae) [Веснина, 2008; Ронжина, 2009; Клепиков, 2012; Пермькова, 2012; Козлов, 2015].

К концу XX и к началу XXI в. накоплен значительный материал по видовому составу и количественным характеристикам зоопланктона во множестве озер, как малых, так и крупных, на юге Западной Сибири. В ряде научных работ, в том числе в докторских диссертациях, сделана попытка оценить степень влияния изменения уровня солености на продуктивность озер [Веснина, 2002а, б, 2003; Визер, 2012, 2016; Ермолаева, 2021], проанализировать сезонную и многолетнюю динамику зоопланктона в крупных озерах и в озерных системах, имеющих высокое рыбохозяйственное значение [Федорова, 1973; Визер, 1991, 2008; Веснина, 1999; Биоразнообразие..., 2010; Ермолаева, 2010, 2012].

Заключение

Исследования зоопланктона лимнических систем на территории юга Западно-Сибирской равнины ведутся

с XIX века. На начальном этапе были собраны первые отрывочные сведения о составе зоопланктона как крупных, так и малых озер вдоль Транссибирской магистрали и вокруг крупных городов. Целенаправленные исследования сотрудников Томского университета и нескольких специализированных рыбохозяйственных организаций на втором и третьем этапах позволили получить более детальные сведения о составе и структуре зоопланктона ряда крупных и малых озёр. Тем не менее, несмотря на длительный период исследования, к настоящему моменту сведения о зоопланктоне озерных экосистем юга Западной Сибири, особенно лесостепной и таежной зон, всё же являются разрозненными. В большинстве работ, посвященных изучению зоопланктона водоемов и водотоков юга Западной Сибири, основное внимание уделено его продукционным показателям. Значительный массив накопленных данных и использование современных методов сделало возможным более детально изучить закономерности пространственно-временной организации зоопланктона озер в связи с изменчивостью отдельных факторов среды в различных природных зонах и лимнических системах. Опубликован ряд работ, в которых про-

анализировано влияние климатических параметров, изменения уровня солености, концентрации отдельных ионов и их соотношения, изменения гидрофизических условий и т.д. на перестройку структурно-функциональных связей в зоопланктонном сообществе, на его видовые и количественные характеристики [Ерофеева и др., 1973; Феттер, Ермолаева, 2018; Козлов и др., 2018; Ермолаева и др., 2017–2019]. Однако вопрос выявления закономерностей формирования зоопланктонных сообществ под воздействием внешних факторов, в том числе при росте антропогенного воздействия остается весьма актуальным. Особенности озерных систем юга Западно-Сибирской равнины позволяют проследить совместное действие экологических факторов на биологические компоненты экосистем, в частности на зоопланктон, и выявить наиболее важные из них, что позволит усовершенствовать систему гидробиологического мониторинга водных объектов данного региона, в том числе использовать данные о структурно-функциональных характеристиках зоопланктона малых озер для биоиндикации глобальных изменений окружающей среды, происходящих в современный период.

Конфликт интересов. Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The author declare that he has no conflict of interest.

Список литературы

Алекин О.А. Отчет о работе Алтайской партии лимнологической съемки ГГИ летом 1933 года // Изв. Гос. гидрол. ин-та. 1933. Т. 62. С. 36–38.

Аникин В.П. *Artemia brevicaudata* n. sp. К фауне соляных озер Западной Сибири // Изв. Том. ун-та, 1896. Кн. 10. С. 1–27.

Аникин В.П. Некоторые биологические наблюдения над ракообразными из рода *Artemia* // Изв. Том. ун-та, 1898. Кн. 14. С. 1–103.

Березовский А.И. Рыбное хозяйство на Барабинских озерах и пути его развития. Красноярск: Изд. Барабин. окр. испол. ком., 1927. Сер. А, Вып. 2. С. 1–68.

Биоразнообразие Карасукско–Бурлинского региона (Западная Сибирь) / Ред. Ю.С. Равкин. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 2010. 273 с.

Битюков Э.П. Кормовая база рыб озера Чаны // Развитие озерного рыбного хозяйства Сибири. Новосибирск: РИО СО АН СССР, 1963. С. 23–28.

Благовидова Л.А. Отчет по обследованию озер системы рек Касмалы, Барнаулки и Алея в пределах Мамонтовского, Охотского, Шипуновского и Пospelихинского районов: рукопись. Новосибирск: Запсиб. отд. ВНИОРХ, 1931. 37 с.

Веснина Л.В. Динамика доступного зоопланктона в биологических сезонах года при выращивании пеляди в озере Долгое Алтайского края // Сб. науч.тр. ГосНИОРХ. 1985. Вып. 283. С. 70–74.

Веснина Л.В. Зоопланктон озер Алтайского края и расчет выхода рыбопродукции // Региональное природопользование: проблемы, методология, методы. Барнаул, 1988а. С. 172–174.

Веснина Л.В. Зоопланктон озер Кулундинской системы Алтайского края и его доступность для молоди пеляди: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Иркутск, 1988б. 19 с.

Веснина Л.В. Особенности биоты мезогалинных озер Алтайского края // Биологическая продуктивность водоемов Западной Сибири и их рациональное использование. Новосибирск: Наука, 1997. С. 204–206.

Веснина Л.В. Изменения структурных показателей зоопланктона и зообентоса // Водоемы Алтайского края. Новосибирск: Наука, 1999. С. 78–102.

Веснина Л.В. Зоопланктон озерных экосистем равнины Алтайского края. Новосибирск: Наука, 2002а. 158 с.

Веснина Л.В. Структурно–функциональная характеристика сообщества зоопланктона разнотипных озер Алтайского края // Проблемы гидробиологии Сибири. Томск: ТГУ, 2002б. С. 44–45.

Веснина Л.В. Структура и функционирование зоопланктонных сообществ озерных экосистем юга Западной Сибири: Дис. ... докт. биол. наук. Новосибирск, 2003. 309 с.

Веснина Л.В. Типология соляных артемиевых озер юга Обь–Иртышского междуречья // Современное состояние водных биоресурсов: Матер. Междунар. конф. (Барнаул, 26–28 марта 2008 г.). Новосибирск, 2008. С. 279–282.

Веснина Л.В., Зеленцов Н.В., Рыжакова О.Г. Рыбопродуктивность Бурлинской системы озер и пути ее повышения // Вестн. НГАУ. 2012. № 4 (25). С. 49–56.

Ветлугина Т.Н. Гидробиологическая характеристика оз. Тандово в период его усыхания // Озера срединного региона. Л.: Наука, 1976. С.333–335.

Визер Л.С. Зоопланктон озера Чаны // Экология озера Чаны. Новосибирск: Наука,

1986. С. 105–115.

Визер Л.С. О распределении массовых видов планктонных ракообразных в оз. Чаны по градиенту солености // Экология. 1989. № 4. С. 86–88.

Визер Л.С. Сукцессии основных видов зоопланктона озера Чаны (Западная Сибирь) по градиенту солености // Сиб. биол. журн. 1991. № 1. С. 32–35.

Визер Л.С. Многолетняя динамика зоопланктона озера Чаны (Западная Сибирь, Россия) // Гидробиол. журн. 2008. Т. 44, № 3. С. 3–11.

Визер Л.С. Зоопланктон озера Чаны в условиях аридизации климата // Водные и экологические проблемы Сибири и Центральной Азии: Труды Всерос. науч. конф. с междунар. участием (Барнаул, 20–24 августа 2012 г.). Барнаул, 2012. Т. 2. С. 59–63.

Визер Л.С. Сообщества зоопланктона солоноватых водоемов юга Западной Сибири (на примере Чановской озерной системы): Дис. ... докт. биол. наук. Новосибирск, 2016. 282 с.

Визер Л.С., Воскобойников В.А., Феоктистов М.И. Биологические аспекты эксплуатации оз. Урюм // Рыбопродуктивность озер Западной Сибири. Новосибирск: Наука, 1991. С. 193–198.

Визер Л.С., Наумкина Д.И., Поротникова Л.Л. Современное состояние кормовой базы озера Чаны // Вестн. НГАУ. 2012. № 2. С. 43–48.

Визер Л.С., Прусевич Л.С., Наумкина Д.И. Кормовая база малых озер Новосибирской области // Вестн. НГАУ. 2013. № 2. С. 53–58.

Волгин М.В., Сипко Л.Л. Рыбохозяйственное использование малых озер Карасукской системы // Зоологические проблемы Сибири: Матер. 4 совещ. зоологов Сибири. Новосибирск, 1972. С. 224–225.

Гладцин И.Н. Материалы для изучения оз. Кучук и других минеральных озер Кулундинской степи // Изв. Всесоюз. геологоразвед. объединения. 1932. Вып. 79. С. 1159–1162.

Голубева Н.А. Материал по фауне пресных вод гор. Томска и его ближайших окрестностей // Изв. Том. гос. ун-та. 1925. Т. 75. С. 191–197.

Грезе Б.С., Карпова К.И. О планктоне озера Тургояк // Труды Урал. отд. ВНИОРХ. 1941. Т. 3. С. 175–207.

Грезе В.Н. Зоопланктон водоемов бассейна реки Чульчи // Труды Том. гос. ун-та. 1950. Т. 111. С. 105–112.

Грезе В.Н. Озера Большое и Инголь как среда акклиматизации сиговых // Труды Том. гос. ун-та. 1955. Т. 131. С. 107–129.

Грезе И.И. Гидробиологические условия выращивания сеголетков карпа в прудах Ужурского рыбопитомника // Труды Том. гос. ун-та. 1956. Т. 142. С. 11–118.

Гундризер А.Н. Работа лаборатории гидробиологии и рыбоводства НИИ биологии и биофизики при Томском университете за 1968–1972 гг. // Вопросы развития рыбного хозяйства Сибири. Тюмень, 1972. С. 15–20.

Гундризер А.Н., Иоганзен Б.Г., Кафанова В.В., Петлина А.П. Ихтиология и гидро-биология в Западной Сибири. Томск: ТГУ, 1982. 318 с.

Гундризер А.Н., Иоганзен Б.Г., Кривошеков Г.М., Понько В.А., Феокистов М.И. Рыбохозяйственное освоение озера Чаны в связи с проблемой обводнения // Проблемы развития прудового и озерного рыбоводства Западной Сибири: науч.–техн. бюл. СО ВАСХНИЛ. 1989. Вып. 3/4. С. 19–22.

Гундризер А.Н., Титова С.Д. Гидробиологический и рыбохозяйственный очерк озера Черного (Туганский район Томской области) // Труды Том. гос. ун-та. 1952. Т. 119. С. 105–114.

Гусев А.Г. Гидрологическая и гидрохимическая характеристика озера Чаны, Яркуль и Сартлан // Изв. ВНИОРХ. 1948. Т. 25, вып. 2. С. 149–170.

Дексбах Н.К., Анферова Л.В. Сапропелевые озера окрестностей курорта Карачи Новосибирской области // Труды Свердл. с/х ин-та. 1968. Т. 17. С. 78–85.

Дулькейт Г.Д., Башмаков В.Н., Башмакова Л.Я. Барабинские озера и их рыбное хозяйство // Труды Зап.-Сиб. отд. ВНИОРХ. Томск, 1935. Т. 2. С. 18–148.

Ермолаева Н.И. Пространственное и сезонное изменение структуры зоопланктонных сообществ в малых озерах юга Западной Сибири // Современное состояние водных биоресурсов: Материалы II Междунар. конф. (Новосибирск, 7–9 декабря 2010 г.). Новосибирск: НГАУ, 2010. С. 40–43.

Ермолаева Н.И. Сезонные изменения сообществ Cladocera в озерах различной минерализации Барабинско–Кулундинской озерной провинции (юг Западной Сибири) // Актуальные проблемы изучения ракообразных континентальных вод: Матер. лекций и докл. Междунар. shk.–конф. (Борок, 5–9 ноября 2012 г.). Кострома, 2012. С. 187–189.

Ермолаева Н.И. Факторы пространственно-временной организации сообществ зоопланктона озер юга Западной Сибири: Дис. ... д-ра биол. наук. Новосибирск, 2021. 462 с.

Ермолаева Н.И., Бурмистрова О.С. Влияние минерализации на зоопланктон озера // Сибирский экологический журнал. 2005. Т. 12, № 2. С. 235–247.

Ермолаева Н.И., Зарубина Е.Ю., Кириллов В.В., Безматерных Д.М., Митрофанова Е.Ю., Вдовина О.Н., Винокурова Г.В., Долматова Л.А., Соколова М.И. Факторные характеристики гидробиоценозов озер сухостепной подзоны Обь-Иртышского междуречья // Чтения памяти Владимира Яковлевича Леванидова. 2019. № 8. С. 46–55.

Ермолаева Н.И., Зарубина Е.Ю., Страховенко В.Д., Безматерных Д.М., Овдина Е.А. Роль природно–климатических факторов в формировании потоков автохтонного органического вещества в малых озерах юга Западной Сибири // Пресноводные экосистемы – современные вызовы: Тез. докл. Междунар. конф. (Иркутск, 10–14 сентября 2018 г.). Иркутск, 2018. С. 76–77.

Ермолаева Н.И., Зарубина Е.Ю., Страховенко В.Д., Романов Р.Е., Пузанов А.В., Овдина Е.А. Оценка влияния абиотических факторов на продукцию экосистем малых озер юга Западной Сибири // Органическое вещество и биогенные элементы во внутренних водоемах и морских водах: Труды VI Всерос. симп. с междунар. участием (Барнаул, 28–29 сентября 2017 г.). Барнаул, 2017. С. 78–83.

Ерофеева Г.П., Козлова И.В., Ковалькова М.П. Химизм и кормовые ресурсы заморных солоноватых озер Щучье, Песчаное, Рига // Материалы конф. молодых ученых и специалистов СибрыбНИИпроект. Тюмень, 1973. С. 66–68.

Залесский С.И. О виде *Artemia salina* в озерах Сибири // Журн. Рус. общества охраны народного здоровья. СПб, 1900. № 12. С 1072–1073.

Залозная В.В., Новиков Е.А., Новикова О.Д. К изучению гидробиологии пойменных озер среднего течения реки Оби // Биологические основы рыбохозяйственного использования озерных систем Сибири и Урала. Тюмень: СибНИИРХ, 1971. С. 186–190.

Зверева О.С. Количественный учет и биологические черты зоопланктона озера Чаны // Труды Сиб. ихтиол. лаб. 1927. Ч. II, вып. 4. С. 3–24.

Зверева О.С. Опыт рекогносцировочного обследования озер по Омскому и Славгородскому округам Сибири // Труды Сиб. научн. рыбохоз. станции. Красноярск, 1930. Т. V, вып. 2. С. 1–84.

Иванов Н.М., Макарец Е.С. Зоопланктон // Пульсирующее озеро Чаны. Л.: Наука, 1982. С. 260–272.

Иванова З.А. Карп в прудах Сибири. Новосибирск, 1973. 91 с.

Иванова З.А. Карп Западной Сибири. М.: Легкая и пищевая промышленность, 1981. 95 с.

Иоганзен Б.Г. Опыт сплошного лимнологического исследования водоемов окрестностей Новосибирска // Труды Зап.-Сиб. отд. ВНИОРХ. Томск, 1934. Т. 1. С. 70–92.

Иоганзен Б.Г. Краткий обзор научно-исследовательских работ Западно-Сибирского отделения ВНИОРХа за 1931–1935 гг. // Труды Зап.-Сиб. отд. ВНИОРХ. Томск, 1935а. Т. 2. С. 1–17.

Иоганзен Б.Г. Озеро Ик Северо-Крутинского района Западной Сибири // Изв. Гос. геогр. общ. 1935б. Т. 67, вып. 3. С. 367–376.

Иоганзен Б.Г. Гидробиологические исследования водоемов в окрестностях Новосибирска // Труды Биол. НИИ при ТГУ. 1937. Т. 4. С. 301–304.

Иоганзен Б.Г. О современном состоянии уровня Барабинских озер // Изв. Гос. геогр. о-ва. 1939. Т. 71, вып. 7. С. 1034–1042.

Иоганзен Б.Г. Гидробиологические исследования Западной Сибири // Труды Том. ун-та. 1948. Т. 100. С. 49–89.

Иоганзен Б.Г. Колебания уровня равнинных озер Сибири как причина многолетних изменений состава и численности их рыбного населения // Матер. Второй науч. конф. Том. ун-та. Томск, 1951. С. 118–122.

Иоганзен Б.Г. Рыбохозяйственные районы Западной Сибири и их биолого-промысловая характеристика // Труды Том. гос. ун-та. Сер. биол. Томск, 1953. Т. 125. С. 7–44.

Иоганзен Б.Г. Методы прогнозирования возможного вылова рыбы на основании изучения кормовых ресурсов водоема // Совещание по методам изучения кормовой базы и питания рыб. М.: Изд-во АН СССР, 1955. С. 93–107.

Иоганзен Б.Г. К изучению типов колебания уровня озера Чаны // Труды Том. гос. ун-

та. 1956. Т. 133. С. 55–66.

Иоганзен Б.Г. О постановке комплексных исследований в области рыбного хозяйства Западной Сибири // Вопросы рыбного хозяйства Западной Сибири: материалы 5-го пленума Зап.-Сиб. отд-ния ихтиол. комиссии АН СССР (15–16 мая 1958 г.). Томск, 1958. С. 25–34.

Иоганзен Б.Г. Биологические основы рыбного хозяйства на внутренних водоемах // Биологические основы рыбного хозяйства: Труды Всесоюз. совещ. по биол. основам рыбн. хоз-ва. Томск, 1959. С. 9–30.

Иоганзен Б.Г. Биологические рыбохозяйственные исследования в Сибири // Вопросы ихтиологии. 1962. Т. 2, вып. 1. С. 3–17.

Иоганзен Б.Г. Гидробиологические исследования водоемов Западной Сибири // Очерки по истории гидробиологических исследований в СССР: Труды Всесоюз. гидробиол. о-ва. 1981. № 24. С. 171–184.

Иоганзен Б.Г., Волошина Л.В., Залозная В.В., Новиков Е.А., Новикова О.Д., Колбина М.С. Влияние промышленного загрязнения на биологию водоемов бассейна Средней Оби // Труды НИИ биол. и биофиз. при ТГУ. 1974. Т. 3. С. 56–57.

Иоганзен Б.Г., Долгин В.Н., Залозный Н.А., Залозная В.В., Новиков Е.А., Новикова О.Д., Файзова Л.В. Биоценотические связи гидробионтов озерных водоемов бассейна р. Оби // Круговорот вещества и энергии в озерах и водохранилищах. Лиственничное-на-Байкале, 1973. Т. 1. С. 151–153.

Иоганзен Б.Г., Залозная В.В., Иванова М.А., Медведева Г.В., Новиков Е.А., Новикова О.Д. Гидробиология и продуктивность водоемов бассейна реки Кети // Труды НИИ биол. и биофиз. при ТГУ. 1975. Т. 5. С. 23–50.

Иоганзен Б.Г., Петкевич А.Н. Акклиматизация рыб в Западной Сибири. Новосибирск: Изд-во Главсибрыбпрома, 1951. 204 с.

Иоганзен Б.Г., Петкевич А.Н. Рыбное хозяйство барабинских озер и пути его развития. Новосибирск: Изд-во Бараб. отд-ния ВНИОРХ, 1954. 176 с.

Иоганзен Б.Г., Попов М.А., Якубова А.И. Водоемы окрестностей города Томска // Труды Том. гос. ун-та. 1951. Т. 115. С. 121–190.

Иоганзен Б.Г., Файзова Л.В. О соотношении показателей встречаемости, обилия, и биомассы некоторых гидробионтов // Материалы III съезда ВГБО. Рига, 1976. Т. 3. С. 255–259.

Иоганзен Б.Г., Файзова Л.В. Об определении показателей встречаемости, обилия, биомассы и их соотношения у некоторых гидробионтов // Труды Всесоюз. гидробиол. о-ва. 1978. Т. 22. С. 215–225.

Исаченко Б.Л. Хлоридные, сульфатные и содовые озера Кулундинской степи и биогенные процессы в них // Кулундинская экспедиция АН СССР 1931–1933 гг. М.-Л.: Изд. АН СССР, 1935. Ч.1. С. 153–176.

Кассихина Н.М. Зоопланктон озер с различной соленостью // Рыбное хозяйство водо-

емов южной зоны Западной Сибири. Новосибирск: Зап.-Сиб. кн. изд-во, 1969. С. 130–138.

Кассихина Н.М. Пищевые взаимоотношения промысловых рыб оз. Сартлан // Биологические основы рыбохозяйственного использования озерных систем Сибири и Урала. Тюмень: СибНИИРХ, 1971. С. 176–182.

Кириллов В.В., Безматерных Д.М., Зарубина Е.Ю., Митрофанова Е.Ю., Кириллова Т.В., Ермолаева Н.И., Долматова Л.А., Ким Г.В., Котовщиков А.В., Соколова М.И., Жукова О.Н. Состав и структура экосистем степных озер Алтайского края в 2008 г. // Наука – Алтайскому краю, 2008 год: сб. ст. по результатам НИР, выполненных за счет средств краевого бюджета. Барнаул: Азбука, 2008. Вып. 2. С. 237–254.

Кириллов В.В., Зарубина Е.Ю., Безматерных Д.М., Ермолаева Н.И., Кириллова Т.В., Яныгина Л.В., Долматова Л.А., Котовщиков А.В., Жукова О.Н., Соколова М.И. Сравнительный анализ экосистем разнотипных озер Касмалинской и Кулундинской долин древнего стока // Наука – Алтайскому краю, 2009 г.: сб. науч. ст. по результатам научн.-исслед. работ, выполненных на счет краевого бюджета. Барнаул: Изд-во АлтГТУ, 2009. Вып. 3. С. 311–333.

