

И. Л. Григорьев



Институт биологии внутренних вод им. И.Д. Папанина РАН

Институт проблем экологии и эволюции
им. А.Н. Северцова РАН

**АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ
РАЦИОНАЛЬНОГО
ИСПОЛЬЗОВАНИЯ
БИОЛОГИЧЕСКИХ РЕСУРСОВ
ВОДОХРАНИЛИЩ**

РЫБИНСК
2005

УДК [574.5+556.53+556.55](282.247.41)

ББК 26.222.6(Яр)

А 43

Актуальные проблемы рационального использования биологических ресурсов водохранилищ. – Рыбинск: Изд-во ОАО «Рыбинский Дом печати», 2005. – 339 с. Ил. 67. Табл. 58.

Topical Problems of Rational Exploitation of Biological Resources in Reservoirs. – Rybinsk, 2005. – 339 p.

В книге представлены работы по следующим направлениям: вопросы теории функционирования водных экосистем; многолетние изменения в сообществах и экосистемах водохранилищ в связи с антропогенным воздействием и эвтрофированием; реакции организмов и сообществ гидробионтов на изменения окружающей среды; инвазии чужеродных видов в водохранилища и их отдаленные экологические последствия; рациональное использование рыбных ресурсов водохранилищ; управление водными ресурсами; эколого-географические и социальные изменения в бассейнах рек при создании крупных водохранилищ; особенности гидрологического и гидрохимического режимов и проблемы формирования качества воды в водохранилищах.

Научные редакторы:

Е. И. Извеков, А. С. Литвинов, В. К. Голованов

Книга печатается по решению Ученого совета ИБВВ РАН
от 26 ноября 2004 г.

*Издание осуществлено при финансовой поддержке программы
«Фундаментальные основы управления биологическими ресурсами»*

© Институт биологии внутренних вод РАН, 2005

© Институт проблем экологии и эволюции РАН, 2005

ISBN 5-88697-127-0

УДК 556.08+555.7

АБИОТИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ КАЧЕСТВА ВОДЫ ИВАНЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

И.Л. Григорьева¹, И.В. Ланцова²

¹ Институт водных проблем РАН, Москва, Россия, grigor@aqualaser.ru

² Дубнинская ИЭЛ ФГБУ «Центррегионводхоз», Дубна, Россия,
irina_lantsova@mail.ru

Формирование качества воды в водохранилищах обусловлено многими абиотическими, биотическими и антропогенными факторами. Среди абиотических факторов наиболее существенное воздействие на функционирование водных экосистем и качество воды в водохранилищах оказывает изменение гидрологического режима реки при зарегулировании ее стока. Кроме того, на показатели качества воды влияют природно-климатические условия, водность года, положение водохранилища в каскаде, сезонная и суточная динамика внутриводоемных процессов, связанных с действием как физико-химических (температура, прозрачность, процессы сорбции, десорбции, седиментации, выщелачивания и др.), гидрологических (скорость течения и интенсивность турбулентного перемешивания, морфометрия, глубина и т.д.), так и биотических факторов (численность, видовой состав гидробионтов, их миграции и др.) (Водохранилища ..., 1989).

Иваньковское водохранилище – водоем долинного типа, относящийся по своему объему (1.12 км³) к средним водохранилищам. По морфологическим особенностям котловины подразделяется на три плеса: Волжский, Иваньковский и Шошинский. Особенностью водохранилища является его мелководность: глубины до 2 м составляют около 48% водной площади водоема (Иваньковское водохранилище ..., 1978). Химический состав воды водохранилища в значительной степени определяется гидрохимическим режимом основных притоков Волги и р. Тверцы, водный сток которых составляет более 80% общего притока воды в водоем. На долю притоков Шошинского плеса – рек Шоша и Лама – приходится около 11% притока воды в водоем. Важный фактор формирования химического состава вод Иваньковского водохранилища – поступление загрязняющих веществ (ЗВ) из точечных и диффузных источников, в результате чего не только увеличивается содержание некоторых ионов (натрий, хлориды, сульфаты), но и изменяется соотношение одно- и двухвалентных катионов (Гидрометеорологический режим ..., 1975).

Иваньковское водохранилище расположено в регионе, интенсивно освоенном в промышленном и сельскохозяйственном отношении, что определяет довольно высокий уровень антропогенных нагрузок на его водные и наземные экосистемы. Площадь водосборного бассейна водохранилища 41 тыс. км², здесь расположено 17 административных районов и 18 городов.

