



ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ: ИЗУЧЕНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ ТОМ 1

ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ: ИЗУЧЕНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ

(ЛИМНОЛОГИЧЕСКАЯ ШКОЛА-ПРАКТИКА)

**МАТЕРИАЛЫ
V МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ
МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ
(5–8 сентября 2016 г.)**

Том 1

КАРЕЛЬСКИЙ НАУЧНЫЙ ЦЕНТР
РОССИЙСКОЙ АКАДЕМИИ НАУК
ИНСТИТУТ ВОДНЫХ ПРОБЛЕМ СЕВЕРА

**ВОДНЫЕ РЕСУРСЫ:
ИЗУЧЕНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ
(ЛИМНОЛОГИЧЕСКАЯ ШКОЛА-ПРАКТИКА)**

МАТЕРИАЛЫ
V МЕЖДУНАРОДНОЙ КОНФЕРЕНЦИИ МОЛОДЫХ УЧЕНЫХ
(5–8 сентября 2016 г.)

Том 1

ПЕТРОЗАВОДСК
2016

УДК 556.5 (063)

ББК 26.222

В62

В62 Водные ресурсы: изучение и управление (лимнологическая школа-практика). Материалы V Международной конференции молодых ученых (5–8 сентября 2016 г.) / Отв. ред. Д. А. Субетто, Н. Н. Филатов, Т. И. Ретгеранд, Л. А. Беличева. Т. 1. Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2016. 340 с.

Представлены результаты исследований молодых ученых по направлениям: география, гидрология, гидрофизика, гидробиология, гидрохимия, палеолимнология, моделирование. В отличие от предыдущих мероприятий, проводимых научно-образовательным центром ИВПС КарНЦ РАН с 2007 г. при поддержке Российской академии наук, Петрозаводского госуниверситета, Русского географического общества, в этой конференции участвует гораздо больше как российских, так и иностранных ученых.

Мероприятие направлено на усиление взаимодействия талантливой молодежи в сфере науки и образования при тесном сотрудничестве с отечественными и зарубежными учреждениями высшего образования и научными организациями.

Конференция организована в рамках празднования 25-летия Института водных проблем Севера КарНЦ РАН и 70-летия Карельского научного центра РАН.

Water Resources: Research and Management (Limnological school and workshop). Proceedings of the 5th International Young Scientists Conference (5–8 September 2016, Petrozavodsk)

The proceedings of the Conference provide an overview of most of contemporary research of young scientists on issues associated with hydrology, hydrophysics, hydrobiology, hydrochemistry, paleolimnology, geography and modeling. The present volume is the continuation of a long series of the previous events held by Scientific-Educational Center of Northern Water Problems Institute of Karelian Research Centre of RAS since 2007 with the support of the Russian Academy of Sciences, Petrozavodsk State University and the Russian Geographical Society. Over the years the Conference has significantly expanded its membership, and now contains contribution from more than 50 educational and scientific organizations of Russia and foreign countries.

The event is initiated as an open forum for researchers working on different topics of water resources and to promote interactions among talented young people in the sphere of science and education in close cooperation with domestic and foreign institutions of higher education and research organizations.

The Conference organized within the framework of the celebration of the 25th anniversary of the Northern Water Problems Institute of Karelian Research Centre of RAS and 70th anniversary of Karelian Research Center of RAS.

Проведение V Международной конференции молодых ученых «Водные ресурсы: изучение и управление (лимнологическая школа-практика)» и издание материалов осуществляются при финансовой поддержке ФАНО, ОНЗ РАН, РФФИ (№ 16-35-10327) и РНФ (№ 14-17-00766, № 14-17-00740)

ISBN 978-5-9274-0738-5 (Т. 1)

ISBN 978-5-9274-0722-4

© Авторы, 2016

© Карельский научный центр РАН, 2016

© Институт водных проблем Севера КарНЦ РАН, 2016

ПРОБЛЕМЫ УПРАВЛЕНИЯ ВОДНЫМИ РЕСУРСАМИ НА ПРИМЕРЕ НЫТВЕНСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА

О. А. Березина², С. А. Двинских¹,
Н. Г. Максимович², Н. Н. Паньков¹

¹ *Пермский государственный национальный
исследовательский университет*

² *Естественнонаучный институт ПГНИУ*

Рассматривается проблема эвтрофикации Нытвенского водохранилища как угроза для питьевого водоснабжения г. Нытвы. Приведены основные характеристики р. Нытвы и результаты гидрохимического и гидробиологического исследований, доказывающие высокий уровень трофности водоема. Также дана характеристика функций управления.