Кириллов В.В., Зарубина Е.Ю., Котовщиков А.В., Кириллова Т.В., Долматова Л.А., Ермолаева Н.И., Соколова М.И. Состав и структура водных экосистем бассейна реки Бурлы в 2010 г. // Наука - Алтайскому краю 2010 г. Барнаул: «Азбука», 2010. Вып. 4. С. 239–252.

Клепиков Р.А. Цисты рачка *Artemia Leach*, 1819 в гипергалинных озерах Алтайского края: Дис. ... канд. биол. наук. Новосибирск, 2012. 148 с.

Козлов О.В. Трофические связи в монодоминантных планктонных сообществах соленых озер лесостепной зоны Западной Сибири // Актуальные проблемы планктонологии: Тез. докл. II Междунар. конф. (Светлогорск, 14–18 сентября 2015 г.). Калининград, 2015. С. 53–54.

Козлов О.В., Аршевский С.В., Аршевская О.В., Павленко А.В. Гипергалинный лимнопланктон юго-запада Западно-Сибирской равнины // Актуальные проблемы планктонологии: Тез. докл. III Междунар. конф. (Зеленоградск, 24–28 сентября 2018 г.). Калининград, 2018. С. 104–107.

Лаптев И.П. Многолетние колебания в составе и численности ихтиофауны озера Чаны // Уч. зап. Том. ун-та. 1946. № 4. С. 33–53.

Лаптев И.П. Новый прибор для количественного изучения вертикального распределения планктона // Уч. зап. Том. ун-та. 1947. № 7. С. 111–125.

Лоскутова Г.Ф., Соловов В.П. Биоритмы в питании пеляди в водоемах Алтайского края // Сиб. вестн. с/х науки. 1975. № 1. С. 82–85.

Новиков А.В. К фауне ракообразных (Cladocera) зарастающих озер // Дневник XII съезда русских естествоиспытателей и врачей. М.: Тип. Г. Плеснера и Д. Совко, 1910. С. 544–545.

Новикова О.Д. Коловратки и низшие рачки бассейна р. Васюган // Материалы IV

науч. конф. зоол. пед. ин-тов. Горький, 1970. С. 284–285.

Новикова О.Д. К изучению коловраток и низших ракообразных бассейна Средней Оби // Проблемы экологии. Томск: Изд-во ТГУ, 1971. Т. 2. С. 121–137.

Новикова О.Д. Коловратки, ветвистоусые и веслоногие ракообразные бассейна Средней Оби: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Томск, 1973. 21 с.

Новикова О.Д. Зоопланктон бассейна Средней Оби // Вопросы зоологии Сибири. Томск: Изд-во ТГУ, 1979а. С. 10–15.

Новикова О.Д. Новые данные о нахождении некоторых ветвистоусых и веслоногих ракообразных в водоемах бассейна Средней Оби // Новые данные о фауне и флоре Сибири. Томск: Изд-во ТГУ, 1979б. С. 112–113.

Новикова О.Д. Новые данные о нахождении некоторых коловраток в водоемах Средней Оби // Новые данные о фауне и флоре Сибири. Томск: Изд-во ТГУ, 1979в. С. 114–120.

Обзор экологического состояния озера Чаны (Западная Сибирь) / Ред. О. Ф. Васильев, Я. Вейн; СО РАН, Ин-т водных и экологических проблем. Новосибирск: Гео, 2015. 255 с.

Озеро Сартлан (биологическая продуктивность и перспективы рыбохозяйственного использования) / Ред. А.И. Литвиненко, А.А. Ростовцев. Тюмень: ФГУП «Госрыбцентр», 2014. 222 с.

Озеро Убинское (Биологическая продуктивность и перспективы рыбохозяйственного использования) / Ред. Б.Г. Иоганзен, А.А. Ростовцев. СПб.: Изд. ГосНИОРХ, 1994. 144 с.

Очерки истории рыбохозяйственных исследований Сибири (1908–1968) / Ред. В.Н. Лопатин. Новосибирск: Наука, 1999. 354 с.

Пермякова Г.В. Жабронгий рачок *Artemia Leach*, 1819 в гипергалинных озерах Алтая: на примере озера Большое Яровое: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Новосибирск, 2012. 24 с.

Петкевич А.Н. Биологические основы рационального рыбного хозяйства на озерах Барабы и Кулунды // Развитие озерного рыбного хозяйства Сибири. Новосибирск: РИО СО АН СССР, 1963. С. 13–22.

Пирожников П.Л. К вопросу о причинах измельчания рыбы в Барабинских озерах // Бюл. рыбн. хоз-ва. 1928. № 9. С. 5–7.

Пирожников П.Л. К познанию озера Сартлан в лимнологическом, гидробиологическом и рыбохозяйственном отношении // Труды Сиб. науч. рыбохоз. станции. Красноярск, 1929. Т. 4, вып. 2. С. 3–120.

Пирожников П.Л. Исследование и использование водоемов Сибири. М.: Изд-во Сов. Азия, 1932. 173 с.

Померанцева Д.П. Сезонная динамика зоопланктона // Рыбное хозяйство озера Убинского и пути его развития. Новосибирск: Изд-во пед. ин-та, 1973. С. 27–33.

Померанцева Д.П. Рост, развитие и продукция основных видов ветвистоусых ракообразных оз. Сартлан // Гидробиол. журн. 1974. № 6. С. 66–70.

Померанцева Д.П. Зоопланктон озера Убинского // Озеро Убинское (биологическая продуктивность и перспективы рыбохозяйственного использования). СПб.: Изд-во ГосНИОРХ, 1994. С. 48–57.

Померанцева Д.П. Динамика зоопланктона оз. Убинское // Биологическое разнообразие животных Сибири. Томск: ТГУ, 1998. С. 159.

Померанцева Д.П., Селезнева М.В. Экологическая ситуация и кормовая база озера Убинское в современный период // Проблемы и перспективы рационального использования рыбных ресурсов Сибири: Материалы науч.-практ. конф. (Красноярск, 23–26 ноября 1999 г.). Красноярск, 1999. С. 132–137.

Попов Н.Я. Озерный фонд и потенциальные запасы зоопланктона Западно-Сибирской равнины // Экологические проблемы рекультивации озер заморного типа. Тюмень: ТюмГУ, 1994. С. 188–197.

Прусевич Н.А. К гидробиологической характеристике некоторых озер Обь–Кетской поймы // Труды. НИИ биол. и биофиз. при ТГУ. 1974. №. 4. С. 140–142.

Прусевич Л.С. Зоопланктон озера Малый Сартлан и его использование молодью сиговых // Основные направления развития товарного рыбоводства Сибири: Тезисы докл. республ. совещания. Тюмень, 1980а. С. 145–146.

Прусевич Л.С. Состояние зоопланктона и бентоса оз. Сартлан и меры по их рациональному использованию // Основные направления развития товарного рыбоводства Сибири: тез. докл. республ. совещ. Тюмень, 1980б. С. 146–148.

Прусевич Л.С. Зоопланктон озера Сартлан в период реконструкции его ихтиофауны // Труды ГосНИОРХ. 1984. Вып. 214: Результаты рыбохозяйственных исследований на водоемах Западной Сибири. С. 97–109.

Прусевич Л.С. Динамика качественного состава и количественных показаний зоопланктона озера Сартлан // Природные ресурсы Забайкалья и проблемы их использования. Чита: ЧИПР СО РАН, 2001а. С. 505–507.

Прусевич Л.С. Питание и пищевые взаимоотношения рыб озера Сартлан // Современные проблемы гидробиологии Сибири: Тез. докл. Всерос. конф. (Томск, 14–16 ноября 2001 г.). Томск, 2001б. С. 64–66.

Прусевич Л.С., Наумкина Д.И., Поротникова Л.Л. Современное состояние зоопланктона и зообентоса озера Сартлан // Водные экосистемы Сибири и перспективы их использования: Матер. Всерос. конф. с междунар. участием (Томск, 19–21 апреля 2011 г.). Томск, 2011. С. 244–247.

Прусевич Л.С., Рудов В.А. Влияние интродукции рыб на кормовую базу озера Сартлан // Ресурсосберегающие технологии в аквакультуре: Матер. Второго междунар. симп. (Адлер, 4–7 октября 1999 г.). Краснодар, 1999. С. 162–163.

Романова Г.П. Продукционно–биологическая характеристика оз. Сартлан // Изв. Зап. Сиб. филиала АН СССР. Сер. биол. Новосибирск: Изд-во Зап.-Сиб. филиала Академии наук, 1948. Вып. 2. С. 29–51.

Ронжина Т.О. Динамика численности популяции галофильного рачка *Artemia* sp. в гипергалинных озерах юга Западной Сибири: Автореф. дис. ... канд. биол. наук. Барнаул, 2009. 19 с.

Рузский М.Д. Материал по биологии озера Карачи и Карачинского курорта // Курортное дело. 1924. № 7–8. С. 3–6.

Рузский М.Д. Заметки о ракообразных озер госкурорта «Карачи» // Труды Бальнео-физио-терап. ин-та в Томске. Томск, 1936. С. 37–38.

Савченко Н.В. Озера южных равнин Западной Сибири. Новосибирск: Изд-во СО РАН, 1997. 300 с.

Савченко Н.В., Савченко Г.А., Поползин А.Г. К вопросу о зависимости ресурсов зоопланктона и зообентоса от геоэкологических факторов (на примере малых озер юго-востока Западной Сибири) // Эколого-экономические основы безопасной жизнедеятельности: Материалы 2 Всерос. конф. (Новосибирск, 21–23 июня 1993 г.). Новосибирск, 1993. Ч. 2. С. 150–152.

Сецко Р.И., Власов В.П. О повышении рыбопродуктивности малых озер Омской области // Науч. техн. бюл. ГосНИОРХ. 1961. № 13–14. С. 42–45.

Сипко Л.Л. Особенности гидробиологии малых озер системы реки Карасук // Совещание по биологической продуктивности водоемов Сибири: краткое содерж. докл. (6–9 октября 1966). Иркутск, 1966. С. 119–120.

Сипко Л.Л. Водная растительность, зоопланктон и зообентос озер Карасукской системы // Опыт комплексного изучения и использования Карасукских озер. Новосибирск: Наука, 1982. С. 80–118.

Студеникина Т.Л. Зоопланктон озер различных ландшафтных зон Алтайского края // Исследование планктона, бентоса и рыб Сибири. Томск: Изд-во ТГУ, 1981. С. 13–20.

Суздальский В.И. Опыт санитарно-биологического исследования барабинских озер Узункуль, Большой Яркуль и Амбакуль // Изв. Том. ун-та. Томск: Красное знамя, 1928. Т. 82. С. 345–364.

Суздальский В.И. Санитарно-биологическое исследование пресноводных бассейнов. Результаты исследования Барабинских озер. // Труды Том. гос. мед. ин-та. Томск: Изд-во Том. гос. мед. ин-та, 1931. С. 12–28.

Суздальский В.И. Санитарно-биологическое исследование пресноводных бассейнов. Результаты исследования Барабинских озер // Труды Том. гос. мед. ин-та. Томск: Изд-во Том. гос. мед. ин-та, 1932. С. 81–90.

Тимофеева М.В. Зоопланктон озера Малые Чаны // Экология озера Чаны. Новосибирск: Наука, 1986. С. 115–127.

Тимофеева М.В., Ядренкин А.В., Ядренкина Е.Н. Зоопланктон юго-восточной части системы оз. Чаны и его роль в питании молоди рыб // Рыбопродуктивность озер Западной Сибири. Новосибирск: Наука, 1991. С. 101–109.

Труды Западно-Сибирского отделения ВНИОРХ / Ред. Б.Г. Иоганзен, И.К. Лабеецкой.

Томск: Изд. Зап. Сиб. отд. ВНИОРХ, 1935. С. 85–144.

Уломский С.Н. К вопросу о методике определения видовой биомассы планктона // Изв. ВНИОРХ. М. 1952. Т. 30. С. 108–118.

Уломский С.Н. Об условиях развития планктона в водоеме, загрязненном сточными водами // Труды Всес. гидробиол. общ-ва. 1956. Т. 7. С. 67–76.

Федорова Л.С. Зависимость зоопланктона равнинных озер Алтайского края от их солености // Зоологические проблемы Сибири. Новосибирск: Наука, 1972. С. 197–198.

Федорова Л.С. Сезонные и годовые колебания зоопланктона в озерах Алтайского края // Водоемы Сибири и перспективы их рыбохозяйственного использования. Томск: Изд-во ТГУ, 1973. С. 170–171.

Феттер Г.В., Ермолаева Н.И. Влияние абиотических факторов на структуру зоопланктона малых озер юга Западной Сибири // Изв. Алт. отд. Рус. геогр. о-ва. 2018. №2 (49). С. 95–103.

Фолитарек С.С. Проблема комплексного и интенсивного использования биологических ресурсов озер Западной Сибири // Биологические ресурсы внутренних водоемов Сибири и Дальнего Востока. М.: Наука, 1984. С. 33–45.

Шеренкова И.П. Зоопланктон и бентос озер Салтаим и Тенис // Совещание по биологической продуктивности водоемов Сибири: краткое содерж. докл. (6–9 октября 1966). Иркутск, 1966. С. 141–142.

Шеренкова И.П. Зоопланктон и бентос озер Салтаим и Тенис // Биологическая продуктивность водоемов Сибири. М.: Наука, 1969. С. 108–111.

Юхнева В.С. Планктон и бентос гумифицированных озер Западной Сибири // Совещание по биологической продуктивности водоемов Сибири: краткое содерж. докл. (6–9 октября 1966). Иркутск, 1966. С. 133–134.

Юхнева В.С. Планктон и бентос одного из гумифицированных озер Западной Сибири // Биологическая продуктивность водоемов Сибири. М.: Наука, 1969. С. 105–107.

Middendorff A. Th. Die Baraba / Mémoires de l'Académie Impériale des Sciences de St.-Petersbourg, VII Ser. 1870. V. XIV. N 2.

References

Alekin O.A. Otchet o rabote Altajskoj partii limnologicheskoy s'emki GGI letom 1933 goda [Report on the work of the Altai party of the limnological survey of the GGI in the summer of 1933] // Izv. Gos. gidrol.in-ta [Izv. State. hydrol. in-ta]. 1933. Vol. 62. P. 36–38. (in Russian).

Anikin V.P. Artemia brevicaudata n. sp. K faune solyanyh ozer Zapadnoj Sibiri [Artemia brevicaudata n. sp. On the fauna of salt lakes in Western Siberia] // Izv. Tom.un-ta [Izv. TSU], 1896. Vol. 10. P. 1–27. (in Russian).

Anikin V.P. Nekotorye biologicheskie nablyudeniya nad rakoobraznymi iz roda Artemia [Some biological observations on crustaceans of the genus Artemia] // Izv. Tom.un-ta [Izv. TSU], 1898. Vol. 14. P. 1–103. (in Russian).

Berezovskij A.I. Rybnoe hozyajstvo na Barabinskih ozerah i puti ego razvitiya [Fisheries on the Baraba lakes and ways of its development]. Krasnoyarsk: Izd. Barabin. okr. ispol. kom., 1927. Ser. A. Iss. 2. P. 1–68. (in Russian).

Bioraznoobrazie Karasuksko–Burlinskogo regiona (Zapadnaya Sibir') [Biodiversity of the Karasuk-Burlin region (Western Siberia)] / Ed. Yu.S. Ravkin. Novosibirsk: SO RAN, 2010. 273 p. (in Russian).

Bitjukov E.P. Kormovaya baza ryb ozera Chany [Feeding base of fish from Lake Chany] // Razvitie ozernogo rybnogo hozyajstva Sibiri [Development of lake fisheries in Siberia]. Novosibirsk: SO AN SSSR, 1963. P. 23–28. (in Russian).

Blagovidova L.A. Otchet po obsledovaniyu ozer sistemy rek Kasmaly, Barnaulki i Aleya v predelah Mamontovskogo, Ohotskogo, Shipunovskogo i Pospelikhinskogo rajonov: rukopis' [Report on the survey of lakes in the system of the Kasmala, Barnaulka and Alei rivers within the Mamontovsky, Okhotsky, Shipunovsky and Pospelikhinsky regions: manuscript]. Novosibirsk: Zapsib. otd. VNIORH, 1931. 37 p. (in Russian).

Vesnina L.V. Dinamika dostupnogo zooplanktona v biologicheskikh sezonah goda pri vyrashchivanii pelyadi v ozere Dolgoe Altajskogo kraja [Dynamics of available zooplankton in the biological seasons of the year when growing peled in Lake Dolgoe, Altai Territory] // Sb. nauch.tr. GosNIORH [Collection of scientific papers GosNIORH]. 1985. Vol. 283. P. 70–74. (in Russian).

Vesnina L.V. Zooplankton ozer Altajskogo kraja i raschet vyhoda ryboprodukcii [Zooplankton of the lakes of the Altai Territory and the calculation of the yield of fish products] // Regional'noe prirodopol'zovanie: problemy, metodologiya, metody [Regional nature management: problems, methodology, methods]. Barnaul, 1988a. P. 172–174. (in Russian).

Vesnina L.V. Zooplankton ozer Kulundinskoj sistemy Altajskogo kraja i ego dostupnost' dlya molodi pelyadi [Zooplankton of the lakes of the Kulunda system of the Altai Territory and its availability for peled fry]: Summary of PhD (Cand. of Biol.) thesis. Irkutsk, 1988b. 19 p. (in Russian).

Vesnina L.V. Osobennosti bioty mezogalinnyh ozer Altajskogo kraja [Features of the biota of mesohaline lakes in the Altai Territory] // Biologicheskaya produktivnost' vodoemov Zapadnoj Sibiri i ih racional'noe ispol'zovanie [Biological productivity of water bodies of Western Siberia and their rational use]. Novosibirsk: Nauka, 1997. P. 204–206. (in Russian).

Vesnina L.V. Izmeneniya strukturnyh pokazatelej zooplanktona i zoobentosa [Changes in the structural parameters of zooplankton and zoobenthos] // Vodoemy Altajskogo kraja [Water bodies of the Altai Territory]. Novosibirsk: Nauka, 1999. P. 78–102. (in Russian).

Vesnina L.V. Zooplankton ozernyh ekosistem ravniny Altajskogo kraja [Zooplankton of lake ecosystems of the plains of the Altai Territory]. Novosibirsk: Nauka, 2002a. 158 p. (in Russian).

Vesnina L.V. Strukturno-funkcional'naya harakteristika soobshchestva zooplanktona raznotipnyh ozer Altajskogo kraja [Structural-functional characteristics of the zooplankton community of different types of lakes in the Altai Territory] // Problemy gidrobiologii Sibiri [Prob-

lems of Hydrobiology of Siberia]. Tomsk: TGU, 2002b. P. 44–45. (in Russian).

Vesnina L.V. Struktura i funkcionirovanie zooplanktonnyh soobshchestv ozernykh ekosistem yuga Zapadnoj Sibiri [Structure and functioning of zooplankton communities in lake ecosystems in the south of Western Siberia]: DSc (Dr. of Biol.) thesis. Novosibirsk, 2003. 309 p. (in Russian).

Vesnina L.V. Tipologiya solyanykh artemievych ozer yuga Ob'–Irtyshskogo mezhdurech'ya [Typology of salt Artemia lakes in the south of the Ob-Irtysh interfluvium] // *Sovremennoe sostoyanie vodnykh bioresursov: Mater. Mezhdunar. konf. (Barnaul, 26–28 marta 2008 g.)*. [Current state of water bioresources: Mater. internat. conf. (Barnaul, March 26–28, 2008)]. Novosibirsk, 2008. P. 279–282. (in Russian).

Vesnina L.V., Zelencov N.V., Ryzhakova O.G. Ryboproduktivnost' Burlinskoj sistemy ozer i puti ee povysheniya [Fish productivity of the Burlinskaya system of lakes and ways to improve it] // *Vestn. NSAU*. 2012. No. 4 (25). P. 49–56. (in Russian).

Vetlugina T.N. Gidrobiologicheskaya harakteristika oz. Tandovo v period ego usyhaniya [Hydrobiological characteristics of the lake. Tandovo during its drying up] // *Ozera seredinnogo regiona [Lakes of the middle region]*. L.: Nauka, 1976. P. 333–335. (in Russian).

Vizer L.S. Zooplankton ozera Chany [Zooplankton of Lake Chany] // *Ekologiya ozera Chany [Ecology of Lake Chany]*. Novosibirsk: Nauka, 1986. P. 105–115. (in Russian).

Vizer L.S. O raspredelenii massovykh vidov planktonnykh rakoobraznykh v oz. Chany po gradientu solenosti [On the distribution of mass species of planktonic crustaceans in the lake. Chany along salinity gradient] // *Ecology*. 1989. No. 4. P. 86–88. (in Russian).

Vizer L.S. Sukcessii osnovnykh vidov zooplanktona ozera Chany (Zapadnaya Sibir') po gradientu solenosti [Successions of the main zooplankton species of Lake Chany (Western Siberia) along the salinity gradient] // *Sib. biol. zhurn. [Sib. biol. J.]*. 1991. no. 1. P. 32–35. (in Russian).

Vizer L.S. Mnogoletnyaya dinamika zooplanktona ozera Chany (Zapadnaya Sibir', Rossiya) [Long-term dynamics of zooplankton in Lake Chany (Western Siberia, Russia)] // *Gidrobiol. zhurn. [Hydrobiol. J.]*. 2008. Vol. 44, no. 3. P. 3–11. (in Russian).

Vizer L.S. Zooplankton ozera Chany v usloviyah aridizatsii klimata [Zooplankton of Lake Chany under conditions of climate aridization] // *Vodnye i ekologicheskie problemy Sibiri i Central'noj Azii: Trudy Vseros. nauch. konf. s mezhdunar. uchastiem (Barnaul, 20–24 avgusta 2012 g.)* [Water and environmental problems of Siberia and Central Asia: Proceedings of All Russia: scientific conf. with international participation (Barnaul, August 20–24, 2012)]. Barnaul, 2012. Vol. 2. P. 59–63. (in Russian).