Основу промышленного производства составляют энергетика, легкая, машиностроительная и химическая промышленность, развиты также пищевая, целлюлозно-бумажная и деревообрабатывающая промышленность. Энергетический комплекс региона представлен Конаковской ГРЭС и тремя ТЭЦ, расположенными в г. Тверь. Все электростанции отводят нормативно-чистые и нормативно-очищенные воды непосредственно в Иваньковское водохранилище. Всего в бассейне находится 316 промышленных предприятий. В водные объекты сбрасывают сточные воды 85 предприятий, остальные неочищенные стоки направляются на городские станции очистки. В настоящее время (согласно госотчетности 2 ТП-водхоз) ЗВ поступают в водные объекты региона из 146 выпусков промышленных и хозяйственно-бытовых сточных вод, 26 из которых расположены в водоохранной зоне Иваньковского водохранилища (без учета г. Тверь) (Иваньковское водохранилище..., 2000).

Объем сточных вод, поступающих в водоемы Тверской области, за период с 1990 по 1999 г. сократился с 225.19 до 161.08 млн. м³. Масса ЗВ, содержащихся в сточных водах, уменьшилась за этот же период с 364.04 до 103.82 тыс. т. Дозы внесения минеральных удобрений на сельскохозяйственные поля были снижены в 90-е годы по сравнению с 80-ми в 10–15 раз.

Спад промышленного и сельскохозяйственного производства на исследуемой территории в 90-е годы не привел к значительному улучшению экологической обстановки, а в некоторых случаях даже ухудшил ее. Это, прежде всего, является следствием интенсивной застройки водоохранной зоны водоема в последнее десятилетие. Так, количество садовых товариществ в береговой зоне водохранилища только по Конаковскому району возросло за последние 20 лет с 25 до 123, а площадь их увеличилась с 185.72 до 2673.68 га. Весьма интенсивно ведется строительство индивидуальных коттеджей в непосредственной близости от воды. При этом бытовые сточные воды сбрасываются прямо в водоем. Значительная антропогенная нагрузка на водосборный бассейн водохранилища и несоблюдение Постановления правительства РФ № 1404 от 23 ноября 1996 г. «Об утверждении Положения о водоохранной зоне водных объектов и их прибрежных защитных полосах» привело к значительному ухудшению качества воды Иваньковского водохранилища.

Превышение ПДК в последние годы наблюдается по таким показателям, как БПК₅, содержание меди, нефтепродуктов, общего железа, марганца, формальдегида, аммонийного азота. В водохранилище усиливаются процессы эвтрофирования, зарастания и заболачивания мелководий.

На участке водосбора от г. Твери до г. Дубны на формирование качества воды водохранилища влияние оказывают:

- химический сток малых притоков (рр. Орша, Созь, Дойбица, Донховка, Сучок, Инюха и др.);
- поступление загрязняющих веществ с грунтовыми водами через разгрузку в ложе и берега водохранилища и поступление сточных вод из 26 выпусков;
- рассредоточенный сток с береговой зоны, в которой расположены две птицефабрики: «Красный луч» (с. Городня) и «Завидовская» (п. Мокшино);
- многочисленные дачные кооперативы, пансионаты, турбазы, индивидуальные коттеджи, ряд населенных пунктов, крупнейший из которых – г. Конаково с населением 46 тыс. человек;
- сельскохозяйственные поля и животноводческие фермы.

Все перечисленные факторы приводят к ухудшению качества воды от входного створа к замыкающему.

Наши исследования показали, что ведущими абиотическими факторами формирования качества вод Иваньковского водохранилища, являются: химический состав воды основных притоков (рр. Волга и Тверца); объем притока воды в водохранилище как с поверхностным, так и с подземным стоком; уровенный режим; температура воздуха, а также количество и качество атмосферных осадков.

Качество воды в реках и водоемах, во многом определяющее состояние водных экосистем, в значительной степени связано с водностью исследуемого периода. В многоводные годы условия разбавления сточных вод в водоемах несколько улучшаются. Вместе с тем, именно в такие годы в воде нередко наблюдаются максимальные концентрации биогенных элементов и пестицидов, что объясняется интенсивным выносом их со склоновым стоком. В маловодные годы склоновый сток часто отсутствует и возможность попадания этих веществ в водоемы минимальна (Короневич, 2000).

Исследование влияния водности года на качество воды Иваньковского водохранилища проводилось нами по результатам собственных наблюдений 1997 и 1998 гг. в створе Плоски (Волжский плес). В 1997 г. объем притока воды в водохранилище был ниже среднего многолетнего (9950 млн. м³) и составил 8990 млн. м³. 1998 г. был годом повышенной водности, когда объем притока в водоем достиг 13676 млн. м³. В год

с повышенной водностью в створе Плоски были зафиксированы более высокие концентрации нитратного азота и повышенные значения перманганатной окисляемости по сравнению с 1997 г. (рис. 1, 2), что подтверждает выводы Н.И. Коронкевича (2001).

