



DOI 10.23859/estr-221214

EDN HFAYOK

УДК 556.55

Научная статья

Влияние гидрологических и метеорологических факторов на качество воды Новосибирского водохранилища в годы средней водности

С.Я. Двуреченская*^{id}, Н.И. Ермолаева^{id}, О.В. Кондакова^{id}

*Институт водных и экологических проблем СО РАН, 656038, Россия, г. Барнаул,
ул. Молодежная, д. 1*

*serafima_dv@mail.ru

Аннотация. Установлено влияние гидрологических и метеорологических факторов (температуры воды, атмосферных осадков, притока воды в водохранилище, сбросов в нижний бьеф, уровня и объема водохранилища, интенсивности внешнего водообмена) на химический состав воды (содержание растворенного кислорода, взвешенных веществ, нитратов, нитритов, соединений, содержащих аммонийный азот, сульфатов, хлоридов, фосфатов, ряда органических веществ и тяжелых металлов) Новосибирского водохранилища в средние по водности годы. Рассмотрены периоды весеннего наполнения водохранилища и летней стабилизации уровня воды на отметке нормального подпорного уровня как периоды формирования качества воды водохранилища и наиболее активного развития биоты.

Ключевые слова: средневодные годы, гидрохимические характеристики, внешний водообмен, атмосферные осадки, температура

Финансирование. Работа выполнена в рамках государственного задания Института водных и экологических проблем СО РАН (номер госрегистрации 121031200178-8) с использованием оборудования Центра коллективного пользования научно-исследовательскими судами ИВЭП СО РАН.

ORCID:

С.Я. Двуреченская, <https://orcid.org/0000-0003-3428-2133>

Н.И. Ермолаева, <https://orcid.org/0000-0003-4529-034X>

О.В. Кондакова, <https://orcid.org/0000-0003-0774-577X>

Для цитирования: Двуреченская, С.Я. и др., 2024. Влияние гидрологических и метеорологических факторов на качество воды Новосибирского водохранилища в годы средней водности. *Трансформация экосистем* 7 (2), 144–159. <https://doi.org/10.23859/estr-221214>

Поступила в редакцию: 14.12.2022

Принята к печати: 07.03.2023

Опубликована онлайн: 24.05.2024

DOI 10.23859/estr-221214

EDN HFAYOK

UDC 556.55

Article

The influence of hydrological and meteorological factors on the water quality of the Novosibirsk reservoir in the years of mean water content

S.Ya. Dvurechenskaya*, N.I. Yermolaeva, O.V. Kondakova

Institute for Water and Environmental Problems, the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences, ul. Molodezhnaya 1, Barnaul, 656038 Russia

*serafima_dv@mail.ru

Abstract. The influence of hydrological and meteorological factors (water temperature, precipitation, intensity of external water exchange, water inflow into the reservoir, discharge to the downstream, water level, reservoir volume) on the chemical composition of water (content of dissolved oxygen, suspended solids, nitrates, nitrites, compounds containing ammonium nitrogen, sulfates, chlorides, phosphates, a number of organic substances and heavy metals) of Novosibirsk Reservoir in the mean-water years was analyzed. The period of reservoir filling in spring and the period of water level standing at the normal maximum operating level in summer were investigated as the times most important for water quality and biota development in the reservoir.

Keywords: mean-water years, hydrochemical characteristics, external water exchange, precipitation, temperature

Funding. The work was carried out within the framework of the Government Plan of the Institute for Water and Environmental Problems of the Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences (State registration number 121031200178-8) using the equipment of the Collective Center by the research ships of the Institute.

ORCID:

S.Ya. Dvurechenskaya, <https://orcid.org/0000-0003-3428-2133>

N.I. Yermolaeva, <https://orcid.org/0000-0003-4529-034X>

O.V. Kondakova, <https://orcid.org/0000-0003-0774-577X>

To cite this article: Dvurechenskaya, S.Ya. et al., 2024. The Influence of hydrological and meteorological factors on the water quality of the Novosibirsk reservoir in the years of mean water content. *Ecosystem Transformation* 7 (2), 144–159. <https://doi.org/10.23859/estr-221214>

Received: 14.12.2022

Accepted: 07.03.2023

Published online: 24.05.2024

Введение

Создание крупных гидротехнических систем является причиной ряда масштабных изменений природной среды. Прежде всего, в водохранилищах по сравнению с естественными условиями уменьшается проточность, сокращается водообмен, снижается турбулентность воды, создаются условия для возникновения застойных зон. Чем ниже водообмен, тем медленнее изменяются физико-химические свойства вод. Уменьшение скорости течения приводит к нарушению стока взвешенных веществ и к снижению их содержания в воде. Благодаря большой площади водной поверхности в летне-осенний период улучшается аэрация вод, повышается интенсивность процессов самоочищения (Атавин и др., 1997; Матарзин, 2003). С другой стороны, в результате поступления взвешенных наносов, растворенных веществ, содержащих биогенные элементы и органические соединения, повышения среднегодовой температуры водных масс в водохранилище интенсивнее образуется автохтонное органическое вещество за счет значительного роста биологической продукции, т.е. создаются благоприятные условия для эвтрофикации (Авакян и др., 1987; Nazari-Sharabian and Taheriyoun, 2022; Wang et al., 2022).

Скорость и характер экологических изменений зависят от объема водохранилища, его гидрологического режима, интенсивности использования водных и биологических ресурсов.

На формирование качества воды в водохранилищах влияют местные природные условия, метеорологические факторы, степень эвтрофикации и загрязнения реки, на которой образовано водохранилище, лимнологические особенности, количественные показатели внешнего водообмена, гидродинамика и гидрофизические свойства водной массы (Никаноров и Посохов, 1985; Сальников и Саппо, 2005; Тимченко, 2006; Lecomte et al., 2022; Li et al., 2021; Wang et al., 2023).

В водохранилищах происходит перестройка взаимодействия гидросферы, атмосферы и водной биоты, сложившегося в исходной речной экосистеме. Регулирование гидрологического режима происходит путем искусственного управления, которое по большей части и определяет функционирование водоема, в том числе его гидрохимическую составляющую. Актуальность грамотного регулирования гидродинамического режима особенно высока, поскольку все усиливающееся техногенное воздействие на экосистему снижает самоочищающую способность водохранилищ (Алекин, 1970; Розенберг и др., 2011; Calijuri et al., 2015; da Rocha et al., 2015; Li et al., 2021; Setegn, 2015).

Примером формирования качества воды в крупной природно-техногенной системе могут служить многолетние изменения гидролого-гидрохимического режима Новосибирского водохранилища и его нижнего бьефа (Васильев и др., 1990, 1997; Двуреченская и Ермолаева, 2014; Ланбина и Карпеева, 1985; Подлипский, 1985; Савкин и Двуреченская, 2014; Савкин и др., 2014, 2018; Чайкина, 1975).

К настоящему времени экосистема водохранилища подвергается как антропогенной нагрузке, так и влиянию целого комплекса природных факторов (Савкин, 2000; Савкин и Двуреченская, 2018). Химический состав воды в Новосибирском водохранилище формируется в основном за счет притока р. Оби. Поступление химических веществ с водой р. Оби в приходной статье баланса является преобладающим (93–95%). Наиболее крупные боковые притоки не вносят какого-либо ощутимого вклада в качество воды водохранилища (не более 4%). При этом сами они могут являться участками с повышенной экологической напряженностью, главным образом за счет вклада антропогенной составляющей (Двуреченская, 2012).

