

УДК 574.5(282.247.11)+556.5"21"(063)

Бассейн Волги в XXI-м веке: структура и функционирование экосистем водохранилищ //

Сборник материалов докладов участников Всероссийской конференции. Ин-т биологии внутр. вод им. И.Д. Папанина РАН, Борок, 22-26 октября 2012 г. – Ижевск: Издатель Пермьяков С.А., 2012. – 380 с.

ISBN 978-5-9631-0147-6

В сборнике материалов Международной школы-конференции представлено содержание докладов участников по результатам изучения гидрологического, гидрохимического и биологического режима водохранилищ бассейна р. Волги в условиях изменяющихся факторов среды.

Сборник рассчитан на гидробиологов, ихтиологов и экологов широкого профиля.

Редакционная коллегия:

академик РАН, доктор биологических наук *Ю.Ю. Дзебуадзе*
доктор биологических наук *А.И. Копылов*
доктор географических наук *С.А. Поддубный*
доктор биологических наук *А.В. Крылов* (отв. редактор)

Проведение конференции осуществлено при поддержке РАН и гранта РФФИ 12-04-06094-г.

Сборник издан при поддержке гранта РФФИ 12-04-06094-г.

ISBN 978-5-9631-0147-6

© 2012 г. Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина, макет, оформление, верстка
© 2012 г. Коллектив авторов, текст

Подписано в печать 07.10.12.

Формат 60*84/8. Бумага офсетная. Гарнитура Times.

Усл.-печ.л. 44,18. Уч.-издл. 16,88. Заказ № 1377.1. Тираж 250 экз.

Издательство и типография ИП Пермьяков С.А.

426008, г. Ижевск, Кирова, 172.

цифровая-типография-ижевск.рф

Таблица 5. Содержание биогенных элементов в Ивановском водохранилище в период вегетации (май–октябрь): I — 1980–1990 гг. (по: Экологические проблемы ..., 2001); II — 2001–2003 гг. (по: Анучкин и др., 2004)

	NH ₄ ⁺ , мг/дм ³	NO ₂ ⁻ , мгN/ дм ³	NO ₃ ⁻ , мгN/ дм ³	PO ₄ ³⁻ , мкгP/ дм ³	Si, мг/ дм ³	Fe _{общ.} , мг/ дм ³
Волжский плес						
I	<u>0.03-0.52</u> 0.20	<u>0.001-0.017</u> 0.09	<u>0.27-1.40</u> 0.55	<u>24-150</u> 69	<u>0.1-2.2</u> 1.42	<u>0.3-1.25</u> 0.54
II	<u>0.02-0.85</u> 0.24	<u>0.003-0.027</u> 0.010	<u>0.023-0.91</u> 0.30	<u>16-166</u> 52	<u>0.1-1.9</u> 0.7	<u>0.1-1.4</u> 0.26
Шошинский плес						
I	<u>0.01-0.16</u> 0.08	<u>0.001-0.030</u> 0.009	<u>0.01-0.60</u> 0.26	<u>10-49</u> 36	<u>0.2-25</u> 1.2	<u>0.31-0.87</u> 0.48
II	<u>0.09-0.62</u> 0.28	<u>0.002-0.018</u> 0.007	<u>0.02-0.54</u> 0.21	<u>16-176</u> 55	<u>0.1-2.5</u> 1.1	<u>0.1-0.7</u> 0.3
Ивановский плес						
I	<u>0.01-0.29</u> 0.16	<u>0.003-0.025</u> 0.009	<u>0.16-1.22</u> 0.55	<u>29-87</u> 49	<u>0.1-3.0</u> 1.5	<u>0.19-0.82</u> 0.49
II	<u>0.025-0.39</u> 0.19	<u>0.02-0.019</u> 0.007	<u>0.002-0.77</u> 0.30	<u>16-156</u> 42	<u>0.4-1.0</u> 0.6	<u>0.1-1.5</u> 0.35

Таким образом, анализ гидрохимических характеристик верхневолжских водохранилищ за многолетний период показал, что по сравнению с началом 1970-х гг. наблюдается уменьшение концентраций хлоридов и сульфатов в воде водоемов, что можно объяснить уменьшением поступления этих загрязняющих веществ со сточными водами городов.