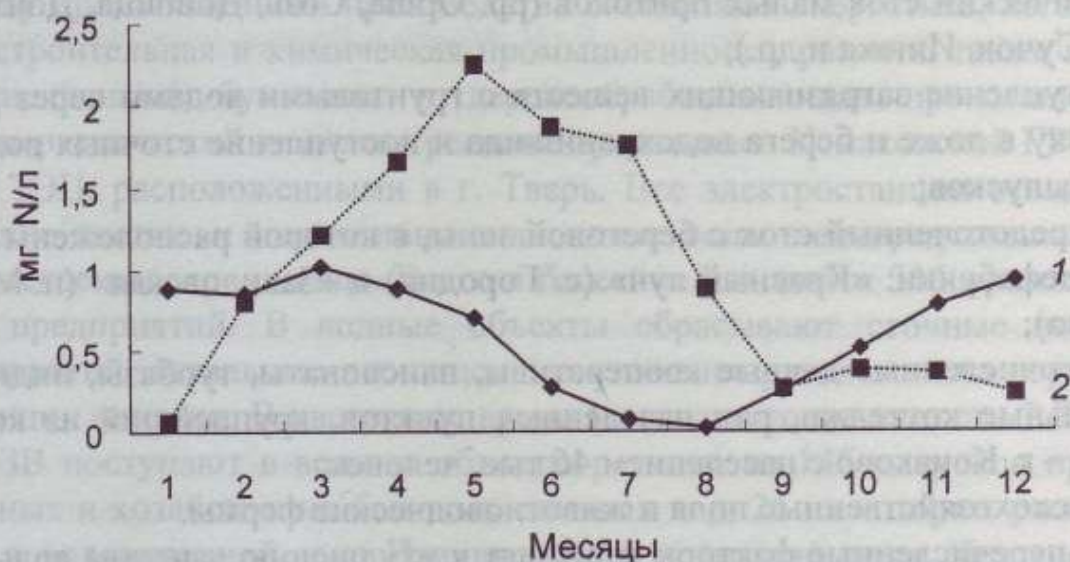


Рис. 1. Динамика среднемесячных концентраций азота в воде Иваньковского водохранилища (створ Плоски) в 1997 (1) и 1998 (2) гг.



Рис. 2. Динамика среднемесячных значений окисляемости в воде Иваньковского водохранилища (створ Плоски) в 1997 (1) и 1998 (2) гг.

Межсезонная изменчивость качества воды Иваньковского водохранилища рассматривалась по результатам мониторинговых наблюдений

(Дубнинская ИЭЛ ФГБУ «Центррегионводхоз») 2001 года, когда объем притока воды составил около 8600 млн. м³, в то время как в предыдущем 2000 г. он был равен 11304 млн. м³.

В таблицах 1 и 2 представлены концентрации основных показателей качества воды водохранилища в периоды зимней и летней межени.

Таблица 1

Гидрохимические показатели качества воды Иваньковского водохранилища в период зимней межени 2001 г. (по данным Дубнинской ИЭЛ ФГБУ «Центррегионводхоз»)

| Показатели | ПДК | Створ наблюдений | | | | |
|---------------------------|---------|------------------|------------------|-----------------|---------------|--------|
| | | Город- ня | Безбо- родово | Кара- чарово | Кона- ково | Дубна |
| pH | 6.5–8.5 | 7.7 | 7.5 | 7.5 | 7.6 | 7.8 |
| Цветность, градусы | 30 | 120 | 140 | 110 | 110 | 110 |
| ХПК, мг О/л | 30 | 54 | 62 | 104 | 83 | 170 |
| БПК ₅ , мг О/л | 2 | 3.2 | 5.1 | 4.3 | 3.9 | 4.1 |
| O ₂ , мг/л | 4–6 | 5.6 | 4.1 | 10.9 | 11.4 | 11.8 |
| Щелочность, моль/л | – | 2.4 | 4.9 | 3.2 | 3.2 | 3.1 |
| Жесткость, ммоль/л | – | 2.8 | 4.9 | 3.2 | 3.2 | 3.2 |
| Хлориды, мг/л | 300 | 5 | 8 | 5.8 | 5.5 | 5.8 |
| Сульфаты, мг/л | 100 | 3 | 11 | 10 | 16 | 10 |
| Ион аммония, мг/л | 0.5 | 0.3 | 0.9 | 0.6 | 0.6 | 0.5 |
| Нитрат-ион, мг/л | 40 | 2.4 | 2.2 | 3.0 | 2.4 | 3.0 |
| Нитрит-ион, мг/л | 0.08 | < 0.01 | 0.023 | < 0.01 | 0.01 | < 0.01 |
| Фосфат-ион, мг/л | 0.61 | 0.15 | 0.67 | 0.71 | 0.68 | 0.7 |
| Железо общее, мг/л | 0.1 | 0.6 | 0.5 | 0.4 | 0.8 | 0.5 |
| Марганец, мг/л | 0.01 | < 0.05 | 0.06 | 0.07 | 0.08 | 0.08 |

