



УДК 556.114.7

doi:10.23968/2305-3488.2017.19.1.44-53

С. Я. Двуреченская, Т. М. Булычева

**ОПРЕДЕЛЕНИЕ КАЧЕСТВА ВОДЫ ВОДОХРАНИЛИЩА
ПО ИНТЕГРАЛЬНЫМ ПОКАЗАТЕЛЯМ
В ПЕРИОДЫ РАЗНОЙ ВОДНОСТИ**

UDC 556.114.7

doi:10.23968/2305-3488.2017.19.1.44-53

Dvurechenskaya S. Ya., Bulycheva T. M.

**DETERMINATION OF THE WATER QUALITY
OF THE RESERVOIR BY AN INTEGRAL INDICATORS
IN DIFFERENT PERIODS OF WATER CONTENT**

Аннотация

Введение: оценка качества воды поверхностных вод по принятым в настоящее время комплексным интегральным показателям не отражает истинную картину загрязненности воды, т. е. отнесение воды к определенному классу качества следует считать условным, т. к. рассматриваемые показатели не дают возможности разделить вклад природной и антропогенной составляющих. Более корректно было бы сопоставление концентраций химических веществ с региональными фоновыми значениями. **Цель исследования:** развитие методического подхода к определению качества воды Верхней Оби на примере Новосибирского водохранилища в периоды разной водности по интегральным показателям качества, основывающихся на целевых показателях качества воды. **Результаты:** на примере Новосибирского водохрани-

Abstract

Introduction: The assessment of the quality of surface water by the integrated indicators on accepted techniques does not reflect the true picture of water pollution. Thus the rating of water to a certain class of quality should be considered as conditional statement since these characteristics do not make it possible to separate the contribution of the natural and anthropogenic components. It would be more correct to compare the concentrations of chemicals with regional background values. **Purpose:** The aim of this work is the development of a methodical approach to determining the water quality of the Upper Ob River by the example of the Novosibirsk Reservoir in periods of different water content by integrated quality indicators based on water quality targets characteristics. **Results:** The necessity to consider the regional

лица показана необходимость учета региональных фоновых концентраций химических веществ при определении класса качества воды. Сопоставлены методики определения класса качества воды с ориентацией на предельно допустимые концентрации и на целевые показатели качества для лет различной водности и различных гидрологических сезонов. Если принять целевые показатели качества воды в качестве условно «природного загрязнения» или природного фона, то тогда антропогенное загрязнение определяется превышением значений этих показателей.

Практическая значимость: предложенная авторами методика оценки качества воды, основанная на сопоставлении концентраций химических веществ с региональными фоновыми значениями, дает возможность более корректно определить качество воды водохранилища, вычлняя при этом вклад антропогенного загрязнения, что позволяет получить адекватную картину качества воды водохранилищ в разных регионах, а также более разумно предъявлять требования к предприятиям-загрязнителям.

Ключевые слова: качество воды, интегральные показатели, водность года.

Наши авторы

Двуреченская Серафима Яковлевна

Кандидат химических наук, доцент, ученый секретарь
Новосибирского филиала Института водных и экологических проблем Сибирского отделения РАН
630090, г. Новосибирск, Морской проспект, д. 2
Тел. +7 (383) 3308484
Эл. адрес: dvur@iwep.nsc.ru

Булычева Татьяна Михайловна

Начальник отдела по контролю природных и сточных вод
ФГУ «ВерхнеОбьегионводхоз» Федерального агентства водных ресурсов РФ
630055, г. Новосибирск, ул. Героев Труда, д. 19
Тел.: +7 (952) 913-96-90
Эл. адрес: ttyumentseva@mail.ru

background concentrations of chemicals was shown on the example of Novosibirsk reservoir. The procedures of determining of water quality class with maximum permissible concentration and target characteristics of water quality held as the regional background concentrations were compared for the years of different water and different hydrological seasons. If target characteristics of water quality have been taken as deemed "natural pollution" or the natural background, then the anthropogenic pollution is determined by the excess of the value of these indicators. **Practical relevance:** Proposed by the authors method of assessing water quality, based on a comparison of concentrations of chemicals with a regional background values makes it possible to more accurately determine the quality of the reservoir water, isolating the contribution of anthropogenic pollution. This allows to get an adequate picture of the quality of water reservoirs in different regions, as well as a reasonable claim against the polluters.

