



УДК 556

**РАЗРАБОТКА ГИС ОСНОВНЫХ ПАРАМЕТРОВ ДИФFUЗНЫХ
ИСТОЧНИКОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ В МНОГОЛЕТНЕЙ ДИНАМИКЕ
(НА ПРИМЕРЕ ВОДОСБОРА ИВАНЬКОВСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА)**

Кирпичникова Наталья Владимировна, к.т.н., ведущий научный сотрудник
ФГБУН «Институт водных проблем Российской академии наук»
119333, г. Москва, ул. Губкина, 3

Вишневская Ирина Александровна, к.г.н., ведущий инженер
ФГБУН «Институт водных проблем Российской академии наук»
119333, г. Москва, ул. Губкина, 3

Черненко Юлия Дмитриевна, инженер
ФГБУН «Институт водных проблем Российской академии наук»
119333, г. Москва, ул. Губкина, 3

Работа выполнена в соответствии с темой № FMWZ-2022-0002 «Исследования геоэкологических процессов в гидрологических системах суши, формирования качества поверхностных и подземных вод, проблем управления водными ресурсами и водопользованием в условиях изменений климата и антропогенных воздействий» государственного задания ИВП РАН

Аннотация. На основании методических подходов по идентификации и ранжирования диффузных источников загрязнения водных объектов разработана многопараметрическая структура электронной базы многолетних данных с формированием соответствующих ГИС. Предложены подходы по определению участков водосбора Иваньковского водохранилища с максимальной антропогенной нагрузкой и низкой защищенностью гидрографической сети от загрязнения.

Ключевые слова: диффузные источники загрязнения, электронная база данных, водоохранные программы, параметры биогенной нагрузки, ГИС

При разработке водоохраных программ в долгосрочной перспективе необходимо учитывать воздействие на водные объекты как точечных (контролируемых), так и диффузных (неконтролируемых) источников загрязнения. Однако, последние не представлены как в Российском водном законодательстве, так и в федеральных бассейновых программах. Для улучшения качественного состояния водных объектов, несомненно, нужен комплексный подход к организации эффективных мер, т.к. все усилия государственных программ по снижению нагрузки точечных источников загрязнения в последние десятилетия не принесли заметных результатов [1, 2].

Основные методические подходы по идентификации неконтролируемых диффузных источников и выносу загрязняющих веществ с типовых фрагментов водосбора (города, промышленные зоны, сельскохозяйственные территории) были разработаны на базе многочисленных экспериментальных работ еще в 80-е годы XIX века [3, 4, 5] и усовершенствованы в рамках федерального проекта «Оздоровление Волги» [6]. Следует отметить, что воздействие диффузных источников загрязнения на гидрографическую сеть в значительной степени проявляется в многоводные фазы водного режима [7], но при близком к поверхности земли залегании грунтовых вод и высоких фильтрационных свойствах почвы также негативно влияют на формирование концентраций в речных системах [8].

Методические разработки на основе экспериментальных работ позволили обосновать доминирующую роль диффузных источников загрязнения по многим показателям на протяжении последних десятилетий [3, 7]. Важным условием в ранжировании загрязнителей водных объектов также является обоснование приоритетных загрязняющих веществ. Например, для городских территорий и промышленных зон характерными являются взвешенные вещества, нефтепродукты, фенолы, ряд тяжелых металлов, соединений серы. Сельскохозяйственные территории многообразны по структуре (удобряемые пашни, сенокосы, пастбища, животноводческие комплексы, навозохранилища, склады минеральных и органических удобрений, ремонтные мастерские), но основные загрязняющие вещества – биогенные элементы (азот, фосфор, калий) и их соединения, а также органические вещества. Особое внимание также уделяется процессу выноса взвешенных веществ, которые могут интенсивно заиливать русла водотоков и их устьевые зоны, нарушая условия водообмена и нерестилищ. Также актуально в последние десятилетия биогенное загрязнение, которое формирует высокий эвтрофный статус стареющих водоемов, например, водохранилища Волжского каскада [9]. Причем, самым «старшим» является Ивановское водохранилище, ввод в эксплуатацию 1937 г. [10].

Площадь водосбора представленного участка Верхней Волги 41000 км², Ивановское водохранилище является основным источником водоснабжения г. Москвы и все экспериментальные работы по исследованию диффузных источников загрязнения были сосредоточены на этом объекте и типовых фрагментах водосбора. В административном делении основная часть водосбора относится к Тверской области, представлена 17-ю районами. Государственные водоохранные программы разрабатываются и финансируются именно по административному принципу, но для конкретных речных водосборов, или их участков. Поэтому для достижения эффективных результатов важно учитывать и обосновывать многолетние тенденции многочисленных факторов, влияющих на интенсивность потоков загрязняющих веществ с водосбора в речную сеть. А для управленческих рычагов и принятия решений достаточно наглядным аспектом являются специализированные ГИС. Для их представления была разработана многопараметрическая электронная база данных в многолетнем периоде 35-40 лет [11], которая включает блоки: метеорология, гидрология, гидрохимия, источники загрязнения. Каждый блок наполнен подблоками - от десяти до сорока, которые в свою очередь и были основой при разработке ГИС. В соответствии с методиками по ранжированию источников загрязнения проведено районирование водосбора по уровням антропогенной нагрузки и определены участки с максимальным выносом загрязняющих веществ в речную сеть и Ивановское водохранилище в ежегодном распределении. Для примера приведены ГИС с расчетными модулями некоторых показателей сельскохозяйственной нагрузки с определенными периодами времени за последние 35 лет (рис. 1).