Качество воды в водоемах зависит не только от количества загрязняющих веществ, поступающих с речным притоком, но и от интенсивности водообмена, температуры воды, количества атмосферных осадков и т.д. В результате регулирования стока воды водохранилищами осуществляется и регулирование стока химических веществ (Знаменский, 1981; Han et al., 2018; Lecomte et al., 2022).

Таким образом, изучение качества воды водохранилищ и воздействия на него различных природных и антропогенных факторов является весьма важной и актуальной задачей.

Целью данной работы является исследование влияния гидрологических и метеорологических факторов на химический состав воды Новосибирского водохранилища в средние по водности

годы в периоды наполнения водохранилища и летнего стояния на отметках нормального подпорного уровня (НПУ), то есть во время формирования качества воды водохранилища и наиболее активного развития биоты.

Материалы и методы

В работе выполнено исследование связи показателей качества воды Новосибирского водохранилища с гидрологическими и метеорологическими характеристиками для средних по водности лет (1990, 1992, 1994, 1999, 2000, 2002, 2005, 2007, 2009 гг.).

Отбор проб воды для изучения гидрохимических показателей проводили на основных створах в верхней, средней и нижней частях водохранилища (Рис. 1) батометром Молчанова с борта теплохода с глубины $0.6h$, где h – глубина водохранилища в точке отбора. Одновременно с отбором проб производилось измерение температуры воды.

Рассмотрены периоды весеннего наполнения водохранилища и летней стабилизации уровня воды на отметке нормального подпорного уровня, поскольку именно в эти периоды происходит формирование качества воды водохранилища и наблюдается наиболее активное развитие биоты.

Пробы отбирались в период открытой воды с апреля по август, как правило, ежемесячно. Химико-аналитические работы выполнялись в аккредитованном отделе по контролю качества природных и сточных вод ФГУ «ВерхнеОбьрегионводхоз» Федерального агентства водных ресурсов РФ по стандартным методикам анализа природных вод¹. Всего было проанализировано 527 проб воды. Значения ХПК (химического потребления кислорода), концентрацию гидрокарбонат-ионов, хлорид-ионов и ионов кальция определяли титриметрическим методом. Количество растворенного кислорода измеряли иодометрическим методом (метод Винклера). Содержание различных форм минерального азота, фосфат-ионов и фенолов определяли фотометрическим методом. Концентрацию сульфат-ионов измеряли турбидиметрическим методом. Количество нефтепродуктов определяли ИК-спектрометрическим методом. Содержание металлов измеряли методами фотометрическим и атомно-абсорбционной спектрометрии.

Рассматривались следующие гидрологические и метеорологические параметры: приток воды в водохранилище и сбросы в нижний бьеф, уровень и объем водохранилища, температура воды, атмосферные осадки, температура воздуха, интенсивность внешнего водообмена. Данные о характеристиках гидрологического режима Новосибирского водохранилища (суточные значения среднего по водохранилищу уровня воды, расходов притока к створу ГЭС и сбросов в нижний бьеф) использованы из литературных и справочных источников^{2, 3}. Коэффициенты внешнего водообмена вычислены по формуле В.Н. Штефана как отношение полусуммы объемов притока и сброса к объему водохранилища, определенному по фактическим данным об уровне воды за рассматриваемые периоды времени (Китаев, 2009; Матарзин, 2003).

Метеорологическая информация (температура воздуха, атмосферные осадки) получена с сайта [Meteomanz.com](http://meteomanz.com)⁴. Для верхней и средней частей водохранилища использованы данные по метеостанции Камень-на-Оби, для нижней части водохранилища – по метеостанции п. Огурцово.

Статистическая обработка материала проведена в пакете программ PAST. Для анализа влияния комплекса факторов среды, которые априори зависимы один от другого, использован канонический анализ соответствий (ССА – canonical correspondence analysis) (Ter Braak, 1986).

¹ Нормативные документы РД 52.24, внесенные в Федеральный перечень методик выполнения измерений, допущенных к применению при выполнении работ в области мониторинга загрязнения окружающей природной среды. Интернет-ресурс. URL: <https://center-souz.ru/water/70-2009-05-04-10-33-51> (дата обращения: 27.02.2024).

² Государственный водный кадастр. Ежегодные данные о режиме и ресурсах поверхностных вод суши, 1990–2009. Ч. 2. Озера и водохранилища. Т. 1. Выпуск 10. Ежегодное издание. Западно-Сибирское управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, Новосибирск, Россия.

³ Информационная система по водным ресурсам и водному хозяйству бассейнов рек России. Электронный ресурс. URL: <http://gis.vodinfo.ru> (дата обращения: 18 октября 2022 г.).

⁴ [Meteomanz.com](http://www.meteomanz.com). Электронный ресурс. URL: <http://www.meteomanz.com> (дата обращения: 20.10.2023).

Результаты и обсуждение

Ранее нами были установлены сильные статистически достоверные связи (по коэффициенту корреляции Спирмена) между интенсивностью водообмена и рядом химических показателей для многоводного года, выявлены различия этих связей для лет разной водности (для маловодного 2012 г. и многоводного 2013 г.). Показано, что в многоводные годы на качество воды в большей степени влияют гидрологические характеристики, в то время как в маловодные годы основное влияние оказывают внутриводоемные процессы (Савкин и Двуреченская, 2017; Савкин и др., 2020; Dvurechenskaya and Kondakova, 2020).

Воды весеннего половодья играют решающую роль в формировании водных масс водохранилищ (Богословский, 1980). Основной приток воды в Новосибирское водохранилище поступает в мае–июне, в отдельные годы – также в апреле и июле (Рис. 2). Период с июля по август характеризуется наибольшим развитием биоты, также влияющим на качество воды водохранилища (Двуреченская и Ермолаева, 2014; Савкин и др., 2014).

Внутригодовое изменение гидрологических характеристик Новосибирского водохранилища (на примере среднего по водности 2005 г.) показано на Рис. 2–3. Границы рассматриваемого периода отмечены вертикальными жирными линиями.

В течение исследуемого периода уровень воды в апреле–июне интенсивно повышается в результате наполнения водохранилища стоком весеннего половодья, в июле–августе – поддерживается на отметках, близких к НПУ (Савкин и др., 2014). Средняя многолетняя дата начала наполнения водохранилища – 14 апреля, дата достижения НПУ – 17 июня. В рассматриваемые годы начало наполнения приходилось на 7–18 апреля, а окончание – на период с 9 июня по 9 июля.

Новосибирское водохранилище является водоемом с большим водообменом (Савкин и др., 2014; Фортунатов, 1974). Среднемноголетняя интенсивность внешнего водообмена в среднем составляет 6.65 раз/год. Наиболее интенсивно смена водных масс водохранилища происходит весной, с максимумом в мае (Рис. 3). В рассматриваемые годы коэффициент водообмена был равен 6.21–6.82.

Результаты выполненного исследования связи химического состава воды Новосибирского водохранилища с гидрологическими и метеорологическими факторами представлены в Табл. 1–4.

Канонический анализ соответствий продемонстрировал, что для Новосибирского водохранилища собственные значения первых четырех осей объясняют 87.48% вариации зависимости между химическими параметрами качества воды и факторами среды. Причем наибольший процент приходится на оси 1 и 2 (Табл. 2). В этой связи дальнейшие обсуждения приводятся именно для этих осей.