Keywords: Water Quality, Integrated Indicators, Water Content.

Authors

Dvurechenskaya Serafima Yakovlevna

PhD, Chem., Associate Professor, Scientific Secretary,
Institute for Water and Environmental Problems,
Siberian Branch of the Russian Academy of Sciences,
Novosibirsk Department
Morskoy Pr., 2, Novosibirsk, 630090, Russian Federation
Tel.: +7 (383) 330-84-84
E-mail: dvur@iwep.nsc.ru

Bulycheva Tatjana Mikhajlovna

Head of the Department of Natural and Waste
Water Control of the Federal State Office
"VerkhneObRegionVodkhoz". Federal Agency
of Water Resources of the Russian Federation
Geroev truda St., 19, Novosibirsk, 630055, Russian
Federation
Tel.: +7 (952) 913-96-90
E-mail: ttyumentseva@mail.ru



Введение

Ранее нами было показано [1–2], что оценка качества воды водохранилищ по методике, разработанной Гидрохимическим институтом Федеральной службы России по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды [3], основанная на комплексных интегральных показателях качества воды: удельном комбинаторном индексе загрязненности воды (УКИЗВ) и критических показателях загрязненности (КПЗ), не отражает истинную картину загрязненности воды, т. е. отнесение воды к определенному классу качества следует считать условным, т. к. эти показатели не дают возможности разделить вклад природной и антропогенной составляющих. Кроме того, следует иметь в виду, что применяемые одинаковые для всей территории России предельно допустимые концентрации (ПДК) зависят только от вида водопользования и не учитывают региональных особенностей формирования природных вод. В результате могут устанавливаться ошибочные приоритеты управления антропогенной нагрузкой. ПДК разрабатываются как универсальные нормативы для огромных административных территорий, не учитывая специфику функционирования экосистем в различных природно-климатических зонах (широтная и вертикальная зональность, биогеохимические провинции с естественными геохимическими аномалиями и различным уровнем содержания природных соединений) [4]. Например, разные биогеохимические провинции могут отличаться друг от друга по содержанию в поверхностных водах свинца в 2000 раз, никеля — в 1350, цинка — в 500, меди — в 10 000, хрома — в 17 000 раз и т. д. [5]. Присутствие в воде гидробионтов, способных накапливать тяжелые металлы в количествах, существенно превосходящих их содержание в воде [6], существенно влияет на качество воды поверхностных вод.

Для более полной оценки качества воды особое значение имеет оценка приноса загрязняющих веществ в водные объекты от точечных и диффузных источников. Антропогенная составляющая формирования качества поверхностных вод иногда уже соизмерима с природной составляющей, что представляет угрозу устойчивому водопользованию, все усиливающееся техногенное воздействие на экосистему часто превосходит влияние процессов самоочищения и снижает самоочищающую способность водохранилищ [7–10]. Для водохранилищ Средней и Нижней Волги, например, особую тревогу вызывает чрезмерное привнесение биогенных веществ, что в условиях замедленного водообмена вызывает массовое развитие сине-зеленых водорослей. “Цветение” воды значительно ухудшает её качество, снижает рекреационный и рыбохозяйственный потенциал волжских водохранилищ [11]. Тем не менее самоочищающая способность водоема все еще играет весьма существенную роль в формировании качества воды водохранилища [12, 13].

В работе [2] на примере Новосибирского водохранилища показана необходимость учета *региональных* фоновых концентраций химических веществ при определении класса качества воды. Аналогом фоновых концентраций в определенной степени могут служить целевые показатели качества воды (ЦПКВ), определяемые для конкретных речных бассейнов.

