

**ИЗМЕНЕНИЕ КАЧЕСТВА ВОДЫ ВЕРХНЕЙ ОБИ (НА ПРИМЕРЕ
НОВОСИБИРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА) В РАЗЛИЧНЫЕ
ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ ПЕРИОДЫ**

В.М. Савкин, С.Я. Двуреченская

Институт водных и экологических проблем СО РАН, Новосибирский филиал
Россия, 630090, г. Новосибирск, Морской проспект, 2, к. 417; savkin@iwep.nsc.ru, dvur@iwep.nsc.ru

Резюме. Новосибирское водохранилище – это единственный крупный искусственный водоем в бассейне Оби. Гидроузел был создан в середине XX века для решения острых вопросов энергообеспечения г. Новосибирска и области. Особенность бассейна Верхней Оби в начале XXI века состоит в том, что становятся наиболее характерны маловодные периоды, а многоводные проявляются значительно реже. В настоящее время многоцелевому использованию водных ресурсов Новосибирского водохранилища, проблемам качества воды в условиях маловодья уделяется повышенное внимание. На Новосибирском водохранилище, ставшем уникальным полигоном для выполнения комплексных исследований водных экосистем, изучены многолетние изменения гидролого-гидрохимического и гидробиологического режима. На примере Новосибирского водохранилища показано, что при определении класса качества воды необходимо учитывать региональные фоновые концентрации химических веществ. Сопоставлены методики определения класса качества воды с ориентацией на предельно допустимые концентрации и на целевые показатели качества на определенном водохозяйственном участке для лет различной водности и различных гидрологических сезонов. Предложенная авторами методика оценки качества воды, основанная на сопоставлении концентраций химических веществ с региональными фоновыми значениями, дает возможность более корректно оценить качество воды водохранилища, выделяя при этом вклад антропогенного загрязнения, что позволяет получить действительную картину при сравнении качества воды водохранилищ в разных регионах, а также более разумно предъявлять требования к предприятиям-загрязнителям.

Ключевые слова. Водоохранилище, водохозяйственный комплекс, водность года, гидрологические сезоны, качество воды, интегральные показатели.

**CHANGE OF WATER QUALITY OF UPPER OB (ON THE EXAMPLE OF
THE NOVOSIBIRSK RESERVOIR) IN VARIOUS HYDROLOGICAL
PERIODS**

V.M. Savkin, S.Ya. Dvurechenskaya

Institute for Water and Environmental Problems, Novosibirsk Department Siberian Branch of RAS,
Morskoy prospect, 2, app.417, 630090, Novosibirsk, Russia; savkin@iwep.nsc.ru, dvur@iwep.nsc.ru

Abstract. Novosibirsk Reservoir is the only major artificial reservoir in the Ob basin. The hydropower plant was established in the middle of the twentieth century

to solve acute energy supply problems in Novosibirsk and the region. The peculiarity of the Upper Ob River basin at the beginning of the 21st century is that the periods of low water are most characteristic, while the high-water periods are much less frequent. Currently, much attention is attended to the multi-purpose use of water resources of the Novosibirsk reservoir, water quality problems in conditions of low water availability. Long-term changes of the hydrologic-hydrochemical and hydrobiological regime have been studied at the Novosibirsk Reservoir, which has become a unique testing area for performing complex studies of water ecosystems. On the example of Novosibirsk reservoir it was shown that it is necessary to take into account the regional background concentrations of chemicals when determining the water quality class. The results of the determining the water quality class with an orientation on maximum permissible concentrations and the target quality indicators for a certain water management area for years of different water content and different hydrological seasons are compared. The method proposed by the authors for assessing water quality, based on the comparison of chemical concentrations with regional background values, makes it possible to more correctly determining the quality of water in the reservoir, selecting the contribution of anthropogenic pollution, which allows to obtain an adequate picture of the quality of reservoir water in different regions, and also bring an action to polluting organization.

Keywords. Reservoir, multipurpose water-resources scheme, water content, hydrological periods, water quality, integrated characteristics.

