

УДК 504.06

DOI: 10.18384/2310-7189-2016-2-158-164

## ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОД УГЛИЧСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА ПО ИНТЕГРАЛЬНЫМ ГИДРОХИМИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

**Лазарева Г.А.**

*Государственный университет «Дубна»*

*141980, г. Дубна, ул. Университетская, д. 19, Российская Федерация*

**Аннотация.** Приведены основные результаты оценки качества вод Угличского водохранилища за период 2011-2014 гг. На основе анализа гидрохимических данных вод водохранилища выявлены преобладающие загрязняющие вещества. Рассчитаны интегральные показатели качества воды: индекс загрязнения воды, общесанитарный индекс качества воды и удельный комбинаторный индекс загрязненности воды. Итоговая оценка качества вод Угличского водохранилища показала, что в целом (по значению интегральных гидрохимических индексов) оно может быть оценено как вода «грязная».

**Ключевые слова:** Угличское водохранилище, качество вод, гидрохимические показатели.

## ESTIMATION OF WATER QUALITY OF UGLICHSKY RESERVOIR BY INTEGRATED HYDROCHEMICAL FACTORS

**G. Lazareva**

*Dubna State University*

*ul. Universitetskai 19, 141980 Dubna, Russia*

**Abstract.** We report the results of the assessment of water quality of the Uglichsky reservoir in the period from 2011 to 2014. Based on the analysis of hydrochemical data of the reservoir waters, we single out the main polluting substances. We have calculated the integrated parameters of the water quality, namely, water pollution index, all-sanitary index of water quality, and specific combinatory index of water pollution. The assessment of the water quality in the Uglichsky reservoir has shown that in general, the quality of the Uglichsky reservoir waters (based on integrated hydrochemical factors) is evaluated as 'dirty'.

**Keywords:** water quality, Uglichsky reservoir, integrated index of water quality.

Вода – один из важнейших природных ресурсов, имеет большое значение для промышленности и сельского хозяйства, но именно эти отрасли загрязняют воду и делают ее непригодной как для хозяйственно-бытового, так и питьевого использования. Дефицит чистой пресной воды становится общей мировой проблемой, поэтому крайне необходимо проводить гидрохимический анализ поверхностных вод и выявлять их качество для своевременного реагирования на изменяющуюся ситуацию. Целью нашей работы являлась оценка качества вод верхней и средней частей Угличского водохранилища по интегральным гидрохимическим показателям качества вод за 2011 - 2014 гг.

© Лазарева Г.А., 2016.

Угличское водохранилище [1] образовано плотиной Угличской ГЭС на р. Волге, на территории Ярославской, Тверской и Московской областей. Площадь зеркала водохранилища составляет 249 км<sup>2</sup>, объём 1,2 км<sup>3</sup>, длина 143 км, наибольшая ширина 5 км, средняя и максимальная глубина 5 м и 23 м соответственно, уровень колеблется в пределах 5,5 м. Водохранилище осуществляет сезонное регулирование стока, создало глубоководный подход

к каналу им. Москвы в целях развития энергетики и судоходства, используется для водоснабжения и рыбного хозяйства. На берегах водохранилища расположены такие города, как Углич, Калязин, Кимры и Дубна. В водохранилище впадают реки Медведица, Кашинка, Нерль. При проведении исследований были изучены 6 створов водохранилища (рис. 1) по гидрохимическим показателям за период с 2011-2014 гг.



Рис. 1. Карта-схема станций отбора проб (створ № 29 - г. Дубна, Северная канава; створ № 30 - устье р. Дубна; створ № 31 - д. Абрамово, ниже г. Кимры; створ № 32 - пос. Белый Городок; створ № 33 - ниже г. Калязин; створ № 34 - д. Селище).