Целью данной работы является развитие методического подхода к определению качества воды водохранилища в периоды разной водности по интегральным показателям качества, основывающимся на целевых показателях качества воды.

Сопоставлены методики определения класса качества воды с ориентацией на ПДК и на ЦПКВ для бассейна р. Обь для лет различной водности и различных гидрологических сезонов. Если принять ЦПКВ в качестве условно «природного загрязнения» или природного фона, то тогда антропогенное загрязнение определяется превышением значений ЦПКВ [14]. ЦПКВ для бассейна р. Обь рассматриваются в качестве региональных фоновых концентраций.

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 рамках Схемы комплексного использования и охраны водных объектов (СКИОВО) бассейна р. Обь показано [14], 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.

Материалы и методы

Натурные исследования проводились на основных створах в верхней, средней и нижней частях Новосибирского водохранилища и в устьях основных притоков. Отбор проб воды проводили батометром Молчанова с борта теплохода, а в зимнее время — со льда с глубины $0,6h$, где h — глубина водохранилища в точке отбора. В отдельных случаях отбор проб проводили точечным методом с нескольких глубин (2-х или 3-х) [15].

Пробы воды отбирались, как правило, ежемесячно, в ряде случаев 2–3 раза в месяц. 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 вод [16]. Определение комплексных интегральных показателей качества воды: удельного комбинаторного индекса загрязненности воды (УКИЗВ) и критических показателей загрязненности (КПЗ) проводились по методике, описанной в [3].

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.

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 в водных объектах. Они учитывают природные и неустраняемые антропогенные факторы формирования качества воды.

Методика анализа качества воды с учетом антропогенной составляющей

Весьма распространённая оценка качества воды бассейна р. Обь по УКИЗВ – «грязная» и «очень загрязнённая», что свидетельствует о напряжённой экологической обстановке [17]. Однако едва ли не основными причинами, по которым показатели УКИЗВ дают такую характеристику, является высокое (по отношению к ПДК_{рх}) содержание отдельных химических ингредиентов, например: азота нитритного, железа, марганца, меди и, возможно, ряда других показателей. При этом совершенно не рассматривается происхождение (природное или антропогенное) того или иного компонента.

Ранее авторами [2] были проведены расчеты классов качества воды Новосибирского водохранилища (рис.1) разными 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.



Рис. 1. Схема Новосибирского водохранилища

Fig. 1. Scheme of Novosibirsk Reservoir

Для подтверждения конструктивности этой методологии 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.

Как видно из рис. 2, в годы различной водности качество воды различается. Наиболее высокие (наибольшие) значения интегральных показателей качества воды (наиболее грязные воды) наблюдаются по большей части акватории водохранилища в многоводном 2014 г. В средней и нижней частях водохранилища в маловодный год и год средней водности классы качества воды в основном близки.

Результаты расчетов интегральных показателей и класса качества воды для различных гидрологических сезонов приведены в таблице: 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. Следует отметить, что при этом может уменьшиться количество химических ингредиентов с КПЗ, т. е. уменьшится количество химических веществ, для которых наблюдается устойчивая либо характерная загрязненность высокого или экстремально высокого уровней [3]. Действительно, в ряде случаев (см. табл.) наблюдается именно такая картина.

