УДК 556.01:556.1:556.3:556.5
Ф-94

Фундаментальные проблемы воды и водных ресурсов: Труды Четвертой Всероссийской научной конференции с международным участием, Москва, 15–18 сентября 2015 г. / ИВП РАН: отв. ред. Болгов М.В. – Москва: ИВП РАН, 2015. – 560 с.

В сборник вошли материалы четвертой конференции по фундаментальным проблемам воды и водных ресурсов, прошедшей в г. Москве 15–18 сентября 2015 г.

Сборник предназначен для научных работников, преподавателей, аспирантов и студентов, специализирующихся в области фундаментальных проблем гидрологии, гидрофизики, гидрохимии и экологии поверхностных и подземных вод, а также в области водопользования и управления водохозяйственными системами.

Fundamental Problems of Water and Water resources: Proceedings of IV Russian Scientific. Conference – Moscow: Water Problems Institute RAS, 2015. – 560 p.

The proceedings include the papers of proceedings of scientific conference on fundamental problems of water and water resources, which was held on 15–18 September in Moscow. The book will be useful for specialists in the field of hydrology, hydrophysics, hydrochemistry, limnology and ecology, as well as in the field of water use and water management.

РЕДАКЦИОННАЯ ГРУППА:

Д.т.н. Болгов М.В. – ответственный редактор

Д.г.н. Коронкевич Н.И. (ИГ РАН, Москва), д.ф.-м.н. Веницианов Е.В. (ИВП РАН, Москва), д.г.н. Винокуров Ю.И. (ИВЭП СО РАН, Барнаул), д.г.н. Георгиевский В.Ю. (ГГИ, Санкт-Петербург), д.г.н. Корытный Л.М. (ИГ СО РАН, Иркутск), д.г.н. Лепихин А.П. (ГИ УрО РАН, Пермь), д.г.-м.н. Поздняков С.П. (МГУ им. М.В. Ломоносова, Геологический факультет, Москва), д.г.-м.н. Зекцер И.С. (ИВП РАН, Москва), д.ф.-м.н. Кучмент Л.С. (ИВП РАН, Москва), д.ф.-м.н. Зырянов В.Н. (ИВП РАН, Москва), д.г.н. Новикова Н.М. (ИВП РАН, Москва), д.г.н. Кузьмина Ж.В. (ИВП РАН, Москва), к.т.н. Коробкина Е.А. (ИВП РАН, Москва)

ISBN 978-5-9905659-7-5

Материалы конференции публикуются с сохранением авторского стиля изложения с небольшими редакторскими правками, в основном, в отношении пунктуации и орфографии. Ответственность за содержание представленных к публикации докладов и иллюстраций к ним несут авторы.

Организация конференции и издание материалов конференции осуществлены Институтом водных проблем Российской академии наук при финансовой поддержке Федерального агентства водных ресурсов Министерства природных ресурсов и экологии РФ и Российского фонда фундаментальных исследований (грант № 15-05-20694).

© ИВП РАН
© Авторы докладов
© Евгения Бубер, оригинал-макет, дизайн полос, верстка, www.igiuk.com

ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ НА СТРУКТУРУ СООБЩЕСТВ ДОННЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ РЕКИ БАРНАУЛКИ (АЛТАЙСКИЙ КРАЙ)

Безматерных Д.М.

Институт водных и экологических проблем СО РАН, Барнаул

bezmater@iwep.ru

Показана зависимость структурных характеристик сообществ донных макробеспозвоночных и рассчитанных на их основе биоиндикационных индексов от гидрофизических и гидрохимических показателей воды и донных отложений.

Река Барнаулка впадает в Обь слева у г. Барнаула, ее длина составляет 207 км, площадь бассейна – 5720 км^2, средний многолетний расход воды – 3,70 м^3/сек, общее падение реки 88 м. Уровень антропогенного воздействия на р. Барнаулку значительно увеличивается от верхнего к нижнему течению. В черте г. Барнаула вода реки сильно загрязнена, концентрация некоторых загрязнителей может превышать рыбохозяйственные нормативы ПДК (ПДК$_{рх}$) в 20 раз [Река Барнаулка..., 2000].