Анализируя данные Табл. 3, можно сделать вывод, что ось 1 определяется всеми рассматриваемыми гидрологическими и метеорологическими параметрами, а ось 2 – в большей степени уровнем, объемом водохранилища, осадками и коэффициентом водообмена.

Данные Табл. 4 демонстрируют, что наиболее высокие показатели силы связи концентраций химических ингредиентов (всех форм минерального азота, сульфатов, фосфатов, фенолов, ионов железа) обнаружены с осью 1. С осью 2 значимые связи продемонстрировали ХПК, нитраты, хлориды, фосфаты, фенолы, ионы железа, меди и хрома.

Как видно из ординационной диаграммы (Рис. 4), содержание хлоридов, аммонийных соединений, нитритов, нитратов, фосфатов, железа, марганца, магния положительно коррелируют с коэффициентом водообмена, притоком и расходом воды водохранилища и отрицательно – с объемом водохранилища, уровнем, температурой воды и воздуха, осадками. Значения рН, концентрация растворенного кислорода, щелочность и нефтепродукты, наоборот, отрицательно связаны с коэффициентом водообмена, но положительно коррелируют с объемом водохранилища, уровнем воды, температурой воды и воздуха, осадками. Для значений ХПК, БПК₅ и концентраций фенолов связь с рассматриваемыми гидрологическими и метеорологическими параметрами не установлена. Эти ингредиенты, по-видимому, в большей степени зависят от содержания веществ, поступающих в водохранилище с водами р. Оби.

Наши исследования позволяют сделать вывод о существенном влиянии гидрологических и метеорологических факторов на целый ряд гидрохимических показателей качества вод Новосибирского водохранилища. Об этом же свидетельствуют и работы других авторов (Двуреченская и др., 2010; Савкин и др., 2014, 2020; Delpla et al., 2009; Skaland et al., 2022; Zhu et al., 2021).

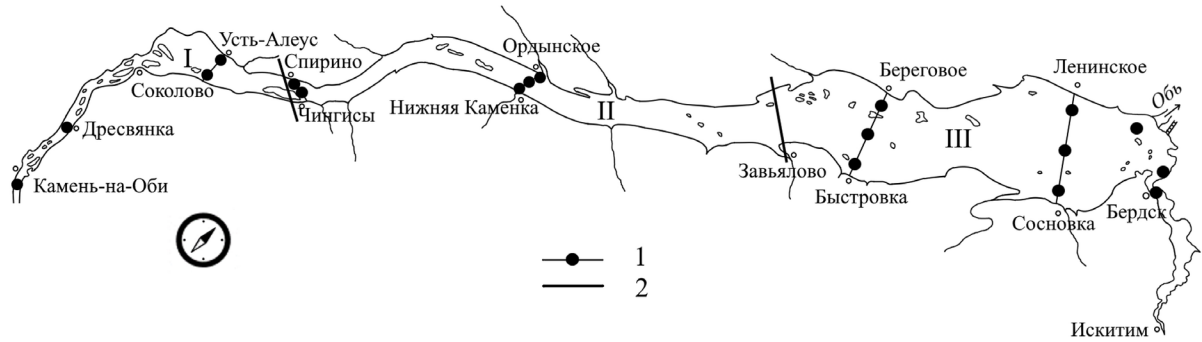


Рис. 1. Схема Новосибирского водохранилища. 1 – пункты отбора проб, 2 – границы между частями водохранилища; I – верхняя часть, II – средняя часть, III – нижняя часть.

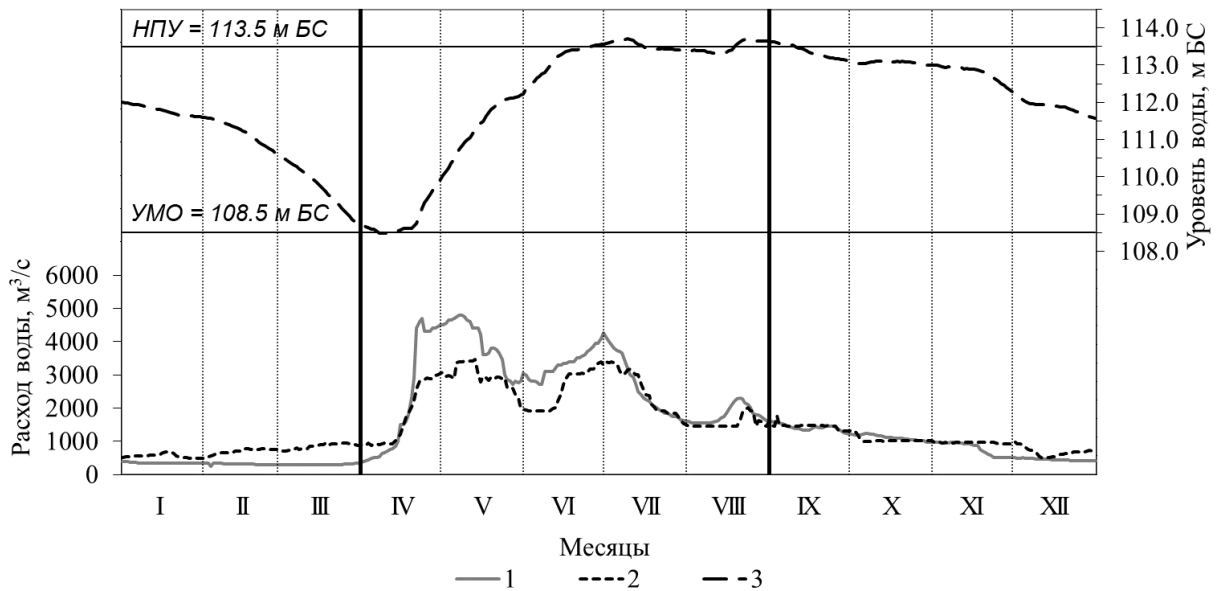


Рис. 2. Гидрологические характеристики Новосибирского водохранилища в 2005 г. 1 – приток к водохранилищу, 2 – сбросы в нижний бьеф, 3 – уровень воды. НПУ – нормальный подпорный уровень, УМО – уровень мертвого объема.

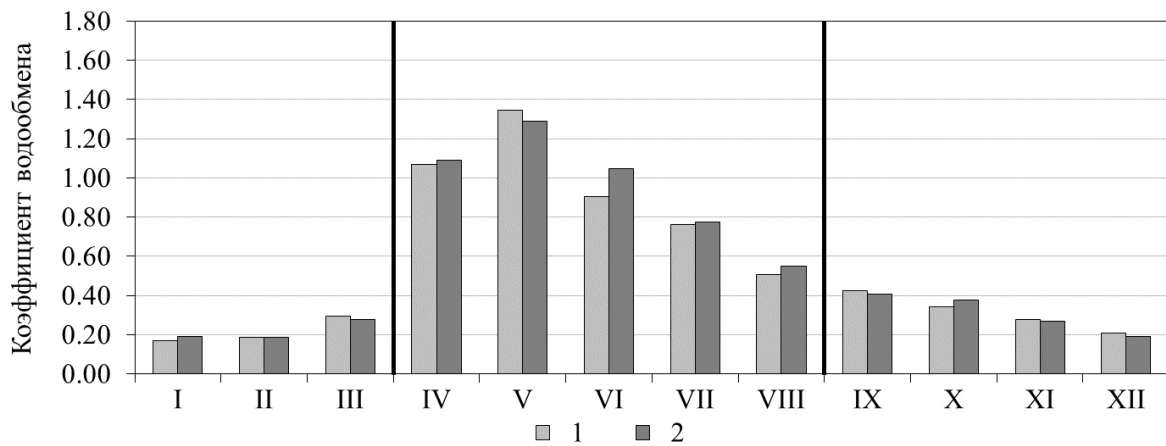


Рис. 3. Месячные коэффициенты внешнего водообмена Новосибирского водохранилища. 1 – в 2005 г., 2 – средние за 1960–2021 гг.