Как видно, максимальная нагрузка в настоящее время приближена непосредственно к Ивановскому водохранилищу. Поэтому соответствующая детализация в ГИС проведена для этого участка, как по 11-ти хозяйствам района, так и по боковым притокам водохранилища. Предложены два подхода по административному и бассейновому принципам, по расчетным индексам определены участки с максимальной нагрузкой и

ранжированы водосборы по показателю защищенности гидрографической сети от биогенного загрязнения [12, 13].

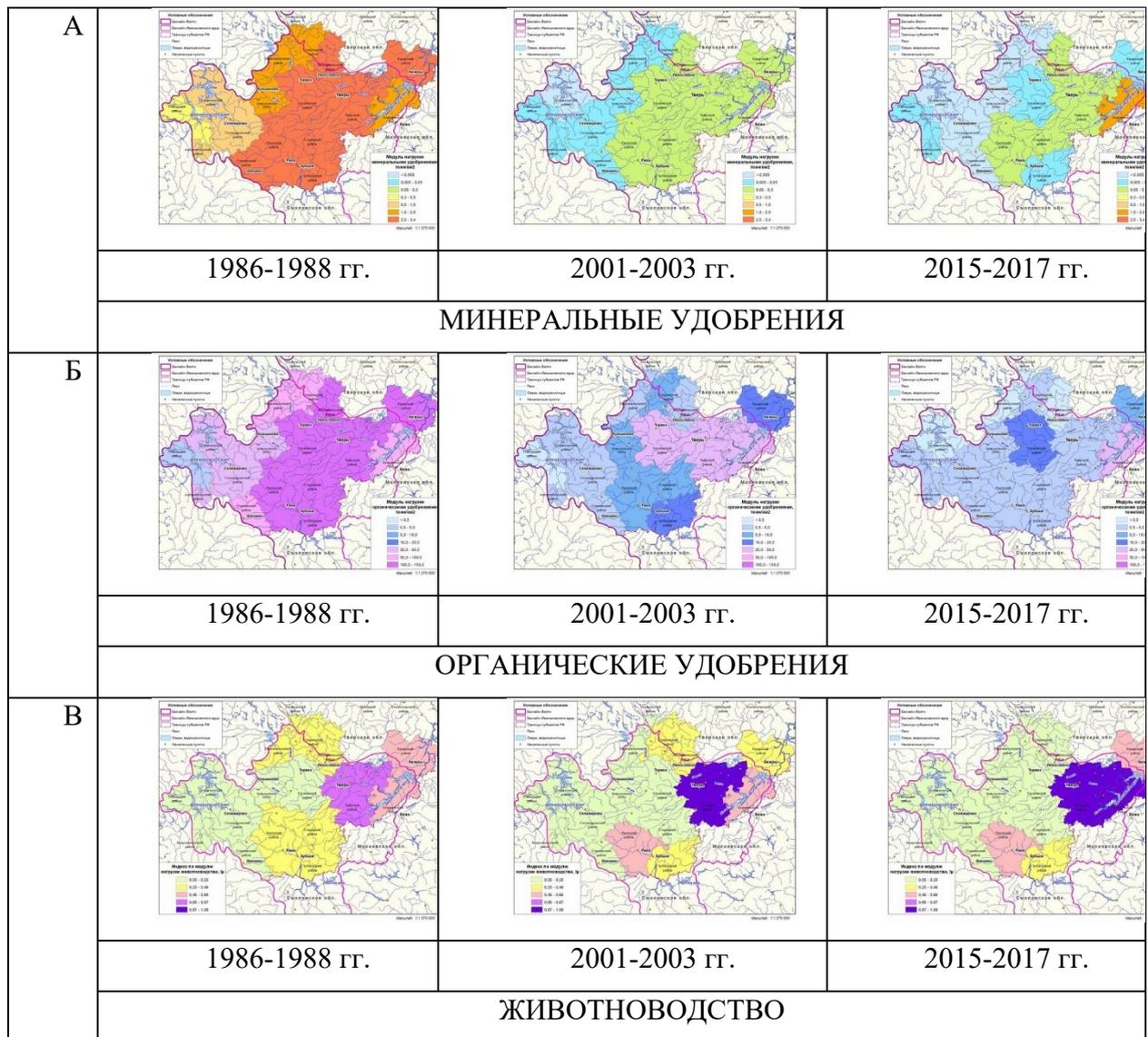


Рис.1 – ГИС сельскохозяйственной нагрузки по районам водосбора Ивановского водохранилища: а – модуль нагрузки по внесению минеральных удобрений; б - модуль нагрузки по внесению органических удобрений; в – модуль нагрузки по численности животноводства

Для районирования водосбора Ивановского водохранилища по выносу нефтепродуктов, взвешенных веществ, тяжелых металлов разработаны ГИС с массовыми оценками стока перечисленных загрязняющих веществ с городских территорий и промышленных зон.