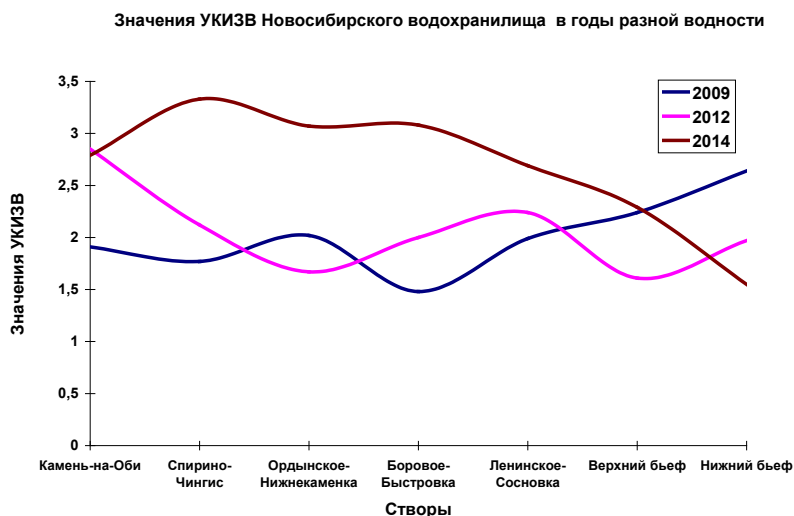


Рис. 2. Значения удельных комбинаторных индексов загрязненности воды (УКИЗВ) Новосибирского водохранилища в разные по водности годы

Fig. 2 The values of the unit combinatorial indices of water contamination of the Novosibirsk reservoir in the years of different water content



Таблица.

Сопоставление интегральных показателей и класса качества воды в разные по водности годы и гидрологические сезоны

Table.

Comparison of integrated indicators and class of water quality in different water content years and hydrological seasons

Период наблюдения	Створ наблюдения	Удельный комбинаторный индекс загрязненности воды (УКИЗВ); класс качества вод		Критические показатели загрязненности (КПЗ)	
		Сопоставление результатов мониторинга с ПДК _{рх}	Сопоставление разности результатов мониторинга и ЦПКВ с ПДК _{рх}	1	2
		1	2	1	2
2014 г. весна	вдх. р-н г. Камень-на-Оби	4,89; 4«б» грязная	3,08; 4«а» грязная	NO ₂ . Fe, Mn	NO ₂ . Fe, Mn
2014 г. летняя межень	вдх. р-н г. Камень-на-Оби	1,60; 2 слабо загрязненная	1,14; 2 слабо загрязненная	нет	нет
2014 г. весна	р. Обь, Нижний бьеф	2,60; 3«а» загрязненная	1,36; 2 слабо загрязненная	Mn	Mn
2014 г. летняя межень	р. Обь, Нижний бьеф	2,72; 3«б» очень загрязненная	1,6;1 2 слабо загрязненная	Cu, Mn	Mn
2012 г. весна	вдх. р-н г. Камень-на-Оби	3,51; 4«а» грязная	2,05; 3«а» загрязненная	NO ₂ . Cu	NO ₂
2012 г. летняя межень	вдх. р-н г. Камень-на-Оби	1,99; 3«а» загрязненная	1,49; 2 слабо загрязненная	Cu	нет
2012 г. весна	р. Обь, Нижний бьеф	3,17; 3«б» очень загрязненная	2,29; 3«а» загрязненная	Mn	Mn
2012 г. летняя межень	р. Обь, Нижний бьеф	3,11; 3«б» очень загрязненная	2,11; 3«а» загрязненная	Mn	Mn
2009 г. весна	вдх. р-н г. Камень-на-Оби	3,40; 4«а» грязная	1,43; 2 слабо загрязненная	Fe, Cu	Fe
2009 г. летняя межень	вдх. р-н г. Камень-на-Оби	2,03; 3«а» загрязненная	1,68; 2 слабо загрязненная	Fe	Fe
2009 г. весна	р. Обь, Нижний бьеф	3,17; 4«а» грязная	2,51;3«б» очень загрязненная	Fe, Cu, Mn	Fe, Cu, Mn
2009 г. летняя межень	р. Обь, Нижний бьеф	2,65 3«а» загрязненная	1,43 2 слабо загрязненная	Cu	Cu

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 лишь средневодный 2009 г., когда качество воды практически не зависит 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, в остальной акватории и в нижнем бьефе большую роль играют внутриводоемные процессы.