Структура сообществ донных беспозвоночных бассейна р. Барнаулки изучена нами в 1996–2001 гг. и 2003 гг. [Безматерных, 2008]. В зообентосе реки, ее притоков и связанных с ней озер обнаружено 115 видов гидробионтов из 11 классов. По результатам изучения зообентоса были рассчитаны биоиндикационные индексы и оценено экологическое состояние водотока. По данным биологического анализа вода р. Барнаулки в верхнем и среднем течении характеризуется как "умеренно загрязненная" (III класс качества вод по шкале Росгидромета), в нижнем течении – "грязная" (V класс). В данной работе приводится анализ влияния антропогенного загрязнения воды и донных отложений на структуру макрозообентоса р. Барнаулки.

С 11 апреля по 5 октября 2000 г. во время шести ежемесячных экспедиционных выездов на семи мониторинговых станциях на р. Барнаулке отобрано 42 пробы макрозообентоса. Параллельно с ними отбирали пробы воды и донных отложений для химического анализа. Для выявления влияния природных и антропогенных факторов на структуру макрозообентоса использовали широко распространенный в практике естественнонаучных исследований коэффициент ранговой корреляции Спирмена (r).

Проанализирована связь 11 основных показателей структуры зообентоса (общее число видов, численность и биомасса в целом, а также основных групп: олигохет, моллюсков, хирономид и всех прочих таксонов) с 45 гидрофизическими и гидрохимическими показателями (температура, скорость течения, гранулометрический состав грунта, pH, Eh, электропроводность, NH_4^+, Cl^-, NO_2^-, NO_3^-, PO_4^{3-}, O_2, Hg, Cd, Cu, Fe, Mn, Pb, Zn, органический углерод, перманганатная окисляемость, химическое потребление кислорода, БПК$_5$, фенолы, нефтепродукты) воды и двух фракций грунта – 1–0,25 мм и менее 0,25 мм.

На первом этапе работы проведены расчеты по всему имеющемуся массиву данных (N = 42) по каждой точке отбора и за все периоды исследований. Результаты расчетов выявили наличие ряда достоверных (уровень значимости $p < 0,05$) корреляционных связей слабой и средней силы (r = 0,35–0,53) между проанализированными показателями, причем количество выявленных достоверных корреляций с показателями качества воды и донных отложений примерно одинаково, что свидетельствует об относительно равной важности для донных беспозвоночных как качества воды, так и донных отложений. Следует отметить, что, вероятно, среди выявленных достоверных значений есть как истинные зависимости, например, с содержанием некоторых токсичных тяжелых металлов, так и опосредованные – с показателями содержания органических веществ.

Организмы макрозообентоса отличаются от других гидробионтов продолжительностью жизни от нескольких месяцев до нескольких лет и за этот период могут происходить значительные колебания показателей загрязнения (особенно в воде), поэтому структура донных сообществ является индикатором "хронического" загрязнения. Как известно, показатели развития зообентоса (в том числе притоков Верхней Оби) характеризуются значительной временной неоднородностью (сезонной динамикой), в основном обусловленной особенностями

жизненных циклов входящих в его состав беспозвоночных [Безматерных, 2007]. Учитывая это, на следующем этапе был проведен корреляционный анализ средних арифметических значений, полученных гидрофизических, гидрохимических и гидробиологических показателей, за весь период исследования. Результаты этого анализа выявили еще большее количество достоверных связей ($p < 0,05$) между показателями качества окружающей среды и показателями макрозообентоса (особенно по воде). При этом значения коэффициентов корреляции значительно возросли, достигнув высокой силы связи ($r = 0,77–0,96$).

Обычно для биоиндикации экологического состояния водных объектов используют не отдельные показатели сообществ донных беспозвоночных, а индексы, которые рассчитываются по ряду таких показателей. К настоящему времени в мире применяются десятки таких биоиндикационных индексов и сотни отдельных метрик [Безматерных, 2007]. В России для оценки качества поверхностных вод суши по составу и структуре сообществ макробеспозвоночных на государственном уровне утверждены следующие индексы [ГОСТ 17.1.3.07-82]: сапробности (по Пантле и Букку в модификации Сладичека), олигохетный (Гуднайта и Уитлея) и биотический Вудивисса (TBI – реки Трент). Эти индексы являются классическими, они разработаны в европейских странах, но на их основе в разных странах мира и отдельных регионах сделаны модификации и новые индексы, учитывающие специфику местных условий. Также в практике экологического мониторинга широко распространено применение индексов, оценивающих биологическое разнообразие (обычно видовое), среди которых часто используется индекс видового богатства Маргалефа [Безматерных, 2007]. В условиях Западной Сибири опыт использования этих индексов государственными природоохранными службами практически отсутствует. Нет специально разработанных для бассейна р.Барнаулки индексов или их модификаций. Поэтому целесообразно начать анализ информативности использования биоиндикационных индексов с их исходных вариантов.