Качество воды водохранилища в зимний период по многим показателям было неудовлетворительным, что связано с уменьшением объема водохранилища в результате зимней сработки. Прежде всего следует отметить высокую цветность воды и превышение ПДК по общему железу в 4–12 раз во всех створах наблюдений. В зимний период наблюдался значительный дефицит кислорода в воде Шошинского плеса. В феврале превышение ПДК зафиксировано для значений ХПК и БПК₅ во всех створах наблюдений. Повышенные концентрации меди отмечены в створах Конаково и Дубна, цинка – в створах Безбородово, Конаково и Дубна, свинца – в створах Конаково и Дубна.

Таблица 2

Гидрохимические показатели качества воды Иваньковского водохранилища
в период летней межени 2001 г. (по данным Дубнинской ИЭЛ ФГВУ
«Центррегионводхоз»)

| Показатели | ПДК | Створ наблюдений | | | | |
|---------------------------|---------|------------------|------------------|-----------------|---------------|--------|
| | | Город- ня | Безбо- родово | Кара- чарово | Кона- ково | Дубна |
| рН | 6.5–8.5 | 8.2 | 8.8 | 8.7 | 8.5 | 8.3 |
| Цветность, градусы | 30 | – | 115 | 110 | 132 | 106 |
| ХПК, мг О/л | 30 | 54 | 20 | 27 | 197 | 61 |
| БПК ₅ , мг О/л | 2 | 2.3 | 7.1 | 5.3 | 7.0 | 6.6 |
| О ₂ , мг/л | 4–6 | 5.6 | 6.1 | 7.7 | 7.4 | 7.4 |
| Щелочность, моль/л | – | 2.4 | 2.8 | 2.4 | 2.4 | 2.2 |
| Жесткость, ммоль/л | – | 2.4 | – | – | – | – |
| Хлориды, мг/л | 300 | 4.2 | 5.1 | 4.5 | 4.7 | 4.4 |
| Сульфаты, мг/л | 100 | 15 | 15 | 11 | 14 | 12 |
| Ион аммония, мг/л | 0.5 | 0.2 | 0.18 | 0.3 | 1.1 | 0.13 |
| Нитрат-ион, мг/л | 40 | 1.2 | < 0.01 | < 0.01 | < 0.01 | < 0.01 |
| Нитрит-ион, мг/л | 0.08 | 0.051 | 0.019 | 0.013 | 0.009 | 0.027 |
| Фосфат-ион, мг/л | 0.61 | 0.16 | 0.24 | 0.019 | 0.44 | 0.48 |
| Железо общее, мг/л | 0.1 | 0.11 | 0.28 | – | 0.5 | 0.3 |
| Марганец, мг/л | 0.01 | < 0.05 | < 0.05 | < 0.05 | < 0.05 | – |

В марте в обследованных створах отмечено также превышение ПДК для марганца, нитрит-иона и иона аммония, что связано с таянием снега и поступлением загрязняющих веществ с поверхностным стоком с водосборных бассейнов притоков. Для интегральной характеристики качества воды водотоков использовали «индекс загрязненности вод» (ИЗВ).

В таблице 3 представлены значения индекса загрязненности вод (ИЗВ) и содержание приоритетных загрязняющих веществ в створах наблюдений в зимний период 2001 г. ИЗВ в этот период изменялся в широком диапазоне – от 2.4 (в створе р. Волга – г. Тверь) до 16.3 (Иваньковское водохранилище – д. Безбородово). Высокие значения ИЗВ, соответствующие классу «очень грязные воды», отмечены в створах Иваньковское водохранилище – г. Конаково и канал им. Москвы – 1-я паромная переправа (г. Дубна).

Таблица 3

Значения ИЗВ в створах Иваньковского водохранилища и р. Волги
в период зимней и летней межени 2001 г.

| Водный объект, пункт наблюдений | Зима | | Лето | |
|---|------|---------------------------|------|---------------------------|
| | ИЗВ | качество воды | ИЗВ | качество воды |
| 1. р. Волга – д. Ребеево | 3.8 | загрязненная | 1.9 | умеренно- загрязненная |
| 2. р. Волга – г. Тверь | 2.4 | умеренно- загрязненная | 2.2 | » |
| 3. р. Волга – с. Городня | 2.6 | » | 2.2 | » |
| 4. Иваньковское в-ще – д. Безбородово | 16.3 | чрезвычайно грязная | 1.4 | » |
| 5. Иваньковское в-ще – п/о Карачарово | 3.9 | загрязненная | 1.5 | » |
| 6. Иваньковское в-ще – г. Конаково | 9.0 | очень грязная | 3.6 | загрязненная |
| 7. Канал им. Москвы – 1-я паромная переправа | 8.4 | » | 1.8 | умеренно- загрязненная |