Vizer L.S. Soobshchestva zooplanktona solonovatykh vodoemov yuga Zapadnoj Sibiri (na primere Chanovskoj ozernoj sistemy) [Zooplankton communities in brackish water bodies in the south of Western Siberia (on the example of the Chanovskaya lake system)]: Summary of PhD (Cand. of Biol.) thesis. Novosibirsk, 2016. 282 p. (in Russian).

Vizer L.S., Voskobojnikov V.A., Feoktistov M.I. Biologicheskie aspekty ekspluatatsii oz. Uryum [Biological aspects of the exploitation of the lake. Uryum] // *Ryboproduktivnost' ozer Zapadnoj Sibiri [Fish productivity of the lakes of Western Siberia]*. Novosibirsk: Nauka, 1991.

P. 193–198. (in Russian).

Vizer L.S., Naumkina D.I., Porotnikova L.L. Sovremennoe sostoyanie kormovoj bazy ozera Chany [The current state of the forage base of Lake Chany] // Vestn. NGAU. 2012. No. 2. P. 43–48. (in Russian).

Vizer L.S., Prusevich L.S., Naumkina D.I. Kormovaya baza mal'nykh ozer Novosibirskoj oblasti [Feeding base of small lakes in the Novosibirsk region] // Vestn. NGAU. 2013. No. 2. P. 53–58. (in Russian).

Volgin M.V., Sipko L.L. Rybohozyajstvennoe ispol'zovanie mal'nykh ozer Karasukskoj sistemy [Fishery use of small lakes of the Karasuk system] // Zoologicheskie problemy Sibiri: Mater. 4 soveshch. zoologov Sibiri [Zoological problems of Siberia: Mater. 4 meetings zoologists of Siberia]. Novosibirsk, 1972. P. 224–225. (in Russian).

Gladcin I.N. Materialy dlya izucheniya oz. Kuchuk i drugih mineral'nykh ozer Kulundinskoj stepi [Materials for the study of the lake. Kuchuk and other mineral lakes of the Kulunda steppe] // Izv. Vsesoyuzn. geologorazved. Ob'edineniya [News All-Union exploration Associations]. 1932. Vol. 79. P. 1159–1162. (in Russian).

Golubeva N.A. Material po faune presnykh vod gor. Tomska i ego blizhajshih okrestnostej [Material on the fauna of fresh waters city of Tomsk and its immediate environs] // Izv. TGU. 1925. Vol. 75. P. 191–197. (in Russian).

Greze B.S., Karpova K.I. O planktone ozera Turgoyak [On the plankton of Lake Turgoyak] // Trudy Ural. otd. VNIORH [Proceedings of Ural VNIORH]. 1941. Vol. 3. P. 175–207. (in Russian).

Greze V.N. Zooplankton vodoemov bassejna reki Chul'chi [Zooplankton in water bodies of the Chulcha river basin] // Trudy TGU [TSU proceedings]. 1950. Vol. 111. P. 105–112. (in Russian).

Greze V.N. Ozera Bol'shoe i Ingol' kak sreda akklimatizacii sigovykh [Lakes Bolshoye and Ingol as an acclimatization environment for white fishes] // Trudy TGU [TSU proceedings]. 1955. Vol. 131. P. 107–129. (in Russian).

Greze I.I. Gidrobiologicheskie usloviya vyrashchivaniya segoletkov karpa v prudah Uzhurskogo rybopitomnika [Hydrobiological conditions for rearing carp underyearlings in the ponds of the Uzhur fish hatchery] // Trudy TGU [TSU proceedings]. 1956. Vol. 142. P. 11–118. (in Russian).

Gundrizer A.N. Rabota laboratorii gidrobiologii i rybovodstva NII biologii i biofiziki pri Tomskom universitete za 1968–1972 gg. [The work of the laboratory of hydrobiology and fish farming of the Research Institute of Biology and Biophysics at Tomsk University for 1968–1972] // Voprosy razvitiya rybnogo hozyajstva Sibiri [Issues of the development of the fish industry in Siberia]. Tyumen, 1972. P. 15–20. (in Russian).

Gundrizer A. N., Ioganzen B. G., Kafanova V. V., Petlina A. P. Ihtiologiya i gidrobiologiya v Zapadnoj Sibiri [Ichthyology and hydrobiology in Western Siberia]. Tomsk: TGU, 1982. 318 p. (in Russian).

Gundrizer A.N., Ioganzen B.G., Krivoshchekov G.M., Pon'ko V.A., Feoktistov M.I. Rybo-

hozyajstvennoe osvoenie ozera Chany v svyazi s problemoj obvodneniya [Fishery development of Lake Chany in connection with the problem of watering] // Problemy razvitiya prudovogo i ozernogo rybovodstva Zapadnoj Sibiri: nauch.–tekhn. byul. SO VASKHNIL [Problems of development of pond and lake fish farming in Western Siberia: scientific–technical. bul. SO VASKHNIL]. 1989. Vol. 3/4. P. 19–22. (in Russian).

Gundrizer A.N., Titova S.D. Hidrobiologicheskij i rybohozyajstvennyj ocherk ozera Chernogo (Tuganskij rajon Tomskoj oblasti) [Hydrobiological and fishery essay on Lake Chernoy (Tugansky district of the Tomsk region)] // Trudy TGU [TSU proceedings]. 1952. Vol. 119. P. 105–114. (in Russian).

Gusev A.G. Gidrologicheskaya i gidrohimicheskaya harakteristika ozera Chany, Yarkul' i Sartlan [Hydrological and hydrochemical characteristics of lakes Chany, Yarkul and Sartlan] // Izv. VNIORH. 1948. Vol. 25, no. 2. P. 149–170. (in Russian).

Deksbah N.K., Anferova L.V. Sapropel'nye ozera okrestnostej kurorta Karachi Novosibirskoj oblasti [Sapropelic lakes in the environs of the resort of Karachi, Novosibirsk region] // Trudy Sverdl. s/h in–ta [Proceedings of Sverdl. agricultural in-t]. 1968. Vol. 17. P. 78–85. (in Russian).

Dul'kejt G.D., Bashmakov V.N., Bashmakova L.Ya. Barabinskie ozera i ih rybnoe hozyajstvo [Baraba lakes and their fisheries] // Trudy Zap.-Sib. otd. VNIORH [Proceedings of the West Siberian branch VNIORH]. Tomsk, 1935. Vol. 2. P. 18–148. (in Russian).

Ermolaeva N.I. Prostranstvennoe i sezonnoe izmenenie struktury zooplanktonnyh soobshchestv v mal'yx ozerah yuga Zapadnoj Sibiri [Spatial and seasonal changes in the structure of zooplankton communities in small lakes in the south of Western Siberia] // Sovremennoe sostoyanie vodnyh bioresursov: Materialy II Mezhdunar. konf. (Novosibirsk, 7–9 dekabrya 2010 g.) [Current state of aquatic bioresources: Proceedings of II Intern. conf. (Novosibirsk, December 7–9, 2010)]. Novosibirsk: NGAU, 2010. P. 40–43. (in Russian).

Ermolaeva N.I. Sezonnye izmeneniya soobshchestv Cladocera v ozerah razlichnoj mineralizacii Barabinsko–Kulundinskoj ozernoj provincii (yug Zapadnoj Sibiri) [Seasonal changes in Cladocera communities in lakes of different mineralization in the Baraba–Kulunda lake province (south of Western Siberia)] // Aktual'nye problemy izucheniya rakoobraznyh kontinental'nyh vod: Mater.lekcij i dokl. Mezhdunar. shk.–konf. (Borok, 05–09 noyabrya 2012 g.) [Actual problems of studying crustaceans in continental waters: Proceedings of lectures and reports. International school-conf. (Borok, November 05–09, 2012)] Kostroma, 2012. P. 187–189. (in Russian).

Ermolaeva N.I. Faktory prostranstvenno-vremennoj organizacii soobshchestv zooplanktona ozer yuga Zapadnoj Sibiri [Factors of spatio-temporal organization of zooplankton communities in lakes in the south of Western Siberia]: DSc (Dr. of Biol.) thesis. Novosibirsk, 2021. 462 p. (in Russian).

Ermolaeva N.I., Burmistrova O.S. Vliyanie mineralizacii na zooplankton ozera Chany [Influence of mineralization on zooplankton of Lake Chany] // Sibirskij ekologicheskij zhurnal [Siberian Journal of Ecology]. 2005. Vol. 12, no. 2. P. 235–247. (in Russian).

Ermolaeva N.I., Zarubina E.Yu., Kirillov V.V., Bezmaternyh D.M., Mitrofanova E.Yu.,

Vdovina O.N., Vinokurova G.V., Dolmatova L.A., Sokolova M.I. Faktornye harakteristiki gidrobiocenzov ozer suhostepnoj podzony Ob'-Irtyskogo mezhdurech'ya [Factor characteristics of hydrobiocenoses of lakes in the dry steppe subzone of the Ob-Irtys interfluvium] // Chteniya pamyati Vladimira Yakovlevicha Levanidova [Readings in memory of Vladimir Yakovlevich Levanidov]. 2019. No. 8. P. 46–55. (in Russian).

Ermolaeva N.I., Zarubina E.Yu., Strahovenko V.D., Bezmaternykh D.M., Ovdina E.A. Rol' prirodno-klimaticheskikh faktorov v formirovanii potokov avtohtonnogo organicheskogo veshchestva v mal'kh ozerakh yuga Zapadnoj Sibiri [The role of natural and climatic factors in the formation of flows of autochthonous organic matter in small lakes in the south of Western Siberia] // Presnovodnye ekosistemy – sovremennyye vyzovy: Tez. dokl. Mezhdunar. konf. (10–14 sentyabrya 2018 g.) [Freshwater ecosystems – modern challenges: Proceedings of the reports of the International. conf. (Irkutsk, September 10–14, 2018)]. Irkutsk, 2018. P. 76–77. (in Russian).

Ermolaeva N.I., Zarubina E.YU., Strahovenko V.D., Romanov R.E., Puzanov A.V., Ovdina E.A. Ocenka vliyaniya abioticheskikh faktorov na produkciyu ekosistem mal'kh ozer yuga Zapadnoj Sibiri [Evaluation of the influence of abiotic factors on the production of ecosystems of small lakes in the south of Western Siberia] // Organicheskoe veshchestvo i biogennyye elementy vo vnutrennih vodoemakh i morskikh vodakh: Trudy VI Vseros. simp. s mezhdunar. uchastiem (Barnaul, 28–29 sentyabrya 2017 g.) [Organic matter and biogenic elements in inland waters and sea waters: Proceedings of VI All-Russia. symp. with international participation (Barnaul, September 28–29, 2017)]. Barnaul, 2017. P. 78–83. (in Russian).

Erofeeva G.P., Kozlova I.V., Koval'kova M.P. Himizm i kormovyye resursy zamornykh solonovatykh ozer SHCHuch'e, Peschanoe, Riga [Chemistry and food resources of the dead brackish lakes Shchuchye, Peschanoe, Riga] // Materialy konf. molodykh uchenykh i specialistov SibirybNIIproekt [Proceedings of Conf. young scientists and specialists SibirybNIIProekt]. Tyumen, 1973. P. 66–68. (in Russian).

Zalesskiy S.I. O vide Artemia salina v ozerakh Sibiri [On the species of Artemia salina in the lakes of Siberia] // Zhurn. Rus. obshchestva ohrany narodnogo zdoraviya [J. Russian Society for the Protection of People's Health]. St. Petersburg, 1900. No. 12. P. 1072–1073. (in Russian).

Zaloznaya V.V., Novikov E.A., Novikova O.D. K izucheniyu gidrobiologii pojmennykh ozer srednego techeniya reki Obi [To the study of hydrobiology of floodplain lakes in the middle course of the Ob River] // Biologicheskie osnovy rybohozyajstvennogo ispol'zovaniya ozernykh sistem Sibiri i Urala [Biological bases of fishery use of lake systems in Siberia and the Urals]. Tyumen: SibNIIRH, 1971. P. 186–190. (in Russian).

Zvereva O.S. Kolichestvennyy uchet i biologicheskie cherty zooplanktona ozera Chany [Quantitative accounting and biological features of zooplankton in Lake Chany] // Trudy Sib. ihtiol. lab. [Proceedings of Sib. ichthyol. lab]. 1927. Part II, vol. 4. P. 3–24. (in Russian).

Zvereva O.S. Opyt rekognoscirovochnogo obsledovaniya ozer po Omskomu i Slavgorodskomu okrugam Sibiri [Experience of reconnaissance survey of lakes in the Omsk and Slavgorod districts of Siberia] // Trudy Sib. nauchn. rybohoz. stancii [Proceedings Sib. scientific fish farm stations]. Krasnoyarsk, 1930. Vol. V, no. 2. P. 1–84. (in Russian).

Ivanov N.M., Makarceva E.S. Zooplankton [Zooplankton] // Pul'siruyushchee ozero Chany [Pulsating Lake Chany]. L.: Nauka, 1982. P. 260–272. (in Russian).

Ivanova Z.A. Karp v prudah Sibiri [Carp in the ponds of Siberia]. Novosibirsk, 1973. 91 p. (in Russian).

Ivanova Z.A. Karp Zapadnoj Sibiri [Carp of Western Siberia]. M.: Light and food industry, 1981. 95 p. (in Russian).

Ioganzen B.G. Opyt sploshnogo limnologicheskogo issledovaniya vodoemov okrestnostej Novosibirska [Experience of a continuous limnological study of reservoirs in the vicinity of Novosibirsk] // Tr. Zap.-Sib. otd. VNIORH [Proceedings West Siberian branch VNIORH]. Tomsk, 1934. Vol. 1. P. 70–92. (in Russian).

Ioganzen B.G. Kratkij obzor nauchno-issledovatel'skih rabot Zapadno-Sibirskogo otdeleniya VNIORHa za 1931–1935 gg. [Brief review of the research work of the West Siberian branch of VNIORKh for 1931–1935] // Tr. Zap.-Sib. otd. VNIORH [Proceedings West Siberian branch VNIORH]. Tomsk, 1935a. Vol. 2. P. 1–17. (in Russian).

Ioganzen B.G. Ozero Ik Severo-Krutinskogo rajona Zapadnoj Sibiri [Lake Ik of the Severo-Krutinsky region of Western Siberia] // Izv. Gos. geogr. obshch. [Report State Geogr. Society]. 1935b. Vol. 67, no. 3. P. 367–376. (in Russian).

Ioganzen B.G. Hidrobiologicheskie issledovaniya vodoemov v okrestnostyah Novosibirska [Hydrobiological studies of reservoirs in the vicinity of Novosibirsk] // Trudy Biol. NII pri TGU [Proceedings of Biol. Research Institute at TSU]. 1937. Vol. 4. P. 301–304. (in Russian).

Ioganzen B.G. O sovremennom sostoyanii urovnya Barabinskih ozer [On the current state of the level of the Baraba lakes] // Izv. Gos. geogr. o-va [Report State Geogr. Society]. 1939. Vol. 71, no. 7. P. 1034–1042. (in Russian).

Ioganzen B.G. Hidrobiologicheskie issledovaniya Zapadnoj Sibiri [Hydrobiological studies of Western Siberia] // Trudy TGU [TSU proceedings]. 1948. Vol. 100. P. 49–89. (in Russian).

Ioganzen B.G. Kolebaniya urovnya ravninnyh ozer Sibiri kak prichina mnogoletnih izmenenij sostava i chislennosti ih rybnogo naseleniya [Fluctuations in the level of lowland lakes in Siberia as a reason for long-term changes in the composition and number of their fish population] // Mater. Vtoroj nauch. konf. Tom. un-ta [Mater. the second scientific conf. TSU]. Tomsk, 1951. P. 118–122. (in Russian).

Ioganzen B.G. Rybohozyajstvennye rajony Zapadnoj Sibiri i ih biologo-promyslovaya harakteristika [Fishery regions of Western Siberia and their biological and commercial characteristics] // Trudy TGU. Ser. biol. [TSU proceedings. Biol. ser.]. Tomsk, 1953. Vol. 125. P. 7–44. (in Russian).

Ioganzen B.G. Metody prognozirovaniya vozmozhnogo vylova ryby na osnovanii izucheniya kormovyh resursov vodoema [Methods for predicting the possible catch of fish based on the study of food resources of the reservoir] // Soveshchanie po metodam izucheniya kormovoj bazy i pitaniya ryb [Meeting on methods for studying the food base and fish nutrition]. Moscow: Publishing House of the Academy of Sciences of the USSR, 1955. P. 93–107. (in Russian).

Ioganzen B.G. K izucheniyu tipov kolebaniya urovnya ozera Chany [On the study of types

of fluctuations in the level of Lake Chany] // Trudy TGU [TSU proceedings]. 1956. Vol. 133. P. 55–66. (in Russian).

Ioganzen B.G. O postanovke kompleksnyh issledovanij v oblasti rybnogo hozyajstva Zapadnoj Sibiri [On the formulation of complex research in the field of fisheries in Western Siberia] // Voprosy rybnogo hozyajstva Zapadnoj Sibiri: materialy 5-go plenuma Zap.-Sib. otd-niya ihtiol. komissii AN SSSR (Tomsk, 15–16 maya 1958 g.) [Problems of fisheries in Western Siberia: materials of the 5th plenum Zap.-Sib. department of ichthyol. Commission of the Academy of Sciences of the USSR (Tomsk, May 15–16, 1958)]. Tomsk, 1958. P. 25–34. (in Russian).

Ioganzen B.G. Biologicheskie osnovy rybnogo hozyajstva na vnutrennih vodoemah [Biological foundations of fisheries in inland waters] // Biologicheskie osnovy rybnogo hozyajstva: Trudy Vsesoyuz. soveshch. po biol. osnovam rybn. hoz-va [Biological basis of fisheries: Proceedings of the All-Union Conference according to biol. the basics of fish household]. Tomsk, 1959. P. 9–30. (in Russian).

Ioganzen B.G. Biologicheskie rybohozyajstvennye issledovaniya v Sibiri [Biological fisheries research in Siberia] // Problems of Ichthyology. 1962. Vol. 2, no. 1. P. 3–17. (in Russian).

Ioganzen B.G. Gidrobiologicheskie issledovaniya vodoemov Zapadnoj Sibiri [Hydrobiological studies of reservoirs in Western Siberia] // Ocherki po istorii gidrobiologicheskikh issledovanij v SSSR: Trudy Vesoyuzn. gidrobiol. o-va [Essays on the history of hydrobiological studies in the USSR: Proceedings of the All-Union Hydrobiological Society]. 1981. No. 24. P. 171–184. (in Russian).

Ioganzen B.G., Voloshina L.V., Zaloznaya V.V., Novikov E.A., Novikova O.D., Kolbina M.S. Vliyanie promyshlennogo zagryazneniya na biologiyu vodoemov bassejna Srednej Obi [Influence of industrial pollution on the biology of water bodies in the Middle Ob basin] // Trudy NII biol. i biofiz. pri TGU [Proceedings of the Scientific Research Institute of Biol. and biophys. at TSU]. 1974. Vol. 3. P. 56–57. (in Russian).

Ioganzen B.G., Dolgin V.N., Zaloznyj N.A., Zaloznaya V.V., Novikov E.A., Novikova O.D., Fajzova L.V. Biocenoticheskie svyazi gidrobiontov ozernyh vodoemov bassejna r. Obi [Biocenotic connections of hydrobionts of lake reservoirs of the basin of the river. Ob] // Kругovorot veshchestva i energii v ozerah i vodohranilishchah [Circulation of matter and energy in lakes and reservoirs]. Listvennichnoe-na-Bajkale, 1973. Vol. 1. P. 151–153. (in Russian).

Ioganzen B.G., Zaloznaya V.V., Ivanova M.A., Medvedeva G.V., Novikov E.A., Novikova O.D. Gidrobiologiya i produktivnost' vodoemov bassejna reki Ket' [Hydrobiology and productivity of reservoirs in the Ket' river basin] // Trudy NII biol. i biofiz. pri TGU [Proceedings of the Scientific Research Institute of Biol. and biophys. at TSU]. 1975. Vol. 5. P. 23–50. (in Russian).

Ioganzen B.G., Petkevich A.N. Akklimatizatsiya ryb v Zapadnoj Sibiri [Acclimatization of fish in Western Siberia] Novosibirsk: Glavsibrybprom, 1951. 204 p. (in Russian).

Ioganzen B.G., Petkevich A.N. Rybnoe hozyajstvo barabinskih ozer i puti ego razvitiya [Fisheries of the Baraba lakes and ways of its development]. Novosibirsk: Baraba Publishing House, Department of Novosibirsk VNIORH 1954. 176 p. (in Russian).

Ioganzen B.G., Popov M.A., Yakubova A.I. Vodoemy okrestnostej goroda Tomska [Reser-

voirs of the environs of the city of Tomsk] // Trudy TGU [TSU proceedings]. 1951. Vol. 115. P. 21–190. (in Russian).

Ioganzen B.G., Fajzova L.V. O sootnoshenii pokazatelej vstrechaemosti, obiliya, i biomassy nekotoryh gidrobiontov [On the ratio of indicators of occurrence, abundance, and biomass of some hydrobionts] // Materialy III s'ezda VGBO [Proceedings of the III Congress of the VGBO]. Riga, 1976. Vol. 3. P. 255–259. (in Russian).

Ioganzen B.G., Fajzova L.V. Ob opredelenii pokazatelej vstrechaemosti, obiliya, biomassy i ih sootnosheniya u nekotoryh gidrobiontov [On the determination of indicators of occurrence, abundance, biomass and their ratio in some hydrobionts] // Materialy VGBO [Proceedings of the VGBO]. 1978. Vol. 22. P. 215–225. (in Russian).

Isachenko B.L. Hloridnye, sul'fatnye i sodovye ozera Kulundinskoj stepi i biogennye processy v nih [Chloride, sulfate and soda lakes of the Kulunda steppe and biogenic processes in them] // Kulundinskaya ekspediciya AN SSSR 1931–1933 gg. [Kulunda expedition of the Academy of Sciences of the USSR 1931–1933]. M.-L.: Academy of Sciences of the USSR, 1935. Part 1. P. 153–176. (in Russian).