Табл. 1. Содержание химических веществ в водах Новосибирского водохранилища в годы средней водности. BOD – биохимическое потребление кислорода за 5 суток, COD – химическое потребление кислорода.

Ингредиент	Среднее значение	Средняя квадратичная ошибка
pH	8.131	0.020
Щелочность (HCO_3^-), мг-экв./л	2.511	0.041
O_2 , мг/л	9.012	0.068
BOD, мг O_2 /л	2.818	0.086
COD, мгО/л	12.835	0.506
NH_4^+ , мгN/л	0.451	0.029
NO_2^- , мгN/л	0.011	0.002
NO_3^- , мгN/л	0.269	0.023
SO_4^{2-} , мг/л	13.928	0.429
Cl^- , мг/л	5.859	0.198
PO_4^{3-} , мг/л	0.073	0.015
Ca^{2+} , мг/л	30.222	0.492
Mg^{2+} , мг/л	9.384	0.379
нефтепродукты, мг/л	0.206	0.020
летучие фенолы, мг/л	0.002	0.0002
Fe^{3+} , мг/л	0.339	0.019
Cu^{2+} , мг/л	0.005	0.0003
Cr^{3+} , мг/л	0.00047	0.00003
Ni^{2+} , мг/л	0.001	0.0001
Mn^{2+} , мг/л	0.031	0.004

Табл. 2. Процентный вклад объясненной дисперсии отдельных химических показателей качества воды.

	Собственное значение	% объясняемой дисперсии
Ось 1	0.0075	36.55
Ось 2	0.0057	27.41
Ось 3	0.0026	12.67
Ось 4	0.0022	10.85

Табл. 3. Вклад гидрологических и метеорологических факторов в факторные оси. Kw – коэффициент водообмена, t-air – температура воздуха в месяц исследования, t-air-previous – температура воздуха в предшествующий исследованию месяц, t-water – температура воды.

	Приток воды	Расход воды	Уровень воды	Объем водохранилища	Kw	t-air	t-air-previous	Осадки	t-water
Ось 1	0.145	0.139	-0.312	-0.321	0.285	-0.398	-0.396	-0.145	-0.368
Ось 2	0.002	-0.011	-0.1812	-0.1809	0.106	0.013	-0.031	-0.187	-0.065

Табл. 4. Показатели силы связей химических ингредиентов с факторными осями. Жирным шрифтом выделены наиболее значимые связи.

Ингредиент	Ось 1	Ось 2
pH	-0.086	-0.076
щелочность	-0.002	-0.041
O ₂	-0.031	-0.051
BOD	-0.015	0.055
COD	-0.103	0.122
NH ₄ ⁺	0.142	0.159
NO ₂ ⁻	0.159	0.080
NO ₃ ⁻	0.258	0.315
SO ₄ ²⁻	0.162	-0.031
Cl ⁻	0.044	0.151
PO ₄ ³⁻	0.315	0.139
Ca ²⁺	-0.033	-0.047
Mg ²⁺	0.058	0.028
нефтепродукты	-0.097	-0.007
фенолы	0.176	-0.206
Fe ³⁺	0.322	0.156
Cu ²⁺	-0.006	-0.145
Cr ³⁺	-0.164	0.135
Ni ²⁺	-0.119	-0.024
Mn ²⁺	0.067	0.046

Полученные результаты подтвердили, что температура воды является одним из важнейших факторов, воздействующих на трансформацию химических веществ в Новосибирском водохранилище. Температура воды влияет на протекающие в водоеме физические, химические, биохимические и биологические процессы, от которых в значительной мере зависят кислородный режим и интенсивность процессов самоочищения (Гречушникова, 2014; Двуреченская и др., 2010; Pantelić, 2015). В Новосибирском водохранилище повышение температуры, в частности, приводит к росту первичной продукции и, соответственно, к активному потреблению биогенных веществ и снижению их концентраций в воде.

Также показано определяющее воздействие гидрологических условий на гидрохимический режим водохранилища. Наблюдается «эффект разбавления» при высоких скоростях водообмена, обусловленных значительным притоком воды в водохранилище. На важную роль гидрологических характеристик, существенно влияющих на продуктивность водосборных бассейнов и качество воды в водохранилищах, указывается и в ряде других работ (Nazari-Sharabian and Taheriyoun, 2022; Wang et al., 2022, 2023).

В отдельных исследованиях обсуждается роль атмосферных осадков в формировании гидрохимического режима водохранилищ (Han et al., 2018, Lecomte et al., 2022). С увеличением количества осадков концентрация ряда химических веществ, в первую очередь биогенов (фосфатов и всех форм минерального азота), кроме pH, уменьшалась. Однако связи между концентрациями исследованных химических ингредиентов с осадками слабее, чем с температурой и гидрологическими параметрами водохранилища. В случае с Новосибирским водохранилищем невысокий уровень влияния осадков на качество воды может быть показателем особенностей водосбора.

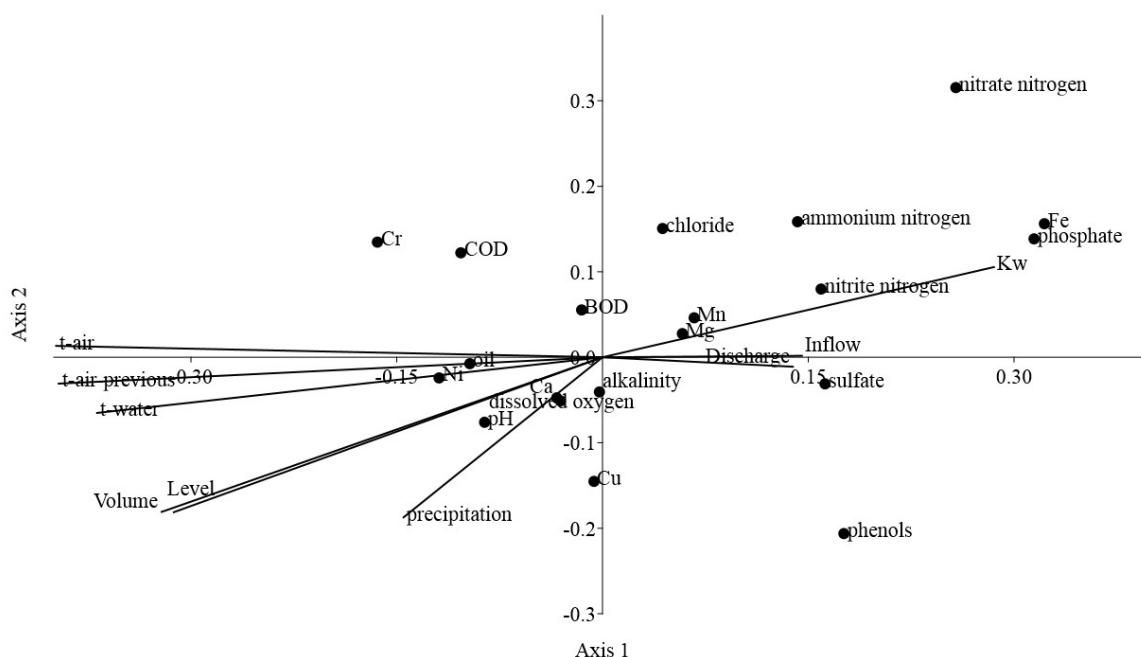


Рис. 4. Ординационная диаграмма (CCA – canonical correspondence analysis) зависимости химических ингредиентов от факторов среды. T-water – температура воды, t-air – температура воздуха, t-air previous – температура воздуха за предшествующий месяц, Kw – коэффициент водообмена, Volume – объем водохранилища, Level – уровень воды, BOD – биохимическое потребление кислорода (БПК₅), COD – химическое потребление кислорода (ХПК), oil – нефтепродукты, precipitation – атмосферные осадки.

