

bezopasnost i zashchita okruzhayushchej sredy i naseleniya ot pavodkov: nauchno-tehnicheskij i proizvodstvennyj sb. «Bezopasnost energeticheskikh sooruzhenij». – 2003. – № 11. – S. 126-131.

3. Brunne Gary W/ HEC-RAS? River Analysis System Hydraulic User's Manual. Version 3.0, January 2001. UA Army Corps of Engineers Hydrologic Engineering Center (HEC).

4. **Shterenliht D.V.** Gidravlika. Uchebnyk. – SPb.: Lan, 2015. – 656 s.

5. SNiP 2.01.14-83. Opreделение raschetnyh gidrologicheskikh harakteristik. – M.: Goskomitet SSSR po delam stroitelstva, 1985. – 49 s.

6. Praktikum po inzhenernoj gidrologii i regulirovaniyu stoka. / pod red. E.E. Ovcharova. – M.: Kolos, 1996. – 222 s.

The material was received at the editorial office
19.12.2018 g.

Information about the authors

Kozyr Irina Evgenjevna, professor of the department KIVR and hydraulics, candidate of technical sciences, FSBEI HE RGAU-MAA named after C.A. Timiryazev; 127550, Moscow, ul. Timiryazevskaya, 49, e-mail: kozyr_ira@mail.ru

Pikalova Irina Fedorovna, professor of the department KIVR and hydraulics, candidate of technical sciences, FSBEI HE RGAU-MAA named after C.A. Timiryazev; 127550, Moscow, ul. Timiryazevskaya, 49, e-mail: Pikalova.if@mail.ru

УДК 502/504:556

DOI 10.34677/1997-6011/2019-2-122-126

Н.В. ЛАГУТИНА, А.В. НОВИКОВ, О.В. СУМАРУКОВА

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, Институт мелиорации, водного хозяйства и строительства имени А.Н. Костякова, г. Москва Российская Федерация

Н.О. НАУМЕНКО

Федеральное государственное научное учреждение Всероссийский научно-исследовательский институт гидротехники и мелиорации имени А.Н. Костякова, г. Москва, Российская Федерация

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОД РЫБИНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА В СЛЕДСТВИЕ СНИЖЕНИЯ УРОВНЯ ВОД

Целью исследовательской работы является обоснование отказа от снижения уровня воды в Рыбинском водохранилище до отметки 98 метров. Для обоснования поставленной цели были проведены расчеты удельного комбинаторного индекса загрязнения воды (УКИЗВ) по ряду лет на разных отметках нормального подпорного уровня (НПУ). Также были выполнены расчеты по изменению концентрации загрязняющих веществ в зависимости от изменения объема воды в водохранилище. На протяжении ряда лет класс качества воды изменяется в диапазоне от 3 – загрязненная, разряд А – загрязненная до 4 – грязная, разряд А – грязная. В результате проведенных расчетов можно сделать вывод – качество воды на отметке 98 метров изменится в худшую сторону, более чем в 2 раза и, как следствие, водохранилище утратит свое назначение. Значительный ущерб будет нанесен жителям Вологодской, Ярославской и Тверской областей.

Рыбинское водохранилище, Череповец, класс качества воды, УКИЗВ, НПУ.

Введение. Вопрос с перспективой использования Рыбинского водохранилища на сегодняшний день остается наиболее актуальным. Срок эксплуатации гидротехнических сооружений Рыбинского водохранилища неминуемо стремится к завершению, в связи с этим неоднократно поднимались вопросы о техническом состоянии и необходимости проведения работ по реконструкции ГТС. Органами власти были предложены радикальные меры по снижению уровня воды до отметки 98 метров в целях снижения нагрузки на гидротехнические сооружения

и продления их срока эксплуатации естественным путем, однако, в научных кругах это вызвало ряд разногласий и споров [1].

Материалы и методы исследования. В работе проведена оценка изменения качества воды водохранилища в результате возможного изменения объема воды.

Показатель УКИЗВ является основным показателем качества воды в Российской Федерации [2]. Расчет удельного комбинаторного индекса загрязненности воды (УКИЗВ) проведен по стандартной методике [3].