Kassihina N.M. Zooplankton ozer s razlichnoj solenost'yu [Zooplankton of lakes with different salinity] // Rybnoe hozyajstvo vodoemov yuzhnoj zony Zapadnoj Sibiri [Fisheries of reservoirs in the southern zone of Western Siberia]. Novosibirsk: Zap.-Sib. book. publishing house, 1969. P. 130–138. (in Russian).

Kassihina N.M. Pishchevye vzaimootnosheniya promyslovyh ryb oz. Sartlan [Food relationships of commercial fish of the lake. Sartlan] // Biologicheskie osnovy rybohozyajstvennogo ispol'zovaniya ozernyh sistem Sibiri i Urala [Biological bases of fishery use of lake systems in Siberia and the Urals]. Tyumen: SibNIIRH, 1971. P. 176–182. (in Russian).

Kirillov V.V., Bezmaternyh D.M., Zarubina E.Yu., Mitrofanova E.YU., Kirillova T.V., Ermolaeva N.I., Dolmatova L.A., Kim G.V., Kotovshchikov A.V., Sokolova M.I., Zhukova O.N. Sostav i struktura ekosistem stepnyh ozer Altajskogo kraya v 2008 g. [Composition and structure of ecosystems of steppe lakes in the Altai Territory in 2008] // Nauka – Altajskomu krayu [Science – Altai Territory], 2008. Digest of articles based on the results of research carried out at the expense of the regional budget. Barnaul: Azbuka, 2008. No. 2. P. 237–254. (in Russian).

Kirillov V.V., Zarubina E.Yu., Bezmaternyh D.M., Ermolaeva N.I., Kirillova T.V., YAnygina L.V., Dolmatova L.A., Kotovshchikov A.V., Zhukova O.N., Sokolova M.I. Sravnitel'nyj analiz ekosistem raznotipnyh ozer Kasmalinskoj i Kulundinskoj dolin drevnego stoka [Comparative analysis of ecosystems of heterogeneous lakes of the Kasmalinsky and Kulunda valleys of ancient runoff] // Nauka – Altajskomu krayu [Science – Altai Territory], 2009. Digest of articles based on the results of research carried out at the expense of the regional budget. Barnaul: AltGTU Publishing House, 2009. No. 3. P. 311–333. (in Russian).

Kirillov V.V., Zarubina E.Yu., Kotovshchikov A.V., Kirillova T.V., Dolmatova L.A., Ermolaeva N.I., Sokolova M.I. Sostav i struktura vodnyh ekosistem bassejna reki Burly v 2010 g. [Composition and structure of aquatic ecosystems in the Burla river basin in 2010] // Nauka – Altajskomu krayu [Science – Altai Territory], 2010. Digest of articles based on the results

of research carried out at the expense of the regional budget. Barnaul: Azbuka, 2010. No. 4. P. 239–252. (in Russian).

Klepikov R.A. Cisty rachka Artemia Leach, 1819 v gipergalinnyh ozerah Altajskogo kraya [Cysts of the crustacean Artemia Leach, 1819 in hyperhaline lakes of the Altai Territory]: Summary of PhD (Cand. of Biol.) thesis. Novosibirsk, 2012. 148 p. (in Russian).

Kozlov O.V. Troficheskie svyazi v monodominantnyh planktonnyh soobshchestvakh solenyykh ozer lesostepnoj zony Zapadnoj Sibiri [Trophic connections in monodominant planktonic communities of saline lakes in the forest-steppe zone of Western Siberia] // Aktual'nye problemy planktonologii: Tez.dokl. II Mezhdunar. konf. (Svetlogorsk, 14–18 sentyabrya 2015 g.) [Actual problems of planktonology: Abstracts of reports. II Intern. conf. (Svetlogorsk, September 14–18, 2015)]. Kaliningrad, 2015. P. 53–54. (in Russian).

Kozlov O.V., Arshevskij S.V., Arshevskaya O.V., Pavlenko A.V. Gipergalinnyj limnoplankton yugo-zapada Zapadno-Sibirskoj ravniny [Hyperhaline limnoplankton of the southwest of the West Siberian Plain] // Aktual'nye problemy planktonologii: Tez.dokl. III Mezhdunar. konf. (Zelenogradsk, 24–28 sentyabrya 2018 g.) [Actual problems of planktonology: Abstracts of reports. III Intern. conf. (Zelenogradsk, September 24–28, 2018)]. Kaliningrad, 2018. P. 104–107. (in Russian).

Laptev I.P. Mnogoletnie kolebaniya v sostave i chislennosti ihtiofauny ozera Chany [Long-term fluctuations in the composition and abundance of the ichthyofauna of Lake Chany] // Uch. zap. Tom. un–ta [Scientific notes TSU]. 1946. No. 4. P. 33–53. (in Russian).

Laptev I.P. Novyj pribor dlya kolichestvennogo izucheniya vertikal'nogo raspredeleniya planktona [A new device for the quantitative study of the vertical distribution of plankton] // Uch. zap. Tom. un–ta [Scientific notes TSU]. 1947. No. 7. P. 111–125. (in Russian).

Loskutova G.F., Solovov V.P. Bioritmy v pitanii pelyadi v vodoemah Altajskogo kraya [Biorhythms in the feeding of peled in the water bodies of the Altai Territory] // Sib. vestn. s/h nauki [Sib. bull. agricultural sciences]. 1975. No. 1. P. 82–85. (in Russian).

Novikov A.V. K faune rakoobraznyh (Cladocera) zarastayushchih ozer [To the fauna of crustaceans (Cladocera) of overgrown lakes] // Dnevnik XII s'ezda russkih estestvoispytatelej i vrachej [Diary of the XII Congress of Russian Naturalists and Doctors]. M.: Tip. G. Plesnera i D. Sovko, 1910. P. 544–545. (in Russian).

Novikova O.D. Kolovratki i nizshie rachki bassejna r. Vasyugan [Rotifers and lower crustaceans of the basin of Vasyugan river] // Materialy IV nauch. konf. zool. ped. in–tov [Materials IV scient. conf. of zoologists pedag. institutes]. Gor'kij, 1970. P. 284–285. (in Russian).

Novikova O.D. K izucheniyu kolovratok i nizshih rakoobraznyh bassejna Srednej Obi [To the study of rotifers and lower crustaceans of the Middle Ob basin] // Problemy ekologii [Problems of ecology]. Tomsk: TGU, 1971. Vol. 2. P. 121–137. (in Russian).

Novikova O.D. Kolovratki, vetvistousye i veslonogie rakoobraznye bassejna Srednej Obi [Rotifers, cladocerans and copepods of the Middle Ob basin]: Summary of PhD (Cand. of Biol.) thesis. Tomsk, 1973. 21 p. (in Russian).

Novikova O.D. Zooplankton bassejna Srednej Obi [Zooplankton of the Middle Ob basin] // Voprosy zoologii Sibiri [Problems of Zoology of Siberia]. Tomsk: TGU, 1979a. P. 10–15.

(in Russian).

Novikova O.D. Novye dannye o nahozhdenii nekotorykh vetvistousykh i veslonogih rakoo-braznykh v vodoemah bassejna Srednej Obi [New data on the occurrence of some cladocerans and copepods in the water bodies of the Middle Ob basin] // Novye dannye o faune i flore Sibiri [New data on the fauna and flora of Siberia]. Tomsk: TGU, 1979b. P. 112–113. (in Russian).

Novikova O.D. Novye dannye o nahozhdenii nekotorykh kolovratok v vodoemah Srednej Obi [New data on the occurrence of some rotifers in the water bodies of the Middle Ob] // Novye dannye o faune i flore Sibiri [New data on the fauna and flora of Siberia]. Tomsk: TGU, 1979b. P. 114–120. (in Russian).

Obzor ekologicheskogo sostoyaniya ozera CHany (Zapadnaya Sibir') [Chany lake (West Siberia) environmental profile] / Ed. O.F. Vasiliev, Y. Wein. Novosibirsk: Geo, 2015. 255 p. (in Russian).

Ozero Sartlan (biologicheskaya produktivnost' i perspektivy rybohozyajstvennogo is-pol'zovaniya) [Lake Sartlan (biological productivity and prospects for fishery use)] / Ed. A.I. Litvinenko, A.A. Rostovtsev. Tyumen: FGUP "Gosrybtsentr", 2014. 222 p. (in Russian).

Ozero Ubinskoe (Biologicheskaya produktivnost' i perspektivy rybohozyajstvennogo is-pol'zovaniya) [Lake Ubinskoe (Biological productivity and prospects for fishery use)] / Ed. B.G. Ioganzen, A.A. Rostovtsev. SPb.: GosNIORH, 1994. 144 p. (in Russian).

Ocherki istorii rybohozyajstvennykh issledovaniy Sibiri (1908–1968) [Essays on the history of fisheries research in Siberia (1908–1968)] / Ed. V.N. Lopatin. Novosibirsk: Nauka, 1999. 354 p. (in Russian).

Permyakova G.V. Zhabronogij rachok Artemia Leach, 1819 v gipergalinnykh ozerakh Altaya: na primere ozera Bol'shoe Yarovoe [Gill-legged crustacean Artemia Leach, 1819 in hyperhaline lakes of Altai: on the example of lake Bolshoye Yarovoe]: Summary of PhD (Cand. of Biol.) thesis. Novosibirsk, 2012. 24 p. (in Russian).

Petkevich A.N. Biologicheskie osnovy racional'nogo rybnogo hozyajstva na ozerakh Baraby i Kulundy [Biological foundations of rational fisheries on the lakes of Baraba and Kulundy] // Razvitie ozernogo rybnogo hozyajstva Sibiri [Development of lake fisheries in Siberia]. Novosibirsk: SO AN SSSR, 1963. P. 13–22. (in Russian).

Pirozhnikov P.L. K voprosu o prichinakh izmel'chaniya ryby v Barabinskih ozerakh [To the question of the reasons for the grinding of fish in the Baraba lakes] // Byul. rybn. hoz-va [Fisheries bulletin]. 1928. No. 9. P. 5–7. (in Russian).

Pirozhnikov P.L. K poznaniyu ozera Sartlan v limnologicheskom, gidrobiologicheskom i rybohozyajstvennom otnoshenii [To the knowledge of Lake Sartlan in limnological, hydrobiological and fishery relations] // Trudy Sib. nauch. rybohoz. stancii. [Proceedings of Sib. scientific fish farm stations]. Krasnoyarsk, 1929. Vol. 4, no. 2. P. 3–120. (in Russian).

Pirozhnikov P.L. Issledovanie i ispol'zovanie vodoemov Sibiri [Research and use of reservoirs of Siberia]. M.: Sovetskaja Azija, 1932. 173 p. (in Russian).

Pomeranceva D.P. Sezonnaya dinamika zooplanktona [Seasonal dynamics of zooplankton] // Rybnoe hozyajstvo ozera Ubinskogo i puti ego razvitiya [Fish wealth of Lake Ubinskoe and

ways of its development]. Novosibirsk: Pedagogical Institute, 1973. P. 27–33. (in Russian).

Pomeranceva D.P. Rost, razvitie i produkcija osnovnyh vidov vetvistousykh rakoobraznyh oz. Sartlan [Growth, development and production of the main species of cladocerans from Sartlan lake] // *Gidrobiol. zhurn.* [Hydrobiol. J.]. 1974. No. 6. P. 66–70. (in Russian).

Pomeranceva D.P. Zooplankton ozera Ubinskogo [Zooplankton of Lake Ubinskoe] // *Ozero Ubinskoe (biologicheskaya produktivnost' i perspektivy rybohozyajstvennogo ispol'zovaniya)* [Lake Ubinskoe (biological productivity and prospects for fisheries use)]. SPb.: GosNIORH, 1994. P. 48–57. (in Russian).

Pomeranceva D.P. Dinamika zooplanktona oz. Ubinskoe [Dynamics of zooplankton of the lake. Ubinskoye] // *Biologicheskoe raznoobrazie zhivotnyh Sibiri* [Biological diversity of animals of Siberia]. Tomsk: TGU, 1998. P. 159. (in Russian).

Pomeranceva D.P., Selezneva M.V. Ekologicheskaya situaciya i kormovaya baza ozera Ubinskoe v sovremennyj period [Ecological situation and forage base of Lake Ubinskoe in the modern period] // *Problemy i perspektivy racional'nogo ispol'zovaniya rybnyh resursov Sibiri: materialy nauch.-prakt. konf.* [Problems and prospects for the rational use of fish resources in Siberia: materials of scientific and practical. conf.]. Krasnoyarsk, 1999. P. 132–137. (in Russian).

Popov N.Ya. Ozernyj fond i potencial'nye zapasy zooplanktona Zapadno-Sibirskoj ravniny [Lake fund and potential reserves of zooplankton of the West Siberian Plain] // *Ekologicheskie problemy rekul'tivacii ozer zamornogo tipa* [Ecological problems of reclamation of lakes of the dead type]. Tyumen: Tyumen State University, 1994. P. 188–197. (in Russian).

Prusevich N.A. K gidrobiologicheskoy harakteristike nekotoryh ozer Ob'–Ketskoj pojmy [On the hydrobiological characteristics of some lakes of the Ob–Ketskaya floodplain] // *Trudy. NII biol. i biofiz. pri TGU* [Proceedings of the Scientific Research Institute of Biol. and biophys. at TSU]. 1974. No. 4. P. 140–142. (in Russian).

Prusevich L.S. Zooplankton ozera Malyj Sartlan i ego ispol'zovanie molod'yu sigovyh [Zooplankton of Lake Maly Sartlan and its use by juvenile whitefish] // *Osnovnye napravleniya razvitiya tovarnogo rybovodstva Sibiri: Tezisy dokl. respubl. soveshchaniya* [Main trends in the development of commercial fish farming in Siberia: Abstracts of the report of the Republic meetings]. Tyumen, 1980a. P. 145–146. (in Russian).

Prusevich L.S. Sostoyanie zooplanktona i bentosa oz. Sartlan i mery po ih racional'nomu ispol'zovaniyu [The state of zooplankton and benthos of the Lake Sartlan and measures for their rational use] // *Osnovnye napravleniya razvitiya tovarnogo rybovodstva Sibiri: Tezisy dokl. respubl. soveshchaniya* [Main trends in the development of commercial fish farming in Siberia: Abstracts of the report of the Republic meetings]. Tyumen, 1980b. P. 146–148. (in Russian).

Prusevich L.S. Zooplankton ozera Sartlan v period rekonstrukcii ego ihtiofauny [Zooplankton of Lake Sartlan during the reconstruction of its ichthyofauna] // *Trudy GosNIORH. Rezul'taty rybohozyajstvennyh issledovanij na vodoemah Zapadnoj Sibiri* [Proceedings GosNIORH. Results of fishery research in the reservoirs of Western Siberia]. 1984. No. 214. P. 97–

109. (in Russian).

Prusevich L.S. Dinamika kachestvennogo sostava i kolichestvennyh pokazanij zooplanktona ozera Sartlan [Dynamics of the qualitative composition and quantitative indications of the zooplankton of Lake Sartlan] // Prirodnye resursy Zabajkal'ya i problemy ih ispol'zovaniya [Natural resources of Transbaikalia and problems of their use]. Chita: CHIPR SO RAN, 2001a. P. 505–507. (in Russian).

Prusevich L.S. Pitanie i pishchevye vzaimootnosheniya ryb ozera Sartlan [Feeding and nutritional relationships of the fish of Lake Sartlan] // Sovremennye problemy gidrobiologii Sibiri: Tez.dokl.Vseros. konf. (Tomsk, 14–16 noyabrya 2001 g.) [Modern problems of hydrobiology of Siberia: Abstracts of the report of All Russia. conf. (Tomsk, November 14–16, 2001)]. Tomsk, 2001b. P. 64–66. (in Russian).

Prusevich L.S., Naumkina D.I., Porotnikova L.L. Sovremennoe sostoyanie zooplanktona i zoobentosa ozera Sartlan [The current state of zooplankton and zoobenthos of Lake Sartlan] // Vodnye ekosistemy Sibiri i perspektivy ih ispol'zovaniya: Mater. Vseros. konf. s mezhdunar. uchastiem (Tomsk, 19–21 aprelya. 2011 g.) [Water ecosystems of Siberia and prospects for their use: Mater. All Russia. conf. with international participation (Tomsk, April 19–21, 2011)]. Tomsk, 2011. P. 244–247. (in Russian).

Prusevich L.S., Rudov V.A. Vliyanie introdukcii ryb na kormovuyu bazu ozera Sartlan [Influence of fish introduction on the forage base of Lake Sartlan] // Resursosberegayushchie tekhnologii v akvakul'ture: Mater. Vtorogo mezhdunar. simp. (Adler, 4–7 oktyabrya 1999 g.) [Resource-saving technologies in aquaculture: Mater. Second International symp. (Adler, October 4–7, 1999)]. Krasnodar, 1999. P. 162–163. (in Russian).

Romanova G.P. Produkcionno–biologicheskaya harakteristika oz. Sartlan [Production and biological characteristics of Lake Sartlan] // Izv. Zap. Sib. branch of the Academy of Sciences of the USSR. Ser. biol. Novosibirsk, 1948. No. 2. P. 29–51. (in Russian).

Ronzhina T.O. Dinamika chislennosti populyacii galofil'nogo rachka *Artemia* sp. v gipergalinnyh ozerah yuga Zapadnoj Sibiri [Population dynamics of the halophilic crustacean *Artemia* sp. in hyperhaline lakes in the south of Western Siberia]: Summary of PhD (Cand. of Biol.) thesis. Barnaul, 2009. 19 p. (in Russian)

Ruzskij M.D. Material po biologii ozera Karachi i Karachinskogo kurorta [Material on the biology of Lake Karachi and the Karachinsky resort] // Kurortnoe delo [Resort business]. 1924. No. 7–8. P. 3–6. (in Russian).

Ruzskij M.D. Zametki o rakoobraznyh ozer goskurorta “Karachi” [Notes on the crustaceans of the lakes of the state resort “Karachi”] // Trudy Bal'neo-fizio-terap. in-ta v Tomske [Proceedings of the Balneo-physio-therapist. Institute in Tomsk]. Tomsk, 1936. P. 37–38. (in Russian).

Savchenko N.V. Ozera yuzhnyh ravnin Zapadnoj Sibiri [Lakes of the southern plains of Western Siberia]. Novosibirsk: SO RAN, 1997. 300 p. (in Russian).

Savchenko N.V., Savchenko G.A., Popolzin A.G. K voprosu o zavisimosti resursov zooplanktona i zoobentosa ot geoekologicheskikh faktorov (na primere mal'nykh ozer yugo-vostoka Zapadnoj Sibiri) [To the question of the dependence of zooplankton and zoobenthos resourc-

es on geoecological factors (on the example of small lakes in the southeast of Western Siberia)] // *Ekologo-ekonomicheskie osnovy bezopasnoj zhiznedeyatel'nosti: Materialy 2 Vseros. konf. (Novosibirsk, 21–23 iyunya 1993 g.)* [Ecological and economic foundations of safe life: Materials of the 2nd All-Russian. conf. (Novosibirsk, June 21–23, 1993)]. Novosibirsk, 1993. Part. 2. P. 150–152.

Secko R.I., Vlasov V.P. O povyshenii ryboproduktivnosti malyh ozer Omskoj oblasti [On increasing the fish productivity of small lakes in the Omsk region] // *Nauch. tekhn. byul. GosNIORH* [Scien. tech. bull. GosNIORH]. 1961. No 13–14. P. 42–45. (in Russian).

Sipko L.L. Osobennosti gidrobiologii malyh ozer sistemy reki Karasuk [Peculiarities of hydrobiology of small lakes of the Karasuk river system] // *Soveshchanie po biologicheskoy produktivnosti vodoemov Sibiri: kratkoe sodерж. dokl. (Irkutsk, 6–9 oktyabrya 1966)* [Meeting on the biological productivity of Siberian water bodies: brief contents. report (Irkutsk, October 6–9, 1966)]. Irkutsk, 1966. P. 119–120 (in Russian).

Sipko L.L. Vodnaya rastitel'nost', zooplankton i zoobentos ozer Karasukskoj sistemy [Aquatic vegetation, zooplankton and zoobenthos of the lakes of the Karasuk system] // *Opyt kompleksnogo izucheniya i ispol'zovaniya Karasukskih ozer* [Experience in the integrated study and use of the Karasuk lakes]. Novosibirsk: Nauka, 1982. P. 80–118. (in Russian).

Studenikina T.L. Zooplankton ozer razlichnyh landshaftnyh zon Altajskogo kraja [Zooplankton of lakes of various landscape zones of the Altai Territory] // *Issledovanie planktona, bentosa i ryb Sibiri* [Study of plankton, benthos and fish of Siberia]. Tomsk: TGU, 1981. P. 13–20. (in Russian).

Suzdal'skij V.I. Opyt sanitarno biologicheskogo issledovaniya barabinskih ozer Uzunkul', Bol'shoj Yarkul' i Ambakul' [Experience of sanitary biological research of the Baraba lakes Uzunkul, Bolshoy Yarkul and Ambakul] // *Izv. Tom. un ta* [Izv. TSU]. Tomsk: Krasnoe znamya, 1928. Vol. 82. P. 345–364. (in Russian).

Suzdal'skij V.I. Sanitarno biologicheskoe issledovanie presnovodnyh bassejnov. Rezul'taty issledovaniya Barabinskih ozer [Sanitary biological research of freshwater basins. Results of the study of the Baraba lakes] // *Trudy Tom. gos. med. in-ta* [Proceedings of the Tomsk State Medical Institute]. Tomsk: Tomsk State Medical Institute, 1931. P. 12–28. (in Russian).