В Ивановском водохранилище за многолетний период произошло увеличение содержания органических веществ и биогенных элементов, что вызвано значительной антропогенной нагрузкой на водоем.

Поскольку качество воды Угличского водохранилища в значительной степени определяется составом вод, поступающих из Ивановского, а также составом сточных и диффузных вод, то можно предположить, что биогенная нагрузка на водоем за многолетний период увеличилась, что следует подтвердить дальнейшими исследованиями.

Список литературы

- Анучкин В.П., Григорьева И.Л., Ермолаев В.В., Черных Л.П. Трансформация качества воды мелководий Ивановского водохранилища под воздействием антропогенных факторов // Мат. Межд. конф. Экологические проблемы литорали равнинных водохранилищ. Казань, 2004. С. 6–8.
- Волга и ее жизнь. Л.: Наука, 1978. 350 с.
- Гидрохимическая характеристика верхневолжских водохранилищ в меженный период // Водные ресурсы. 2001. Т. 28, № 5. С. 606–614.
- Дебольский В.К., Григорьева И.Л., Комиссаров А.Б., Корчагина Я.П., Хрусталева Л.И., Чекмарева Е.А. Современная гидрохимическая характеристика реки Волга и ее водохранилищ // Вода: Химия и экология. 2010. № 11. С. 2–12.
- Экологические проблемы Верхней Волги. Ярославль, 2001. 427 с.

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЕ ПРОБЛЕМЫ РЕКРЕАЦИОННОГО ВОДОПОЛЬЗОВАНИЯ ИВАНЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

И.Л. Григорьева, Е.А. Чекмарева

*Ивановская НИС ГФБУН Институт водных проблем РАН, 117251, Тверская обл.,
г. Конаково, ул. Белавинская, 61-А, Irina_Grigorieva@list.ru, S_Taya@list.ru*

Под рекреационным водопользованием рядом авторов понимается деятельность населения, связанная с осуществлением различных видов рекреационных занятий (отдыха, спорта, туризма) на акватории и побережье рек и водоемов, которая оказывает прямое или косвенное (опосредованное) воздействие на качество воды и экосистемы водных объектов (Авакян и др., 1983; Ланцова, 2009; Ланцова и др., 2004). Следует отметить, что в рекреационное водопользование вовлекаются и акватории, и побережья водных объектов, т.к. при развитии рекреации используются как береговые зоны, так и аквальные комплексы, причём зачастую рекреационные нагрузки на побережья значительно выше нагрузок на акваторию. Воздействие рекреации на водные объекты может осуществляться как прямым путем (утечка нефтепродуктов, смыв загрязнений с тела, прикормка при рыболовстве, отбросы и отходы), так и косвенным (вторичное загрязнение при взмучивании донных отложений, поступление загрязнений с рекреационных территорий как с поверхностным, так и с подземным стоком и т.д.). Предъявляя определенные требования к гидрологическому и гидрохимическому режиму водохранилищ, рекреация вносит свой, в основном, негативный вклад в их геоэкологическое состояние.

При исследовании влияния рекреационного водопользования на экологическое состояние и качество воды водных объектов следует выделять две категории отдыха: организованный и неорганизованный (самодельный).

ный), которые существенно отличаются друг от друга (Григорьева и др., 2000; Ланцова, 2009; Ланцова и др., 2004, 2005).

При организованном отдыхе происходит равномерное распределение рекреационных нагрузок в течение года или сезона и по территории, в то время как при самодеятельном отдыхе распределение нагрузок во времени носит случайный (стихийный) характер и приурочено к конкретным участкам береговой зоны. При организованном отдыхе, в отличие от неорганизованного, планируется оптимальное размещение и размеры функциональных зон. При неорганизованном отдыхе отсутствуют элементы обустройства рекреационных территорий, а при организованном отдыхе они предусматриваются уже на стадии проекта.