Расчет УКИЗВ проведен по трем точкам: район села Мякса, район поселка Якунино и 0,2 км ниже города Череповец.

Результаты исследования. Результаты изменения УКИЗВ и класса качества воды занесены в таблицу 1.

Таблица 1

Изменение качества воды в Рыбинском водохранилище за период 2009-2017 гг.

Створ	с. Мякса								
Год	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
УКИЗВ	3,74	3,24	2,74	3,34	3,77	2,3	4,25	3,17	3,33
Класс	ЗБ	ЗБ	ЗА	ЗБ	ЗБ	ЗА	4А	ЗБ	ЗБ
Створ	2 км выше города Череповец в черте д. Якунино								
Год	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
УКИЗВ	3,16	3,85	3,68	3,95	4,03	3,71	3,55	3,83	3,67
Класс	ЗБ	ЗБ	ЗБ	ЗБ	4А	ЗБ	ЗБ	4А	ЗБ
Створ	0,2 км ниже города Череповец								
Год	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
УКИЗВ	3,31	4,26	4,55	4,73	4,44	4,02	3,88	4,59	3,85
Класс	ЗБ	4А	ЗБ						

На основе результатов расчетов, представленных в таблице 1, становится очевидным, что наихудшая ситуация наблюдается в точке «0,2 км ниже города Череповец». На протяжении ряда лет в этой точке класс качества воды 4 – грязная, разряд А – грязная. Это связано с тем, что вблизи города Череповец находятся крупные металлургические предприятия, которые оказывают значительное негативное воздействие на состояние окружающей среды. Наилучшая ситуация наблюдалась в точке «район села

Мякса» в 2011 и 2014 годах, класс качества воды 3 – загрязненная, разряд А – загрязненная.

Расчет прогноза изменения концентраций загрязняющих веществ относительно ПДК [4].

На основе данных концентраций загрязняющих веществ, сделаем перерасчет с учетом изменения объемов воды на различных отметках уровня воды в Рыбинском водохранилище. Результаты расчетов представлены в таблице 2.

Таблица 2

Отношение концентрации загрязняющих веществ к рыбохозяйственному ПДК на различных отметках уровня воды в Рыбинском водохранилище

	Отметка уровня воды в Рыбинском водохранилище, м												
	102	101	100	99	98	97	96	95	94	93	92	91	90
Cl ⁻	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,1	0,1	0,1	0,2
SO ₄ ⁻	1,4	1,7	1,9	2,4	2,9	3,7	4,9	4,9	9,1	12,1	15,6	20,3	27,6
PO ₄ ⁻	0,9	1,0	1,2	1,5	1,8	2,3	3,1	3,1	5,6	7,5	9,6	12,6	17,1
NH ₄ ⁺	1,3	1,6	1,8	2,2	2,7	3,5	4,6	4,6	8,5	11,2	14,4	18,9	25,6
NO ₂ ⁻	5,0	6,0	6,9	8,4	10,5	13,3	17,6	17,6	32,6	43,1	55,6	72,6	98,6
NO ₃ ⁻	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2	0,3	0,4	0,6	0,7	1,0
Fe	4,5	5,4	6,2	7,6	9,4	12,0	15,8	15,8	29,3	38,8	50,0	65,3	88,8
Mn	6,0	7,2	8,2	10,1	12,6	16,0	21,1	21,1	39,1	51,7	66,7	87,1	118,4
Cu	2,1	2,5	2,9	3,5	4,4	5,6	7,4	7,4	13,7	18,1	23,3	30,5	41,4
Zn	2,0	2,4	2,7	3,4	4,2	5,3	7,0	7,0	13,0	17,2	22,2	29,0	39,5
НП	4,0	4,8	5,5	6,7	8,4	10,6	14,1	14,1	26,1	34,5	44,4	58,1	78,9
Ca	0,2	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,6	0,6	1,2	1,5	2,0	2,6	3,5
Mg	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	0,8	1,4	1,9	2,4	3,2	4,3
Na	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0	0,0

На основе данной таблицы был построен график изменения соотношения

концентраций веществ к соответствующим ПДК, по диапазону 96-102 метра.