**Материалы и методы исследования.** В работе были использованы данные, предоставленные Дубнинской экоаналитической лабораторией (ДЭАЛ) ФГБУ «Центррегионводхоз», по 26 гидрохимическим показателям: температура, водородный показатель, цветность, аммоний-ион, нитрат-ион, нитрит-ион, железо общее, фосфат-ион, хлорид ион, сульфат-ион, марганец, магний, кремний, кадмий, общая жесткость, сухой остаток, ХПК, БПК,

растворенный кислород, медь, свинец, цинк, нефтепродукты, никель, кальций, удельная электрическая проводимость.

**Результаты исследований и их обсуждение.** При анализе гидрохимических данных по изученным створам Угличского водохранилища были выявлены приоритетные загрязняющие вещества, к ним относятся аммоний-ион, железо общее, марганец, нефтепродукты. Для этих веществ по всем

исследованным створам характерны высокие концентрации, превышающие ПДК<sub>в</sub>. Показатели цветности также не соответствовали нормативным значениям [3, с.183].

Для оценки качества вод Угличского водохранилища за 2011-2014 гг. были рассчитаны интегральные показатели качества вод (табл. 1) : индексы ИЗВ (индекс загрязнения воды), ИКВ (общесанитарный индекс качества воды) и УКИЗВ (удельный комбинаторный индекс загрязненности воды). В зависимости от степени загрязненности воды, выделяют 7 классов качества вод по значениям индекса ИЗВ. Расчет индекса проводится по шести показателям, из них обязательные – растворенный кислород и БПК<sub>5</sub>, остальные показатели – вещества, у которых выявлены наибольшие относительные концентрации (отношение C<sub>i</sub>/ПДК<sub>i</sub>) [2, с. 100]. Для определения индекса ИКВ проводится балльная оценка – каждому входящему в расчет показателю присваиваются баллы от 1 до 5, также учитывается вес показателя, после чего определяется величина индекса. По значениям индекса ИКВ выделяют 5 классов качества вод [2, с. 88]. Индекс УКИЗВ в настоящий момент становится приоритетным. При его расчете

определяется кратность превышения нормативных значений (ПДК) и повторяемость таких случаев. По значениям индекса УКИЗВ поверхностные воды разделяются на 5 классов качества, при этом 3 класс подразделяется на 2 разряда качества вод, а 4 класс – на 4 разряда [2, с. 118].

По среднегодовым значениям индекса ИЗВ в 2011 и 2013 гг. годах в большинстве створов вода характеризуется как «загрязненная» (класс качества воды – IV), в 2012 и 2014 гг. в створах наблюдается ухудшение качества воды до V класса качества – «грязная», а в створе № 30 – до V класса качества – «очень грязная». Отмечаются существенные сезонные вариации класса качества вод (рис. 2) на всех изученных створах. Так в створах № 29 и № 30 класс качества вод изменяется с IV по VI в течение года (на протяжении 2012-2014гг.), значение индекса варьировало в диапазоне от 2,6 до 10,1. Согласно среднегодовым значениям индекса ИКВ воды Угличского водохранилища с 2011 по 2014 годы во всех створах относятся к 5 классу качества, что характеризует их как «грязные». Существенных сезонных вариаций значений индекса (рис. 3) не отмечено.

Таблица 1

**Значение индексов ИЗВ, ИКВ, УКИЗВ, класс качества вод, качественное и экологическое состояние вод в створах Угличского водохранилища**

| год  | индекс                             | Створ                    |                          |                      |                          |     |     |
|------|------------------------------------|--------------------------|--------------------------|----------------------|--------------------------|-----|-----|
|      |                                    | №29                      | №30                      | №31                  | №32                      | №33 | №34 |
| 2011 | ИЗВ<br>Класс к-ва<br>Кач. состоян. | 3,94<br>IV<br>Загрязнен. | 3,99<br>IV<br>Загрязнен. | 4,27<br>V<br>Грязные | 2,73<br>IV<br>Загрязнен. | -   | -   |