Анализ литературных данных и многолетние исследования авторов на Ивановском водохранилище позволили выявить основные геоэкологические проблемы рекреационного водопользования водохранилищ и оценить влияние различных видов отдыха на качество воды водоема.

Ивановское водохранилище — крупный водоем комплексного назначения, расположенный в 130 км к северо-западу от г. Москва, в основном в пределах Конаковского района Тверской области. Создано водохранилище в 1937 г., относится к русловому типу. Мелководья с глубинами до 2 м занимает 48% водной площади водоема. Площадь водосборного бассейна составляет 41000 км², в ее пределах находятся 17 административных районов, 18 городов (Ланцова и др., 2004). В настоящее время водохранилище используется для водоснабжения г. Москвы, для выработки электроэнергии на Ивановской ГЭС, для охлаждения турбин Конаковской ГРЭС, судоходства, рыболовства и рекреации. Массовое рекреационное освоение водоема началось в 1970-е гг. и в дальнейшем только усиливалось.

На Ивановском водохранилище и его берегах широко развиты такие виды отдыха как купание, любительское рыболовство (особенно в зимний период), отдых с использованием маломерных судов (моторные лодки, катера, яхты, байдарки) и автотранспорта, сбор грибов, ягод и растительного сырья (лечебные травы), лыжные и велосипедные прогулки и походы и т.д. Из 183 км береговой зоны Ивановского водохранилища только 65% пригодны для рекреационного водопользования. Из них 29% пригодны для отдыха с использованием акватории и побережья, и 36% — для отдыха с использованием только акватории. Более 35% береговой линии водохранилища не пригодны для рекреационного использования вследствие антропогенного фактора и природных условий (Авакян и др., 1983). Благоприятные для рекреационного использования участки испытывают довольно значительные антропогенные нагрузки, что приводит к развитию процессов рекреационной дигрессии береговых и аквальных комплексов водохранилища.

Организованный отдых на территории Конаковского района представлен 36 учреждениями отдыха и оздоровления общей площадью 523 га (0.2% от общей площади района) (Постановление ..., 2008). Основная нагрузка на Ивановское водохранилище от различных комплексов отдыха происходит за счет выпуска сточных вод, пляжного отдыха, организации рыбалки и другое.

Исследование влияния рекреационного водопользования на качество воды и геоэкологическое состояние Ивановского водохранилища проводилось авторами летом 2002–2003 и 2010–2011 гг. по всей акватории водоема и на отдельных его участках, в частности на городском пляже г. Конаково. Летние периоды 2002 и 2010 гг. были жаркими, со средними температурами июля месяца 21.7 и 24.9 °С соответственно и с малым количеством осадков в июле (26 и 10 мм соответственно). Летний период 2003 г. был более прохладным, чем лето 2002 г., а лето 2011 г. было более прохладное, чем в 2010 г. Средняя июльская температура в 2003 г. составила 20.5 °С, а в 2011 г. она равнялась 22.2 °С.

Изменение гидрохимических показателей в воде Ивановского водохранилища в районе городского пляжа Конаково в течение выходного дня и нагрузка на пляж представлены в табл. 1.

Исследования показали, что к вечеру в воде водохранилища увеличиваются концентрации аммонийного иона и фосфатов (табл. 1). В 2010–2011 гг. в воде водохранилища в районе городского пляжа Конаково по сравнению с 2002–2003 гг. (табл. 2) увеличились концентрации фосфатов и нитратного аниона, т.е. наблюдается тенденция к ухудшению качества воды.

Таблица 1. Изменение гидрохимических показателей воды на пляже г. Конаково, июль 2010 г.

Время отбора проб воды	Нагрузка на пляж, человек	Температура воды, °С	Аммонийный ион, мг/дм ³	Нитрат-анион, мг/дм ³	Фосфаты, мг/дм ³
9:00—10:00	64	23.4	<u>0.2-0.27</u>	<u>0.6-0.74</u>	<u>0.018-0.028</u>
			0.25	0.64	0.023
14:00—15:00	1067	25.3	<u>0.15-0.32</u>	<u>0.62-0.76</u>	<u>0.018-0.032</u>
			0.23	0.68	0.024
19:00—20:00	740	24.7	<u>0.17-0.36</u>	<u>0.61-0.77</u>	<u>0.028-0.046</u>
			0.26	0.67	0.036

*В числителе — min и max; в знаменателе — среднее.