Введение

Обь-Иртышский бассейн расположен в центре Евразии и простирается от горных хребтов Южного Алтая и Кузнецкого Алатау на юге до Карского моря на севере и от водораздельных хребтов Урала на западе до водораздела притоков Оби и Енисея на востоке. Площадь бассейна, включая бессточные области, составляет 4.8 млн. км² или 12 % территории страны. Основная часть бассейна расположена в пределах Западно-Сибирской равнины, крайнюю юго-восточную его часть занимают горы Алтая. На территории равнины ярко выражено зональное распределение ландшафтов, в горах – вертикальная поясность, при этом вклад каждого природного комплекса в формирование речного стока различен. В лесной зоне формируется 57.9% годового объема стока бассейна, на горные районы Алтая и Саян приходится 16.7% стока, а на зону тундры – 13.3%. Наименьшие объемы водных ресурсов формируются в лесостепной и степной зонах – 12.1%

Исторически Новосибирский гидроузел был построен с энергетической целью, однако усиление в 70-х гг. прошлого века общего антропогенного пресса на водные объекты Сибири, в частности на водные ресурсы Новосибирского водохранилища, привело к смене ведущего водопользователя – энергетики, имевшей право на первоочередное обеспечение водой (табл. 1). Развитие объединенной энергосистемы Сибири несколько снизило и энергетическое значение Новосибирской ГЭС с современной установленной мощностью 475 тыс. кВт. В сложившемся водохозяйственном комплексе использование водных ресурсов в большей степени приобрело водоснабженческие функции. Избежание рисков в водопользовании связано с гарантиро-

ванной устойчивой обеспеченностью водой всех участников водохозяйственного комплекса и, в первую очередь, питьевого водоснабжения. Приоритеты в использовании водных ресурсов Новосибирского водохранилища приведены в табл.1. Из общего объема воды, забираемой промышленными и коммунальными предприятиями, на рассматриваемом участке бассейна Оби только 11% забирается непосредственно из водохранилища, из нижнего бьефа – 89%.

Таблица 1. Приоритеты в использовании водных ресурсов Новосибирского водохранилища в разные периоды его эксплуатации

Период эксплуатации водохранилища	
с 1959 по 1975 гг.	с 1975 г. по настоящее время
-Энергетика	-Водоснабжение
-Водоснабжение	-Обеспечение водой отраслей хозяйства
-Водный транспорт	нижнего бьефа
-Рыбное хозяйство	-Энергетика
-Обеспечение водой отраслей хозяйства	-Рекреация
нижнего бьефа	-Рыбное хозяйство
-Орошение, мелиорация	-Водный транспорт
-Рекреация	-Орошение, мелиорация
	-Обводнение поймы нижнего бьефа
	-Трансформация экстремальных водностей
	Верхней Оби

В настоящее время основные проблемы рационального использования водных ресурсов Новосибирского водохранилища связаны со следующим:

- недостаточное регулирование стока Верхней Оби;
- увеличение повторяемости маловодных лет и проявление маловодных циклов, состоящих из 2, 3 и 4 лет;
- уменьшение коэффициентов водообмена весеннего сезона (с 3.11 до 3.03) и в целом за год (с 6.62 до 6.43) (коэффициенты водообмена в водохранилище это отношение объема водохранилища к объему сбросов воды в нижний бьеф);
- сокращение продолжительности стабилизации уровня воды на отметке НПУ (НПУ – нормальный подпорный уровень воды в водохранилище – т.е. практически максимальный подъем уровня воды в сравнении с речным до заполнения водохранилища);
- неоднократное снижение уровня воды в водохранилище ниже УМО (УМО – уровень воды в водохранилище в результате сработки полезного объема. Соответствует отметке воды «мертвого» т.е. не подлежащего использованию объема водохранилища);
- посадка уровней воды в р. Оби ниже плотины ГЭС;
- пропуск волн половодья и дождевых паводков;
- комплексное использование водных ресурсов в периоды маловодья.

Водные ресурсы водохранилища еще позволяют существенно улучшать санитарные условия реки в черте расположения водозаборов г. Новосибирска и обеспечивать бесперебойную работу городских водопроводов увеличенными пусками в нижний бьеф, поддерживать судоходные условия на участке реки Оби от г. Новосибирска до устья реки Томи, снижать максимальные волны половодий и паводков, аккумулировать водные ресурсы р. Оби и обеспечивать их многоцелевое использование маловодные периоды.