| год  | индекс                               | Створ  |  |  |  |  |  |
|------|--------------------------------------|--|--|--|--|--|--|
|      |                                      | №29  | №30  | №31  | №32  | №33  | №34  |
| 2011 | ИКВ<br>Класс к-ва<br>Кач. состоян.   | 0,37<br>5<br>Грязные                               | 0,36<br>5<br>Грязные                               | 0,36<br>5<br>Грязные                               | 0,36<br>5<br>Грязные                               | -  | -  |
|      | УКИВЗ<br>Класс к-ва<br>Кач. состоян. | 4,83<br>4 -грязн.,<br>разряд "в"<br>очень грязная  | 4,00<br>4 -грязн.,<br>разряд "в"<br>очень грязная  | 4,08<br>4 -грязн.,<br>разряд "в"<br>очень грязная  | 4,07<br>4 -грязн.,<br>разряд "в"<br>очень грязная  | -  | -  |
| 2012 | ИЗВ<br>Класс к-ва<br>Кач. состоян.   | 5,28<br>V<br>Грязные                               | 5,07<br>V<br>Грязные                               | 4,30<br>V<br>Грязные                               | 4,58<br>V<br>Грязные                               | 4,14<br>V<br>Грязные                               | 3,88<br>IV<br>Загрязнен.                           |
|      | ИКВ<br>Класс к-ва<br>Кач. состоян.   | 0,34<br>5<br>Грязные                               | 0,34<br>5<br>Грязные                               | 0,35<br>5<br>Грязные                               | 0,35<br>5<br>Грязные                               | 0,34<br>5<br>Грязные                               | 0,34<br>5<br>Грязные                               |
|      | УКИВЗ<br>Класс к-ва<br>Кач. состоян. | 4,68<br>4-грязная,<br>разряд "в"<br>очень грязная  | 4,28<br>4-грязная,<br>разряд "в"<br>очень грязная  | 4,58<br>4-грязная,<br>разряд "в"<br>очень грязная  | 4,47<br>4-грязная,<br>разряд "в"<br>очень грязная  | 3,98<br>4-грязная,<br>разряд "б"<br>грязная        | 4,00<br>4-грязная,<br>разряд "в"<br>очень грязная  |
| 2013 | ИЗВ<br>Класс к-ва<br>Кач. состоян.   | 4,25<br>V<br>Грязные                               | 7,06<br>VI<br>Оч. грязн.                           | 3,64<br>IV<br>Загрязнен.                           | 3,60<br>IV<br>Загрязнен.                           | 3,72<br>IV<br>Загрязнен.                           | 3,76<br>IV<br>Загрязнен.                           |
|      | ИКВ<br>Класс к-ва<br>Кач. состоян.   | 0,36<br>5<br>Грязные                               | 0,33<br>5<br>Грязные                               | 0,36<br>5<br>Грязные                               | 0,36<br>5<br>Грязные                               | 0,34<br>5<br>Грязные                               | 0,34<br>5<br>Грязные                               |
|      | УКИВЗ<br>Класс к-ва<br>Кач. состоян. | 4,45<br>4 -грязная,<br>разряд "в"<br>очень грязная | 4,35<br>4 -грязная,<br>разряд "в"<br>очень грязная | 4,16<br>4 -грязная,<br>разряд "в"<br>очень грязная | 4,28<br>4 -грязная,<br>разряд "в"<br>очень грязная | 4,23<br>4 -грязная,<br>разряд "в"<br>очень грязная | 4,17<br>4 -грязная,<br>разряд "в"<br>очень грязная |
| 2014 | ИЗВ<br>Класс к-ва<br>Кач. состоян.   | 4,20<br>V<br>Грязные                               | 5,73<br>V<br>Грязные                               | 4,75<br>V<br>Грязные                               | 4,73<br>V<br>Грязные                               | 4,67<br>V<br>Грязные                               | 4,68<br>V<br>Грязные                               |
|      | ИКВ<br>Класс к-ва<br>Кач. состоян.   | 0,36<br>5<br>Грязные                               | 0,35<br>5<br>Грязные                               | 0,33<br>5<br>Грязные                               | 0,35<br>5<br>Грязные                               | 0,35<br>5<br>Грязные                               | 0,36<br>5<br>Грязные                               |
|      | УКИВЗ<br>Класс к-ва<br>Кач. состоян. | 4,56<br>4 -грязная,<br>разряд "в"<br>очень грязная | 4,56<br>4 -грязная,<br>разряд "в"<br>очень грязная | 4,32<br>4 -грязная,<br>разряд "в"<br>очень грязная | 4,34<br>4 -грязная,<br>разряд "в"<br>очень грязная | 4,36<br>4 -грязная,<br>разряд "в"<br>очень грязная | 4,33<br>4 -грязная,<br>разряд "в"<br>очень грязная |