В период половодья (апрель–май) во всех створах отмечалось повышение цветности воды, концентраций иона аммония и общего железа, значений ХПК, что связано с интенсивным поступлением органического вещества с водами половодья, обусловленным природными факторами – большой заболоченностью и заторфованностью водосборных бассейнов основных и малых притоков Иваньковского водохранилища. Отмечалось уменьшение значений щелочности и жесткости в связи с поступлением маломинерализованных талых вод. По сравнению с периодом зимней межени (февраль) следует отметить снижение БПК₅ и концентраций тяжелых металлов (свинец, цинк, медь), связанное с увеличением объема водного стока рек и наполнением водохранилища после периода сработки (декабрь–март). После схода ледяного покрова на реках и в водохранилище устанавливался благоприятный кислородный режим.

Качество воды в водохранилище во входном (Городня) и замыкающем створах (Дубна) характеризовалось классом умеренно-загрязненных вод, в створах Конаково и устье Мошковического залива – классом загрязненных вод. Качество воды основных притоков рр. Волги и Тверцы характеризовалось классом умеренно-загрязненных вод.

В период летней межени для всех створов отмечалось снижение качества воды по большинству гидрохимических показателей, за исключением БПК₅. В осенний период (сентябрь–ноябрь) во всех створах было зафиксировано улучшение качества воды практически по всем показателям.

Превышение ПДК было отмечено по содержанию общего железа в створах р. Волга – г. Тверь (8 ПДК), р. Волга – с. Городня (4 ПДК), Ивановское водохранилище – д. Безбородово (2 ПДК), Ивановское водохранилище – г. Конаково (5 ПДК), Ивановское водохранилище – устье Мошковичского залива (4 ПДК). Превышение предельно допустимых концентраций по ХПК наблюдалось практически во всех створах (1.3–4 ПДК). Наибольшие значения БПК₅ были отмечены в Волге и малых притоках, в водохранилище значения БПК₅ по сравнению с летним периодом упали более чем в 3 раза.

Таким образом, посезонная оценка качества воды исследуемых водных объектов показала, что наихудшее качество воды водохранилища наблюдается в периоды зимней межени и весеннего половодья, а наиболее удовлетворительное – в осенний период.

Роль гидрометеорологических факторов в формировании качества воды водохранилища оценивали по результатам наблюдений в летние периоды 1992 и 1993 гг. Объемы притока в водохранилище были примерно одинаковыми, а различными были средние за сезон значения уровней воды, количество выпавших на акваторию водоема осадков, температура воздуха. Неодинаковая гидрометеорологическая ситуация в исследуемые периоды обусловила различия некоторых показателей качества воды в сравниваемые годы (табл. 4).

Таблица 4

Средние за сезон значения гидрометеорологических характеристик и показателей качества воды в транзитном потоке Ивановского водохранилища (створ Плоски) в летние периоды 1992 и 1993 гг.

| Характеристика, показатель | 1992 г. | 1993 г. |
|------------------------------------|---------|---------|
| Объем притока воды, м ³ | 1221 | 1353 |
| Уровень воды, м БС | 123.72 | 123.98 |
| Температура воздуха, °С | 18.2 | 16.2 |
| Сумма осадков, мм | 131 | 281 |
| Цветность воды, градусы | 50 | 52 |
| рН | 7.9 | 7.7 |
| Растворенный в воде кислород, мг/л | 7.7 | 8.3 |
| Гидрокарбонатный ион, мг/л | 136 | 115 |
| Сульфат-ион, мг/л | 18 | 22 |
| Хлорид-ион, мг/л | 8.8 | 7.6 |
| Минеральный фосфор, мг Р/л | 0.040 | 0.026 |
| Аммонийный азот, мг N/л | 0.43 | 0.62 |
| Нитратный азот, мг N/л | 0.56 | 1.17 |

В формировании качества воды Ивановского водохранилища, а также его основных и малых притоков существенная роль принадлежит грунтовым водам. По нашим расчетам, доля подземной составляющей в питании рек Волга, Тверца, Шоша и Лама в среднем составляет от 32 до 38%, а по годам может варьировать от 23 до 44%; по расчетам Н.П. Ахметьевой (Иваньковское водохранилище ..., 2000) в питании Ивановского водохранилища на долю подземных вод за счет разгрузки в берега и ложе приходится 9%.