Новосибирское водохранилище – это единственный крупный в бассейне р. Оби искусственный водоем многоцелевого назначения. Полный его объем – 8.8 км³, полезный – 4.4 км³ при среднемноголетнем стоке р. Оби в створе ГЭС 52 км³. Полный объем водохранилища аккумулирует в среднем 17% годового стока, а полезный – 8.6%. Основной приток к водохранилищу 94-96% обеспечивается за счет стока р. Оби, доля боковой приточности с собственного водосбора водохранилища составляет 4% или около 2 км³ от общего притока. Протяженность водохранилища – 180 км, охватывает территорию Новосибирской области и Алтайского края. Площадь водного зеркала – 1090 км², максимальная глубина 19 м, максимальная ширина 22 км. На Новосибирском водохранилище, ставшем уникальным полигоном для выполнения комплексных исследований водных экосистем, изучены многолетние изменения гидролого-гидрохимического режима. Выявлено, что в целом водохранилище оказывает позитивное влияние на качество воды (Савкин, Двуреченская, 2014).

На примере Новосибирского водохранилища показано, что при определении класса качества воды необходимо учитывать региональные фоновые концентрации химических веществ. Аналогом фоновых концентраций в определенной степени могут служить целевые показатели качества воды (ЦПКВ), определяемые для конкретных речных бассейнов.

Особенности изменения качества воды Новосибирского водохранилища

Особенность бассейна Верхней Оби в начале XXI века состоит в том, что становятся наиболее характерны маловодные периоды, а многоводные проявляются значительно реже. В этой связи многоцелевому использованию водных ресурсов Новосибирского водохранилища и проблемам качества воды уделяется повышенное внимание (Савкин, Двуреченская, 2010). Новосибирское водохранилище (рис. 1) осуществляет сезонное неглубокое регулирование стока.



Рисунок 1. Схема Новосибирского водохранилища

В настоящее время наблюдается уменьшение коэффициентов водообмена в водохранилище за весенние сезоны и в целом за год. Так, среднегодовой коэффициент водообмена составляет 6.43 при среднемноголетнем – 6.62, а изменение коэффициентов водообмена в весенние сезоны от 3.03 до 3.11. Уменьшение коэффициентов водообмена может приводить к накоплению загрязняющих веществ в водах водохранилища (Савкин, Двуреченская и др., 2003). Анализ динамики среднемесячных коэффициентов водообмена показывает, что незначительные отклонения от среднемноголетних значений наблюдаются обычно в мае (на 0.20 меньше) и в июне (на 0.22 больше). В связи с временным предвесенним снижением приточности происходит вынужденное понижение уровня водохранилища в марте-апреле ниже УМО на 0.5-1.5 м, что наносит ущерб, как водохозяйственному его использованию, так и сформировавшимся экосистемам (рис. 2).

Опыт комплексного использования водных ресурсов Новосибирского водохранилища в течение более 50-ти лет показал, что при современных и перспективных отборах воды в верхнем бьефе и повышенных попусках в нижний бьеф при обеспеченности по водности зимней межени реки более 60%, возможен годовой дефицит водных ресурсов полезного объема водохранилища от 1.0 до 1.5 км³ (Савкин, Двуреченская, 2009).