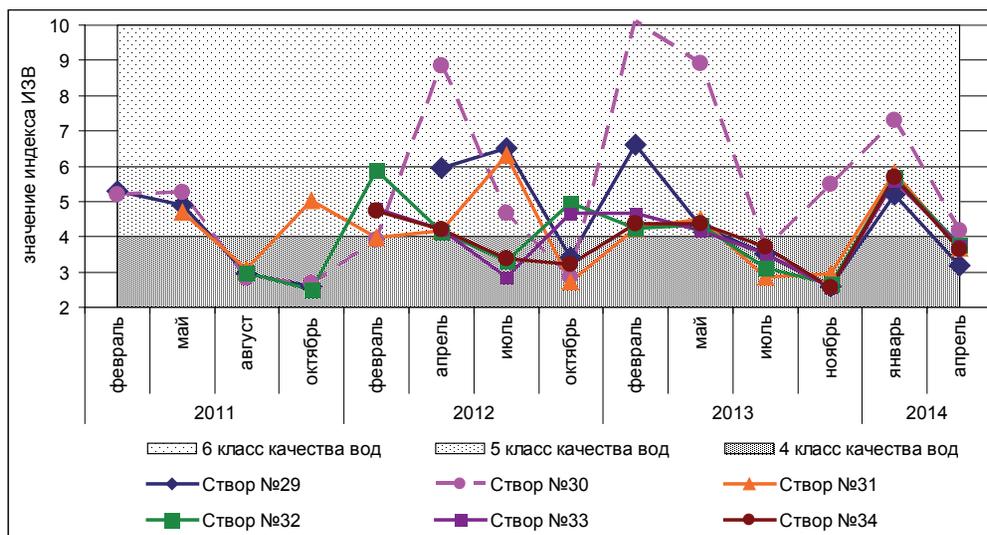


Рис. 2. Изменение значений индекса ИЗВ в створах за 2011-2014 гг.