Заключение

Предложенная авторами методика оценки качества воды, основанная на сопоставлении концентраций химических веществ с *региональными* фоновыми значениями дает возможность более корректно определить качество воды водохранилища, вычлняя при этом вклад антропогенного загрязнения. Это позволяет получить адекватную картину качества воды водохранилищ в разных регионах, а также более разумно предъявлять требования к предприятиям-загрязнителям.

Предполагается в дальнейшем провести районирование акватории Новосибирского водохранилища с использованием полученных значений класса качества воды с целью выявления источников загрязнения.

Литература

1. 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.
2. 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.
3. РД 52.24.643 — 2002. (2003). *Методические указания. Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям*. СПб.: Гидрометеоиздат, 49 с.
4. Левич, А. П., Булгаков, Н. Г., Максимов, В. Н., Рисник, Д. В. (2011). «In situ» — Технология установления локальных экологических норм». *Вопросы экологического нормирования и разработка системы оценки состояния водоемов. Материалы Объединенного Пленума Научного совета ОБН РАН по гидробиологии и ихтиологии. Гидробиологического общества при РАН и Межведомственной ихтиологической комиссии*. Под ред. Д. С. Павлов, Г. С. Розенберг, М. И. Шатуновский. М.: Товарищество научных изданий КМК, 196 с.
5. Волков, И. В., Заличева, И. Н., Ганина, В. С., Ильмаст, Т. Б., Каймина, Н. В., Мовчан, Г. В., Шустова, Н. К. (1993). «О принципах регламентирования антропогенной нагрузки на водные экосистемы», *Водные ресурсы*, т. 20, № 6. С. 707–713.
6. Ермолаева, Н. И., Двуреченская, С. Я., Аношин, Г. Н. (2000). «Исследование распределения тяжелых металлов в экосистеме Новосибирского водохранилища», *Геохимия*, № 5. С. 569–576.
7. Алекин, О. А. (1970). *Основы гидрохимии*. Л.: Гидрометеоиздат. 442 с.
8. Palagano da Rocha Monyque, Dourado Priscila Leocadia Rosa, Rodrigues, Jorge Luiz Raposo Mayara de Souza, Grisolia Alexeia Baruffattia, Pires de Oliveira Kelly Mari. (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*, no. 07. pp. 4475.
9. Calijuri M. L., Jackeline de Siqueira Castro, Costa L. S., Assemany P. P, José Ernesto Mattos Alves. (2015). «Impact of Land Use/land Cover Changes on Water Quality and Hydrological Behavior of an Agricultural Subwatershed», *Environmental Earth Sciences*, no. 9. pp. 74–80.



10. Shimelis Setegn. (2015). «Water Resources Management for Sustainable Environmental Public Health» in Shimelis Gebriye Setegn, Maria Concepcion Donoso (ed.), *Sustainability of Integrated Water Resources Management: Water Governance, Climate and Ecohydrology*, Springer International Publishing, Chapter 15, pp. 275–287.
11. 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)». *Вопросы экологического нормирования и разработка системы оценки состояния водоемов. Материалы Объединенного Пленума Научного совета ОБН РАН по гидробиологии и ихтиологии Гидробиологического общества при РАН и Межведомственной ихтиологической комиссии*. Под ред. Павлов, Д. С., Розенберг, Г. С., Шатуновский, М. И. М.: Товарищество научных изданий КМК. 196 с.
12. 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.
13. Савкин, В. М., Двуреченская, С. Я. (2014). «Ресурсные и водно-экологические проблемы комплексного использования Новосибирского водохранилища», *Водные ресурсы*, т.41, №4. С. 456–465.
14. (2014), «Приказ Нижне-Обского бассейнового управления №285 от 25.08.2014 г. СКИОВО бассейна р. Обь». <http://www.nobwu.ru/docs/ndviskiovo/order-skiovo-ob.jpg> (дата обращения: 10.02.2015).
15. РД 52.24.309-2011. (2011). *Организация и проведение режимных наблюдений за загрязнением поверхностных вод суши на сети Роскомгидромета*. М.: Ростов-на-Дону: Росгидромет, ФБГУ «ГХИ».
16. «Перечень методик, внесенных в государственный реестр методик количественного химического анализа. Часть I. Количественный химический анализ вод». http://www.gosnadzor.ru/about/p_1.doc (дата обращения: 16.05.2016).
17. Государственный доклад «О состоянии и об охране окружающей среды Новосибирской области в 2013 году». (2014). Новосибирск. Департамент природных ресурсов и охраны окружающей среды Новосибирской области. 220 с.