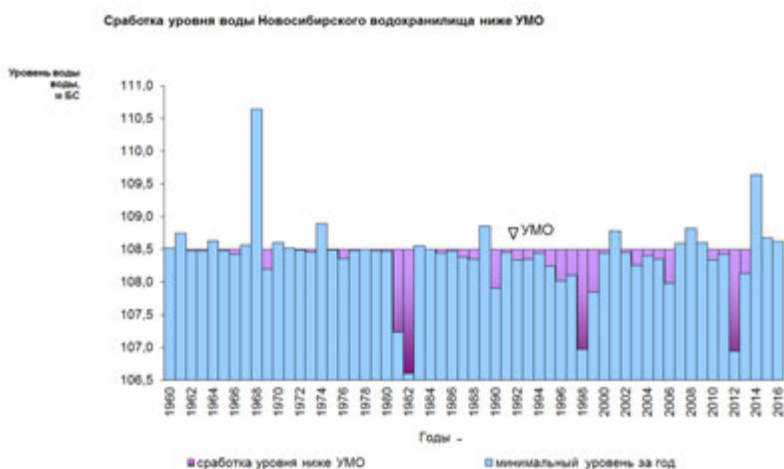


Рисунок 2. Сработка уровня воды Новосибирского водохранилища ниже УМО (108.5 м БС) за период 1960-2016 гг.

БС м – принятая существующая в РФ Балтийская система абсолютных высотных отметок (в метрах). В этой системе определяются и уровни в водоемах.

Общее понижение уровня воды ниже УМО к началу наполнения водохранилища может составить от 1.5 до 2.5 м. Это может повлечь остановку крупных водозаборов хозяйственно-питьевого назначения в г. Бердске и р.п. Ордынское, оголовки которых расположены на недостаточном заглублении и требуют срочной реконструкции.

Чередование резких и кратковременных похолоданий и высоких температур в весенний период, характерных для юга Западной Сибири, не позволяют сформироваться условиям для образования единой волны половодья. Это связано с разновременным таянием снега и ледников в горной части

Алтая. В то же время осадки, выпадающие в середине сентября в горной части Алтайского края и в Республике Алтай, сглаживают возможную экстремально низкую годовую водность. К сожалению, точность прогнозов притока за весеннее половодье в Новосибирское водохранилище не позволяет принимать качественные управленческие решения, минимизирующие последствия экстремальных водных ситуаций. Следует отметить, что водные запасы водохранилища еще позволяют существенно улучшать санитарные условия реки в нижнем бьефе ГЭС (Двуреченская и др., 2012) и обеспечивать бесперебойную работу водопроводного хозяйства г. Новосибирска увеличенными попусками в меженные периоды, поддерживать судоходные условия на участке Оби от плотины ГЭС до устья реки Томи. После создания водохранилища минимальные зимние расходы воды реки у г. Новосибирска увеличились с $90 \text{ м}^3/\text{сек}$ (естественных) до $450 - 700 \text{ м}^3/\text{сек}$ (зарегулированных), а навигационные расходы в период летне-осенней межени повысились с 750 до $1300 \text{ м}^3/\text{сек}$ (Савкин, 2014).

Особенности изменения гидрологического режима водохранилища в многолетнем аспекте влияют на формирование водных экосистем, процессы эвтрофирования водоема, его биопродуктивность, гидрохимический режим и качество воды в отдельные годы и сезоны. В настоящее время при оценке качества воды по гидрохимическим показателям используется методика, разработанная ГХИ (РД 52.24.643, 2003). За основу принимается комбинаторный индекс загрязненности воды (КИЗВ) и удельный комбинаторный индекс загрязненности воды (УКИЗВ), учитывающие число случаев и кратность превышения нормативных значений в течение конкретного периода. Оценка качества воды водохранилищ по этим показателям не отражает истинную картину загрязненности воды, т.к. эти показатели не дают возможности разделить вклад природной и антропогенной составляющих. Более корректно сопоставление концентраций химических веществ с региональными фоновыми значениями, в качестве которых предлагается использовать целевые показатели качества воды (ЦПКВ). В качестве антропогенных загрязнителей можно считать промышленные и бытовые сточные воды; дренажные воды с орошаемых земель; сточные воды животноводческих комплексов, расположенных по берегам водохранилища; организованный сток (ливневая канализация); неорганизованный поверхностный сток с территорий населенных пунктов, санаториев и баз отдыха, промышленных площадок и сельскохозяйственных полей. С другой стороны, повышенные содержания ряда химических веществ (меди, железа, марганца, углеводов (в виде нефтепродуктов), отдельных представителей гомологического ряда фенолов в водах водохранилища связано именно с природным фоном, поскольку эти ингредиенты встречаются в верховьях р. Оби.