Для оценки эффективности применения этих индексов на р. Барнаулке был проведен корреляционный анализ рассчитанных биоиндикационных индексов со средними за период открытой воды значениями гидрофизических и гидрохимических показателей качества воды. Результаты анализа показали наличие сильной достоверной связи ($r = 0,76–0,96$) использованных индексов с показателями органического загрязнения воды (все четыре индекса) и содержанием двух тяжелых металлов (Zn и Cd) в грунте (все, кроме олигохетного).

Для рассчитанных биоиндикационных индексов выявлены достоверные зависимости (коэффициент детерминации $R^2 > 0,6$) с некоторыми показателями загрязнения воды и донных и отложений (средними за период изучения). Полученные зависимости отражают повышение индексов сапробности и олигохетного и понижение Вудивисса и Маргалефа при увеличении уровня загрязнения воды и донных отложений. Ранее было показано, что эти биоиндикационные индексы и гидрохимические данные дают в общем сходные оценки вод р. Барнаулки по классам качества [Безматерных, 2008]. Это свидетельствует об адекватности результатов расчета данных индексов для оценки качества вод реки.

Полученные закономерности соответствуют наблюдавшимся градиентам (изменение концентрации в несколько раз) проанализированных показателей качества воды и грунта, а также превышению уровня $ПДК_{рх}$ (от существенно более низкого уровня до превышения $ПДК_{рх}$ в четыре раза), что было характерно для NH_4^+, NO_2^- и $БПК_5$, а также O_2 (значительно ниже минимального уровня). Аналогичные градиенты также выявлены для тяжелых металлов в донных отложениях, но относительно $ПДК_{почв}$ для Cd, Cu, Mn и Zn (превышение $ПДК_{почв}$ до шести раз). При этом ранее было выявлено, что на некоторых отбора проб в черте г. Барнаул содержание Pb в тканях брюхоногих моллюсков рода Lymnaea превышает фоновые для сем. Lymnaeidae концентрации в три раза [Безматерных, 2008]. Все это подтверждает экологическую значимость проанализированных показателей качества водной среды для донных беспозвоночных р. Барнаулки.

Таким образом, проведенные исследования показали, что под влиянием наблюдавшихся изменений факторов окружающей среды происходят закономерные изменения в структуре макрозообентоса р. Барнаулки. Так, при антропогенном загрязнении тяжелыми металлами наблюдалось уменьшение видового богатства, а также численности и биомассы отдельных чувствительных таксонов (в основном личинок хирономид и прочих насекомых). В местах естественного и антропогенного поступления или накопления органических веществ выявлена неоднозначная реакция донных сообществ: с одной стороны, повышение поступления органики вызывает повышение разнообразия и обилия некоторых групп зообентоса, а с другой стороны, продукты распада органиче-

ских веществ в больших концентрациях угнетают донные сообщества. Поскольку в природе водные сообщества одновременно находятся под действием большого количества различных факторов, то именно на основе выявления таких общих закономерностей создаются современные системы биологической оценки экологического состояния водотоков.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Безматерных Д.М. Зообентос как индикатор экологического состояния водных экосистем Западной Сибири: аналит. обзор. – Новосибирск: ГПНТБ СО РАН, 2007. – 87 с.

Безматерных Д.М. Зообентос равнинных притоков Верхней Оби. – Барнаул: Изд-во Алт. гос. ун-та, 2008. – 186 с.

ГОСТ 17.1.3.07-82. Охрана природы. Гидросфера. Правила контроля качества воды водоемов и водотоков.

Река Барнаулка: экология, флора и фауна бассейна / Т.В. Бабич, Д.М. Безматерных, Л.Н. Бельдеева и др. – Барнаул: АлтГУ, 2000. – 224 с.

THE INFLUENCE OF ANTHROPOGENIC FACTORS ON STRUCTURE OF BENTHIC INVERTEBRATES COMMUNITIES FROM BARNAULKA RIVER (ALTAI REGION)

Bezmaternykh D.M.

Institute for Water and Environmental Problems SB RAS, Barnaul, Russia, bezmater@iwep.ru

ABSTRACT

The dependence of the structural characteristics of communities of benthic macroinvertebrates and related bioindication indices on the hydrophysical and hydrochemical parameters of water and bottom sediments was analyzed.