Заключение

На качество воды Новосибирского водохранилища влияют как природные факторы, связанные с колебаниями стока р. Оби и метеорологическими параметрами, так и антропогенные, обусловленные регулированием его водных запасов (режимом пусков в нижний бьеф), поступлением загрязняющих веществ с притоком воды р. Оби и от точечных и диффузных источников сточных вод.

Установлено, что значения pH, концентрация растворенного кислорода, щелочность, содержание хлоридов, аммонийных соединений, нитритов, нитратов, фосфатов, железа, марганца, магния, нефтепродуктов коррелируют с интенсивностью водообмена, притоком и сбросами воды, с объемом водохранилища, температурой воды и с атмосферными осадками.

Новосибирское водохранилище является водоемом с малой регулирующей призмой и большим коэффициентом водообмена. С этим, вероятно, связан тот факт, что для ряда химических показателей (содержания легкоокисляемых органических веществ (по значениям БПК₅), трудноокисляемых веществ (по значениям ХПК), фенолов) не установлена зависимость от рассмотренных гидрологических и метеорологических характеристик. Их содержание, по-видимому, в основном определяется поступлением веществ с водами р. Оби.

Результаты исследования могут быть использованы для принятия управленческих решений в области водопользования с учетом прогноза изменений водно-экологического состояния Новосибирского водохранилища.

Список литературы

Авакян, А.Б., Салтанкин, В.П., Шарапов, В.А., 1987. Водохранилища. Мысль, Москва, СССР, 323 с.

Алекин, О.А., 1970. Основы гидрохимии. Гидрометеоиздат, Ленинград, СССР, 442 с.

- Атавин, А.А., Белоненко, Г.В., Винокуров, Ю.И., Воронков, Г.В., Дальков, М.П. и др., 1997. Водохозяйственный комплекс в ФЦП «Сибирь». *Обской вестник* 2–3, 99–103.
- Богословский, Б.Б., 1980. Волны, течения и водные массы водоемов. Ленинградский Гидрометеорологический институт, Ленинград, СССР, 57 с.
- Васильев, О.Ф., Бураков, Д.А., Вострякова, Н.В., Савкин, В.М., 1990. Перспективы регулирования стока в Обь-Иртышском бассейне в связи с мелиоративным освоением территории. Гидрологическое обоснование водохозяйственных мероприятий. *Труды V Всесоюзного гидрологического съезда* 4, 159–164.
- Васильев, О.Ф., Савкин, В.М., Двуреченская, С.Я., Попов, П.А., 1997. Водохозяйственные и экологические проблемы Новосибирского водохранилища. *Водные ресурсы* 24 (5), 581–589.
- Гречушникова, М.Г. 2014. Пространственные и синоптические вариации физико-химических характеристик Можайского водохранилища. *Вестник ТГУ* 19 (5), 1671–1674.
- Двуреченская, С.Я., 2012. Анализ роли различных источников поступления химических веществ в воды Новосибирского водохранилища. *Сибирский экологический журнал* 19 (4), 473–478.
- Двуреченская, С.Я., Ермолаева, Н.И., 2014. Выявление взаимосвязей химического состава воды Новосибирского водохранилища и характеристик зоопланктона. *Сибирский экологический журнал* 21 (4), 615–625.
- Двуреченская, С.Я., Ермолаева, Н.И., Савкин, В.М., 2010. Комплексный мониторинг и экологические проблемы Новосибирского водохранилища. *Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Научные основы экологического мониторинга водохранилищ»*. Хабаровск, Россия, 53–56.
- Знаменский, В.А., 1981. Гидрологические процессы и их роль в формировании качества воды. Гидрометеоиздат, Ленинград, СССР, 248 с.
- Китаев, А.Б., 2009. Показатели внешнего водообмена искусственных водоемов. *Географический вестник* 2, 27–32.
- Ланбина, Т.В., Карпеева, Т.В., 1985. Режим биогенных и органических веществ Новосибирского водохранилища. В: Подлипский, Ю.И. (ред.), *Комплексные исследования Новосибирского водохранилища (Труды ЗапСибНИИГоскомгидромета. Вып. 70)*. Московское отделение Гидрометеоиздата, Москва, СССР, 24–42.
- Матарзин, Ю.М., 2003. Гидрология водохранилищ: Учебник для вузов. Издательство ПГУ, Пермь, Россия, 295 с.
- Никаноров, А.М., Посохов, Е.В., 1985. Гидрохимия. Гидрометеоиздат, Ленинград, СССР, 232 с.
- Подлипский, Ю.И., 1985. К вопросу организации и некоторые итоги комплексных исследований Новосибирского водохранилища. В: Подлипский, Ю.И. (ред.), *Комплексные исследования Новосибирского водохранилища (Труды ЗапСибНИИГоскомгидромета. Вып. 70)*. Московское отделение Гидрометеоиздата, Москва, СССР, 3–16.
- Розенберг, Г.С., Евланов, И.А., Селезнёв, В.А., Минеев, А.К., Селезнёва, А.В., Шитиков, В.К., 2011. Опыт экологического нормирования антропогенного воздействия на качество воды (на примере водохранилищ Средней и Нижней Волги). *Материалы Объединенного Пленума Научного совета ОБН РАН по гидробиологии и ихтиологии Гидробиологического общества при РАН и Межведомственной ихтиологической комиссии. Вопросы экологического нормирования*

и разработка системы оценки состояния водоемов. Товарищество научных изданий КМК, Москва, Россия, 196 с.

Савкин, В.М., 2000. Эколого-географические изменения в бассейнах рек Западной Сибири. Наука, Новосибирск, Россия, 152 с.

Савкин, В.М., Двуреченская, С.Я., 2014. Ресурсные и водно-экологические проблемы комплексного использования Новосибирского водохранилища. *Водные ресурсы* 41 (4), 456–465. <https://doi.org/10.7868/S0321059614030158>

Савкин, В.М., Двуреченская, С.Я., 2017. Изменение качества воды Верхней Оби (на примере Новосибирского водохранилища) в различные гидрологические периоды. *Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем* 28 (3), 72–83. <https://doi.org/10.21513/0207-2564-2017-3-72-83>

Савкин, В.М., Двуреченская, С.Я., 2018. Влияние многолетнего комплексного использования водных ресурсов на экосистему Новосибирского водохранилища. *Вода и экология: проблемы и решения* 1(73), 71–82. <https://doi.org/10.23968/2305-3488.2018.23.1.71-82>

Савкин, В.М., Двуреченская, С.Я., Ермолаева, Н.И., Киприянова, Л.М., Кириллов, В.В. и др., 2014. Многолетняя динамика водно-экологического режима Новосибирского водохранилища. СО РАН, Новосибирск, Россия, 393 с.