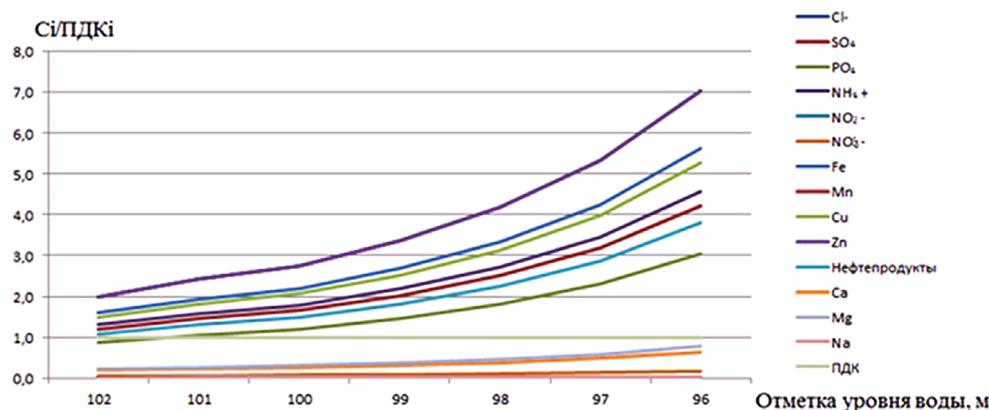


Рис. Отношение концентрации загрязняющих веществ к рыбохозяйственному ПДК на различных отметках уровня воды в Рыбинском водохранилище

На графике видно, что при сохранении объемов сбросов загрязняющих веществ в Рыбинское водохранилище, возможны катастрофические изменения. Концентрации загрязняющих веществ по отношению к рыбохозяйственному ПДК на отметке 98 метров увеличатся более чем в 2 раза. В таком случае качество воды в водном объекте не будет соответствовать предъявляемым требованиям.

Для оценки ущерба социально-экономическому сектору бассейна Рыбинского водохранилища, достаточно взглянуть на карту и данные Росстата по Вологодской, Тверской и Ярославской областям за 2017-2018 годы, затем рассчитать численность населения.

Значительный ущерб, вследствие снижения уровня воды в Рыбинском водохранилище, будет нанесен населению, проживающему в Вологодской, Ярославской и Тверской областях, составляющему более 3,5 миллионов человек. Большинство предприятий населенных пунктов данных областей будут вынуждены снизить объемы сбросов загрязняющих веществ минимум в 2 раза.

Многие предприятия, к сожалению, не смогут позволить себе установить еще более эффективные очистные сооружения, вследствие этого им понадобится снизить производственную мощность, а значит, оптимизировать (сократить) персонал. Социально-экономическая ситуация в регионе, возможно, не позволит в ближайшие годы провести реконструкцию либо установку более эффективных очистных сооружений на предприятиях. Следовательно, встанет вопрос об оптимизации персонала с возможным сокращением штата, а массовая безработица может привести к социально-экономическому кризису в данном регионе [1, 4].

При сохранении объемов сбросов загрязняющих веществ и снижении НПУ,

в течение ряда лет можно будет наблюдать ухудшение уровня жизни не только в рассмотренных областях, но и в субъектах Российской Федерации расположенных в районах средней и нижней Волги [1, 4].

Заключение

Согласно расчетам, можно сделать вывод, что снижение уровня воды приведет к чрезмерно повышенным концентрациям имеющихся загрязняющих веществ с вытекающими последствиями экологического кризиса в рассматриваемом регионе.

Библиографический список

1. Науменко Н.О., Новиков А.В., Сумарукова О.В. Волга и ее жизнь. / Сб.тезисов докладов Всероссийской конференции «Оценка негативного влияния на экосистему вследствие возможного прорыва плотины на Рыбинском водохранилище» / Ин-т биологии внутр. вод им. И.Д. Папанина РАН, Борок, 22-26 октября 2018 г. – Ярославль: Филигрань, 2018. – 158 с.