Исследования химического состава грунтовых вод прибрежной зоны Ивановского водохранилища ведутся сотрудниками Института водных проблем РАН в течение последних 25 лет (Ахметьева и др., 1991; Григорьева и др., 2000; Ивановское водохранилище ..., 2000).

Установлено, что определяющую роль в формировании качества грунтовых вод (ГВ) играют рассредоточенные источники загрязнения. Основные поставщики загрязняющих веществ – атмосферные осадки, минеральные и органические удобрения, автотранспорт и т.д. Загрязнение грунтовых вод происходит локально, на отдельных участках, и основными ЗВ являются аммонийные и нитратные азотные соединения, в меньшей степени – сульфаты, хлориды, тяжелые металлы и органические соединения. Наиболее загрязнены грунтовые воды на территории теплиц, близ животноводческих ферм, на территории населенных пунктов, промышленных площадок, вдоль автострад, в ареале влияния птицефабрик.

Оценка современного состояния качества грунтовых вод и выявление многолетних тенденций изменения их химического состава проводились нами методом картирования содержания в грунтовых водах основных загрязнителей (нитраты и сульфаты). Были построены схематические карты распределения сульфат-иона в грунтовых водах по состоянию на 1973–1974 гг. и на конец 90-х годов, а также нитратного азота по состоянию на конец 90-х годов.

Выявлено, что за последние 25 лет произошло довольно значительное загрязнение ГВ сульфат-ионом. Так, если в середине 70-х годов его концентрации в основном были не выше 50 мг/л и лишь на отдельных участках достигали (или немного превышали 100 мг/л), то в настоящее время на большей части исследуемой территории отмечены концентрации более 100 мг/л, а в ареале влияния атмосферных выбросов г. Твери наблюдаемые значения (250 мг/л) превышают ПДК.

Динамику содержания нитратного азота в ГВ прибрежной зоны оценивали путем сравнения нашей карты с картой распределения нитратного азота в ГВ по состоянию на конец 80-х годов (Ахметьева и др., 1991). Особенно неблагоприятная ситуация по загрязнению ГВ нитратным азотом наблюдалась в середине 80-х – начале 90-х годов, для которых харак-

терны наибольшие дозы вносимых в почву удобрений. В 1984–1985 гг. максимальное содержание нитратного азота (80–100 мг/л) было зафиксировано в низовье р. Дойбица на полях Завидовской птицефабрики, а также в низовьях р. Инюха на картофельных полях Шошинского совхоза. Наиболее высокие концентрации нитратного азота в ГВ, по наблюдениям Н.П. Ахметьевой и М.В. Лолы в 1991 г., достигали 153 мг/л (Ахметьева и др., 1991). В последние годы наблюдается снижение максимальных концентраций нитратов до 15–45 мг/л на индивидуальных участках, на землях птицефабрик и под теплицами, но в целом загрязнение ГВ нитратами продолжает расти. В воде 40% обследованных водопунктов концентрация нитратного азота превышала ПДК (10 мг/л).

Наряду с построением карт проводился анализ содержания основных загрязняющих веществ в ГВ как по ключевым участкам, так и по участкам, испытывающим различную антропогенную нагрузку за многолетний период.

Практически повсеместное увеличение концентраций сульфат-иона в грунтовых водах свидетельствует об общем загрязнении окружающей среды и выпадении кислых осадков, обусловленных выбросом в атмосферу серы местными промышленными предприятиями и трансграничным переносом.

Помимо увеличения концентраций нитратов, в грунтовых водах на удобряемых участках растет также содержание хлоридов, натрия и калия. На тех участках водоохранной зоны, где антропогенная нагрузка была снята или уменьшена, наблюдается устойчивая тенденция к снижению концентраций этих ингредиентов, хотя они еще далеки от фоновых значений.

Уменьшения выноса минерального азота в водоем через разгрузку в ложе и берега в последние годы не произошло. В настоящее время объем выноса азота с ГВ составляет около 300–320 т. Это является следствием неослабевающего антропогенного пресса на водоохранную зону водохранилища.

К числу наиболее уязвимых звеньев природной среды относятся малые реки, гидрологический режим которых в значительной степени зависит от местных факторов. На качество воды в реках существенное влияние оказывают ландшафтно-структурные особенности территории и хозяйственное освоение водосбора.

Объектами нашего исследования стали реки Дойбица и Донховка, впадающие в Ивановское водохранилище с правого берега, Орша и Созь, впадающие с левого берега, а также притоки Шошинского плеса – реки Шоша и Лама. Малые притоки наглядно отражают общую ситуацию в водоохранной зоне Ивановского водохранилища. Наши расчеты пока-

зали, что с водами малых притоков, впадающих непосредственно в Ивановское водохранилище, выносятся около 400 т минерального азота; из них 130 т приходится на грунтовые воды. С подземным стоком через разгрузку в ложе и берега водохранилища и с грунтовым стоком малых притоков в водоем поступает около 430–450 т минерального азота, что составляет около 40% от его поступления со сточными водами г. Твери.