Савкин, В.М., Двуреченская, С.Я., Кондакова, О.В. 2018. Комплексное использование водных ресурсов Верхней Оби в условиях различной водности. *Материалы Всероссийской научно-практической конференции «Водные ресурсы России: современное состояние и управление».* Т. 1. Лик, Новочеркасск, Россия, 169–176.

Савкин, В.М., Двуреченская, С.Я., Кондакова, О.В., 2020. Влияние Новосибирского водохранилища на формирование гидролого-гидрохимического режима Верхней Оби на зарегулированном участке. *Вода и экология: проблемы и решения* 1, 51–62. <https://doi.org/10.23968/2305-3488.2020.25.1.51-62>

Сальников, Н.Е., Саппо, Л.М., 2005. Некоторые особенности формирования гидрохимического режима и качество воды Ивановского водохранилища в 1996–2000 гг. *Гидробиологический журнал* 41 (2), 73–84.

Тимченко, В.М., 2006. Экологическая гидрология днепровских водохранилищ. *Гидробиологический журнал* 42 (3), 81–96.

Фортунатов, М.А., 1974. О проточности и водообмене водохранилищ. *Труды Института биологии внутренних вод АН СССР* 26, 111–120.

Чайкина, М.В., 1975. Гидрохимический режим Новосибирского водохранилища. Наука, Новосибирск, СССР, 130 с.

Calijuri, M.L., Castro, J.S., Costa, L.S., Assemany, P.P., Alves, J.E. et al., 2015. Impact of land use/land cover changes on water quality and hydrological behavior of an agricultural subwatershed. *Environmental Earth Sciences* 74, 5373–5382. <https://doi.org/10.1007/s12665-015-4550-0>

da Rocha, M.P., Dourado, P.L.R., de Souza Rodrigues, M., Raposo, J.L., Grisolia, A.B., de Oliveira, K.M.P., 2015. The influence of industrial and agricultural waste on water quality in the Água Boa stream (Dourados, Mato Grosso do Sul, Brazil). *Environmental Monitoring and Assessment* 187, 442. <https://doi.org/10.1007/s10661-015-4475-9>

- Delpla, I., Jung, A.-V., Baures, E., Clement, M., Thomas, O., 2009. Impacts of climate change on surface water quality in relation to drinking water production. *Environment International* **35** (8), 1225–1233. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2009.07.001>
- Dvurechenskaya, S.Ya., Kondakova, O.V., 2020. The effect of the external water cycle on certain water quality parameters of the Novosibirsk Reservoir in different water-content years. *Limnology and Freshwater Biology* **4**, 916–917. <https://doi.org/10.31951/2658-3518-2020-A-4-916>
- Han, T., Li, Yu., Qin, J., Yang, Q., He, X., 2018. Hydrochemical changes and influencing factors in the Dongkemadi region, Tanggula Range, China. *Water* **10**(12), 1856. <https://doi.org/10.3390/w10121856>
- Lecomte, K.L., Pasquini, A.I., Manjarrez-Rangel, C.S., Alquiza, P., Segoviano-Garfias, J., Zanol, G., 2022. Surface hydrochemical dynamic in an artificial lake with anthropic impact: La Purísima reservoir, Central Mexico. *Environmental Monitoring and Assessment* **194**, 128. <https://doi.org/10.1007/s10661-022-09773-4>
- Li, S., Xu, Y.J., Ni, M., 2021. Changes in sediment, nutrients and major ions in the world largest reservoir: Effects of damming and reservoir operation. *Journal of Cleaner Production* **318**(4), 128601. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128601>
- Nazari-Sharabian, M., Taheriyoun, M., 2022. Climate change impact on water quality in the integrated Mahabad Dam watershed-reservoir system. *Journal of Hydro-Environment Research*. **40**, 28–37. <https://doi.org/10.1016/j.jher.2021.12.001>
- Pantelić, M., Dolinaj, D., Leščešen, I., Savić, S., Milošević, D., 2015. Water quality of the Pannonian basin rivers the Danube, the Sava and the Tisa (Serbia) and its correlation with air temperature. *Thermal Science* **19** (2), 477–485. <https://doi.org/10.2298/TSCI150325114P>
- Setegn, S.G., 2015. Water resources management for sustainable environmental public health. In: Setegn, S.G., Donoso, M.C. (eds.), *Sustainability of integrated water resources management: water governance, climate and ecohydrology*. Springer International Publishing, Switzerland, 275–287. https://doi.org/10.1007/978-3-319-12194-9_15
- Skaland, R.G., Herrador, B.G., Hisdal, H., Hygen, H.O., Hyllestad, S. et al., 2022. Impacts of climate change on drinking water quality in Norway. *Journal of Water and Health* **20** (3), 539–550. <https://doi.org/10.2166/wh.2022.264>
- Ter Braak, C.J., 1986. Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. *Ecology* **67**, 1167–1179.
- Wang, J., Yin, W., Wang, L., Li, N., Xu, J.F. et al., 2022. Unraveling the effects of hydrological connectivity and landscape characteristics on reservoir water quality. *Journal of Hydrology* **613**(3), 128410. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2022.128410>
- Wang, K., Pang, Yu., Yi, Yu., Yang, Sh., Wang, Yu. et al., 2023. Response of dissolved organic matter chemistry to flood control of a large river reservoir during an extreme storm event. *Water Research* **230**, 119565. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2023.119565>
- Zhu, L., Panthi, Ch., Jiang, S., Sapkota, A., 2021. Impact of high precipitation and temperature events on the distribution of emerging contaminants in surface water in the Mid-Atlantic, United States. *Science of The Total Environment* **755** (2), 142552. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142552>