2. Российский гидрометеорологический портал Всероссийского научного исследовательского института гидрометеорологической информации Мировой центр данных (ВНИИ ГМИ – МЦД) – <http://www.meteo.ru>

3. РД 52.24.643-2002 «Методические указания. Метод комплексной оценки степени загрязнения поверхностных вод по гидрохимическим показателям» (утв. и введен в действие Федеральной службой по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды 3 декабря 2002 г.). <http://base.garant.ru/70467388/>

4. Вронский В.А. Экология и окружающая среда. Словарь-справочник. – М.: MapT, 2008. – 432 с.

Материал поступил в редакцию 06.11.2018 г.

Сведения об авторах

Лагутина Наталия Владимировна, кандидат технических наук, доцент кафедры «Общей и инженерной экологии», ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева; 127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49; e-mail: LagNV@rambler.ru

Науменко Николай Олегович, младший научный сотрудник, инженер-исследователь отдела безопасности ГТС и гидромелиоративного комплекса. ФГБНУ ВНИИГиМ им. А.Н. Костякова; 127550, г. Москва, ул. Б. Академическая, д. 44, корп. 2; e-mail: nik.naumenko@gmail.com

Новиков Александр Васильевич, старший преподаватель кафедры «Общей и инженерной экологии». ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева; г. Москва, 127550, ул. Тимирязевская, д. 49; e-mail: oiiecolology@mail.ru

Сумарукова Ольга Викторовна, старший преподаватель кафедры «Общей и инженерной экологии». ФГБОУ ВО РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева; г. Москва, 127550, ул. Тимирязевская, д. 49; e-mail: oiiecolology@mail.ru

N.V. LAGUTINA, A.V. NOVIKOV, O.V. SUMARUKOVA

Federal state budgetary educational institution of higher education «Russian state agrarian university – MAA named after C.A. Timiryazev», Moscow, Russian Federation

N.O. NAUMENKO

FGNU All-Russian research institute of hydraulic engineering and land reclamation named after A.N. Kostyakov, Moscow, Russian Federation

ASSESSMENT OF THE WATER QUALITY OF THE RYBINSK RESERVOIR ASA RESULT OF THE WATER LEVEL LOWERING

The purpose of the research is the substantiation of the refusal to reduce the water level in the Rybinsk reservoir up to the level of 98 meters. To justify this goal, calculations of the specific combinatorial index of water pollution for a number of years at different levels of the normal retaining level were carried out. Also, calculations were made to change the concentration of pollutants depending on the change in the water volume in the reservoir. For the past several years the class of water quality changes in the range from 3 – polluted, class A – polluted up to 4 – dirty, class A – dirty. As a result of the performed calculations it can be concluded that the water quality at the level of 98 meters will change for the worse, more than by twice and as a result the reservoir will lose its purpose. Significant damage will be caused to the residents of the Vologda, Yaroslavl and Tver regions.

Rybinsk reservoir, Cherepovets, class of water quality, SCIWP, NRL.

References

1. **Novikov A.V., Sumarukova O.V.** Volga i ee zhizn. / Sb. Tezisev dokladov Vserossijskoj konferentsii «Otsenka negativnogo vliyaniya na ekosistemu vsledstvie vozmozhnogo proryva plotiny na Rybinskom vodohranilishche» / In-t biologii vnutr. Vod im. I.D. Papanina RAN, Borok, 22-26 oktyabrya 2018 g. – Yaroslavl: Filigran, 2018. – 158 s.

2. Rossijsky gidrometeorologicheskij portal Vserossijskogo nauchnogo issledovatel'skogo instituta gidrometeorologicheskij informatsii Mirovoj tsentr dannyh (VNII GMI – MTSD) – <http://www.meteo.ru>

3. RD52.24.643-2002 «Metodicheskie ukazaniya. Metod kompleksnoj otsenki stepeni zagryazneniya poverhostnyh vod po gidrohimicheskim pokazatelyam» (utv. i vveden v dejstvie Federalnoj sluzhboj po gidrometeorologii i monitoringu okruzhayushchej sredy 3 dekabrya 2002 g.). <http://base.garant.ru/70467388/>

4. **Vronsky V.A.** Ekologiya i okruzhayushchaya sreda. Slovar-spravochnik. – M.: Mart, 2008. – 432 s.

The material was received at the editorial office
06.11.2018 g.