Химический состав воды малых рек может быть оценен по материалам мониторинговых наблюдений Дубнинской ИЭЛ ФГВУ «Центррегионводхоз» за 2002 г. Отбор проб производилось 20 марта (зимний период), 22 мая (весенний период) и 18 июля (летняя межень).

Величина рН в разные сезоны изменялась в следующих диапазонах: в марте – от 7.1 (р. Созь) до 7.8 (р. Шоша); в мае – от 7.4 (р. Созь) до 8.5 (р. Лама); в июле – от 7.7 (р. Созь) до 7.8 (р. Шоша). Наименьшие значения рН во все сезоны характерны для р. Созь. Превышения ПДК не наблюдалось ни в один из рассматриваемых сезонов.

Цветность воды в марте изменялась весьма значительно: ее наименьшие значения отмечены для притоков Шошинского плеса (рек Лама и Шоша), наибольшее значение цветности отмечено для р. Созь (312 градусов Сг-Со шкалы цветности). Высокая цветность малых притоков связана с поступлением интенсивно окрашенных вод с водосборов в периоды весеннего половодья и летне-осеннего паводка.

К концу мая цветность воды во всех притоках уменьшилась, что связано с окончанием к этому моменту весеннего половодья и увеличением доли подземного питания малых рек. Максимальная цветность воды отмечена для р. Созь (267 градусов Сг-Со шкалы цветности).

В период летней межени, когда реки перешли на грунтовое питание, отмечено значительное снижение цветности во всех реках, кроме р. Созь (214 градусов Сг-Со шкалы цветности), поскольку в питании этой реки преобладают высокоцветные воды оз. Великое, из которого она берет свое начало, а также болотные воды.

Значения ПО изменялись в диапазоне от 5.1 мг О/л (р. Шоша, июль) до 28.0 мг О/л (рр. Созь, Орша).

Концентрация хлоридов в марте изменялась в диапазоне от 6.4 мг/л (р. Созь) до 9.8 мг/л (р. Донховка); в мае – от 1 мг/л (р. Созь) до 19.2 мг/л (р. Орша); в июле – от 2.7 мг/л (р. Созь) до 20.5 мг/л (р. Дойбица). Концентрация сульфатов в марте варьировала в диапазоне от 17 мг/л (р. Созь) до 35 мг/л (р. Дойбица); в мае – от 42 мг/л (р. Лама) до 78 мг/л (р. Донховка); в июле – от 19 мг/л (р. Шоша) до 43 мг/л (р. Орша). Высокие концентрации хлоридов и сульфатов в воде рек Дойбица, Донховка и Орша – следствие значительного антропогенного пресса на их водосборы.

Значения щелочности в марте изменялись от 0.4 (р. Созь) до 2.3 ммоль/л (р. Шоша); в мае – от 0.4 (р. Созь) до 4.5 ммоль/л (р. Дойбица); в июле – от 0.4 (р. Созь) до 4.5 ммоль/л (реки Дойбица и Орша). Величина общей жесткости в марте изменялась в диапазоне от 1.1 (р. Созь) до 2.8 ммоль/л (р. Дойбица); в мае от 0.5 (р. Созь) до 5.6 ммоль/л (р. Дойбица); в июле от 0.6 (р. Созь) до 4.5 ммоль/л (Дойбица, Орша). Величина сухого остатка в случае р. Созь в различные сезоны года изменялась в сравнительно узком интервале (83–111 мг/л). Для других рек характерно увеличение значений сухого остатка в период летней межени. Максимальное значение отмечено для р. Дойбица в мае. Увеличение значений щелочности, жесткости и сухого остатка в мае и июле по сравнению с мартом связано с тем, что основную роль в питании всех рек, кроме р. Созь, в эти периоды играли грунтовые воды, так как величина атмосферных осадков была незначительной.

Вода большинства малых рек характеризовалась высокими значениями БПК₅, превышающими ПДК для водоемов рыбохозяйственного назначения (2.0 мг O₂/л).

Концентрация иона аммония в воде малых рек варьировала в диапазоне от 0.04 мг/л в июле (р. Лама) до 1.9 мг/л в мае (р. Лама); концентрация нитрат-иона в исследуемый период изменялась в диапазоне от 0.1 мг/л в июле (реки Орша, Шоша, Донховка и Созь) до 4.8 мг/л в марте (р. Лама). Концентрации нитрит-иона во всех реках, как правило, значительно меньше ПДК во все сезоны года. Концентрация фосфат-иона в воде малых рек обычно не превышала 0.2 мг/л. Для воды всех малых притоков характерны высокие концентрации марганца и общего железа, что является природной особенностью региона исследований.