Таким образом, для планирования региональных водоохраных программ и конкретно для представленного водосбора, необходимо научное обоснование по дифференцированию, ранжированию и сопоставлению точечных и диффузных источников загрязнения. В этом же аспекте специализированные ГИС являются эффективным инструментом для определения зон с высокой степенью антропогенной нагрузки и соответственно обоснованию первоочередных задач по восстановлению экосистем водоемов.

Список литературы:

1. Данилов-Данильян В.И., Полянин В.О., Фащевская Т.Б., Кирпичникова Н.В. и др. Проблема снижения диффузного загрязнения водных объектов и повышение эффективности водоохранных программ//Водные ресурсы. – 2020. – Т. 47. – № 5. – С. 503–514.
2. Диффузное загрязнение водных объектов: проблемы и решения (под редакцией В.И. Данилова-Данильяна). М.: – 2020. – 510 с.
3. Кирпичникова Н.В. Исследование неконтролируемых источников загрязнения (на примере Ивановского водохранилища) / Автореф. на соиск. канд. тех. наук. – 1991. – 25 с.
4. Гордин И.В., Кирпичникова Н.В. Влияние неконтролируемых сточных вод на эффективность программ водоохранного строительства//Инженерное обеспечение объектов. – 1992. – № 7. – С. 16-23.
5. Гордин И.В., Кирпичникова Н.В. Сравнительная оценка экологической опасности поверхностных стоков с промышленных площадок и городских территорий//Промышленная энергетика. – 1993. – № 1. – С. 32-37.
6. Полянин В.О., Фащевская Т.Б., Кирпичникова Н.В. и др. Концепция снижения диффузного загрязнения реки Волги. – М.: ООО «Студия Ф1», 2020. – 120 с.
7. Ивановское водохранилище: Современ. состояние и проблемы охраны / В.А. Абакумов, Н.П. Ахметьева, В.Ф. Бреховских и др.; под ред. М.Г. Хубларяна – М.: Наука, 2000. – 343 с.
8. Кирпичникова Н.В., Лапина Е.Е., Кудряшова В.В. Многолетняя динамика содержания азота и фосфора в грунтовых водах водосбора Ивановского водохранилища//Водные ресурсы. – 2020. – Т. 47. – № 5. – С. 536-545.
9. Коренева Л. Г. Фитопланктон водохранилищ бассейна Волги / под ред. А.И. Копылова. Кострома: Костромской печатный дом, 2015. – 284 с.
10. Ивановское водохранилище и его жизнь /под ред. Буторина Н.В. М.: Наука. – 1978. – 301 с.
11. Кирпичникова Н.В., Черненко Ю.Д. Разработка структуры многолетней базы данных к идентификации диффузных источников загрязнения сельскохозяйственных территорий//Сб. трудов IV Международной научно-практич. конф., посвященной памяти Б. И. Яковлева. Горки, Беларусь. – 21–22 апреля 2022 г. – С. 101-111.
12. Кирпичникова Н.В., Полянин В.О., Курбатова И.Е., Черненко Ю.Д. Критерии к оценке экологического состояния водосборов малых рек и выносу биогенных веществ в Ивановское водохранилище//Водное хозяйство России. – 2021. – С. 81-105.
13. Кирпичникова Н.В., Вишневская И.А. Черненко Ю.Д. Идентификация защищенности гидрографической сети сельскохозяйственных территорий от диффузного загрязнения//Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. – 2023. – № 1. – С. 20-43.

DEVELOPMENT OF GIS OF THE MAIN PARAMETERS OF DIFFUSE POLLUTION SOURCES IN LONG-TERM DYNAMICS (ON THE EXAMPLE OF THE IVANKOVO RESERVOIR CATCHMENT AREA)

Natalia Vl. Kirpichnikova, Irina A. Vishnevskaya, Yulia D. Chernenko

Abstract. Based on methodological approaches for the identification and ranking of diffuse sources of pollution of water bodies, a multiparametric structure of an electronic database of long-term data with the formation of appropriate GIS has been developed. Approaches are proposed to determine the catchment areas with the maximum anthropogenic load and low protection of the hydrographic network from pollution.

Keywords: diffuse sources of pollution, electronic database, water protection programs, biogenic load parameters, GIS