Для выявления вклада антропогенной составляющей в формирование химического состава воды Новосибирского водохранилища нами проведено определение класса качества воды по акватории водохранилища с использованием принятых ЦПКВ, определенных в Схеме комплексного использования и охраны водных объектов бассейна р. Обь (СКИОВО «Обь») (Приказ Нижне-Обского бассейнового управления № 285 от 25.08.2014). Для расчета комбинаторного индекса загрязненности воды и оценки класса качества воды используется обязательный перечень ингредиентов, включающий следующие

показатели качества воды: растворенный в воде кислород, органическое вещество (по значению БПК₅, ХПК), фенолы, нефтепродукты, нитрит-ионы, нитрат-ионы, ионы аммония, железо общее, ионы меди, цинка, никеля, марганца, хлориды, сульфаты. Если принять ЦПКВ в качестве условно «природного» загрязнения, то антропогенное загрязнение определяется превышением значений ЦПКВ. Хотя нет достаточных оснований утверждать, что ЦПКВ обусловлены исключительно природными факторами, есть объективные основания полагать, что показатели качества воды «худшие», чем соответствующие значения ЦПКВ, обусловлены именно антропогенным воздействием. В отличие от применяющейся до сих пор практически для всех водных объектов России системы, опирающейся на рыбохозяйственные ПДК (ПДК_{рх}), использование ЦПКВ позволяет учитывать существующие особенности формирования качества воды конкретного водного объекта. Для бассейна р. Обь установлены долгосрочные ЦПКВ. Они учитывают природные и неустраняемые антропогенные факторы формирования качества воды. В рамках СКИОВО бассейна р. Обь показано, что в некоторых частях бассейна многократные превышения концентраций отдельных химических веществ над ПДК могут быть вызваны исключительно природными факторами формирования качества воды. Сопоставление наблюдаемых концентраций качества воды со значениями, которые в соответствии с терминологией СКИОВО характеризуют «природное загрязнение», даёт более реальную картину влияния антропогенной составляющей на качество воды в водных объектах.

В настоящей работе приводятся результаты определения качества воды водохранилища в периоды разной водности по интегральным показателям качества, основывающимся на целевых показателях качества воды (ЦПКВ).

Для расчетов в качестве региональных фоновых были взяты значения целевых показателей качества воды для водохозяйственных участков в бассейне р. Оби (по данным за 2009 г. из утвержденного Приказом Нижне-Обского бассейнового управления № 285 от 25.08.2014 г. СКИОВО бассейна р. Обь, <http://www.nobwu.ru/docs/ndviskiovo/order-skiovo-ob.jpg>), и значения концентраций химических ингредиентов в разные по водности годы и гидрологические сезоны, полученные непосредственно в результате мониторинга качества воды Новосибирского водохранилища.

Ранее в работе (Двуреченская, 2015) были проведены расчеты классов качества воды Новосибирского водохранилища различными способами:

- сравнением полученных при мониторинге концентраций химических веществ с ПДК_{р.х.} и с ЦПКВ;
- сравнением с ПДК_{рх.} величины, представляющей собой разность концентраций, полученных при мониторинге и ЦПКВ.

Последний способ, по нашему мнению, как раз отражает антропогенное воздействие на качество воды и выбран для дальнейших расчетов как более адекватно определяющий качество воды водохранилища. С применением этой методики проведен анализ качества воды Новосибирского водохранилища для лет различной водности и для различных гидрологических сезонов: весеннее половодье и летняя межень. Были выбраны годы различной водности: 2009 г. – средней водности, 2012 г. – экстремально маловодный и 2014 г. – многоводный. Наиболее высокий водообмен в водохранилище за 2014 г (в том числе в сравнении с многолетними величинами) наблюдался в июне, июле, августе: 1.42, 1.04 и 0.61 соответственно. Этот период времени характе-

ризовался и повышенными сбросами в нижний бьеф объемов дождевого паводка рек Горного Алтая. Результаты расчетов интегральных показателей и класса качества воды для различных гидрологических сезонов приведены в табл. 2. Для всех исследуемых лет и разных гидрологических сезонов, даже если класс качества воды с учетом разности результатов мониторинга и ЦПКВ оставался без изменения, численные значения интегральных показателей качества воды уменьшались. Это указывает на то, что вода на самом деле лучшего качества, чем определяется при сравнении результатов мониторинга с ПДК.