Купание, как массовый вид отдыха, вносит свой вклад в микробиологическое, биогенное и вторичное загрязнение водоема. Так человек в течение 10-минутного купания вносит в воду свыше 3 млрд. сапрофитных бактерий и от 100 тыс. до 20 млн. кишечных палочек (Соловьева, 1983). Кроме микробного загрязнения, каждый купающийся вносит в водоем в среднем 75 мг общего фосфора и 695 мг общего азота (Шамардина, 1975). Исходя из этого в летний сезон 2011 г. при нагрузке на городской пляж г. Конаково в 200 тыс. чел./дней привнос веществ в водохранилище составил: по азоту — 140 кг, по фосфору — 15 кг. Предыдущие

исследования (Ланцова и др., 2005) показали, что максимальные поступления общего азота и фосфора не превышают 900 и 100 кг соответственно, что соизмеримо с поступлением этих веществ в водохранилище с очищенными сточными водами г. Твери за 3 часа. Можно констатировать, что влияние купания на водоем кратковременно, локально и незначительно, но поскольку Ивановское водохранилище имеет статус эвтрофного водоема, то любое дополнительное внесение биогенов негативно сказывается на его геоэкологическом состоянии.

Таблица 2. Изменение гидрохимических показателей воды в районе городского пляжа г. Конаково в различные годы в выходной день

Год	Температура воздуха за летний период, °С	Температура воды, °С	Нагрузка, чел.	Аммонийный ион, мг/дм ³	Нитрат-анион, мг/дм ³	Фосфаты, мг/дм ³
2002	<u>11-32</u> 23	26.5	1400	<u>0.03-0.05</u> 0.33	<u>0.08-0.14</u> 0.11	<u>0.006-0.031</u> 0.016
2003	<u>5-29</u> 19	26.7	1522	<u>0.4-0.71</u> 0.54	<u>0.11-0.17</u> 0.15	<u>0.001-0.031</u> 0.008
2010	<u>8-39</u> 26	27.5	1067	<u>0.15-0.36</u> 0.25	<u>0.55-0.77</u> 0.66	<u>0.018-0.046</u> 0.028
2011	<u>16-32</u> 24	27.5	1007	<u>0.19-0.42</u> 0.29	<u>0.35-0.60</u> 0.44	<u>0.003-0.058</u> 0.013

*В числителе — min и max; в знаменателе — среднее.

Под воздействием массового купания в мелководных зонах водохранилища, по сравнению с русловой частью, наблюдается увеличение концентраций сульфатов, аммонийного иона, нитратов и нитритов, общего фосфора, БПК₅ (Григорьева и др., 2005).

В результате рекреационного использования береговой зоны водохранилищ существенно изменяются почвенно-растительные условия береговых комплексов. Уплотнение и истирание верхнего горизонта почв, нарушение (или уничтожение) травяного покрова изменяют интенсивность и характер плоскостного смыва с территории, и просачивание осадков и их прохождение по почвенному профилю, а, следовательно, скорость и глубину поступления поверхностных загрязнений в почву (Рекреационное использование ..., 1990). В местах высокой плотности отдыхающих в береговой зоне Ивановского водохранилища в верхних горизонтах плотность почвы увеличивается с 2.4–2.5 до 2.7–2.8 г/см³. В местах интенсивной рекреационной нагрузки увеличивается содержание загрязняющих веществ в почвах, по сравнению с фоновыми участками (Григорьева и др., 2005).