Information about the authors

Lagutina Natalia Vladimirovna, associate professor of the Department «General and environmental engineering», candidate of technical sciences, Russian state agrarian University – MAA named after C.A. Timiryazev, Timiryazevskaya street, 49, Moscow, 127550, e-mail: LagNV@rambler.ru

Naumenko Nikolay Olegovich, junior researcher, State research institution «All-Russian Research Institute for Hydraulic Engineering and Land Reclamation named after A.N. Kostyakov», 12755, Moscow, B. Akademicheskaya street, 44, korp. 2, e-mail: nik.naumenko@gmail.com

Novikov Alexander Vasilyevich, senior lecturer of the Department “General and environmental engineering”, Russian state agrarian university – MAA named after C.A. Timiryazev, Timiryazevskaya street, 49, Moscow, 127550, Russia. e-mail: oiiecolgy@mail.ru

Sumarukova Olga Victorovna, senior lecturer of the Department “General and environmental engineering”, Russian state agrarian university – MAA named after C.A. Timiryazev, Timiryazevskaya street, 49, Moscow, 127550, Russia. e-mail: oiiecolgy@mail.ru

УДК 502/504:627.81: 556.18

DOI 10.34677/1997-6011/2019-2-126-131

Л.Д. РАТКОВИЧ, Н.В. САФОНОВА, Д.В. АГЕЕВ

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва, Российская Федерация

ПОВЫШЕНИЕ ВОДООБЕСПЕЧЕННОСТИ КОМПЛЕКСНОГО ВОДОПОТРЕБЛЕНИЯ В УСЛОВИЯХ МНОГОЛЕТНЕГО РЕГУЛИРОВАНИЯ РЕЧНОГО СТОКА

В статье рассматриваются факторы повышения водообеспеченности в условиях многолетнего регулирования речного стока. В качестве объектов исследования взяты две водохозяйственные системы: Пензенское водохранилище в России и водохозяйственная система реки Меджерда в Алжире. Анализируется структура водопользования в названных речных бассейнах и дается последовательность обосновывающих водохозяйственных расчетов для реализации водохозяйственных проектов. Исследованы классические номограммы для оценки влияния коэффициента вариации годового стока на размеры полезного объема водохранилищ. Проведена серия расчетов на имитационной модели. Для бассейна Меджерды представлено несколько вариантов регулирования и перераспределения водных ресурсов между водохранилищами с учетом санитарно-экологического попуска в трансграничном створе. На примере Пензенского водохранилища анализируются наиболее существенные недостатки правил управления водными ресурсами. Обосновывается необходимость анализа репрезентативности и однородности гидрологических рядов, используемых в водохозяйственных расчетах. Приводится последовательность анализа водообеспеченности водохозяйственных систем в условиях многолетнего регулирования стока, от обоснования гидрологической информации до анализа результатов. Построены частные функции объема водохранилища в зависимости от обеспеченности покрытия водопотребления. Рассчитаны значения интенсивности прироста объема водохранилища в зависимости от коэффициента вариации при фиксированном значении автокорреляции.

Водохозяйственная система, водохозяйственный комплекс, многолетнее регулирование стока, объем водохранилища, обобщенные параметры стока и водопотребления, регулирование стока, номограммы для определения объема водохранилища, коэффициент вариации, коэффициент автокорреляции, имитационная водохозяйственная модель.

Введение. Проектное обоснование водохозяйственных систем строится на двух принципиальных позициях: принятой концепции развития водопотребления на рассматриваемом водном объекте и схеме водообеспечения участников водохозяйственного комплекса. Проблема осложняется в случае трансграничных водотоков [1]. Концепция развития водопотребления на планируемую перспективу зависит от общей стратегии размещения производительных сил. Расчетные объемы водопотребления и схема

водообеспечения в свою очередь формируют систему требований к водным ресурсам и режим регулирования стока.

Разумеется, каждый конкретный объект обладает только ему присущими особенностями, в ряде случаев приводящими к необходимости решения дополнительных научно-практических задач. Схема водообеспечения зависит от состава и местоположения водопотребителей и специфики водопользователей, таких, например, как гидроэнергетика, водный транспорт, водные