Эвтрофирование водоемов является природным процессом, и его развитие оценивается в рамках геологических масштабов времени, однако за несколько последних веков человек существенно увеличил использование биогенных веществ, особенно в сельском хозяйстве в качестве удобрений и детергентов. Это послужило причиной возрастания трофии небольших водохранилищ. Во многих водоемах наблюдается резкое увеличение обилия фитопланктона, зарастание водной растительностью прибрежных мелководий и изменение качества воды. Иначе говоря, в течение нескольких последних десятилетий на водоемах, расположенных в пределах населенных пунктов, активно развивается антропогенное эвтрофирование. Одним из примеров такого водоема в Пермском крае является Нытвенское водохранилище.

Река Нытва, на которой создано водохранилище, берет свое начало в районе г. Верещагино Пермского края, пересекая территории трех районов – Верещагинского, Очерского и Нытвенского, и впадает в Воткинское водохранилище. Территория водосбора р. Нытвы находится на восточной окраине Русской платформы в районе Верхнекамской возвышенности и характеризуется холмисто-увалистым рельефом *с большим количеством пахотных угодий*. До створа плотины Нытвенского гидроузла площадь водосбора – 802 км², лесистость –

26 %, озерность и заболоченность – менее 1 %. Створ плотины Нытвенского гидроузла, как и акватория Нытвенского водохранилища, расположены на территории Нытвенского городского поселения и Нытвенского муниципального района Пермского края (рис. 1).



Рис. 1. Схема расположения Нытвенского водохранилища

Нытвенское водохранилище является единственным источником питьевого водоснабжения г. Нытвы, с населением 18 878 человек, таким образом, активный процесс эвтрофирования водоема представляет собой серьезную социально-экономическую проблему.

В связи с этим в 2012–2014 гг. ПГНИУ совместно с Дрезденским Техническим университетом провели полевые исследования. На рис. 2 показаны точки мониторинга на водосборе и на акватории пруда.

Точки отбора проб были распределены таким образом, чтобы учесть поступление загрязняющих веществ с притоками и наблюдать за состоянием водохранилища. Исследования включали: 1) ежемесячный отбор проб воды из притоков (май – август); 2) ежедневное наблюдение за рН, растворенным O_2 и температурой; 3) полевой выезд на акваторию Нытвенского водохранилища для отбора проб воды (смешанных и на разных горизонтах) на химический анализ, а также измерение рН, температуры и O_2 (по глубине).

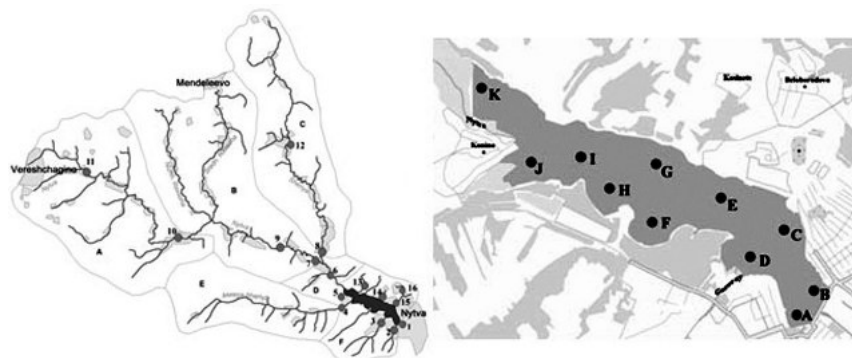


Рис. 2. Точки мониторинга на территории водосбора и акватории Нытвенского пруда

Ежедневное изменение растворенного кислорода, pH и температуры тесно связаны. Существенные значения корреляции между O_2 и температурой воды (0,68), O_2 и pH (0,76) доказывают интенсивность биологических процессов и говорят о высокой активности водорослей в водохранилище (рис. 3).