В 2003 г. по подсчетам авторов фактическая нагрузка от организованного отдыха на пляжи пансионатов и домов отдыха за летний сезон составила 53 тыс. чел./дней, а в 2010 г. 58 тыс. чел./дней. Исходя из того, что номерной фонд средств размещения отдыхающих Конаковского района, большинство из которых находится на берегу Ивановского водохранилища, составляет около 2783 койко-мест (Цышук, 2011), то полная нагрузка на Ивановское водохранилище от организованного отдыха за год может составить около 1000000 чел./дней, что сопоставимо с данными предыдущих исследований (Григорьева и др., 2000; Ланцова и др., 2004). Таким образом, в последние 30 лет количество организованных отдыхающих на Ивановском водохранилище остается практически на одном уровне.

Любительское рыболовство — один из видов рекреационного водопользования Ивановского водохранилища. Летом ловля рыбы чаще всего осуществляется с использованием маломерных судов (до 90%) (Авакян и др., 1983). Зимняя рыбалка особенно популярна среди рыбаков, в зимний период за день водохранилище могут посетить, по нашим расчетам, до 5 тыс. человек в будний день и 6–10 тыс. человек в выходной день. Количество рыболовов-любителей за зимний сезон может составить порядка 180000 человек, в летний период — не более 40000 человек. Исходя из результатов предыдущих исследований (Григорьева и др., 2000; Ланцова и др., 2004) можно заключить, что количество рыбаков-любителей на водохранилище остается на уровне 80-х гг. прошлого столетия, а максимальное количество их наблюдалось в 90-е годы прошлого столетия.

Таблица 3. Количество загрязняющих веществ (т), поступивших со сточными водами предприятий и ЖКХ Конаковского района в Ивановское водохранилище в 2008 г.

Показатель	Значение
Сухой остаток	4777
Взвешенные вещества	177
Нефтепродукты	1
Сульфаты	493
Хлориды	513
Азот аммонийный	14.7
Нитрат-ион	855.5
Нитрит-ион	3.15
Фосфаты	27

Отрицательное влияние рыбалки выражается в поступлении в Ивановское водохранилище различных загрязняющих веществ (продукты жизнедеятельности, мусор, прикормка). В целом, за год объемы поступления могут составить до 34 т взвешенных веществ, что составляет 19% от поступления со сточными водами от всех очистных сооружений Конаковского района (табл. 3); 5 т хлоридов — около 1% от стоков сточных вод; 2 т фосфатов — 7.4% и 5 т азота аммонийных солей — 34% от поступления со сточными водами.

На Ивановском водохранилище происходит активный отдых с использованием водной техники. Маломерный флот служит одним из источников загрязнения водоемов нефтепродуктами и канцерогенными веществами, в частности бенз(а)пиреном. Расчеты, проведенные для Ивановского водохранилища, показали, что от использования подвесных лодочных моторов за сезон в водохранилище поступает

3.5–5.9 т нефтепродуктов, что составляет от 3 до 9% общего поступления нефтепродуктов в водоем (Ланцова, 2009). По данным государственной инспекции маломерного флота по состоянию на 01.08.2010 г. в Конаково и

Конаковском районе зарегистрировано в целом 4572 единиц водной техники. По сравнению с концом 1970-х гг., когда количество маломерных судов было около 6400 единиц (Авакян и др., 1986), произошло уменьшение нагрузки на водоем по этому виду рекреации.

Для Ивановского водохранилища характерно развитие отдыха с использованием автотранспорта, благодаря которому в мелководную зону водоема поступают нефтепродукты, органические вещества, продукты жизнедеятельности. Наши исследования показали, что по сравнению с концом прошлого века, в выходной день значительно уменьшилось количество отдыхающих на личном автотранспорте. Это может быть связано, прежде всего, с тем, что на побережье Ивановского водохранилища осталось незначительное количество свободных от застройки территорий и от того, что количество неорганизованных отдыхающих, в целом, снизилось и составляет по нашим подсчетам не выше 1.5 млн. человек (табл. 4), тогда как в 1980-е гг. оно составляло порядка 2.5 млн. человек (Григорьева и др., 2000).