В марте качество воды в реках Орша, Созь, Лама и Донховка по гидрохимическим показателям характеризовалось IV классом качества («загрязненные» воды), а рек Дойбица и Шоша – III классом качества («умеренно-загрязненные»). В период летней межени качество воды рек Орша, Шоша и Лама по гидрохимическим показателям характеризовалось II классом качества («чистые» воды), а рек Созь, Дойбица и Донховка – III классом качества («умеренно-загрязненные»).

По сравнению с 2001 г. качество воды малых рек в период летней межени улучшилось. Это можно объяснить тем, что в летний период 2002 г. при незначительном количестве атмосферных осадков не происходило смыва загрязняющих веществ с водосборных бассейнов, и основную роль в питании малых рек играли менее загрязненные подземные воды.

Таким образом, в последние годы, несмотря на спад промышленного и сельскохозяйственного производства на водосборной площади, существенного улучшения качества воды Ивановского водохранилища не от-

мечается, а на некоторых участках по ряду показателей прослеживается ухудшение. Значительное влияние на качество воды оказывают такие факторы, как заболачивание мелководных участков, интенсивная застройка береговой зоны самого водохранилища и его притоков, растущие масштабы рекреационного использования водоема.

Список литературы

- Ахметьева Н.П., Лола М.В., Горецкая А.Г. Загрязнение грунтовых вод удобрениями. М.: Наука, 1991. 99 с.
- Водохранилища и их воздействие на окружающую среду. М.: Наука, 1986. 367 с.
- Гидрометеорологический режим и водохранилищ СССР. Водохранилища Верхней Волги. Л.: Гидрометеиздат, 1975. 291 с.
- Григорьева И.Л., Ланцова И.В., Тулякова Г.В. Геоэкология Иваньковского водохранилища и его водосбора. Конаково, 2000. 248 с.
- Иваньковское водохранилище и его жизнь. Л.: Наука, 1978. 304 с.
- Иваньковское водохранилище. Современное состояние и проблемы охраны. М.: Наука, 2000. 344 с.
- Коронкевич Н.И. Экстремальная водность года: ее проявления и последствия // Изв. РАН. Сер. геогр. 2001. № 1. С. 20–27.

СОДЕРЖАНИЕ

| | |
|--|-----|
| Артур Борисович Авакян (А.С. Литвинов, Б.Г. Кочарян, А.Е. Асарин, В.К. Голованов) | 3 |
| Авакян А.Б. Водохранилища – феномен XX столетия | 7 |
| Алимов А.Ф. О теории функционирования водных экосистем | 18 |
| Беднарук С.Е. Государственное управление режимами работы водохранилищ Волжско-Камского каскада | 26 |
| Бульон В.В. Продукция фитопланктона и макрофитов: моделирование и прогноз..... | 32 |
| Герасимов Ю.В. Динамика распределения рыб Рыбинского водохранилища | 46 |
| Голованов В.К., Смирнов А.К., Болдаков А.М. Воздействие термального загрязнения водохранилищ Верхней Волги на рыбное население: современное состояние и перспективы | 59 |
| Готванский В.И. Последствия создания гидроузлов на Дальнем Востоке | 82 |
| Григорьева И.Л., Ланцова И.В. Абиотические факторы формирования качества воды Ивановского водохранилища | 93 |
| Гусаков В.А. Состав, количественное развитие и динамика мейобентоса Рыбинского и Горьковского водохранилищ | 106 |
| Корнева Л.Г. Фитопланктон Волги: разнообразие, структура сообществ, стратегия развития | 119 |
| Коронкевич Н.И., Барабанова Е.А. О гидрологической роли водохранилищ в годы различной водности | 142 |
| Кочарян А.Г. Формы существования тяжелых металлов в водах, донных отложениях и высшей водной растительности водохранилищ Волжского каскада | 151 |
| Лазарева В.И. Сукцессия экосистемы Рыбинского водохранилища: анализ данных за 1941–2001 гг. | 162 |
| Леонова Г.А., Кузнецова А.И., Чумакова Н.Л., Андросова Н.В. Биогеохимический подход к оценке современного экологического состояния некоторых водохранилищ Сибири (Иркутское, Братское, Новосибирское) | 178 |
| Литвинов А.С., Девяткин В.Г., Рощупко В.Ф., Шихова Н.М. Многолетние изменения характеристик экосистемы Рыбинского водохранилища | 190 |
| Малинина Ю.А., Далечина И.Н., Филинова Е.И. Гидробиологическая оценка качества воды Волгоградского водохранилища в зоне влияния промышленного центра | 200 |
| Минеева Н.М. Формирование подводного светового режима водохранилищ Волги | 213 |