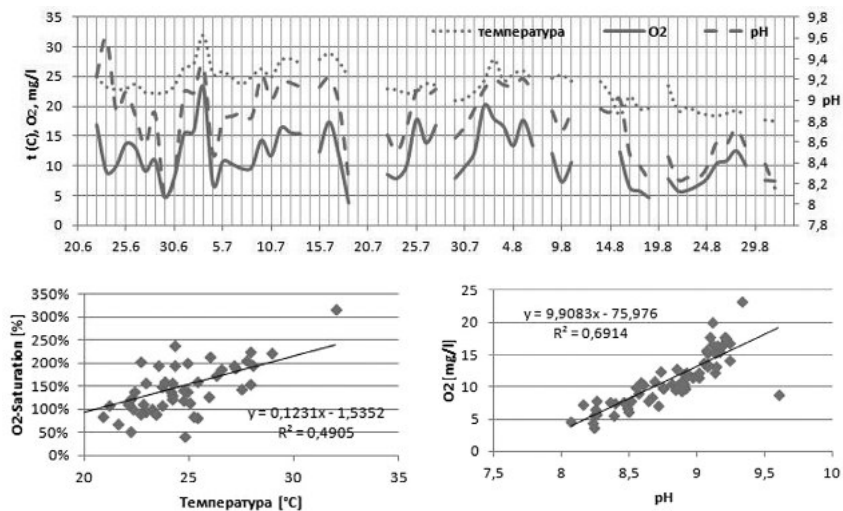


Рис. 3. Связь ежедневных концентрации pH, температуры и растворенного кислорода в Нытвенском водохранилище в июне – августе 2012 г. (точка В)

Измерение температуры, растворенного кислорода и значение рН на акватории водохранилища (точки отбора проб указаны латинскими буквами на рис. 2) показали формирование стратификации распределения растворенного кислорода, несмотря на сравнительно небольшие средние глубины, около 3 м. Содержание кислорода на поверхности высоко, в придонной части значительно ниже, что подтверждает активную деятельность водорослей и является абиотическим показателем антропогенного эвтрофирования. Водоросли, потребляя легко доступный CO_2 , производят кислород и повышают значения рН во всем водоеме (рН 8–9 в верхнем метровом слое).

Высокий уровень трофности водоема также подтверждают отобранные пробы донных отложений на зообентос. В составе зообентоса Нытвенского пруда зарегистрировано 7 видов. Наиболее разнообразно представлены малощетинковые черви (класс Oligochaeta), среди которых обнаружено 4 вида, относящихся к единственному семейству трубочников (Tubificidae): *Tubifex tubifex* (O. F. Mueller 1773), *Tubifex newaensis* (Michaelson 1902), *Limnodrilus claparedeanus* (Ratzel 1868), *Limnodrilus hoffmeisteri* (Claparede 1862). Личинки комаров-звонцов (семейство Chironomidae) насчитывают два вида. Это *Chironomus plumosus* (Linne 1758) и *Glyptotendipes glaucus* (Meigen 1818). Среди двустворчатых моллюсков (класс Bivalvia) выявлен только 1 вид *Dreissena polymorpha* (Pallas 1771). Численность зообентоса в период исследований составила 1600 экз./м², биомасса – 16,9 г/м².

Таким образом, зообентоценозы Нытвенского пруда характеризуются крайне низким таксономическим разнообразием, упрощенной структурой и довольно высокими показателями численности и биомассы, позволяющими охарактеризовать его как водоем эвтрофного типа. Комплекс биологических показателей демонстрирует, что пруд испытывает тяжелое органическое загрязнение:

Олигохетный индекс	3500
Индекс Кинга-Болла	0,71
Индекс Гуднайта-Витлея	85,7
Зона сапробности	Полисапробная
Качество воды	5–6 (грязная)

В Водном кодексе РФ говорится о значимости водных объектов в качестве основы жизни и деятельности человека, а в Водной стратегии РФ на период до 2020 г. – о приоритете обеспечения населения РФ качественной питьевой водой. При использовании эвтрофного водоема как источника питьевого водоснабжения возникают различные риски:

- технические: забивка оголовков водозабора;
- технологические: необходимость изменения технологии водоподготовки;
- токсикологические: при дезинфекции воды хлором при водоподготовке основным действующим веществом является хлорамин, а при высоких показателях рН, что характерно для эвтрофированных водоемов, его действие значительно снижается, вследствие чего уменьшается эффективность дезинфекции. Также продуктом жизнедеятельности синезеленых водорослей являются цианиды, которые вообще не удаляются из воды существующими способами очистки воды.