Suzdal'skij V.I. Sanitarno-biologicheskoe issledovanie presnovodnyh bassejnov. Rezul'taty issledovaniya Barabinskih ozer [Sanitary-biological study of freshwater basins. The results of the study of the Baraba lakes] // *Trudy Tom. gos. med. in-ta* [Proceedings of the Tomsk State Medical Institute]. Tomsk: Tomsk State Medical Institute, 1932. P. 81–90. (in Russian).

Timofeeva M.V. Zooplankton ozera Malye Chany [Zooplankton of Lake Malye Chany] // *Ekologiya ozera Chany* [Ecology of Lake Chany]. Novosibirsk: Nauka, 1986. P. 115–127. (in Russian).

Timofeeva M.V., Yadrenkin A.V., Yadrenkina E.N. Zooplankton yugo-vostochnoj chasti sistemy oz.Chany i ego rol' v pitanii molodi ryb [Zooplankton of the southeastern part of the Chany lake system and its role in the nutrition of young fish] // *Ryboproduktivnost' ozer Zapadnoj Sibiri* [Fish productivity of the lakes of Western Siberia]. Novosibirsk: Nauka, 1991.

P. 101–109. (in Russian).

Proceedings of the West Siberian branch of VNIORH / Ed. B.G. Ioganzen, I.K. Labetskaya. Tomsk: West Siberian branch of VNIORH, 1935. P. 85–144. (in Russian).

Ulomskij S.N. K voprosu o metodike opredeleniya vidovoj biomassy plankton [On the question of the method of determining the species biomass of plankton] // *Izv. VNIORH*. 1952. Vol. 30. P. 108–118. (in Russian).

Ulomskij S.N. Ob usloviyah razvitiya planktona v vodoeme, zagryaznennom stochnymi vodami [On the conditions for the development of plankton in a reservoir polluted by sewage] // *Materialy VGBO [Proceedings of the VGBO]*. 1956. Vol. 7. P. 67–76. (in Russian).

Fedorova L.S. Zavisimost' zooplanktona ravninnyh ozer Altajskogo kraja ot ih solenosti [Dependence of zooplankton of flat lakes of the Altai Territory on their salinity] // *Zoologicheskie problemy Sibiri [Zoological problems of Siberia]*. Novosibirsk: Nauka, 1972. P. 197–198. (in Russian).

Fedorova L.S. Sezonnye i godovye kolebaniya zooplanktona v ozerah Altajskogo kraja [Seasonal and annual fluctuations of zooplankton in the lakes of the Altai Territory] // *Vodoemy Sibiri i perspektivy ih rybohozyajstvennogo ispol'zovaniya [Water bodies of Siberia and prospects for their fishery use]*. Tomsk: TGU, 1973. P. 170–171. (in Russian).

Fetter G.V., Ermolaeva N.I. Vliyanie abioticheskikh faktorov na strukturu zooplanktona mal'lyh ozer yuga Zapadnoj Sibiri [Influence of abiotic factors on the structure of zooplankton in small lakes in the south of Western Siberia] // *Izv. Alt. otd. Rus.[geogr. o-va [Bulletin AB RGS]*. 2018. No. 2 (49). P. 95–103. (in Russian).

Folitarek S.S. Problema kompleksnogo i intensivnogo ispol'zovaniya biologicheskikh resursov ozer Zapadnoj Sibiri [The problem of complex and intensive use of biological resources of lakes in Western Siberia] // *Biologicheskie resursy vnutrennih vodoemov Sibiri i Dal'nego Vostoka [Biological resources of internal water bodies of Siberia and the Far East]*. Moscow: Nauka, 1984. P. 33–45. (in Russian).

Sherenkova I.P. Zooplankton i bentos ozer Saltaim i Tenis [Zooplankton and benthos of lakes Saltaim and Tenis] // *Soveshchanie po biologicheskoy produktivnosti vodoemov Sibiri: kratkoe sodерж. dokl. (6-9 oktyabrya 1966) [Meeting on the biological productivity of Siberian water bodies: brief contents. report (October 6-9, 1966)]*. Irkutsk, 1966. P. 141–142. (in Russian).

Sherenkova I.P. Zooplankton i bentos ozer Saltaim i Tenis [Zooplankton and benthos of lakes Saltaim and Tenis] // *Biologicheskaya produktivnost' vodoemov Sibiri [Biological productivity of water bodies of Siberia]*. Moscow: Nauka, 1969. P. 108–111. (in Russian).

Yuhneva V.S. Plankton i bentos gumificirovannyh ozer Zapadnoj Sibiri [Plankton and benthos of humified lakes in Western Siberia] // *Soveshchanie po biologicheskoy produktivnosti vodoemov Sibiri: kratkoe sodерж. dokl. [Conference on the biological productivity of Siberian water bodies: brief contents. report (October 6-9, 1966)]*. Irkutsk, 1966. P. 133–134. (in Russian).

Yuhneva V.S. Plankton i bentos odnogo iz gumificirovannyh ozer Zapadnoj Sibiri [Plankton and benthos of one of the humified lakes in Western Siberia] // *Biologicheskaya produktivnost' vodoemov Sibiri [Biological Productivity of Siberian Water Bodies]*. Moscow: Nauka,

1969. P. 105–107. (in Russian).

Middendorff A. Th. Die Baraba // Mémoires de l'Académie Impériale des Sciences de St.-Petersbourg, VII Ser. 1870. V. XIV. N 2.

STUDY OF ZOPLANKTON IN LAKES IN THE SOUTH OF WESTERN SIBERIA

N.I. Yermolaeva

Institute for Water and Environmental Problems of the SB RAS, Barnaul, E-mail: hope413@mail.ru

A review of studies of zooplankton in lakes in the south of the West Siberian Plain from the southern border of the Altai Territory (51°N) to the southern border of the Vasyugan bog (60°N) is presented. The main periods of the study of zooplankton are identified depending on the volume and goals of the work carried out. Studies of limnic zooplankton in the south of the West Siberian Plain have been carried out since the 19th century. At the initial stage, the first fragmentary data on the zooplankton composition of both large and small lakes along the Trans-Siberian Railway and around large cities were collected. Purposeful studies by employees of Tomsk University and a number of specialized fisheries organizations at the second and third stages made it possible to obtain more detailed information about the composition and structure of zooplankton in a number of large lakes. Further systematization of the accumulated data, deepening of research will make it possible to study in more detail the regularities of the spatial and temporal organization of lake zooplankton in connection with the variability of individual environmental factors in various natural zones and limnic systems and improve the system of hydrobiological monitoring of water bodies in the region.

Keywords: South of Western Siberia; zooplankton; lakes; degree of knowledge.

Received March 5, 2023. Accepted: March 19, 2023

Сведения об авторах

Ермолаева Надежда Ивановна – доктор биологических наук, главный научный сотрудник, директор Новосибирского филиала Института водных и экологических проблем СО РАН. Россия, 656038, г. Барнаул, ул. Молодежная, д. 1. ORCID: 0000-0003-4529-034X. E-mail: hope413@mail.ru.

Information about the authors

Yermolaeva Nadezhda Ivanovna – Dr Sc. in Biology, Chief Researcher, Director of the Novosibirsk Branch of the Institute for Water and Environmental Problems SB RAS (IWEP SB RAS). 1, Molodezhnaya St., 656038 Barnaul, Russia. ORCID: 0000-0003-4529-034X. E-mail: hope413@mail.ru.

УДК 504.3.054

ИЗУЧЕНИЕ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ ДИНАМИКИ АТМОСФЕРНЫХ КОНЦЕНТРАЦИЙ РТУТИ НА ТЕРРИТОРИИ АЛТАЙСКОГО КРАЯ

Л.В. Колотушкина, С.С. Эйрих, Т.С. Папина

*Институт водных и экологических проблем СО РАН, г. Барнаул,
E-mail: lilichkashol661@gmail.com, steyrikh@gmail.com, tanya.papina@mail.ru*

Для оценки уровня загрязнения ртутью атмосферы Алтайского края проводился отбор и анализ проб атмосферного воздуха непосредственно in-situ с использованием портативного анализатора РА-915М в разные сезоны года. Влияние антропогенной нагрузки от городов изучали, отбирая пробы воздуха как на урбанизированных территориях (г. Камень-на-Оби, г. Барнаул, г. Бийск), так и в фоновых районах. Содержание элементарной ртути (Hg^0) во всех пробах не превышали среднегодовых ПДК для атмосферного воздуха городских и сельских поселений. Для Алтайского края средний региональный уровень концентраций атомарной ртути в приземном слое атмосферы составил 1.54 ± 0.25 нг/м³, при этом рассчитанные нами среднегодовые региональные уровни для фоновых, городских и сельских территорий составили 1.25 нг/м³, 1.5 нг/м³ и 1.6 нг/м³, соответственно, что находится в диапазоне концентраций типичном для Северного полушария (1.3–1.6 нг/м³). Была выявлена следующая сезонная динамика концентраций: в зимний период наблюдалось увеличение концентрации Hg^0 во всех точках наблюдения, причем наиболее ярко оно проявилось на городских территориях (города Барнаул, Бийск, Камень-на-Оби), что связано с увеличением выбросов ртути при сжигании угля на ТЭЦ в течение отопительного сезона. В весенний период (март) дополнительно к поступлению ртути в атмосферу за счет сжигания угля добавляется активная десорбция ртути из снежного покрова под воздействием солнечной радиации, что наблюдалось как для урбанизированных, так и фоновых территорий. Минимальными концентрациями ртути характеризовался летний период, особенно в период дождей, когда ртуть интенсивно вымывается влажными атмосферными выпадениями. Было также показано, что межгодовая (для 2-х лет) сезонная вариабельность концентраций ртути не превышала 9% для городских районов и 13% для фоновых территорий.

Ключевые слова: элементарная газообразная ртуть; загрязнение атмосферного воздуха, городские, сельские и фоновые территории; сезонная вариабельность; Алтайский край.

DOI: 10.24412/2410-1192-2023-16905

Дата поступления: 5.04.2023. Принята к печати: 28.04.2023

Ртуть (Hg) — токсичный металл, который встречается в земной коре в низких концентрациях. Она обладает уникальными физико-химическими свойствами: имеет более низкую температуру плавления (-39°C) и более низкую температуру кипения (357°C), чем любой другой металл. Благодаря этому ртуть является летучей при комнатной температуре и может находиться в атмосфере в виде газообразной элементарной ртути (Hg^0) [Wängberg et al., 2016], являясь единственным элементом, который при нормальных температурах встречается в виде атомарного газа. Находящаяся в воздухе ртуть в основном состоит из Hg^0 ($>98\%$), небольшого количества газообразной окисленной ртути (Hg^{2+}), т. е. двухвалентных газообразных соединений ртути, а также ртути, связанной с твердыми частицами (HgP) [Schiavo et al., 2022]. Пространственная и временная изменчивость уровней ртути в масштабах полушарий, региональные и фоновые уровни ртути определяются содержанием Hg^0 , которая является доминирующей формой атмосферной ртути, устойчива в атмосфере долгое время (до года и более) и может транспортироваться на большие расстояния, до того, как окислится и покинет атмосферу в результате влажного или сухого осаждения [Schroeder, Munthe, 1998; Angot et al., 2016; Obrist et al., 2017].

В настоящее время большинство систематических исследований потоков элементарной газообразной ртути выполнены преимущественно в Северной Америке (55.6%), Азии (25.1%) и Европе (12.8%) [Agnan et al., 2016] в рамках сетей мониторинга GMOS (Глобальная система

наблюдения за ртутью), AMNet (сеть атмосферной ртути), ЕМЕР (Европейская программа мониторинга и оценки), АРММН (Азиатско-Тихоокеанская сеть мониторинга ртути) [Sprovieri et al., 2016; AMAP/UN Environment., 2019], в то время как большие территории остаются малоизученными, в том числе и территория России, где расположена только одна станция мониторинга GMOS — в пос. Листвянка [Mashyanov et al., 2021], при этом сезонные многолетние исследования — также ограничены (около 5% от общего количества исследований) [Agnan et al., 2016].

Материалы и методы

Изучаемая нами территория Алтайского края является равнинной, постепенно повышающейся с северо-запада на юго-восток. Климат Алтайского края — резко континентальный. Алтайский край находится почти в центре Евразийского материка, поэтому в теплое время года суша хорошо прогревается. Июль — самый жаркий месяц в году ($t \geq 30$). На равнинах лето наступает во второй половине мая и длится до середины сентября. Зима — самый длинный сезон года, она длится от 5 до 7 месяцев (с ноября по апрель). Устойчивый снежный покров образуется в начале ноября, а январь — самый холодный месяц ($t_{\text{среднемес}} \approx -20^{\circ}\text{C}$). Весна в крае начинается в марте/апреле, тогда же происходит период обильного таяния снега. Весной преимущественно господствуют юго-западные ветры, приносящие засушливую погоду. Осень наступает в октябре (самый дождливый месяц) с холодными ветрами. После установления ясной погоды

температура понижается и держится отрицательная в течение дня и ночи [Харламова, 2013]. Для оценки уровней загрязнения ртутью атмосферного воздуха на территории Алтайского края был проведен отбор и анализ проб атмосферного воздуха в различные сезоны года с марта 2021 г. по март 2022 г. Всего за год было проведено 7 экспедиционных выездов и выполнены измерения атмосферной ртути в воздухе в 17 точках (рис.1а). Влияние антропогенной нагрузки от городов изучали, отбирая пробы воздуха в черте городов Барнаул, Бийск, Камень-на-Оби и на прилегающих к ним территориях. Для определения регионального уровня ртути отбирали воздух в следующих районах: у села Фоминское (р. Обь, место слияния рек Бии и Катунь), Ануй, Чарыш, Алей

(средние притоки изучаемого участка Оби, ближе к их устью). Таким образом, всего было отобрано 157 единичных проб атмосферного воздуха.

В работе использовали анализатор газообразной ртути РА-915М (ГК «Люмэкс», Россия), являющийся портативным прибором, подходящим для полевых условий (рис.1б). Комбинация многоходовой кюветы с зеэмановской коррекцией неселективного поглощения делает возможным непрерывное измерение фоновой концентрации ртути в окружающем воздухе в режиме реального времени. Определение концентраций ртути проводили с использованием методики М 03-06-2004 «Прямое определение содержания ртути в воздухе населенных мест, жилых помещений и рабочей зоны».

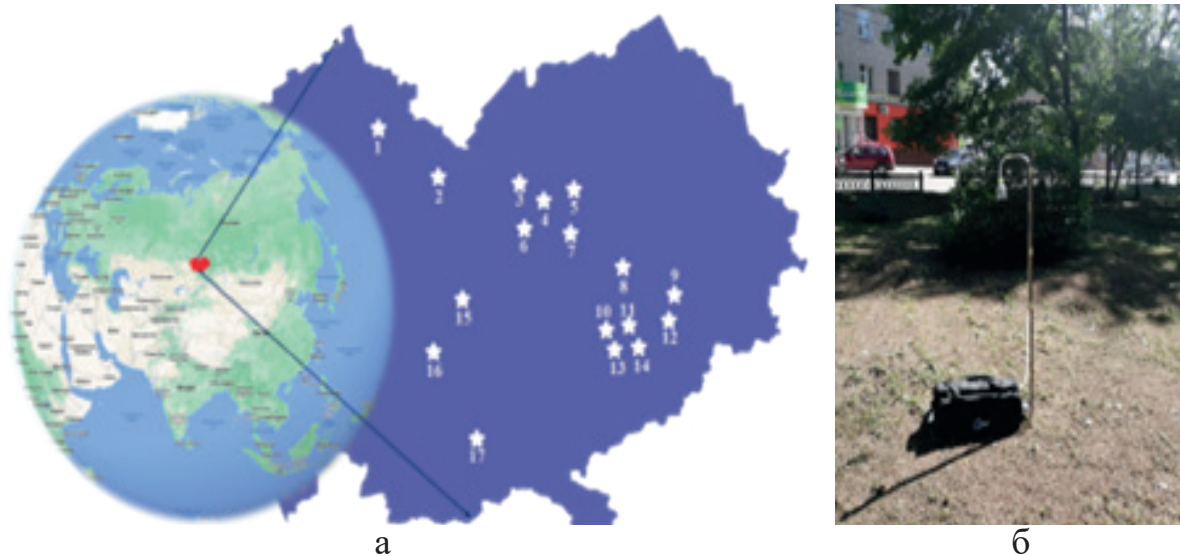


Рис. 1. Отбор проб воздуха

а – Местоположение точек отбора: 1 – Камень-на-Оби, 2 – Касмала, 3 – Гоньба, 4 – Барнаул, 5 – Санниково, 6 – Борзовая Заимка, 7 – Рассказиха, 8 – Троицкое, 9 – Бочкари, 10 – Песчаное, 11 – Бийск, 12 – Сверхково, 13 – Фоминское, 14 – Ануй, 15 – Большепанюшево, 16 – Алей, 17 – Чарыш;

б – Газоанализатор ртути РА-915М

Fig. 1. – Air sampling

a – sampling location map: 1 – Kamen-na-Obi, 2 – Kasmala, 3 – Gonba, 4 – Barnaul, 5 – Sannikovo, 6 – Borzovaya Zaimka, 7 – Rasskazikha, 8 – Troitskoye, 9 – Bochkari, 10 – Peschanoe, 11 – Biysk, 12 – Sverchkovo, 13 – Fominsky, 14 – Anui, 15 – Bolshepanyushevo, 16 – Aley, 17 – Charysh;

b – The mercury analyzer RA-915M

Отбор проб проводили на открытой, хорошо проветриваемой площадке с непылящим покрытием (асфальт, грунт, газон) на высоте от 1.3 м до 1.5 м. Анализируемый воздух проходил через аналитическую кювету со скоростью 10 л/мин. Отбор и анализ паров ртути в атмосферном воздухе осуществлялся в режиме «Мониторинг» в течение 10 минут три раза подряд с сохранением результатов во встроенную память анализатора. Контроль нуля производился через каждые 5 минут анализа. Предел обнаружения ртути составил 0.5 нг/м³.

Результаты и обсуждение

Концентрации атмосферной ртути в исследуемых точках на территории Алтайского края, полученные в ходе экспедиционных работ в период с марта 2021 г. по март 2022 г., представлены в таблице.

Диапазоны изменения концентраций для городских, сельских и ряда фоновых районов существенно не отличаются: все значения не превышают среднесуточного ПДК в воздухе населенных пунктах (0.0003 мг/м³) [СанПиН 1.2.3685-21] и находятся в диапазоне естественных содержаний ртути в незагрязненной атмосфере (1–3 нг/м³) [Agnan et al., 2016]. Среднегодовые концентрации атмосферной ртути в фоновых точках и вблизи сельских поселений находятся на сопоставимом уровне, а в некоторых точках (Борзовая Заимка, Чарыш, Бочкари, Троицкое) несколько выше значений, зафиксированных для городских территорий, что показывает отсутствие значительного антропогенного загрязнения ртутью в черте городов, а также существенных региональных и локальных источников загрязнения

ртутью на территории Алтайского края. На городских территориях наибольшие средние концентрации Hg⁰ зафиксированы в г. Бийск и прилегающих к нему территориях; наименьшие концентрации – в районе городов Барнаул и Камень-на-Оби, хотя наиболее высокие максимальные разовые концентрации наблюдались в черте г. Барнаула (до 6.2 нг/м³).

Для Алтайского края рассчитанный нами средний региональный уровень атомарной ртути в приземном слое атмосферы составил 1.54±0.25 нг/м³ и находится в диапазоне концентраций типичном для Северного полушария (1.3–1.6 нг/м³) [AMAP/UN Environment, 2019]. Для сравнения средняя общая концентрация Hg⁰ за 10 лет наблюдений (2011–2020 гг.) в пос. Листвянка составляла 1.59 нг/м³ [Mashyanov et al., 2021], что также находится на сопоставимом с нашими результатами уровне. В целом, в фоновых точках (Гоньба, Алей, Касмала) наблюдаются более низкие концентрации ртути по сравнению с городскими [Шоль и др., 2022], как в теплый, так и в холодный периоды года. На рис. 2 для примера представлены средние концентрации Hg⁰ в воздухе городских и фоновых территорий Алтайского края в марте 2021 г. (весенний период, отличающийся повышенными концентрациями ртути).

Среднегодовые концентрации Hg⁰ в воздухе урбанизированных территорий края составили 1.4–1.5 нг/м³, что сопоставимо с результатами для других изученных регионов мира [Fu et al., 2012; McLagan et al., 2018; Millir et al., 2021, Civerolo et al., 2014] (рис. 3) и не превышает фоновых уровней загрязнения ртутью атмосферы Северного полушария [Outridge et al., 2018].

Таблица

Диапазон варьирования и среднегодовые концентрации атмосферной ртути
на территории Алтайского края

Table

Range of variation and average annual concentrations of atmospheric mercury
in the Altai Region

Точка отбора	Хср, нг/м ³	Хмин, нг/м ³	Хмакс, нг/м ³	SD, нг/м ³
г. Барнаул	1.39	0.43	3.05	0.17
г. Камень-на-Оби	1.37	0.73	2.28	0.14
г. Бийск	1.53	1.03	2.45	0.14
Касмала	1.18	0.32	1.88	0.15
Гоньба	1.28	0.09	2.81	0.15
Санниково	1.49	0.62	2.14	0.16
Борзовая Заимка	1.48	1.05	2.08	0.18
Рассказиха	1.60	1.36	1.92	0.12
Троицкое	1.68	1.25	1.99	0.17
Бочкари	1.87	1.35	2.18	0.17
Песчаное	1.62	1.05	2.19	0.18
Сверчково	1.45	1.09	1.95	0.17
Фоминское	1.43	0.64	2.26	0.17
Ануй	1.45	1.09	1.95	0.17
Большепанюшево	1.52	1.12	1.83	0.17
Алей	1.23	0.71	1.97	0.31
Чарыш	1.95	1.69	2.35	0.12

Анализ сезонной изменчивости содержания атмосферной ртути в воздухе некоторых населенных пунктов (как урбанизированных, так и фоновых территорий), изученных в течение одного года (2021–2022 гг.) показал (рис. 4), что в зимний период наблюдается увеличение средней концентрации Hg⁰ во всех точках наблюдения Алтайского края, которое наиболее выражено на городских территориях (города Барнаул, Бийск, Камень-на-Оби) в результате увеличения выбросов ртути за счет сжигания угля на ТЭЦ в холодный период. В весенний период (март) дополнительно к поступлению ртути в атмосферу за счет сжигания угля

добавляется активная десорбция ртути под воздействием солнечной радиации, что наблюдается как на урбанизированных, так и фоновых территориях. Минимальными концентрациями ртути характеризуется летний период, особенно в период дождей, когда ртуть интенсивно вымывается влажными атмосферными выпадениями [Converse et al., 2010]. Для городов Алтайского края концентрация ртути изменяется от 1.23 нг/м³ до 1.55 нг/м³ в теплый и холодный сезоны соответственно, что сопоставимо с сезонными изменениями, зафиксированными на станции Листвянка (от 1.2 до 1.7 нг/м³) [Машьянов и др., 2015].