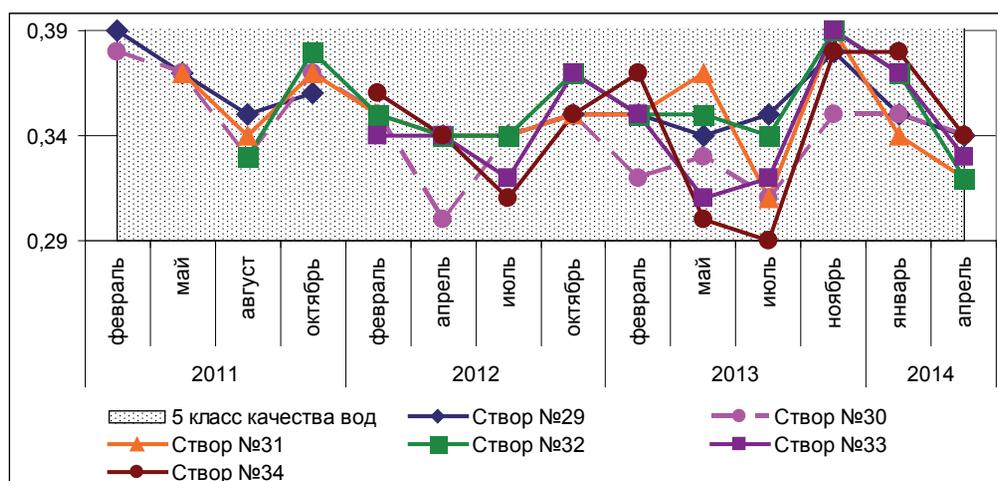


Рис. 3. Изменение значений индекса ИКВ в створах за 2011-2014 гг.

При расчете индекса УКИЗВ использовался полный обязательный перечень ингредиентов и показателей, с дополнениями по некоторым специфическим загрязняющим веществам. Классификация качества воды по степени загрязненности осуществлялась с учетом комбинаторного индекса загрязненности

воды, числа критических показателей загрязненности воды, коэффициента запаса, количества учтенных в оценке ингредиентов и показателей загрязненности. По значению индекса УКИЗВ воды Углицкого водохранилища в период 2011-2014 гг. (рис. 4) во всех створах характеризуется как «грязные» (4

класс, разряд *B* – «очень грязная»), за исключением створов №№ 30 (в 2011 г.), 33 и 34 (в 2012 г.), где вода относилась к 4 классу, разряду *B* – «грязная». В целом

состояние водохранилища за период наблюдения не изменилось, хотя в створах №№ 30, 33 и 34 после 2012 г. отмечается незначительное ухудшение качества вод.

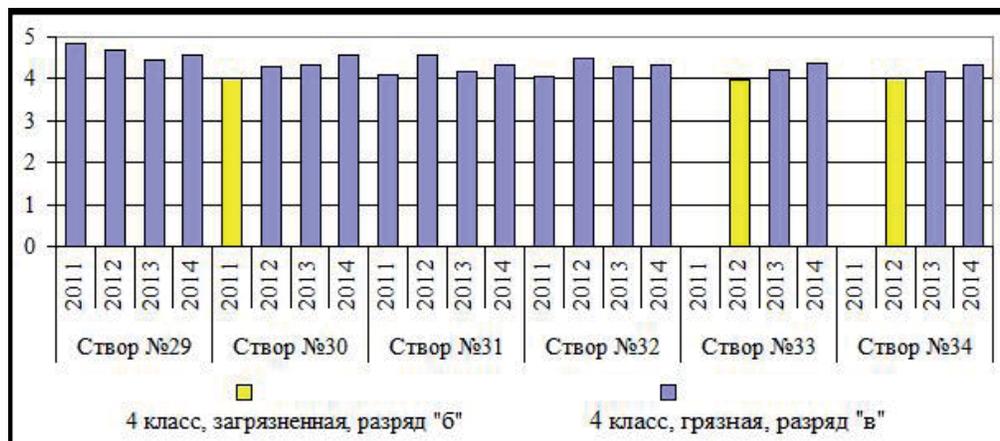


Рис. 4. Изменение значений индекса УКИЗВ в створах за 2011-2014 гг.

Расчет индексов загрязнения воды показал, что за исследуемый период (2011-2014 гг.) по значению индекса ИЗВ в целом вода водохранилища характеризуется как «загрязненная» - «грязная», IV-V класс качества. По значению индекса ИКВ вода во всех створах относится к 5 классу и характеризует их как «грязные». По значению индекса УКИЗВ качество вод изученных створов водохранилища относится к 4 классу, оценивается как «грязная» (разряд *B* – «очень грязная»), и хотя точность рассчитанной комплексной оценки нельзя считать абсолютно достоверной (т.к. число определений по каждому веществу

менее 8 в год), однако эти показатели адекватно отражают ситуацию на водном объекте. Основной недостаток использования индексов ИЗВ и ИКВ в том, что учитываются только несколько загрязняющих веществ. Применение индекса УКИЗВ дает более точную информацию о классе качества вод, т.к. при его расчете используются все гидрохимические показатели, определяемые в пробе.