Классическим мероприятием по борьбе с эвтрофированием является выемка донных отложений, которая осуществлялась в рамках Целевой федеральной программы по гидромеханизированной очистке ложа Нытвенского водохранилища. Работы по очистке ложа (верхней части) водохранилища завершились в 2015 г. Безусловно, данное мероприятие должно снизить как количество органических веществ, необходимых для развития синезеленых водорослей, так и площади мелководий и увеличить глубину водоема. Однако следует отметить, что выемка донных отложений является лишь куративной мерой и должна проводиться с определенной периодичностью. Поскольку она дает только кратковременный эффект и высокочувствительна (на ФЦП было потрачено 305 млн руб.), для поддержания эффекта, достигнутого ею, необходимы разработка и внедрение дополнительных мероприятий, направленных на снижение притока органических веществ с русловым и склоновым стоком как в самом водоеме, так и на его бассейне. Эти мероприятия являются частью проблем управления водными ресурсами бассейна р. Нытвы. Для их выбора и обоснования в весенне-летний период 2016 г. поле-

вые работы будут продолжены. Постоянный мониторинг позволит оценить результаты выемки донных отложений и уменьшение в связи с этим интенсивности эвтрофикации водоема, а также определить основное направление работ по обеспечению населения города качественной питьевой водой, т. е. по управлению процессами, определяющими это качество.

Изучение процесса управления водоемом должно быть основано на изучении выполняемых им функций, что позволит сформировать структуру и организацию системы управления. Функции управления весьма разнообразны. Основными для управления водными ресурсами являются: организация водопользования и водопотребления, планирование допустимого использования воды (ее количество и качество), распорядительская деятельность (администрирование), включающая координацию всех водопользователей и водопотребителей, и мониторинг за состоянием водных ресурсов (рис. 4).



Рис. 4. Функции управления

Таким образом, функции управления определяют деятельность, направленную на организацию выполнения мероприятий по управлению водным объектом (речным бассейном), а логическая последовательность выполнения работ, определяемая функциональной структурой управленческого процесса, составляет сущность технологии управления.

Основная цель управленческой функции состоит из двух компонентов:

1) анализа состояния системы (речного бассейна), контроля ее основных параметров (величина стока, концентрация элементов химического состава и пр.), количественного определения тех факторов, которые выводят систему из состояния равновесия (техногенные нагрузки);

2) определения состава мероприятий, направленных на оптимизацию процесса управления (сохранения количества и качества воды).

При применении на конкретном речном бассейне подход должен быть детализован в зависимости от местных условий. Нами будет использован поэтапный подход снижения комплексности путем пошаговой дифференциации релевантных нагрузок и затронутых подсистем. Используемые методы позволят выйти на рациональное использование водных ресурсов.

Работа выполнена в рамках проекта № 269 задания № 2014/153.

PROBLEMS OF WATER RESOURCE MANAGEMENT IN THE CASE STUDY OF THE NYTVVA RESERVOIR

O. A. Berezina², S. A. Dvinshikh¹, N. G. Maximovich², N. N. Pankov¹

¹Perm University

²The Institute of Natural Science of Perm State National Research University

We consider the problem of eutrophication of the Nytvva reservoir that causes a threat to drinking water supply in Nytvva town. The main characteristics of the Nytvva river as well as the results of hydrochemical and hydrological studies are provided. The results prove a high level of reservoir trophic status. The paper also provides management functions features.

МОДЕЛИРОВАНИЕ СТОКА РЕК РОССИЙСКОЙ АРКТИКИ В УСЛОВИЯХ НЕДОСТАТОЧНОГО ИНФОРМАЦИОННОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ

Г. В. Айзель

Институт водных проблем РАН

Исследованы возможности применения современных методов машинного обучения для моделирования стока рек российской Арктики в условиях низкой гидрометеорологической изученности. Показано, что использование данных климатического реанализа по основным метеорологическим характеристикам в качестве един-