Таблица 2. Сопоставление интегральных показателей и класса качества воды в разные по водности годы и гидрологические сезоны¹⁾

Период наблюдения	Створ наблюдения	Удельный комбинаторный индекс загрязненности воды (УКИЗВ); класс качества вод
2014 г. весна	вдх. р-н г. Камень-на-Оби	3.08; 4«а» грязная
2014 г. летняя межень	вдх. р-н г. Камень-на-Оби	1.14; 2 слабо загрязненная
2014 г. весна	р. Обь, Нижний бьеф	1.36; 2 слабо загрязненная
2014 г. летняя межень	р. Обь, Нижний бьеф	1.61; 2 слабо загрязненная
2012 г. весна	вдх. р-н г. Камень-на-Оби	2.05; 3«а» загрязненная
2012 г. летняя межень	вдх. р-н г. Камень-на-Оби	1.49; 2 слабо загрязненная
2012 г. весна	р. Обь, Нижний бьеф	2.29; 3«а» загрязненная
2012 г. летняя межень	р. Обь, Нижний бьеф	2.11; 3«а» загрязненная
2009 г. весна	вдх. р-н г. Камень-на-Оби	1.43; 2 слабо загрязненная
2009 г. летняя межень	вдх. р-н г. Камень-на-Оби	1.68; 2 слабо загрязненная
2009 г. весна	р. Обь, Нижний бьеф	2.51; 3«б» очень загрязненная
2009 г. летняя межень	р. Обь, Нижний бьеф	1.43; 2 слабо загрязненная

Примечание.

¹⁾данные получены совместно с Т.М. Булычевой (ФГУ ВерхнеОбьрегионводхоз)

В годы различной водности класс качества воды различен. Наибольшие значения показателя класса качества (наиболее грязные воды) наблюдались по большей части акватории водохранилища в многоводном 2014 г.

По гидрологическим сезонам: для входного створа г. Камень-на-Оби наблюдается существенное различие в качестве воды во время весеннего половодья и летней межени для многоводного и маловодного годов. Исключением является средневодный 2009 г., когда качество воды практически не зависело от гидрологического сезона. Для нижнего бьефа качество воды незначительно зависит от водности года и гидрологического сезона. Эти результаты можно объяснить тем, что в верхней части водохранилища качество воды определяется, в основном, стоком р. Обь (Савкин, Двуреченская, 2014) на остальной акватории и в нижнем бьефе все большую роль играют внутриводоемные процессы. Кроме того, в нижней (наиболее глубокой) части водохранилища происходит замедление скоростей течения, размыв берегов и островов, эвтрофикация, поступление химических веществ из основного притока – р. Берди.

С использованием предложенной авторами методики были определены значения УКИЗВ и классов качества воды по акватории Новосибирского водохранилища. Для корректности были использованы значения ЦПКВ по данным 2009 г. для водохозяйственного участка Новосибирского водохранилища из СКИОВО «Обь» и результаты мониторинга водохранилища также в 2009 г. На рис 3а, 3б и 3в приведены результаты этих расчетов.

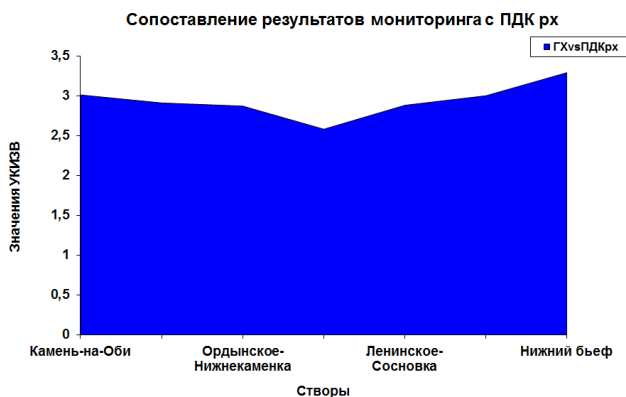


Рисунок 3а. Значения УКИЗВ воды Новосибирского водохранилища при сопоставлении результатов мониторинга с ПДКрх