Таблица 4. Структура неорганизованного отдыха на Ивановском водохранилище в различные годы (1989/1998/2011)

Дни недели	Всего человек	Категории отдыха		
		Палаточный туризм	Отдых с использованием маломерного моторного флота	Отдых с использованием автотранспорта
В будний день	4390/2580/2052	3150/1650/1500	1150/260/40	90/670/512
В выходной день	6750/7270/8730	4950/2500/7500	1250/270/230	550/4500/1000

Примечание. Данные за 1989 и 1998 гг. (по: Ланцова и др., 2005).

Для минимизации отрицательного влияния рекреационного водопользования на береговые и аквальные комплексы водохранилищ необходимо выявление участков, подверженных развивающейся дигрессии и проведение рекультивационных и природоохранных мероприятий. Кроме того необходимо перераспределение потоков отдыхающих с перегруженных участков на более свободные за счет прокладки дополнительных дорог и организации обустроенных общественных пляжей.

Список литературы

- Авакян А.Б., Бойченко В.К., Салтанкин В.П. Некоторые вопросы рекреационного использования водохранилищ // Водные ресурсы. 1986. № 3. С. 77–84.
- Авакян А.Б., Бойченко В.К., Салтанкин В.П. Рекреационное использование водных объектов Московской области (состояние, проблемы, перспективы) // Водные ресурсы. 1983. № 4. С. 125–133.
- Григорьева И.Л., Ермолаев В.В., Каманина И.З., Никитинская Т.Н. Экологические аспекты развития рекреации на Ивановском водохранилище и в его береговой зоне // Мат. II Всерос. научно-практ. конф. «Туризм и устойчивое развитие регионов». Тверь, 2005. С. 73–76.
- Григорьева И.Л., Ланцова И.В., Тулякова Г.В. Геоэкология Ивановского водохранилища и его водосбора. Конаково, 2000. 248 с.
- Ланцова И.В. Рекреационное водопользование как фактор формирования качества воды // Вода: Химия и экология. 2009. № 2. С. 2–7.
- Ланцова И.В., Григорьева И.Л., Тихомиров О.А. Водохранилища как объект рекреационного использования. Тверь: Тверской гос. ун-т. 2004. 160 с.
- Ланцова И.В., Григорьева И.Л., Тихомиров О.А. Геоэкологические проблемы рекреационного использования Ивановского водохранилища // Водные ресурсы. 2005. Т. 32, № 1. С. 115–122.
- Постановление главы Конаковского района «О рассмотрении показателей государственной кадастровой оценки земель особо охраняемых территорий и объектов Конаковского района» от 26 августа 2003 г. № 683, с поправками от 1.03.2008 г.
- Рекреационное использование водохранилищ. Проблемы и решения. М.: Наука, 1990. 152 с.
- Соловьева Т.А. Купание как причина загрязнения воды // Гигиена и санитария. 1953. № 3. С. 55–58.
- Цыцук Г.Ю. Исследование туристских ресурсов с целью формирования муниципальной долгосрочной целевой программы развития туризма // Сб. научн. тр. II Межрегиональной научно-практич. конф. «Стратегии развития туристского комплекса региона». 24 ноября 2011 г. Конаково. С. 88–98.
- Шамардина И.П. Борьба с антропогенным эвтрофированием водоемов // Итоги науки и техники. М., 1975. Т. 2. С. 100–126.

ФИТОПЛАНКТОН И БИОГЕНЫ ВОЛГОГРАДСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

И.Н. Далечина, С.А. Мосияш, И.Г. Филимонова

Саратовское отделение ФГБНУ «ГосНИОРХ»,
410002, Саратов, ул. Чернышевского, 152, gosniorh@mail.ru

Количественная оценка направленности, темпов и стабильности процессов развития экосистем водохранилищ имеет большое значение. Представляется актуальной проблема оценки устойчивости, которая является первичным свойством экосистем, обеспечивающим их существование. При разнообразной интерпретации понятия «устойчивость» (Розенберг, 1986; Михайловский, 1988) мы приняли за устойчивостью способность экосистемы противостоять внешним возмущающим воздействиям и сохранять свои внутренние взаимосвязи.