References

1. Dvurechenskaya, S. Ya., Bulycheva, T. M., Savkin, V. M. (2012). «Water-Ecological Features of the Formation of the Hydrochemical Regime of the Novosibirsk Reservoir», *Water: chemistry and ecology*, no. 9, pp. 8–13 (in Russian).
2. Dvurechenskaya, S. Ya., Bulycheva, T. M. (2015). «On the Issue of Methodological Approaches to the Determination of Water Quality by Integrated Indicators (by the example of the Novosibirsk Reservoir)», *Water: chemistry and ecology*, no. 10, pp. 32–37 (in Russian).
3. RD 52.24.643 – 2002. (2003), *Metodicheskie ukazaniya. Metod kompleksnoj ocenki stepeni zagryaznenosti poverkhnostnyx vod po gidroximicheskim pokazatelyam*. SPB.: Gidrometeoizdat. 49 s. [Methodical Instructions. Method for the Integrated Assessment of the Degree of Contamination of Surface Waters by Hydrochemical Indicators], Gidrometeoizdat. SPb., p. 49 (in Russian).
4. Levich, A. P., Bulgakov, N. G., Maksimov, V. N., Risnik, D. V. (2011). «In situ» - tehnologiya ustanovleniya lokalnyx ekologicheskix norm» [«In situ»-Technology for Establishing of Local Environmental Standards]. *Voprosy ekologicheskogo normirovaniya i razrabotka sistemy ocenki sostoyaniya vodoemov*. [Issues of Environmental Regulation and the Development of a System for Assessing the State of Water Bodies]. *Materialy obedinnenogo plenuma nauchnogo soveta OBN RAN po gidrobiologii i ixtiologii. gidrobiologicheskogo obshhestva pri RAN i mezhvedomstvennoj ixtiologicheskoy komissii*. [Proceedings of the Joint Plenum of the Scientific Council of the Russian Academy of Science on Hydrobiology and Ichthyology and Hydrobiological Society at the Russian Academy of Sciences and the Interdepartmental Ichthyological Commission], in Pavlov, D. S., Rozenberg, G. S., Shatunovskij, M. I. (ed.). *Tovarishhestvo nauchnyx izdaniy*. KMK. M., p. 196 (in Russian).
5. Volkov, I. V., Zalicheva, I. N., Ganina, B. C., Ilmast, T. B., Kajmina, N. V., Movchan, G. V., Shustova N. K. (1993). «On the Principles of Regulation of Anthropogenic Pressure on Aquatic Ecosystems», *Water resources*, vol. 20, no. 6, pp. 707–713 (in Russian).