Рисунок 3б. Значения УКИЗВ воды Новосибирского водохранилища при сопоставлении результатов мониторинга с ПДКрх и ЦПКВ

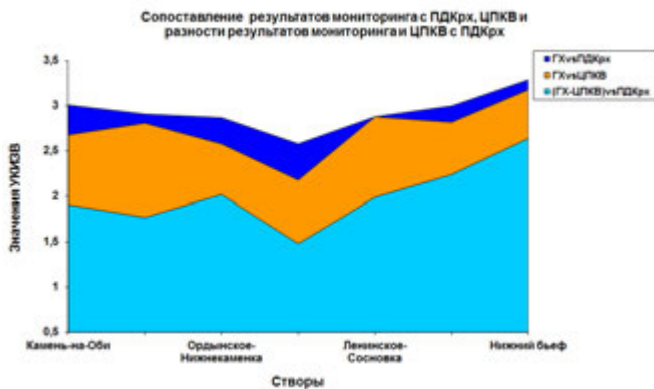


Рисунок 3в. Сравнение величин УКИЗВ воды Новосибирского водохранилища при сопоставлении результатов мониторинга с ПДКрх, ЦПКВ и сравнением с ПДКрх. величины, представляющей собой разность концентраций, полученных при мониторинге и ЦПКВ.

Очевидно, что при использовании предложенной (рис.3в) авторами методики численные значения интегральных показателей качества воды уменьшались, что указывает на то, что в реальности вода более лучшего качества.

Заключение

На Новосибирском водохранилище многоцелевого назначения, ставшем уникальным полигоном для выполнения комплексных исследований водных экосистем, изучены многолетние изменения гидролого-гидрохимического режима. На примере Новосибирского водохранилища показано, что при определении класса качества воды необходимо учитывать региональные фоновые концентрации химических веществ. Предполагается в дальнейшем провести районирование акватории Новосибирского водохранилища с использованием полученных значений класса качества воды с целью выявления источников загрязнения.

В первом десятилетии XXI века явно проявился дефицит водных ресурсов Верхней Оби и на Новосибирском водохранилище в маловодные периоды. Учитывая вероятность повторения и обострения экстремальных ситуаций по приточности, при которых полезной емкости водохранилища в зимнюю межень может быть недостаточно для удовлетворения потребностей в воде, следует ожидать, что это может повлиять и на качественные показатели водных масс. В дальнейшем необходимо также выявить степени риска для сложившихся экосистем и водного хозяйства.

Благодарности

Авторы выражают благодарность Т.М. Булычевой и О.В. Кондаковой за помощь в подготовке материалов.

Список литературы

Двуреченская С.Я., Булычева Т.М. 2015. К вопросу о методических подходах к определению качества воды по интегральным показателям (на примере Новосибирского водохранилища). – Вода: химия и экология, № 10, с. 32-37.

Двуреченская С.Я., Булычева Т.М., Савкин В.М. 2012. Водно-экологические особенности формирования гидрохимического режима Новосибирского водохранилища. – Вода: химия и экология, № 9, с. 8-13.

Приказ Нижне-Обского бассейнового управления № 285 от 25.08.2014 г. СКИОВО бассейна р. Обь. 2014. – Электронный ресурс. URL: <http://www.nobwu.ru/docs/ndviskiovo/order-skiovo-ob.jpg> (дата обращения 10 февраля 2015).

РД 52.24.643–2002. 2003. Методические указания. Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям. – СПб., Гидрометеиздат, 49 с.

Савкин В.М., Двуреченская С.Я. 2009. Особенности гидрологических условий и проблемы водопользования Новосибирского водохранилища. – В Юбилейном сб.: Вопросы гидрологии и гидроэкологии Урала. – Пермь, Пермский Государственный Университет, с. 8-14.

Савкин В.М., Двуреченская С.Я. 2010. Влияние многолетних изменений гидролого-гидрохимического режима Новосибирского водохранилища на экологические условия водопользования. – Сибирский экологический журнал, т. 17, № 4, с. 663-669.