References

- Avakian, A.B., Saltankin, V.P., Sharapov, V.A., 1987. Vodokhranilishcha [Reservoirs]. Mysl, Moscow, USSR, 323 p. (In Russian).
- Alekin, O.A., 1970. Osnovy gidrokhimii [Fundamentals of hydrochemistry]. Gidrometeoizdat, Leningrad, USSR, 442 p. (In Russian).
- Atavin, A.A., Belonenko, G.V., Vinokurov, Yu.I., Voronkov, G.V., Dalkov, M.P. et al., 1997. Vodokhozyaystvennyy kompleks v FTsP “Sibir” [Water management complex in the Federal Target Program “Siberia”]. *Obskoy vestnik [Ob Bulletin]* 2–3, 99–103. (In Russian).
- Bogoslovskiy, B.B., 1980. Volny, techeniya i vodnyye massy vodoyemov [Waves, currents and water masses of reservoirs]. Leningrad Hydrometeorological Institute, Leningrad, USSR, 57 p. (In Russian).
- Calijuri, M.L., Castro, J.S., Costa, L.S., Assemany, P.P., Alves, J.E. et al., 2015. Impact of land use/land cover changes on water quality and hydrological behavior of an agricultural subwatershed. *Environmental Earth Sciences* 74, 5373–5382. <https://doi.org/10.1007/s12665-015-4550-0>
- Chaykina, M.V., 1975. Gidrokhimicheskiy rezhim Novosibirskogo vodokhranilishcha [Hydrochemical regime of the Novosibirsk reservoir]. Nauka, Novosibirsk, USSR, 130 p. (In Russian).
- da Rocha, M.P., Dourado, P.L.R., de Souza Rodrigues, M., Raposo, J.L., Grisolia, A.B., de Oliveira, K.M.P., 2015. The influence of industrial and agricultural waste on water quality in the Água Boa stream (Dourados, Mato Grosso do Sul, Brazil). *Environmental Monitoring and Assessment* 187, 442. <https://doi.org/10.1007/s10661-015-4475-9>
- Delpla, I., Jung, A.-V., Baures, E., Clement, M., Thomas, O., 2009. Impacts of climate change on surface water quality in relation to drinking water production. *Environment International* 35 (8), 1225–1233. <https://doi.org/10.1016/j.envint.2009.07.001>
- Dvurechenskaya, S.Ya., 2012. Analysis of consequences of contribution from major sources of chemical matter in water of Novosibirsk reservoir. *Contemporary Problems of Ecology* 5 (4), 347–351.
- Dvurechenskaya, S.Ya., Yermolaeva, N.I., 2014. Interrelations between chemical composition of water and characteristics of zooplankton in the Novosibirsk reservoir. *Contemporary Problems of Ecology* 7 (4), 464–472.
- Dvurechenskaya, S.Ya., Kondakova, O.V., 2020. The effect of the external water cycle on certain water quality parameters of the Novosibirsk Reservoir in different water-content years. *Limnology and Freshwater Biology* 4, 916–917. <https://doi.org/10.31951/2658-3518-2020-A-4-916>
- Dvurechenskaya, S.Ya., Yermolaeva, N.I., Savkin, V.M., 2010. Kompleksnyi monitoring i ekologicheskiye problemy Novosibirskogo vodokhranilishcha [Complex monitoring and environmental problems of the Novosibirsk reservoir]. *Materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii “Nauchnyye osnovy ekologicheskogo monitoringa vodokhranilishch” [Materials of the All-Russian scientific and practical conference “Scientific foundations of ecological monitoring of reservoirs”]*. Khabarovsk, Russia, 53–56. (In Russian).
- Fortunatov, M.A., 1974. O protochnosti i vodoobmene vodokhranilishch [About the flow and water exchange of reservoirs]. *Trudy Instituta biologii vnutrennikh vod [Proceedings of the Institute for Biology of Inland Waters Academy of Sciences USSR]* 26, 111–120. (In Russian).
- Grechushnikova M.G. 2014, Prostranstvennye i sinopticheskie variatsii fiziko-khimicheskikh kharakteristik Mozhajskogo vodokhranilishha [Spatial and synoptic variations of physical-chemical characteristics of Mojai reservoir]. *Vestnik TGU [Tomsk State University Bulletin]* 19 (5), 1671–1674 (In Russian).

- Han, T., Li, Yu., Qin, J., Yang, Q., He, X., 2018. Hydrochemical changes and influencing factors in the Dongkemadi region, Tanggula Range, China. *Water* **10**(12), 1856. <https://doi.org/10.3390/w10121856>
- Kitayev, A.B., 2009. Pokazateli vneshnego vodoobmena iskusstvennykh vodoyemov [Features of external water exchange of artificial reservoirs]. *Geograficheskiy vestnik [Geographical Bulletin]* **2**, 27–32. (In Russian).
- Lanbina, T.V., Karpeyeva, T.V., 1985. Rezhim biogenykh i organicheskikh veshchestv Novosibirskogo vodokhranilishcha [Regime of biogenic and organic substances of the Novosibirsk reservoir]. In: Podlipskiy, Yu.I. (ed.), *Kompleksnyye issledovaniya Novosibirskogo vodokhranilishcha (Trudy ZapSibregNIGMI. Vyp. 70) [Comprehensive studies of the Novosibirsk reservoir (Proceedings of West Siberian Research-Scientific Institute of the Russian Committee of Hydrometeorology. Is. 70)]*. Moscow Branch of Gigrometeoizdat, Moscow, USSR, 24–42. (In Russian).
- Lecomte, K.L., Pasquini, A.I., Manjarrez-Rangel, C.S., Alquiza, P., Segoviano-Garfias, J., Zanol, G., 2022. Surface hydrochemical dynamic in an artificial lake with anthropic impact: La Purísima reservoir, Central Mexico. *Environmental Monitoring and Assessment* **194**, 128. <https://doi.org/10.1007/s10661-022-09773-4>
- Li, S., Xu, Y.J., Ni, M., 2021. Changes in sediment, nutrients and major ions in the world largest reservoir: Effects of damming and reservoir operation. *Journal of Cleaner Production* **318**(4), 128601. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2021.128601>
- Matarzin, Yu.M., 2003. *Gidrologiya vodokhranilishch: Uchebnik dlya vuzov [Hydrology of reservoirs: Textbook for universities]*. Publishing House of the Perm State University, Perm, Russia, 295 p. (In Russian).
- Nazari-Sharabian, M., Taheriyoun, M., 2022. Climate change impact on water quality in the integrated Mahabad Dam watershed-reservoir system. *Journal of Hydro-Environment Research*. **40**, 28–37. <https://doi.org/10.1016/j.jher.2021.12.001>
- Nikanorov, A.M., Posokhov, E.V., 1985. *Gidrokimiya [Hydrochemistry]*. Gigrometeoizdat, Leningrad, USSR, 232 p. (In Russian).
- Pantelić, M., Dolinaj, D., Leščešen, I., Savić, S., Milošević, D., 2015. Water quality of the Pannonian basin rivers the Danube, the Sava and the Tisa (Serbia) and its correlation with air temperature. *Thermal Science* **19** (2), 477–485. <https://doi.org/10.2298/TSCI150325114P>
- Podlipskiy, Yu.I., 1985. K voprosu organizatsii i nekotoryye itogi kompleksnykh issledovaniy Novosibirskogo vodokhranilishcha [On the issue of organization and some results of complex studies of the Novosibirsk reservoir]. In: Podlipskiy, Yu.I. (ed.), *Kompleksnyye issledovaniya Novosibirskogo vodokhranilishcha (Trudy ZapSibregNIGMI. Vyp. 70) [Comprehensive studies of the Novosibirsk reservoir (Proceedings of West Siberian Research-Scientific Institute of the Russian Committee of Hydrometeorology. Is. 70)]*. Moscow Branch of Gigrometeoizdat, Moscow, USSR, 3–16. (In Russian).
- Rozenberg, G.S., Evlanov, I.A., Seleznev, V.A., Mineyev, A.K., Selezneva, A.V., Shitikov, V.K., 2011. Opyt ekologicheskogo normirovaniya antropogennogo vozdeystviya na kachestvo vody (na primere vodokhranilishch Sredney i Nizhney Volgi) [Experience of ecological regulation of anthropogenic impact on water quality (on the example of reservoirs of the Middle and Lower Volga)]. *Materialy Obyedinennogo Plenuma Nauchnogo soveta OBN RAN po gidrobiologii i ikhtiologii Gidrobiologicheskogo obshchestva pri RAN i Mezhvedomstvennoy ikhtiologicheskoy komissii. Voprosy ekologicheskogo normirovaniya i razrabotka sistemy otsenki sostoyaniya vodoyemov [Materials of the Joint Plenum of the Scientific Council of the RAS on Hydrobiology and Ichthyology of the Hydrobiological Society at the RAS and the Interdepartmental Ichthyological Commission. Issues of environmental regulation and development of a system for assessing the state of reservoirs]*. KMK Scientific Press Ltd, Moscow, Russia, 196 p. (In Russian).