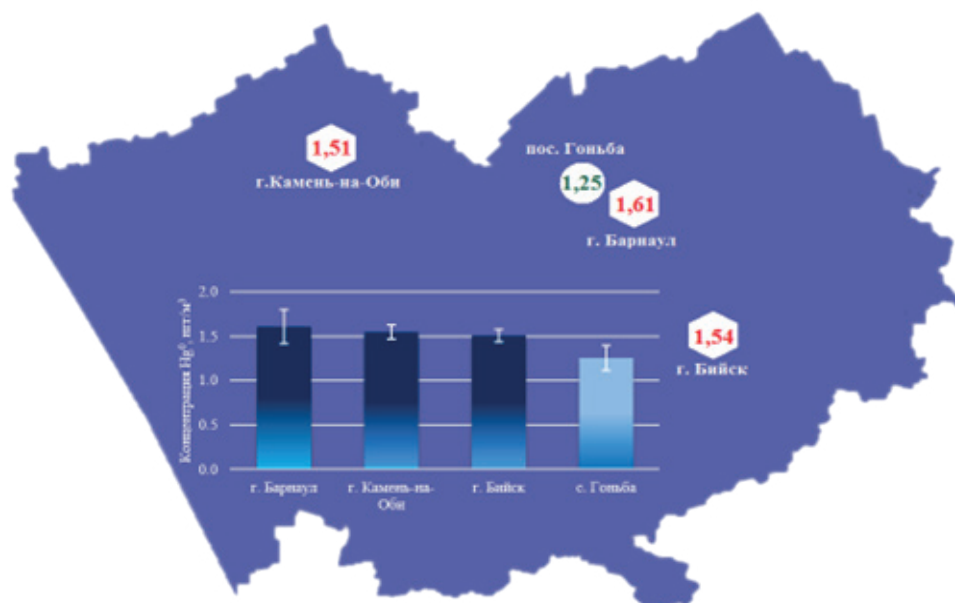


Рис. 2. Концентрации Hg (нг/м^3) в воздухе городских (шестиугольники) и фоновых территорий (кружочек) Алтайского края в марте 2021 г.

Fig. 2. Hg concentrations (ng/m^3) in the air of urban (hexagons) and background areas (circles) of Altai region in March 2021

Для оценки межгодовой сезонной вариабельности нами были рассмотрены март 2021 г. и март 2022 г. Пробы атмосферного воздуха были отобраны в период максимального снегозапаса перед снеготаянием при аналогичных условиях: в марте температура окружающей среды начинает

повышаться, увеличивая реэмиссию ртути из снежного покрова в атмосферу. Межгодовая вариабельность концентраций элементарной газообразной ртути, рассчитанная нами для двух лет для урбанизированных территорий, не превышала 9%, для удаленных фоновых районов – 13%.

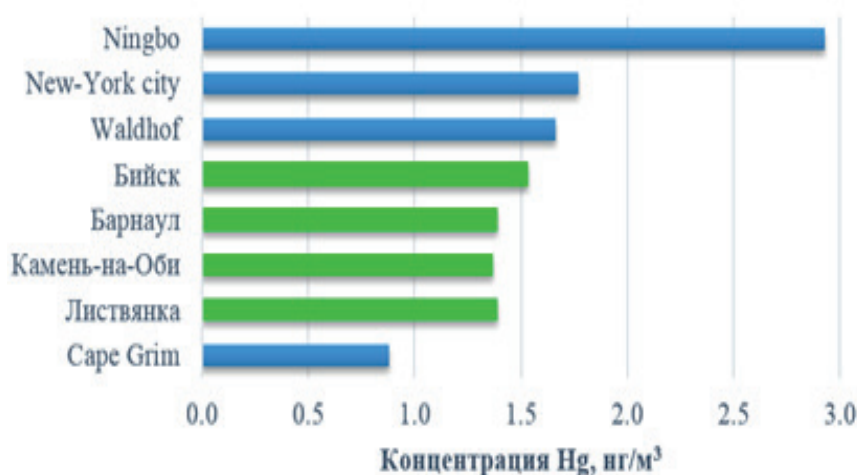


Рис. 3. Сравнение содержания атмосферной ртути в воздухе населенных пунктов Алтайского края с другими регионами мира

Fig. 3. Comparison of the atmospheric mercury concentrations in the ambient air of the Altai region settlements with other regions of the world

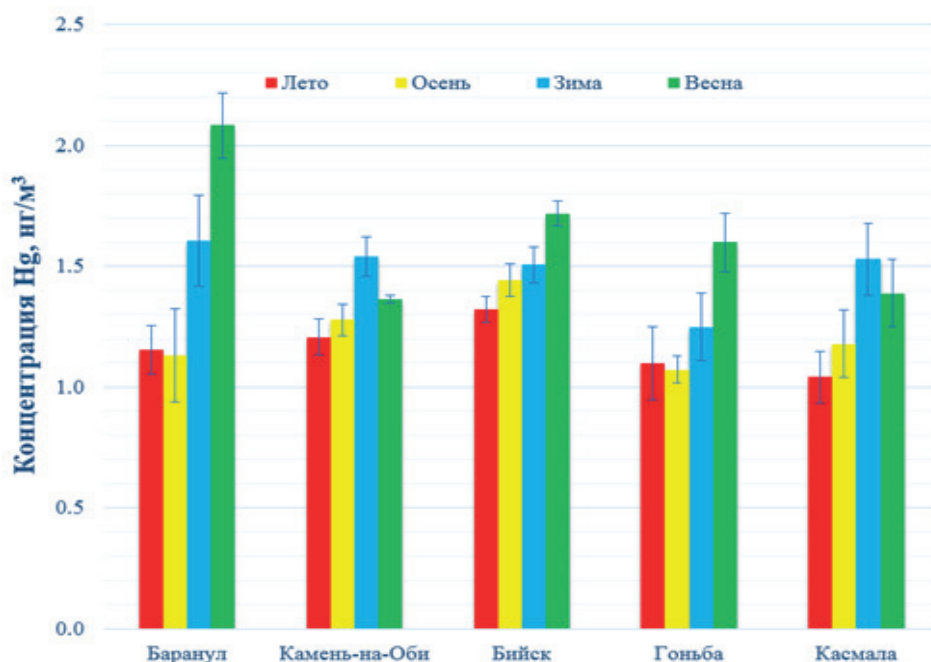


Рис. 4. Сезонное распределение ртути в атмосферном воздухе некоторых населенных пунктов Алтайского края

Fig. 4. Seasonal distribution of mercury in the atmosphere of some settlements of the Altai region

Закключение

Диапазоны изменения концентраций элементарной ртути для городских, сельских и ряда фоновых районов существенно не отличаются: все значения находятся в диапазоне естественных содержаний ртути в незагрязненной атмосфере (1–3 нг/м³). Среднегодовой региональный фон ртути в приземном слое атмосферы для фоновых, городских и сельских территорий составил 1.25 нг/м³, 1.5 нг/м³ и 1.6 нг/м³ соответственно, при этом средний региональный уровень для Алтайского края в целом составил 1.54 ± 0.25 нг/м³.

Среднегодовые концентрации Hg в воздухе городов Алтайского края сопоставимы с ее концентрациями в воздухе других изученных районов мира.

В целом, в фоновых точках наблюдаются более низкие концентрации ртути по сравнению с городскими как в теплый, так и в холодный периоды года.

Минимальными концентрациями ртути характеризуется летний период, особенно в период дождей. В зимний период наблюдается увеличение концентрации Hg⁰ в результате ее поступления при сжигании угля на ТЭЦ и котельных в холодный период. В весенний период добавляется поступление ртути вследствие ее десорбции из снежного покрова под воздействием солнечной радиации, что наблюдается как на урбанизированных, так и фоновых территориях. Межгодовая сезонная вариабельность концентраций ртути для двух лет была незначительна (менее 13%).

Конфликт интересов. Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest. The authors declare that he has no conflict of interest.

Авторы выражают благодарность к.б.н. А.В. Котовицкому за помощь в проведении экспедиционных работ. Работа выполнена в рамках государственного задания ИВЭП СО РАН (проект «Оценка сезонных особенностей атмосферного поступления и последующего распределения загрязняющих веществ на водосборной площади ключевых участков бассейна Оби в зависимости от природно-климатических условий»).

Список литературы

М 03-06-2004 «Прямое определение содержания ртути в воздухе населенных мест, жилых помещений и рабочей зоны». Введ. 30.07.2009. Санкт-Петербург. 2009. 9 с.

Машьянов, Н.Р., Оболкин, В.А., Ходжер, Т.В., Шолупов, С.Е., Рыжов, В.В., Погарев, С.Е. Проект GMOS (Global Mercury Observation System). Мониторинг атмосферной ртути на станции Листвянка // Ртуть в биосфере: эколого-геохимические аспекты. ИНХ СО РАН, 2015. С. 258–261.

СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания». 2021. 135 с.

Харламова Н. Ф. Климат Алтайского региона. 2013. 106 с.

Шоль Л.В., Эйрих С.С., Ильина Е.Г. Сравнительная оценка содержания элементарной газообразной ртути в воздухе городских территорий Алтайского края // Технологии и оборудование химической, биотехнологической и пищевой промышленности Материалы XV Всероссийской научно-практической конференции студентов, аспирантов и молодых ученых с международным участием. Бийск, 2022. С. 114–117.

Agnan Y., Le Dantec T., Moore C.W., Edwards G.C., Obrist D. New constraints on terrestrial surface–atmosphere fluxes of gaseous elemental mercury using a global database // Environmental science and technology. 2016. Vol. 50. №. 2. P. 507–524. doi: 10.1007/s10533-022-01004-9

AMAP/UN Environment. Technical Background Report for the Global Mercury Assessment 2018. Arctic Monitoring and Assessment Programme. Environment Programme. Chemicals and Health Branch. Geneva, 2019. 426 p

Angot H., Dastoor A., De Simone F., Gårdfeldt K., Gencarelli C.N., Hedgecock I.M. et al. Chemical cycling and deposition of atmospheric mercury in polar regions: review of recent measurements and comparison with models // Atmospheric Chemistry and Physics. 2016. Vol. 16. No. 16. P. 10735–10763. doi: 10.5194/acp-16-10735-2016

Civerolo K.L., Rattigan O.V., Felton H.D., Hirsch M.J., DeSantis S. Mercury wet deposition and speciated air concentrations from two urban sites in New York state: temporal patterns and regional context // Aerosol and Air Quality Research. 2014. Vol. 14. No. 7. P. 1822–1837. doi: 10.4209/aaqr.2014.03.0052

Converse A.D., Riscassi A.L., Scanlon T.M. Seasonal variability in gaseous mercury fluxes measured in a high-elevation meadow // Atmospheric Environment. 2010. Vol. 44. No. 18. P. 2176–2185. DOI: 10.1016/j.atmosenv.2010.03.024

Fu X., Feng X., Sommar J., Wang S. A review of studies on atmospheric mercury in China //

- Science of the Total Environment. 2012. Vol. 421. P. 73–81. doi: 10.1016/j.scitotenv.2011.09.089
- Mashyanov N., Obolkin V., Pogarev S., Ryzhov V., Sholupov S., Potemkin V., Molozhnikova E., Khodzher T. Air Mercury Monitoring at the Baikal Area. // *Atmosphere*. 2021. Vol. 12. 807 p.
- McLagan D.S., Mitchell C.P., Steffen A., Hung H., Shin C., Stupple G.W. et al. Global evaluation and calibration of a passive air sampler for gaseous mercury // *Atmospheric Chemistry and Physics*. 2018. Vol. 18. No. 8. P. 5905–5919. doi: 10.5194/acp-18-5905-2018
- Miller M.B., Howard D.A., Pierce A.M., Cook K.R., Keywood M. et al. Atmospheric reactive mercury concentrations in coastal Australia and the Southern Ocean // *Science of The Total Environment*. 2021. Vol. 751. P. 141681. doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.141681
- Obrist D., Agnan Y., Jiskra M., Olson C.L., Colegrove D.P., Hueber J. et al. Tundra uptake of atmospheric elemental mercury drives Arctic mercury pollution // *Nature*. 2017. Vol. 547. No. 7662. P. 201–204. doi: 10.1038/nature22997
- Outridge P.M., Mason R.P., Wang F., Guerrero S., Heimbürger-Boavida L.E. Updated global and oceanic mercury budgets for the United Nations Global Mercury Assessment 2018 // *Environmental science and technology*. 2018. Vol. 52. No. 20. P. 11466–11477. doi: 10.1021/acs.est.8b01246
- Schiavo B., Morton-Bermea O., Salgado-Martínez E., García-Martínez R., Hernández-Álvarez E. Health risk assessment of gaseous elemental mercury (GEM) in Mexico City // *Environmental Monitoring and Assessment*. 2022. Vol. 194. No. 7. P. 456. doi: 10.1007/s10661-022-10107-7
- Schroeder W.H., Munthe J. Atmospheric mercury – an overview // *Atmospheric environment*. 1998. Vol. 32. No. 5. P. 809–822. doi: 10.1016/S1352-2310(97)00293-8
- Sprovieri F., Pirrone N., Bencardino M., D’Amore F., Carbone F., Cinnirella S., Mannarino V., Landis M., et al. Atmospheric mercury concentrations observed at ground-based monitoring sites globally distributed in the framework of the GMOS network. // *Atmospheric Chemistry and Physics*. 2016. Vol. 16. P. 11915–11935. doi: 10.5194/acp-16-11915-2016
- Wängberg I., Nerentorp Mastromonaco M.G., Munthe J., Gårdfeldt K. Airborne mercury species at the Råö background monitoring site in Sweden: distribution of mercury as an effect of long-range transport // *Atmospheric Chemistry and Physics*. 2016. Vol. 21. P. 13379–13387. doi: 10.5194/acp-2016-526

References

- M 06-03-2004 “Direct determination of mercury content in the west of settlements, residential premises and working areas”. Introduction 07/30/2009 - St. Petersburg. 2009. 9 p.
- Mashyanov N.R., Obolkin V.A., Khodger T.V., Sholupov S.E., Ryzhov V.V., Pogarev S.E. GMOS project (Global Mercury Monitoring System). Mercury atmosphere monitoring at Listvyanka station // *Mercury in the biosphere: ecological and geochemical aspects*. INC SB RAS, 2015. P. 258–261.
- SanPiN 1.2.3685-21 “Hygienic standards and requirements for the safety and (or) harmlessness of the environment for humans.” 2021. 135 p.

Kharlamova N.F. Climate of the Altai region. 2013. 106 p.

Shol L.V., Eyrikh S.S., Ilyina E.G. Comparative assessment of the content of elemental gaseous mercury in the air of urban areas of the Altai Territory // Technologies and equipment for the chemical, biotechnological and food industry Proceedings of the XV All-Russian scientific and practical conference of students, graduate students and young scientists with international participation. Biysk. 2022. P. 114–117.

Agnan Y., Le Dantec T., Moore C.W., Edwards G.C., Obrist D. New constraints on terrestrial surface–atmosphere fluxes of gaseous elemental mercury using a global database // Environmental science and technology. 2016. Vol. 50. №. 2. P. 507–524. doi: 10.1007/s10533-022-01004-9

AMAP/UN Environment. Technical Background Report for the Global Mercury Assessment 2018. Arctic Monitoring and Assessment Programme. Environment Programme. Chemicals and Health Branch. Geneva, 2019. 426 p

Angot H., Dastoor A., De Simone F., Gårdfeldt K., Gencarelli C.N., Hedgecock I.M. et al. Chemical cycling and deposition of atmospheric mercury in polar regions: review of recent measurements and comparison with models // Atmospheric Chemistry and Physics. 2016. Vol. 16. No. 16. P. 10735–10763. doi: 10.5194/acp-16-10735-2016

Civerolo K.L., Rattigan O.V., Felton H.D., Hirsch M.J., DeSantis S. Mercury wet deposition and speciated air concentrations from two urban sites in New York state: temporal patterns and regional context // Aerosol and Air Quality Research. 2014. Vol. 14. No. 7. P. 1822–1837. doi: 10.4209/aaqr.2014.03.0052

Converse A.D., Riscassi A.L., Scanlon T.M. Seasonal variability in gaseous mercury fluxes measured in a high-elevation meadow // Atmospheric Environment. 2010. Vol. 44. No. 18. P. 2176–2185. doi: 10.1016/j.atmosenv.2010.03.024

Fu X., Feng X., Sommar J., Wang S. A review of studies on atmospheric mercury in China // Science of the Total Environment. 2012. Vol. 421. P. 73–81. doi: 10.1016/j.scitotenv.2011.09.089

Mashyanov N., Obolkin V., Pogarev S., Ryzhov V., Sholupov S., Potemkin V., Molozhnikova E., Khodzher T. Air Mercury Monitoring at the Baikal Area. // Atmosphere. 2021. Vol. 12. 807 p.

McLagan D.S., Mitchell C.P., Steffen A., Hung H., Shin C., Stupple G.W. et al. Global evaluation and calibration of a passive air sampler for gaseous mercury // Atmospheric Chemistry and Physics. 2018. Vol. 18. No. 8. P. 5905–5919. doi: 10.5194/acp-18-5905-2018

Miller M.B., Howard D.A., Pierce A.M., Cook K.R., Keywood M. et al. Atmospheric reactive mercury concentrations in coastal Australia and the Southern Ocean // Science of The Total Environment. 2021. Vol. 751. P. 141681. doi: 10.1016/j.scitotenv.2020.141681

Obrist D., Agnan Y., Jiskra M., Olson C.L., Colegrove D.P., Hueber J. et al. Tundra uptake of atmospheric elemental mercury drives Arctic mercury pollution // Nature. 2017. Vol. 547. No. 7662. P. 201–204. doi: 10.1038/nature22997

Outridge P.M., Mason R.P., Wang F., Guerrero S., Heimbürger-Boavida L.E. Updated global and oceanic mercury budgets for the United Nations Global Mercury Assessment 2018 // Environmental science and technology. 2018. Vol. 52. No. 20. P. 11466–11477. doi: 10.1021/acs.est.8b01246

Schiavo B., Morton-Bermea O., Salgado-Martínez E., García-Martínez R., Hernández-Álvarez E. Health risk assessment of gaseous elemental mercury (GEM) in Mexico City // *Environmental Monitoring and Assessment*. 2022. Vol. 194. No. 7. P. 456. doi: 10.1007/s10661-022-10107-7

Schroeder W.H., Munthe J. Atmospheric mercury – an overview // *Atmospheric environment*. 1998. Vol. 32. No. 5. P. 809–822. doi: 10.1016/S1352-2310(97)00293-8

Sprovieri F., Pirrone N., Bencardino M., D'Amore F., Carbone F., Cinnirella S., Mannarino V., Landis M., et al. Atmospheric mercury concentrations observed at ground-based monitoring sites globally distributed in the framework of the GMOS network. // *Atmospheric Chemistry and Physics*. 2016. Vol. 16. P. 11915–11935. doi: 10.5194/acp-16-11915-2016

Wängberg I., Nerentorp Mastromonaco M.G., Munthe J., Gårdfeldt K. Airborne mercury species at the Råö background monitoring site in Sweden: distribution of mercury as an effect of long-range transport // *Atmospheric Chemistry and Physics*. 2016. Vol. 21. P. 13379–13387. doi: 10.5194/acp-2016-526

STUDY OF SPATIOTEMPORAL DYNAMICS OF ATMOSPHERIC MERCURY CONCENTRATIONS ON THE TERRITORY OF THE ALTAI REGION

L.V. Kolotushkina, S.S. Eyrikh, T.S. Papina

Institute for Water and Environmental Problems SB RAS, Barnaul,

E-mail: lilichkashol661@gmail.com, steyrikh@gmail.com, tanya.papina@mail.ru

Mercury in ambient air of the Altai region was study in different seasons of the year to assess the level of atmospheric mercury pollution in the study area. Ambient air sampling and real-time air mercury measurements were carried out using the portable mercury analyzer RA-915M. The anthropogenic influence from cities was studied by taking ambient air samples both in urban (Kamen-na-Obi, Barnaul, Biysk) and in background areas. The content of elemental mercury (Hg^0) in all air samples did not exceed the average annual MAC (Maximum allowable concentration) for mercury in the air of urban and rural settlements. For the Altai Territory, the average regional level of atmospheric mercury concentrations was 1.54 ± 0.25 ng/m³, while the average annual regional levels calculated for background, urban and rural areas were 1.25 ng/m³, 1.5 ng/m³ and 1.6 ng/m³, respectively, and all values are in the concentration range typical for the Northern Hemisphere (1.3–1.6 ng/m³). The following seasonal dynamics of Hg^0 concentrations was revealed: in winter, the concentration increase was observed at all observation points, and the most pronounced it was in urban areas (Barnaul, Biysk and Kamen-na-Obi cities), which is associated with an increase in Hg emissions from thermal power plant coal combustion during the heating season. In spring (on March) additionally active desorption of Hg^0 from the snow cover under the influence of solar radiation is observed both for urbanized and background areas. The summer period is characterized by the minimal Hg^0 concentrations, especially in the rainy season, when elemental mercury

transformed into ionic mercury and washed out by wet deposition. It was also shown that the interannual (for 2 years) seasonal variability of mercury concentrations does not exceed 9% and 13% for urban and background areas, respectively.