В целом можно заключить, что согласно проведенной оценке вода в изученных створах Угличского водохранилища за период 2011-2014 гг. характеризуется как «грязная».

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Большая Советская энциклопедия / гл. ред. М.А. Прохоров, 3-е изд. Т. 26: Тихоходки-Ульяново. М.: Советская энциклопедия, 1977. 622 с.
2. Гагарина О.В. Оценка и нормирование качества природных вод: критерии, методы, существующие проблемы: учебно-методическое пособие. Ижевск: Удмуртский университет, 2012. 199 с.

3. Лазарева Г.А., Огурцова О.С. Оценка экологического состояния Угличского водохранилища по гидрохимическим показателям // Водные ресурсы, экология и гидрологическая безопасность: сборник трудов VII международной научной конференции молодых ученых и талантливых студентов (г. Москва, 11-13 дек. 2013 г.). М.: ИВП РАН, 2014. С. 180–183.

#### REFERENCES

1. Bol'shaya Sovetskaya entsiklopediya / gl. red. A.M. Prokhorov, 3-e izd. T. 26: Tikhokhodki-Ulyanovo [The great Soviet encyclopedia / Editor-in-chief A.M. Prokhorov, 3rd ed. Vol. 26: Tikhokhodki-Ulyanovo]. M., Sovetskaya entsiklopediya, 1977. 622 p.
2. Gagarina O.V. Otsenka i normirovanie kachestva prirodnykh vod: kriterii, metody, sushchestvuyushchie problemy: uchebno-metodicheskoe posobie [Evaluation and rating of quality of natural waters: criteria, methods, existing problems: a textbook]. Izhevsk, Udmurtskii universitet, 2012. 199 p.
3. Lazareva G.A., Ogurtsova O.S. Otsenka ekologicheskogo sostoyaniya Uglichskogo vodokhranilishcha po gidrokhimicheskim pokazatelyam [Assessment of the ecological state of the Uglich reservoir by hydrochemical factors] Vodnye resursy, ekologiya i gidrologicheskaya bezopasnost': sbornik trudov VII mezhdunarodnoi nauchnoi konferentsii molodykh uchenykh i talantlivykh studentov (g. Moskva, 11-13 dek. 2013 g.) [Water resources, ecology and hydrological safety: proceedings of the VII international scientific conference of young scientists and talented students] (Moscow, 11-13 December 2013)]. M., IVP RAN, 2014. Pp. 180–183.

---

#### ИНФОРМАЦИЯ ОБ АВТОРЕ

*Лазарева Галина Александровна* – кандидат биологических наук, доцент кафедры экологии и наук о Земле Государственного университета “Дубна”;  
e-mail: lazarevg@mail.ru

#### INFORMATION ABOUT THE AUTHOR

*Lazareva Galina A.* – candidate of biological science, associate professor of the Department of Ecology and Earth Sciences at the Dubna State University;  
e-mail: lazarevg@mail.ru

---

#### БИБЛИОГРАФИЧЕСКАЯ ССЫЛКА

*Лазарева Г.А.* Оценка качества вод угличского водохранилища по интегральным гидрохимическим показателям // Вестник Московского государственного областного университета. Серия: Естественные науки. 2016. № 2. С. 158-164.  
DOI: 10.18384/2310-7189-2016-2-158-164

#### BIBLIOGRAPHIC REFERENCE

*G. Lazareva.* Estimation of water quality of uglichsky reservoir by integrated hydrochemical factors // Bulletin of Moscow State Regional University. Series: Natural sciences. 2016. no 2. pp. 158-164.  
DOI: 10.18384/2310-7189-2016-2-158-164