Савкин В.М., Двуреченская С.Я. 2014. Ресурсные и водно-экологические проблемы комплексного использования Новосибирского водохранилища. – Водные ресурсы, т. 41, № 4, с. 456-465.

Савкин В.М., Двуреченская С.Я., Орлова Г.А., Булычева Т.М. 2003. Формирование гидролого-гидрохимического режима Верхней Оби на участке Новосибирского водохранилища в условиях изменения природно-техногенной ситуации. – Сибирский экологический журнал, т. 10, № 2, с. 171-179.

References

Dvurechenskaya S.Ya., Bulycheva T.M. 2015. К вопросу о методических подходах к определению качества воды по интегральным показателям (на примере Новосибирского водохранилища) [On the Issue of Methodological Approaches to the Determination of Water Quality by Integrated Indicators (by the example of the Novosibirsk Reservoir)]. *Voda: khimiya i ekologiya – Water: chemistry and ecology*, no. 10, pp. 32-37.

Dvurechenskaya S.Ya., Bulycheva T.M., Savkin V.M. 2012. Vodno-ekologicheskiye osobennosti formirovaniya gidrokhimicheskogo rezhima Novosibirskogo vodokhranilishcha [Water-Ecological Features of the Formation of the Hydrochemical Regime of the Novosibirsk Reservoir]. *Voda: khimiya i ekologiya – Water: chemistry and ecology*, no. 9, pp. 8-13.

Prikaz Nizhne-Ob'skogo bassejnovogo upravleniya № 285 ot 25.08.2014. Skiovo bassejna r. Ob'. [The Order of the Lower-Ob Basin Management No. 285 of August 25, 2014. Skiovo of the Ob river basin]. 2014. Available at: <http://www.nobwu.ru/docs/ndviskiovo/order-skiovo-ob.jpg> (accessed 10 February 2015).

RD 52.24.643–2002. 2003. *Metodicheskie ukazaniya. Metod kompleksnoj ochenki stepeni zagryaznennosti poverkhnostnykh vod po gidroximicheskim pokazatelyam.* [Methodical Instructions. Method for the Integrated Assessment of the Degree of Contamination of Surface Waters by Hydrochemical Indicators]. St. Petersburg, Gidrometeoizdat Publ., 49 p.

Savkin V.M., Dvurechenskaya S.Ya. 2009. Osobennosti gidrologicheskikh usloviy i problemy vodopolzovaniya Novosibirskogo vodokhranilishcha [Features of hydrological conditions and problems of water use of the Novosibirsk reservoir]. *Yubilejnyj sbornik nauchnykh trudov "Voprosy gidrologii i gidroekologii Urala"* [Jubilee collection of scientific proceedings "Questions of hydrology and hydroecology of the Ural"], Perm, Permskiy Gos. Universitet Publ., pp. 8-14.

Savkin, V.M., Dvurechenskaya, S.Ya. 2010. Influence of Long-Standing Changes of Hydrological and Hydrochemical Regime of Novosibirsk Reservoir on Ecological Conditions of Water Use, *Contemporary Problems of Ecology*, Vol.3, no 4, pp.481-486.

Savkin, V. M., Dvurechenskaya, S. Ya. 2014. Resources-related and Water-Environmental Problems of the Complex use of the Novosibirsk Reservoir, *Water Resources*, vol. 41, no. 4, pp. 446–453.

Savkin V. M., Dvurechenskaya S. Ya., Orlova, G. A., Bulycheva T. M. 2003. Formirovaniye gidrologo-gidrokhimicheskogo rezhima Verkhney Obi na uchastke Novosibirskogo vodokhranilishcha v usloviyakh izmeneniya prirodno-tekhnogennoy situatsii [Formation of the Hydro-Hydrochemical Regime of the Upper Ob River on the site of the Novosibirsk Reservoir in the Conditions of changing the Natural and Technogenic Situation]. *Sibirskiy ekologicheskiy zhurnal – Siberian Ecological Journal*, vol. 10, no. 2, pp. 171-179.

Статья поступила в редакцию: 14.04.2017

После переработки: 21.04.2017