Keywords: elemental gaseous mercury; atmospheric pollution, urban, rural and background areas; seasonal variability; Altai region.

Received April 5, 2023. Accepted: April 28, 2023

Сведения об авторах

Колотушкина Лилия Вячеславовна – аспирант, младший научный сотрудник Института водных и экологических проблем СО РАН. Россия, 656038, г. Барнаул, ул. Молодежная, д. 1. ORCID: 0000-0003-2594-0659. E-mail: lilichkashol661@gmail.com.

Эйрих Стелла Сергеевна – кандидат химических наук, старший научный сотрудник Института водных и экологических проблем СО РАН. Россия, 656038, г. Барнаул, ул. Молодежная, д. 1. ORCID: 0000-0001-9346-2068. E-mail: steyrikh@gmail.com.

Папина Татьяна Савельевна – доктор химических наук, начальник химико-аналитического центра Института водных и экологических проблем СО РАН. Россия, 656038, г. Барнаул, ул. Молодежная, д. 1. ORCID: 0000-0002-8388-7289. E-mail: tanya.papina@mail.ru.

Information about authors

Kolotushkina Liliya Vyacheslavovna – first-year postgraduate student, junior researcher of the Institute for Water and Environmental Problems SB RAS (IWEP SB RAS). 1, Molodezhnaya St., 656038 Barnaul, Russia. ORCID: 0000-0003-2594-0659. E-mail: lilichkashol661@gmail.com.

Eyrikh Stella Sergeevna – PhD in Chemistry, senior researcher of the Institute for Water and Environmental Problems SB RAS (IWEP SB RAS). 1, Molodezhnaya St., 656038 Barnaul, Russia. ORCID: 0000-0001-9346-2068. E-mail: steyrikh@gmail.com.

Papina Tatyana Savelyevna – Dr Sc. in Chemistry, Head of the Chemical Analytical Center of the Institute for Water and Environmental Problems SB RAS (IWEP SB RAS). 1, Molodezhnaya St., 656038 Barnaul, Russia. ORCID: 0000-0002-8388-7289. E-mail: tanya.papina@mail.ru.

Раздел 4 ТЕХНОЛОГИИ ЕСТЕСТВЕННО-ГЕОГРАФИЧЕСКОГО
ОБРАЗОВАНИЯ
Section 4 TECHNOLOGY OF ENVIRONMENTAL AND
GEOGRAPHICAL EDUCATION

УДК 371.21

**ЦЕНТРЫ «ТОЧКА РОСТА» АЛТАЙСКОГО КРАЯ НА КАРТЕ
ЭКОСИСТЕМЫ НАЦИОНАЛЬНОГО ПРОЕКТА «ОБРАЗОВАНИЕ»**

О.Н. Горбатова

*Краевое автономное учреждение дополнительного профессионального образования
«Алтайский институт развития образования имени Адриана Митрофановича Топорова», Барнаул,
E-mail: gorbatovaon@rambler.ru*

В статье представлена региональная «Модель организационно-методической поддержки инфраструктуры национального проекта «Образование», дана характеристика мероприятий «Комплексного плана организационно-методической поддержки инфраструктуры национального проекта «Образование» на 2022–2023 учебный год», разработанных в КАУ ДПО «АИРО имени А.М. Топорова» с целью консолидации ресурсов всех образовательных организаций, представляющих инфраструктуру и входящих в единую экосистему национального проекта «Образование» в Алтайском крае. Особое место уделено мерам научно-методической поддержки центров образования «Точка роста» естественно-научной и технологической направленностей.

Ключевые слова: инфраструктура национального проекта «Образование»; модель организационно-методической поддержки инфраструктуры национального проекта «Образование»; комплексный план организационно-методической поддержки инфраструктуры национального проекта «Образование»; центр образования «Точка роста» естественно-научной и технологической направленностей; эффективность использования цифрового оборудования.

DOI: 10.24412/2410-1192-2023-16906

Дата поступления: 14.02.2023. Принята к печати: 20.03.2023

Национальный проект «Образование» поддержки и развития способностей и реализуется в Российской Федерации талантов у детей и молодежи с учетом с 2019 года. Целевыми показателями их профессиональной ориентации. данного проекта, в том числе, являются: Важнейшим направлением проекта вхождение Российской Федерации в выступает обновление материально-число десяти ведущих стран мира по технической базы образовательных качеству общего образования, формиро организаций (прежде всего, в сельской вание эффективной системы выявления, местности) и оснащение их современным

оборудованием. В инфраструктуру национального проекта «Образование» входят детские технопарки «Кванториум», центры дополнительного образования детей «Дом научной коллаборации», школьные и педагогические кванториумы, центры «IT-куб», центры опережающей профессиональной подготовки, центры непрерывного повышения профессионального мастерства педагогических работников (ЦНППМ) и др. Ключевым звеном данной инфраструктуры являются центры образования «Точка роста». В России (на конец 2022 года) уже открыто 14 000 таких центров. В Алтайском крае функционирует 324, в 2023 году будут созданы еще 67 (и тогда их доля от общероссийского количества составит 3,6 %). Цель создания центров образования «Точка роста» – повышение качества общего образования, формирование у обучающихся функциональной (в том числе естественно-научной) грамотности, создание возможностей для практического освоения образовательных программ с использованием современного цифрового оборудования. «Точки роста» занимают центральное место в инфраструктуре национального проекта «Образование» не только из-за их многочисленности или большого числа учителей и школьников, посещающих данные центры, но и потому, что они являются связующим звеном между остальными сущностями рассматриваемой инфраструктуры. Обучающиеся в центрах образования «Точка роста» школьники, получают навыки работы с цифровыми лабораториями и датчиками, помощь им в профессиональной ориентации,

в продвижении результатов учебно-исследовательских работ призваны все остальные организации дополнительного образования, перечисленные выше. В этой связи актуальным является не только обеспечение результативного функционирования отдельных компонентов инфраструктуры национального проекта «Образование», но и планирование, координация их работы.

Результаты и обсуждение

С целью консолидации всех имеющихся ресурсов в Алтайском крае, формирования единой экосистемы, включающей все созданные в рамках национального проекта «Образование» центры, в КАУ ДПО «АИРО имени А.М. Топорова» (АИРО) созданы региональная «Модель организационно-методической поддержки инфраструктуры национального проекта «Образование» (рис. 1), а также «Комплексный план организационно-методической поддержки инфраструктуры национального проекта «Образование» на 2022–2023 учебный год» (далее – Комплексный план). Мероприятия Комплексного плана организованы по следующим направлениям: проведение совместных мероприятий для обучающихся и педагогических работников центров и образовательных организаций Алтайского края (вебинары, семинары, методические аквариумы, фестивали науки, конференции, диагностика профессиональных компетенций, курсы повышения квалификации; конкурсы и хакатоны для обучающихся); участие

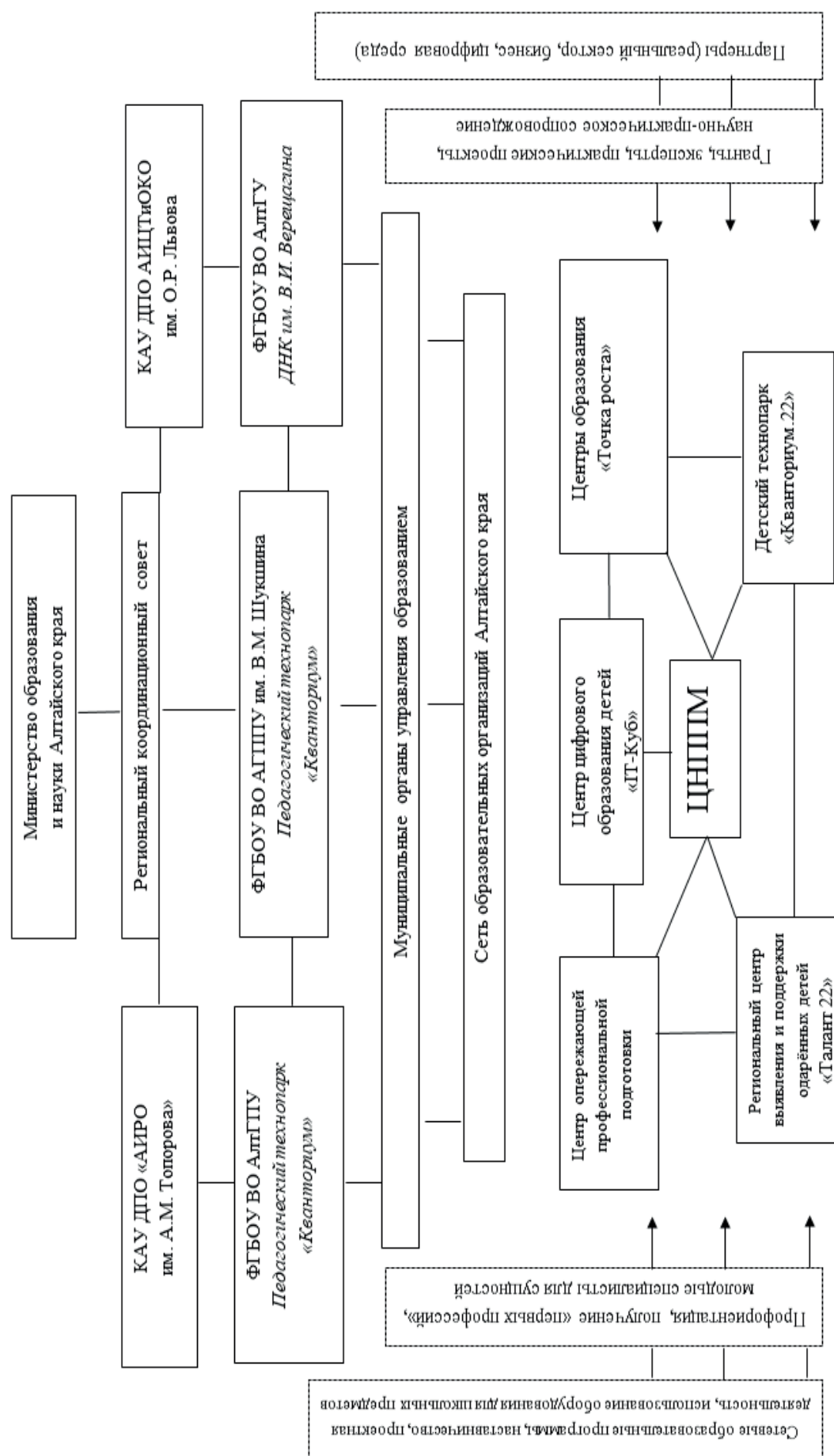


Рис. 1. Региональная модель организационно-методической поддержки инфраструктура нацпроекта «Образование»
Fig. 1. Regional model of organizational and methodological support of the infrastructure of the national project «Education»

в региональных и межрегиональных форумах по обмену опытом работы (научно-методическая поддержка школ, являющихся региональными инновационными площадками, включение в программу заседаний отделений по химии, физике, биологии, географии краевого учебно-методического объединения актуальных вопросов развития центров образования «Точка роста», выявление и масштабирование успешных практик; информационная поддержка учителей естественно-научных предметов центров «Точка роста»; организация взаимодействия учителей химии, физики, биологии, географии центров «Точка роста» и региональных тьюторов); участие в мероприятиях, организуемых Министерством просвещения Российской Федерации (повышение квалификации педагогических работников, подключение руководителей и педагогов всех сущностей инфраструктуры национального проекта «Образование» к федеральным и региональным каналам в мессенджере «Telegram» и др.); популяризация национального проекта «Образование» (мониторинг страниц центров «Точка роста» на сайтах образовательных организаций; организация работы со СМИ, размещение новостей, интервью на муниципальных и региональных радио- и телеканалах; информирование общественности о ходе и результатах национального проекта «Образование», о мероприятиях, проведенных в рамках реализации Комплексного плана; организация и проведение Дней открытых дверей в центрах «Точка роста», «ИТ-

куб», «Талант.22», «ДНК», технопарке «Кванториум.22» и др.); поддержка реализации сетевых образовательных программ с использованием ресурсов центров; вовлечение обучающихся в различные формы сопровождения и наставничества; организация профориентационной и проектной деятельности обучающихся на базе центров «Точка роста», технопарков «Кванториум», центра «ИТ-куб», «ДНК» и др. (модульные школы, проектные сессии и профильные смены); проведение обучающих мероприятий по поддержке общеобразовательных организаций, показывающих низкие образовательные результаты, с использованием инфраструктуры национального проекта «Образование»); демонстрация эффективного опыта реализации образовательных программ (круглые столы, создание краевого электронного банка лучших практик и др.).

КАУ ДПО «АИРО имени А.М. Топорова» является региональным координатором, обеспечивающим эффективное функционирование всей инфраструктуры национального проекта «Образование». Особое внимание уделяется осуществлению научно-методической и организационной методической поддержки работы центров образования «Точка роста» в Алтайском крае. В рамках реализации мероприятий Комплексного плана, разработанного на 2022–2023 учебный год, за четыре месяца 2022 года (сентябрь–декабрь) для центров образования «Точка роста» естественно-научной и технологической направленностей в КАУ ДПО «АИРО

имени А.М. Топорова» было проведено девять вебинаров, посвященных вопросам эффективного использования цифрового оборудования. Всего за этот период на базе АИРО прошло 32 образовательных события. Наиболее значимые из них: Методический день «От «Точки роста» к успешным практикам взаимодействия», Фестиваль науки для педагогов центров образования «Точка роста», открытых в Барнауле в 2022 году, обучающий семинар-практикум по работе с цифровым оборудованием для центров образования «Точка роста» (совместно с ООО «Союзтехнология» (г. Ульяновск)). Подробная информация о вебинарах и других образовательных событиях размещена на страничках «Точка роста» сайта КАУ ДПО «АИРО имени А.М. Топорова» (<https://iro22.ru/centr-obrazovaniya-cifrovogo-i-gumanitarnogo-profilej-tochka-rosta/>), в том числе в разделе «Наша инфографика» (рис. 2).

Наибольшие усилия специалистов АИРО, сопровождающих функционирование центров образования «Точка роста», были направлены на обеспечение эффективного использования данными центрами поставленного цифрового

оборудования: цифровых лабораторий по биологии, химии и физике, цифровых микроскопов. С данной целью были проведены мастер-классы, созданы обучающие видео, разосланы федеральные методические рекомендации для педагогов учебных предметов «Биология», «Химия» и «Физика». Несмотря на то, что одна из ветвей географии (физическая география) относится к естественным наукам, в методической литературе, посвященной специфике реализации образовательных программ в центрах образования «Точка роста», пока не ставился вопрос, каким образом может быть использовано современное цифровое оборудование на уроках географии. С целью разрешения данного противоречия нами разработаны методические рекомендации для учителей географии [Горбатова, 2023a], раскрывающие возможности использования цифровых лабораторий при реализации федеральной рабочей программы по географии; специфику применения датчиков на практических работах по географии и интегрированных уроках, при осуществлении проектной и учебно-исследовательской деятельности обучающихся.



Рис. 2. Раздел «Наша инфографика» на сайте КАУ ДПО «АИРО имени А.М. Топорова»

Fig. 2. The section «Our infographics» on the website of the KAU DPO «AIRO named after A.M. Toporov»

В 2022 году кафедрой естественно-научного образования КАУ ДПО «АИРО имени А.М. Топорова» был осуществлен анализ вовлеченности цифровых лабораторий в образовательный процесс. Данное исследование показало, что 91% школ используют цифровое оборудование только на уроках естественно-научных дисциплин, то есть узко специализированно. При реализации программ внеурочной деятельности не используют цифровые лаборатории до 24% школ, при реализации дополнительных образовательных программ не используют цифровые лаборатории до 44% школ. Цифровой микроскоп не используется во внеурочной деятельности в 70% центров образования «Точка роста», при реализации дополнительных образовательных программ – в 75% школ. С целью разрешения данной ситуации нами были разработаны критерии оценки эффективности использования цифрового оборудования, поступившего в центры образования «Точка роста», а также рекомендации по повышению указанной

эффективности, предназначенные для учителей естественно-научных дисциплин и географии Алтайского края [Горбатова, 2023б].

Заключение

Достижение целевых показателей национального проекта «Образование» в последующие годы требует консолидации усилий всех образовательных организаций, входящих в его инфраструктуру. Такое объединение позволяет осуществить реализацию «Комплексного плана организационно-методической поддержки инфраструктуры национального проекта «Образование» с учетом «Модели организационно-методической поддержки инфраструктуры национального проекта «Образование», разработанных в КАУ ДПО «АИРО имени А.М. Топорова». Особое внимание должно быть уделено мерам по обеспечению эффективного функционирования центров образования «Точка роста», как ключевого звена рассматриваемой инфраструктуры.

Конфликт интересов: Автор заявляет об отсутствии конфликта интересов.

Conflict of interest: The author declare that there is no conflict of interest.

Список литературы

Горбатова О.Н. Возможности использования цифрового оборудования, поступившего в центры образования «Точка роста» естественно-научной направленности, при реализации федеральной рабочей программы по географии (5 и 6 классы) // География в школе. 2023а. № 4. С. 45–61.

Горбатова О.Н. Подходы к оценке эффективности использования цифрового оборудования центра образования «Точка роста» // Учитель Алтая. 2023б. № 2. С. 12–16.

References

Gorbatova O.N. Vozmozhnosti ispol'zovaniya cifrovogo oborudovaniya, postupivshego v centry obrazovaniya «Tochka rosta» estestvenno-nauchnoj napravlenosti, pri realizacii federal'noj rabochej programmy po geografii (5 i 6 klassy) [The possibilities of using digital

equipment received at the centers of education «Point of growth» of natural science orientation, during the implementation of the federal work program in geography (grades 5 and 6)] // *Geografiya v shkole* [Geography at school]. 2023. No. 4. P. 45–61. (in Russian).

Gorbatova O.N. Podhody k ocenke effektivnosti ispol'zovaniya cifrovogo oborudovaniya centra obrazovaniya «Tochka rosta» [Approaches to assessing the effectiveness of using digital equipment of the education center «Point of growth»] // *Uchitel' Altaya* [Teacher of Altai]. 2023. No. 2. P. 12–16. (in Russian).

CENTERS «POINT OF GROWTH» OF THE ALTAI TERRITORY ON THE ECOSYSTEM MAP OF THE NATIONAL PROJECT «EDUCATION»

O.N. Gorbatova

Regional Autonomous institution of additional professional education «Altai Institute of Education Development named after Adrian Mitrofanovich Toporov», Barnaul, E-mail: gorbatovaon@rambler.ru

The article presents the regional «Model of organizational and methodological support for the infrastructure of the national project «Education», describes the activities of the «Comprehensive plan for organizational and methodological support of the infrastructure of the national project «Education» for the 2022–2023 academic year», developed at KAU DPO «AIRO named after A. M. Toporov» in order to consolidate the resources of all educational organizations that represent the infrastructure and are part of a single ecosystem of the national project «Education» in the Altai Territory. A special place is given to the measures of scientific and methodological support of the education centers «Point of Growth» in the natural sciences and technology areas.

Keywords: infrastructure of the national project «Education»; model of organizational and methodological support of the infrastructure of the national project «Education»; Comprehensive plan of organizational and methodological support of the infrastructure of the national project «Education»; center of education «Point of growth» of natural science and technology directions; efficiency of the use of digital equipment.

Received February 14, 2023. Accepted: March 20, 2023

Сведения об авторе

Горбатова Ольга Николаевна – кандидат педагогических наук, заведующая кафедрой естественно-научного образования КАУ ДПО «АИРО имени А.М. Топорова». Россия, 656049, г. Барнаул, пр. Социалистический, д. 60. ORCID: 0000-0002-3837-9971. E-mail: gorbatovaon@rambler.ru.

Information about the author

Gorbatova Olga Nikolaevna – PhD in Pedagogy, Head of the Department of Natural Science Education of the KAU DPO «AIRO named after A.M. Toporov», 60, Socialist Ave., Barnaul, 656049, Russia. ORCID: 0000-0002-3837-9971. E-mail: gorbatovaon@rambler.ru.

ПРАВИЛА ДЛЯ АВТОРОВ

(требования к работам, представляемым к публикации в «Известиях Алтайского отделения Русского географического общества»)

Журнал «Известия Алтайского отделения Русского географического общества» (далее «Известия АО РГО») публикует научные и научно-популярные статьи, посвященные географическим, геологическим, экологическим, фаунистическим и флористическим исследованиям, естественно-географическому образованию, краеведению, а также отражающие деятельность Русского географического общества. Авторы представляют статьи на русском языке, тщательно отредактированные. Прием авторских материалов и сообщений производится через информационную систему <http://rgo-journal.ru/>.

Периодичность издания «Известий АО РГО» – четыре раза в год.