- Savkin, V.M., 2000. Ekologo-geograficheskiye izmeneniya v basseynakh rek Zapadnoy Sibiri [Ecological and geographical changes in the river basins of Western Siberia]. Nauka, Novosibirsk, Russia, 152 p. (In Russian).
- Savkin, V.M., Dvurechenskaya, S.Ya., 2014. Resources-related and water-environmental problems of the integrated use of the Novosibirsk reservoir. *Water Resources* 41 (4), 446–453. <https://doi.org/10.7868/S0321059614030158>
- Savkin, V.M., Dvurechenskaya, S.Ya., 2017. Izmeneniye kachestva vody Verkhney Obi (na primere Novosibirskogo vodokhranilishcha) v razlichnyye gidrologicheskiye periody [Changes in the water quality of the Upper Ob (on the example of the Novosibirsk reservoir) in various hydrological periods]. *Problemy ekologicheskogo monitoringa i modelirovaniya ekosistem [Problems of Environmental Monitoring and Ecosystem Modeling]* 28 (3), 72–83. (In Russian). <https://doi.org/10.21513/0207-2564-2017-3-72-83>
- Savkin, V.M., Dvurechenskaya, S.Ya., 2018. Vliyaniye mnogoletnego kompleksnogo ispolzovaniya vodnykh resursov na ekosistemu Novosibirskogo vodokhranilishcha [The impact of long-term integrated use of water resources on the ecosystem of the Novosibirsk reservoir]. *Voda i ekologiya: problemy i resheniya [Water and Ecology: Problems and Decisions]* 1 (73), 71–82. (In Russian). <https://doi.org/10.23968/2305-3488.2018.23.1.71-82>
- Savkin, V.M., Dvurechenskaya, S.Ya., Yermolaeva, N.I., Kipriyanova, L.M., Kirillov, V.V. et al., 2014. Mnogoletnyaya dinamika vodno-ekologicheskogo rezhima Novosibirskogo vodokhranilishcha [Long-term dynamics of the water-ecological regime of the Novosibirsk reservoir]. Siberian Branch RAS, Novosibirsk, Russia, 393 p. (In Russian).
- Savkin, V.M., Dvurechenskaya, S.Ya., Kondakova, O.V., 2018. Kompleksnoye ispolzovaniye vodnykh resursov Verkhney Obi v usloviyakh razlichnoy vodnosti [Integrated use of water resources of the Upper Ob in conditions of different water content]. *Materialy Vserossiyskoy nauchno-prakticheskoy konferentsii "Vodnyye resursy Rossii: sovremennoye sostoyaniye i upravleniye". T. 1 [Materials of the All-Russian scientific and practical conference "Water resources of Russia: current state and management". Vol. 1].* Lik, Novocheerkssk, Russia, 169–176. (In Russian).
- Savkin, V.M., Dvurechenskaya, S.Ya., Kondakova, O.V., 2020. Vliyaniye Novosibirskogo vodokhranilishcha na formirovaniye gidrologo-gidrokhimicheskogo rezhima Verkhney Obi na zaregulirovannom uchastke [The influence of the Novosibirsk reservoir on the formation of the hydro-chemical regime of the Upper Ob in the regulated area]. *Voda i ekologiya: problemy i resheniya [Water and Ecology: Problems and Decisions]* 1, 51–62. (In Russian). <https://doi.org/10.23968/2305-3488.2020.25.1.51-62>
- Salnikov, N.E., Sappo, L.M., 2005. Nekotoryye osobennosti formirovaniya gidrokhimicheskogo rezhima i kachestvo vody Ivankovskogo vodokhranilishcha v 1996–2000 gg. [Some features of the formation of the hydrochemical regime and the water quality of the Ivankovo reservoir in 1996–2000]. *Gidrobiologicheskii zhurnal [Hydrobiological Journal]* 41 (2), 73–84. (In Russian).
- Setegn, S.G., 2015. Water resources management for sustainable environmental public health. In: Setegn, S.G., Donoso, M.C. (eds.), *Sustainability of integrated water resources management: water governance, climate and ecohydrology*. Springer International Publishing, Switzerland, 275–287. https://doi.org/10.1007/978-3-319-12194-9_15
- Skaland, R.G., Herrador, B.G., Hisdal, H., Hygen, H.O., Hyllestad, S. et al., 2022. Impacts of climate change on drinking water quality in Norway. *Journal of Water and Health* 20 (3), 539–550. <https://doi.org/10.2166/wh.2022.264>
- Ter Braak, C.J., 1986. Canonical correspondence analysis: a new eigenvector technique for multivariate direct gradient analysis. *Ecology* 67, 1167–1179.

- Timchenko, V.M., 2006. Ekologicheskaya gidrologiya dneprovskikh vodokhranilishch [Ecological hydrology of the Dnieper reservoirs]. *Gidrobiologicheskii zhurnal [Hydrobiological Journal]* **42** (3), 81–96. (In Russian).
- Vasiliev, O.F., Burakov, D.A., Vostryakova, N.V., Savkin, V.M., 1990. Perspektivy regulirovaniya stoka v Ob-Irtyshskom bassejne v svyazi s meliorativnym osvoyeniyem territorii. Gidrologicheskoye obosnovaniye vodokhozyaystvennykh meropriyatiy [Prospects of flow regulation in the Ob-Irtysh basin in connection with the reclamation development of the territory. Hydrological justification of water management measures]. *Trudy V Vsesoyuznogo gidrologicheskogo syezda [Proceedings of the V All-Union Hydrological Congress]* **4**. 159–164. (In Russian).
- Vasiliev, O.F., Savkin, V.M., Dvurechenskaya, S.Ya., Popov, P.A., 1997. Vodokhozyaystvennye i ekologicheskiye problemy Novosibirskogo vodokhranilishcha [Water management and environmental problems of the Novosibirsk reservoir]. *Vodnyye resursy [Water Resources]* **24** (5), 581–589. (In Russian).
- Wang, J., Yin, W., Wang, L., Li, N., Xu, J.F. et al., 2022. Unraveling the effects of hydrological connectivity and landscape characteristics on reservoir water quality. *Journal of Hydrology* **613**(3), 128410. <https://doi.org/10.1016/j.jhydrol.2022.128410>
- Wang, K., Pang, Yu., Yi, Yu., Yang, Sh., Wang, Yu. et al., 2023. Response of dissolved organic matter chemistry to flood control of a large river reservoir during an extreme storm event. *Water Research* **230**, 119565. <https://doi.org/10.1016/j.watres.2023.119565>
- Zhu, L., Panthi, Ch., Jiang, S., Sapkota, A., 2021. Impact of high precipitation and temperature events on the distribution of emerging contaminants in surface water in the Mid-Atlantic, United States. *Science of The Total Environment* **755** (2), 142552. <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.142552>
- Znamensky, V.A., 1981. Gidrologicheskie processy i ikh rol' v formirovanii kachestva vody [Hydrological processes and their role in the formation of water quality]. Gidrometeoizdat, Leningrad, USSR, 248 p. (In Russian).