6. Ermolaeva, N. I., Dvurechenskaya, S. Ya., Anoshin, G. N. (2000). «The Study Of Heavy Metal Distribution in the Novosibirsk Reservoir Ecosystem», *Geochemistry International*, vol. 38, no. 5, pp. 514–521.
7. Alekin, O. A. (1970). *Osnovy gidroximii*. [Fundamentals of Hydrochemistry], Gidrometeoizdat. L., p. 442 (in Russian).
8. Palagano da Rocha Monyque, Dourado Priscila Leocadia Rosa, Rodrigues, Jorge Luiz Raposo Mayara de Souza, Grisolia Alexeia Baruffattia, Pires de Oliveira Kelly Mari. (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*, no. 07, p. 4475.
9. Calijuri M. L., Jackeline de Siqueira Castro, Costa L. S., Assemany P. P, José Ernesto Mattos Alves. (2015). «Impact of Land Use/land Cover Changes on Water Quality and Hydrological Behavior of an agricultural Subwatershed», *Environmental Earth Sciences*, no. 9, pp. 74–80.
10. Shimelis Setegn. (2015). «Water Resources Management for Sustainable Environmental Public Health», in Shimelis Gebriye Setegn, Maria Concepcion Donoso (ed.), *Sustainability of Integrated Water Resources Management: Water Governance, Climate and Ecohydrology*, Springer International Publishing, Chapter 15, pp. 275–287.
11. Rozenberg, G. S., Evlanov, I. A., Seleznyov, V. A., Mineev, A. K., Seleznyova, A. V., Shitikov, V. K. (2011). «Opyt ekologicheskogo normirovaniya antropogennogo vozdeystviya na kachestvo vody (na primere vodokhranilishh Srednej i nizhnej volgi)» [Experience in the Environmental Rationing of Anthropogenic Impact on Water Quality (on the example of the reservoirs of the Middle and Lower Volga)]. *Voprosy ekologicheskogo normirovaniya i razrabotka sistemy ocenki sostoyaniya vodoemov*. [Issues of environmental regulation and the development of a system for assessing the state of water bodies]. *Materialy obedinennogo plenuma Nauchnogo soveta OBN RAN po gidrobiologii i ixtiologii Gidrobiologicheskogo obshhestva pri RAN i Mezhdvdomstvennoj ixtiologicheskoy komissii* [Proceedings of the Joint Plenum of the Scientific Council of the Russian Academy of Science on Hydrobiology and Ichthyology and Hydrobiological Society at the Russian Academy of Sciences and the Interdepartmental Ichthyological Commission], in Pavlov, D. S., Rozenberg, G. S., Shatunovskij, M. I. (ed.), *Tovarishhestvo nauchnyx izdanij. Kmk. M.*, p. 196 (in Russian).
12. Savkin, V. M., Dvurechenskaya, S. Ya., Orlova, G. A., Bulycheva, T. M. (2003). «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», *Siberian Ecological Journal*, vol. 10, no. 2, pp. 171–179 (in Russian).
13. 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.
14. (2014). Prikaz Nizhne-Obsskogo 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]. Available at: <http://www.nobwu.ru/docs/ndviskiovo/order-skiovo-ob.jpg> (accessed 10 February 2015 (in Russian)).
15. RD 52.24.309-2011. (2011). *Organizaciya i provedenie rezhimnyx nablyudenij za zagryazneniem poverxnostnyx vod sushi na seti Roskomgidrometa* [Organization and Conducting of Controlled Observations of Surface Water Pollution on the Roskomgidromet network], Rosgidromet, FBGU «GXl». Rostov-on-Don (In Russian).
16. Perechen metodik, vnesennyx v gosudarstvennyj reestr metodik kolichestvennogo khimicheskogo analiza. Chast 1. Kolichestvennyj khimicheskij analiz vod. [List of methods introduced in the State Register of Quantitative Chemical Analysis Techniques. Part I. Quantitative Chemical Analysis of Waters]. Available at: http://www.gosnadzor.ru/about/p_1.doc (accessed 16 May 2016) (in Russian).
17. (2014). Gosudarstvennyj doklad «O sostoyanii i ob ohrane okruzhayushhej sredy Novosibirskoj oblasti v 2013 godu». Novosibirsk. Departament prirodnyx resursov i ohrany okruzhayushhej sredy novosibirskoj oblasti. [State report «On the state and protection of the environment of the Novosibirsk region in 2013.» Novosibirsk. Department of Natural Resources and Environmental Protection of the Novosibirsk Region], p. 220 (In Russian).