Поступившие в журнал статьи проходят научное рецензирование. В журнале «Известия АО РГО» установлено анонимное рецензирование (автору/авторам не раскрываются личные данные рецензента). Поступившие от авторов научные статьи проходят первичный контроль на комплектность и правильность оформления в соответствии с Правилами направления статей. Первичная экспертная оценка научной статьи осуществляется главным редактором (заместителем главного редактора) или выпускающим редактором. Главный редактор (заместитель главного редактора или выпускающий редактор) определяет по статье рецензента члена редакционного совета, курирующего соответствующее направление (научную дисциплину). Рецензенты (как входящие в состав редакционного совета, так и внешние) должны являться признанными специалистами по тематике рецензируемой статьи и иметь в течение последних 5 лет публикации по тематике рецензируемой статьи. Отзыв рецензента состоит из ответов на типовые вопросы анкеты и может содержать дополнительные расширенные комментарии. Кроме того, рецензент может вносить замечания и правки в текст рукописи. Авторам высылается электронная версия анкеты и комментарии рецензентов. Доработанный экземпляр автор должен вернуть в редакцию вместе с первоначальным экземпляром и ответом на все вопросы рецензента не позднее чем через 1 месяц после получения рецензии. Если статья рекомендована к публикации, она проходит редакционную подготовку: техническое редактирование, корректуру. Окончательный вариант статьи, подготовленной к публикации, согласовывается с автором (авторами). После выхода тиража каждому автору (соавтору), статья которого вошла в очередной номер, редакция высылает электронный экземпляр журнала.

Содержание номеров Известий АО РГО, аннотации и полнотекстовые электронные варианты статей, а также другая полезная информация, включая настоящие Правила, доступны на сайтах – <http://journal.rgo-altay.ru/>.

КОНФЛИКТ ИНТЕРЕСОВ

Авторы обязаны сообщать о любых имеющихся или потенциально возможных конфликтах интересов. Конфликтом интересов может считаться любая ситуация, способная повлиять на автора рукописи и привести к сокрытию, искажению данных, или изменению их трактовки. О наличии или отсутствии конфликта интересов у одного или нескольких авторов сообщается в заявлении о подаче статьи к публикации. Выявленное редакцией сокрытие потенциальных и явных конфликтов интересов со стороны авторов может стать причиной отказа в рассмотрении и публикации рукописи.

Информация о конфликтах интересов или их отсутствии должна быть приведена в статье после «Выводов» в разделе «Конфликт интересов/ Conflict of interest» на русском и английском языках. Если конфликт интересов отсутствует, нужно указать: Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов.

ПЛАГИАТ И ВТОРИЧНЫЕ ПУБЛИКАЦИИ

Перед направлением статьи необходимо проверить ее на наличие заимствований. Общий объем текстового сходства не должен превышать 30% (уникальность должна быть более 70%).

Проверить статью на оригинальность можно при помощи сервисов <https://www.antiplagiat.ru/> (для русскоязычных текстов) и <http://www.plagiarism.org/> (для англоязычных текстов). Редакция оставляет за собой право проверки поступивших рукописей на плагиат.

ТРЕБОВАНИЯ К ОФОРМЛЕНИЮ СТАТЕЙ, НАПРАВЛЯЕМЫХ НА ПУБЛИКАЦИЮ В ЖУРНАЛ «ИЗВЕСТИЯ АЛТАЙСКОГО ОТДЕЛЕНИЯ РУССКОГО ГЕОГРАФИЧЕСКОГО ОБЩЕСТВА»

№	Требование	Описание
1	Язык публикации	русский;
2	Перевод на английский и транслитерация	- название статьи (перевод), - ФИО авторов (перевод), - название организаций (перевод), - аннотация (перевод – «Abstract»), - ключевые слова (перевод – «Keywords»), - конфликт интересов (перевод – «Conflict of interest»), - список литературы («References»); для русскоязычных статей ФИО авторов в транслитерации; название журнала в транслитерации и в переводе в квадратных скобках; в конце в скобках указывается (in Russian). Библиографические описания прочих работ приводятся на языке оригинала (см. примеры оформления списка литературы).
3	К публикации принимаются	научные статьи, посвященные географическим, геологическим, экологическим, фаунистическим и флористическим исследованиям, естественно-географическому образованию, краеведению, а также отражающие деятельность Русского географического общества.
4	Оформление рукописей	Объем статьи (вместе со списком литературы, таблицами и рисунками) должен составлять до 30 тыс. печатных знаков (включая пробелы) для оригинальных статей, до 40 тыс. печатных знаков (включая пробелы) для обзорных статей. Статья оформляется шрифтом Times New Roman, кегель 12, межстрочный интервал 1,5. Выравнивание по обоим краям. Размер полей страницы – 2,5 см со всех сторон, отступ для абзаца – 0,7 см. Страницы статьи должны быть пронумерованы только для печатной версии, для электронного варианта – без нумерации страниц.

		Материал, представляемый на публикацию, должен быть проверен на орфографию и грамматику. Автоматический перенос слов использовать нельзя. Вся текстовая часть статьи должна быть записана в 1 файле (титульный лист, аннотация, ключевые слова, текст статьи, таблицы, рисунки, список литературы, сведения об авторах). Файл с текстом статьи должен быть назван по фамилии первого автора статьи (Иванов-текст.docx). Латинские названия и таксономию животных и растений выверять по: https://www.gbif.org. Названия таксонов рода и вида печатаются курсивом. Для флористических, фаунистических и таксономических работ при первом упоминании в тексте и таблицах приводится русское название вида (если такое название имеется) и полностью – латинское, с автором и желательно с годом, например: водяной ослик (<i>Asellus aquaticus</i> (L. 1758)). В дальнейшем можно употреблять только русское название или сокращенное латинское без фамилии автора и года опубликования. Все вводимые автором буквенные обозначения и аббревиатуры должны быть расшифрованы в тексте при их первом упоминании (но не в заголовке статьи или в резюме). Единицы физических величин приводятся по Международной системе СИ. В десятичных дробях употребляется точка: 0.54. Необходимо различать тире (как знак препинания) «–» и дефис (как часть слова) «-». Знак минуса обозначается с помощью дефиса, например, -50С. Знаки процента, промилле и градусов указывается без отрыва от числа, например, 15%. Прочие размерности отделяются от чисел, например, 10 кг, 100 экз. и т.д.
5	Оформление титула статьи (заголовок, авторы, организации)	На первой странице оформляется титул статьи: 1) индекс статьи по Универсальной десятичной классификации (УДК), на первой странице, в левом верхнем углу; 2) название статьи (прописными буквами, полужирным шрифтом, выравнивание – по центру), должно кратко, но максимально точно отражать затронутую проблему; 3) инициалы и фамилии авторов (по центру); 4) полное название организации – места работы каждого автора в именительном падеже на русском языке, курсивом, по центру. Если авторов несколько и работают они в разных учреждениях, следует отметить арабскими цифрами соответствие фамилий авторов учреждениям, в которых они работают; если все авторы статьи работают в одном учреждении, можно не указывать место работы каждого автора отдельно; 5) e-mail для каждого автора. Титул оформляется на русском и английском языках.

6	Аннотация и ключевые слова	Аннотация к статье является основным источником информации, она должна создавать полное представление о содержании статьи. Аннотация должна быть написана единым текстом без разделения на абзацы, курсивом, выравнивание – по ширине, иметь объем не менее 600 знаков. Отдельной строкой приводится перечень ключевых слов (не менее 5). Ключевые слова перечисляются через точку с запятой, в конце перечисления ставится точка. Аннотация и ключевые слова должны быть представлены как на русском, так и на английском языках.
7	Структура статьи	Оригинальная статья должна быть структурирована по следующим разделам: - актуальность проблемы; - цель исследования; - материалы и методы; - результаты и обсуждение (отдельным разделом, приводится сопоставление результатов собственных исследований с литературными данными с указанием ссылок на источники); - выводы или заключение; - список литературы Для статей, представляющих собой обзоры литературы, также должны быть выделены разделы.
8	Требования к рисункам	Рисунки размещаются в тексте статьи, непосредственно после ссылки на них в тексте. Каждый рисунок должен быть четким и читаемым с расширением TIFF (*.TIF) или JPG, с разрешением 300 dpi и выше. Подпись приводится после рисунка и должна содержать порядковый номер рисунка (при его наличии) и его название, кегель 10. В тексте статьи каждый рисунок должен сопровождаться ссылкой (рис. 1, рис. 2, и т.д.). Аббревиатуры расшифровываются в подрисуночных подписях, детали на рисунках следует обозначать цифрами или буквами, значение которых также приводится в подписях. Названия рисунков дублируются на английском языке.
9	Требования к таблицам	Таблицы должны содержать только необходимые данные и представлять собой обобщенные и статистически обработанные материалы. Диаграммы и графики не должны дублировать таблицы. Таблицы размещаются в тексте статьи в непосредственной близости от ссылки на них в тексте. Над таблицей справа необходимо обозначить номер таблицы (если таблица одна, номер не указывается, а пишется слово «Таблица»), ниже по центру дается ее название.

		Сокращения слов в таблицах не допускаются. Все цифры в таблицах должны соответствовать цифрам в тексте. Все сокращения, использованные в таблице, поясняются в Примечании, расположенном под ней. Названия таблиц дублируются на английском языке. Таблица оформляется шрифтом Times New Roman, кегель 10. В тексте статьи каждая таблица должна сопровождаться ссылкой (табл. 1, табл. 2, и т.д.).
10	Требования к формулам	Математические формулы следует представлять в виде редактируемого текста, а не в виде изображений. После каждой формулы должна приводиться расшифровка буквенных обозначений.
11	Требования к списку литературы	Библиографические ссылки в тексте статьи оформляются в квадратных скобках, указывается фамилия/ии автора/ов и год издания, например: ТЕКСТ, ТЕКСТ, ТЕКСТ [Иванов, 1996]. Если ссылок несколько, они оформляются в хронологическом порядке. В случае дословной цитаты, указывается также номер страницы приведенной цитаты, т.е. «ТЕКСТ, ТЕКСТ, ТЕКСТ ...» [Иванов, Петров, 1999, с. 5]. Если авторов 3 и более, указывается первый автор и др. [Иванов и др., 1996]. Если фамилия автора используется в тексте: ТЕКСТ, ТЕКСТ, ТЕКСТ ... по данным И.И. Иванова [1996] или ... И.И. Иванова с соавт. [1996]. Если источник не имеет авторов: ТЕКСТ, ТЕКСТ, ТЕКСТ [Методика..., 2005] или в тексте – ... «Методика отбора проб...» [2005]. Список литературы оформляется в алфавитном порядке по фамилиям авторов и в хронологическом порядке – работы одного автора. Пристатейные ссылки и списки пристатейной литературы следует оформлять по ГОСТ Р 7.0.5-2008. Библиографическая ссылка. Общие требования и правила составления (http://www.bookchamber.ru/GOST_P_7.0.5.-2008). Список работ представляется в алфавитном порядке. Все ссылки даются на языке оригинала (названия на японском, китайском и других языках, использующих нелатинский шрифт, пишутся в русской транскрипции). Сначала приводится список работ на русском языке и на языках с кириллическим алфавитом, а затем – работы на языках с латинским алфавитом. После статьи приводятся сразу два списка литературы. Первый список на русском языке «Список литературы». Второй список «References», приводится отдельным списком, повторяя все позиции основного списка литературы. Описания русскоязычных работ указываются в латинской транслитерации, рядом в квадратных скобках помещается их перевод на английский язык. Выходные данные приводятся на английском языке (допускается транслитерация названия издательства).

		При наличии переводной версии источника можно указать его библиографическое описание вместо транслитерированного. Библиографические описания прочих работ приводятся на языке оригинала. Для составления списка рекомендуется использование бесплатных онлайн-сервисов транслитерации, вариант BSI.
--	--	---

Примеры оформления:

УДК 556.535:004.9(571)

ЛАНДШАФТЫ БАССЕЙНА РЕКИ ...

И.И. Иванов¹, П.П. Петров²

¹Институт водных и экологических проблем СО РАН, Барнаул, E-mail: ivanov@iwep.ru

²Алтайский государственный университет, Барнаул, E-mail: petrov@asu.ru

Аннотация... Аннотация... Аннотация... Аннотация... Аннотация... Аннотация...
Аннотация... Аннотация... Аннотация... Аннотация... Аннотация...

Ключевые слова: ключевые слова; ключевые слова; ключевые слова; ключевые слова.

ТЕКСТ... ТЕКСТ... ТЕКСТ... [Иванов, 1996]. ТЕКСТ... [Петров, 1998]. ТЕКСТ...
ТЕКСТ... [Иоганзен, Петкевич, 1974]. ТЕКСТ... ТЕКСТ... [Патрушева и др., 2000].

УДК 556.535:004.9(571)

LANDSCAPES OF THE ... RIVER BASIN

I.I. Ivanov¹, P.P. Petrov²

¹Institute for Water and Environmental Problems of the SB RAS, Barnaul, E-mail: ivanov@iwep.ru

²Altai State University, Barnaul, E-mail: petrov@asu.ru

Annotation... Annotation... Annotation... Annotation... Annotation... Annotation...
Annotation... Annotation... Annotation... Annotation ...Annotation... Annotation...
Annotation... Annotation... Annotation...

Keywords: keywords; keywords; keywords; keywords; keywords; keywords; keywords;
keywords.

ОФОРМЛЕНИЕ «СВЕДЕНИЙ ОБ АВТОРАХ»

ФИО – полностью на русском и английском языке; полный почтовый адрес каждой организации (страна, город) на русском и английском языке (как оно представлено в официальных документах и/или на официальном сайте); должности, ученые звания, ученые степени авторов; ORCID и адрес электронной почты для каждого автора; телефон для контактов с авторами статьи (можно один на всех авторов).

ОБРАЗЕЦ ОФОРМЛЕНИЯ СПИСКА ЛИТЕРАТУРЫ

Ссылки на книги

Водоемы Алтайского края / Ред. В.П. Соловов. Новосибирск: Наука, 1999. 285 с.

Гундризер А.Н., Иоганзен Б.Г., Кафанова В.В., Петлина А.П. Ихтиология и гидро-
биология в Западной Сибири. Томск: ТГУ, 1982. 318 с.

Knorre D.G., Laric O.L. Theory and practice in affinity techniques / Eds. P.V. Sundaram,
F. L. Eckstein. N. Y. San Francisco: Acad. Press, 1978. P. 169–188.

В транслитерированном списке литературы:

Vodoemy Altaiskogo kraia [Water bodies of the Altai Territory] / Ed. V.P. Solovov. Novosibirsk: Nauka, 1999. 285 p. (in Russian).

Gundrizer A.N., Ioganzen B.G., Kafanova V.V., Petlina A.P. Ikhtiologiya i gidrobiologiya v Zapadnoi Sibiri [Ichthyology and hydrobiology in Western Siberia]. Tomsk: TGU, 1982. 318 p. (in Russian).

Knorre D.G., Laric O.L. Theory and practice in affinity techniques. N.Y., San Francisco: Acad. Press, 1978. P. 169–188.

Ссылки на статьи

Зарубина Е.Ю., Яныгина Л.В., Бурмистрова О.С., Митрофанова Е.Ю., Ким Г.В., Котовщиков А.В., Крылова Е.Н., Ковешников М.И. Литоральные биоценозы как один из факторов устойчивости экосистемы Телецкого озера // Ползуновский вестник. 2005. № 4. Ч. 2. С. 201–207.

Попов П.А., Ермолаева Н.И., Киприянова Л.М., Митрофанова Е.Ю. Состояние гидробиоценозов высокогорий Алтая // Сиб. экол. журн. 2003. Т. 10, № 2. С. 181–192.

Vasiliev O.F., Papina T.S., Eyrikh S.S., Sukhenko S.A. Mercury in the Katun river basin: A case study of a naturally polluted system // Global and Regional Mercury Cycles: Sources, Fluxes and Mass Balances / Eds W. Baeyens, R. Ebinghaus, O. Vasiliev. Dordrecht: Springer, 1996. P. 273–284. doi: 10.1007/978-94-009-1780-4

В транслитерированном списке литературы:

Zarubina E.Yu., Yanygina L.V., Burmistrova O.S., Mitrofanova E.Yu., Kim G.V., Kotovshchikov A.V., Krylova E.N., Koveshnikov M.I. Litoral'nye biotsenozы kak odin iz faktorov ustoychivosti ekosistemy Teletskogo ozera [Litoral biocenoses as one of the factors of the ecosystem stability of Lake Teletskoy] // Polzunovskii vestnik [Polzunovsky Bull.]. 2005. no. 4. Ch. 2. P. 201–207. (in Russian).

Popov P.A., Ermolaeva N.I., Kipriyanova L.M., Mitrofanova Ye.Yu. Sostoyanie gidrobiotsenozov vysokogorii Altaya [The state of hydrobiocenoses of the high mountains of Altai] // Sib. ekol. zhurn. [Sib. Ecol. J.]. 2003. Vol. 10, no. 2. P. 181–192. (in Russian).

Vasiliev O.F., Papina T.S., Eyrikh S.S., Sukhenko S.A. Mercury in the Katun river basin: A case study of a naturally polluted system // Global and Regional Mercury Cycles: Sources, Fluxes and Mass Balances / Eds W. Baeyens, R. Ebinghaus, O. Vasiliev. Dordrecht: Springer, 1996. P. 273–284. doi: 10.1007/978-94-009-1780-4

Ссылки на материалы конференций

Крылова Е.Н. Олигохеты озер плоскогорья Укок и Джулукульской котловины // Озерные экосистемы: биологические процессы, антропогенная трансформация, качество воды: Матер. II Междунар. конф. (22–26 сентября 2003 г., Беларусь). Нарочь, 2003. С. 445–448.

В транслитерированном списке литературы:

Krylova E.N. Oligokhety ozer ploskogor'ya Ukok i Dzhulukul'skoi kotloviny [Oligokhety lakes of the Ukok plateau and the Dzhulukul basin] // Ozernye ekosistemy: biol. protsessy, antropogennaya transformatsiya, kachestvo vody: Mat. II Mezhdunar. konf. (22–26 sent. 2003 g.) [Lake ecosystems: biol. processes, anthropogenic transformation, water quality: Proceed. II int. conf. (Sept. 22–26, 2003)]. Naroch', 2003. P. 445–448. (in Russian).

Ссылки на диссертации или авторефераты диссертаций

Селезнева М.В. Оценка современного экологического состояния Новосибирского водохранилища по структурно-функциональным показателям сообществ макрозообентоса: Автореф дис... канд. биол. наук. Новосибирск, 2005. 21 с.

Лозовик П.А. Гидрогеохимические критерии состояния поверхностных вод гумидной зоны и их устойчивости к антропогенному воздействию: Дис. ... докт. хим. наук. Петрозаводск, 2006. 481 с.

В транслитерированном списке литературы:

Selezneva M.V. Otsenka sovremennogo ekologicheskogo sostoyaniya Novosibirskogo vodokhranilishcha po strukturno-funktsional'nym pokazatelyam soobshchestv makrozoobentosa [Assessment of the current ecological state of the Novosibirsk reservoir according to structural and functional indicators of macrozoobenthos communities]: Summary of PhD (Cand. of Biol.) thesis. Novosibirsk, 2005. 21 p. (in Russian).

Lozovik P.A. Gidrogeokhimicheskie kriterii sostoyaniya poverkhnostnykh vod gumidnoi zony i ikh ustoichivosti k antropogennomu vozdeistviyu [Hydrogeochemical criteria of the state of surface water in humid zone and their tolerance to anthropogenic impact]: DSc (Dr. of Chem.) thesis. Petrozavodsk, 2006. 481 p. (in Russian).

Ссылки на патенты

Патент РФ № 2000130511/28. 04.12.2000.

Еськов Д.Н., Серегин А.Г. Оптико-электронный аппарат: Патент России № 2122745. 1998. Бюл. № 33.

В транслитерированном списке литературы:

Patent RF № 2000130511/28. 04.12.2000 [Russian patent No. 2000130511/28. December 4, 2000]. (in Russian).

Es'kov D.N., Seregin A.G. Optiko-elektronnyi apparat [Optoelectronic apparatus]: Patent Rossii № 2122745 [Russian patent No. 2122745]. 1998. Bulletin No. 33. (in Russian).

Ссылки на архивные материалы

Гребенщиков Я.П. К небольшому курсу по библиографии: материалы и заметки, 26 февр. – 10 марта 1924 г. // ОР РНБ. Ф. 41. Ед. хр. 45. Л. 1–10.

В транслитерированном списке литературы:

Grebenshchikov Ya.P. K nebol'shomu kursu po bibliografii: materialy i zametki, 26 fevr. – 10 marta 1924 g. [Brief course on bibliography: the materials and notes, Febr. 26 – March 10, 1924]. OR RNB. F. 41. St. un. 45. L. 1–10. (in Russian).

Ссылки на интернет-ресурсы

Ильина И.В. Правила оформления списка литературы и References // Вестник ТГУ. 2016. №12 (164). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/pravila-oformleniya-spiska-literatury-i-references> (дата обращения: 22.07.2020).

Демография. Официальная статистика / Федеральная служба государственной статистики [Электронный ресурс]. URL: <http://www.gks.ru/> (дата обращения: 25.12.2015).

В транслитерированном списке литературы:

Ilina I.V. Pravila oformleniya spiska literatury i References [Rules for registration of the list of references and references]. Vestnik TGU [Bulletin of TSU]. 2016, no. 12 (164). URL: <https://cyberleninka.ru/article/n/pravila-oformleniya-spiska-literatury-i-references> (accessed: 22.07.2020).

Demografiya. Oficial'naja statistika [Demography. Official statistics]. Federal'naja sluzhba gosudarstvennoj statistiki [Federal state statistics service]. URL: <http://www.gks.ru/> (accessed: 25.12.2015).

Журнал
Известия Алтайского отделения
Русского географического общества

№ 2 (69) 2023

Регистрационный номер СМИ от 31.08.2021

ПИ № ТУ22-00790

Зарегистрирован Управлением Федеральной службы по надзору в сфере
связи, информационных технологий и массовых коммуникаций
по Алтайскому краю и Республике Алтай

Подписано в печать 25.06.2023. Дата выхода в свет 28.06.2023.

Формат 60x84 1/8. Печать – цифровая. П.л. 13,375

Тираж 300 экз.

Отпечатано в типографии ООО «Пять плюс»
656049, Алтайский край, г. Барнаул, ул. Крупской, 97,
Тел.: +7(385-2) 62-32-07,
e-mail: fiveplus07@mail.ru
www.five-plus.ru

Цена свободная

Возрастная категория – 12+