

МИНИСТЕРСТВО ОБРАЗОВАНИЯ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ



БЕЛОРУССКИЙ
ГОСУДАРСТВЕННЫЙ
УНИВЕРСИТЕТ



ГЕОГРАФИЧЕСКИЙ
ФАКУЛЬТЕТ



КАФЕДРА
ГЕОГРАФИЧЕСКОЙ
ЭКОЛОГИИ

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ГЕОЭКОЛОГИИ И ЛАНДШАФТОВЕДЕНИЯ

СБОРНИК НАУЧНЫХ СТАТЕЙ

ВЫПУСК 3

МИНСК
2016

УДК 502.1:55(082)+911.5(082)
ББК 20.1+26.82
А43

Сборник основан в 2013 году

Редакционная коллегия:

доктор географических наук, профессор *А. Н. Витченко* (отв. редактор);
доктор географических наук, профессор *Б. П. Власов*;
доктор географических наук, профессор *Г. И. Марцинкевич*;
кандидат сельскохозяйственных наук, доцент *В. М. Яцухно*

Рецензенты:

доктор географических наук, профессор *С. А. Хомич*;
кандидат географических наук, доцент *О. Ю. Панасюк*

Актуальные проблемы геоэкологии и ландшафтоведения : сб. науч. ст. Вып. 3 /
А43 редкол.: А. Н. Витченко (отв. ред.) [и др.]. – Минск : БГУ, 2016. – 111 с.

В сборник включены материалы научных исследований по актуальным проблемам рационального природопользования, выполненных сотрудниками кафедры геоэкологии в рамках научно-исследовательской темы «Разработка теоретических и прикладных проблем геоэкологии для целей устойчивого развития Беларуси», а также при проведении совместных исследований с учеными НАН Беларуси и других организаций страны.

Адресуется научным работникам, практическим специалистам отраслей природопользования и студентам географических специальностей.

УДК 502.1:55(082)+911.5(082)
ББК 20.1+26.82

© БГУ, 2016

Ю. Ф. Антипирович, Б. П. Власов

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА НАКОПЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЯХ И ВЫСШЕЙ ВОДНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ РЕК И ОЗЕР БЕЛОРУССКОГО ПООЗЕРЬЯ

Водные экосистемы являются элементами окружающей среды, на которых в первую очередь проявляется наиболее сильное техногеохимическое воздействие человека. Сложившаяся система контроля и мониторинга аквальных экосистем базируется на анализе водной среды. Водная среда характеризуется динамичностью, неустойчивостью концентрации и состава химических элементов во времени, что значительно снижает информативность и индикаторную роль в мониторинговых исследованиях. На современном этапе «Рамочная Директива» ЕС для эколого-геохимической оценки состояния водных объектов делает акцент на исследование депонирующих сред: высшей водной растительности и донных осадков.

Велико влияние естественных особенностей различных водосборов и антропогенных источников на накопление тяжёлых металлов в донных отложениях и высшей водной растительности водотоков и водоемов Белорусского Поозерья. Выше перечисленное стало основанием для определения объектов исследования и выбора методики геоэкологической оценки. Объектами исследования являются донные отложения, макрофиты, качество воды.

Донные отложения – это продукты осаждения взвешенных веществ, поступающих с речными и склоновыми стоками, в результате отмирания растворенного планктона и высшей водной растительности и т.д. Таким образом, донные отложения могут выступать в качестве индикатора для выявления состава, интенсивности и масштаба техногенного загрязнения, вместе с этим, донные отложения следует рассматривать и как источник вторичного загрязнения водной среды [3].

Высшая водная растительность (макрофиты) является хорошим индикатором состояния водной среды экосистемы. Макрофиты чутко реагируют на изменения среды обитания и, в первую очередь, гидрофизических и гидрохимических показателей – температуры, прозрачности, солевого состава воды и химического состава донных отложений, обеспеченности биогенными веществами и др. Наибольшей способностью к накоплению тяжелых металлов отличаются погруженные растения [3].

Третий компонент геоэкологической оценки накопления тяжелых металлов в водных объектах Белорусского Поозерья является содержание тяжелых металлов в воде.

Исходные данные о содержании тяжелых металлов в исследуемых объектах представлены в виде абсолютной величины – концентрации микроэлементов. В ходе оценки она переводится в относительную величину – коэффициент концентрации (в качестве фонового показателя используются: для донных отложений – региональные кларки микроэлементов в донных отложениях в соответствии с педогеохимическим районированием; для макрофитов и водной толщи – среднее фоновое содержание микроэлементов в макрофитах воде по данным натурных исследований) [4,5].

$$k_i = C_i / K_i, \quad (1)$$

где k_i – коэффициент концентрации i -го микроэлемента в объекте исследования, C_i – концентрация i -го ингредиента в объекте исследования, K_i – среднее фоновое его содержание.

В исследовании был проведен расчет показателя повторяемости превышения среднего фонового содержания по каждому изучаемому элементу:

$$h_i = N_{ki} / n, \quad (2)$$

где h_i – показатель повторяемости случаев превышения среднего фонового содержания (K_i), N_{ki} – число случаев превышения K_i , n – общее количество исследуемых элементов.

Суммарный показатель загрязнения, коэффициент накопления тяжелых металлов в донных отложениях, для каждого объекта рассчитывается по формуле:

$$a = \sum k_i * h_i, \quad (3)$$

где a – коэффициент накопления тяжелых металлов в объекте исследования, k_i – коэффициент концентрации i -го микроэлемента, h_i – показатель повторяемости случаев превышения K_i .

В соответствии с представленной ниже шкалой водному объекту присваивается балл по каждому из трех показателей.

Шкалы значений суммарных показателей водных объектов

Суммарный показатель	Значения				
Коэффициент накопления тяжелых металлов в донных отложениях	менее 0,1	от 0,1 до 1	от 1,1 до 5	от 5,1 до 20	выше 10
Коэффициент накопления тяжелых металлов в макрофитах	менее 1	от 1 до 2	от 2,1 до 10	от 10,1 до 20	выше 20
Коэффициент загрязнения воды	менее 0,1	от 0,1 до 1	от 1,1 до 2	от 2,1 до 3	выше 3
Категория объекта	очень чистые	чистые	слабо загрязненные	умеренно загрязненные	сильно загрязненные
Группа объектов	I	II	III	IV	V
Балл	1	2	3	4	5

Для каждого водного объекта рассчитывается интегральный показатель накопления тяжелых металлов в водных объектах посредством суммирования балльных значений коэффициентов накопления микроэлементов в донных отложениях и макрофитах и коэффициента загрязнения воды. Итоговый оценочный показатель включает в себя информацию о наиболее типичных микроэлементах-загрязнителях (Pb, Zn, Cd, Cr, Cu, Ni, Mn, V), об их превышениях средних фоновых значений, а также позволяет рассмотреть водные объекты в разрезе их водосборов. На его основе устанавливается геоэкологическое состояние бассейнов рек и озер Белорусского Поозерья. Наиболее чистыми считаются бассейны водных объектов с меньшим значением показателя. Водосборы, подверженные антропогенным нагрузкам, связанным с поступлением тяжелых металлов; имеют повышенное значение интегрального показателя накопления тяжелых металлов.

Бассейны рек Западная Двина (верхнее течение), Ушача, и Стреча по результатам геоэкологической оценки получили статус сильно загрязненные. К чистым относятся бассейны рек Дисна и Улла.

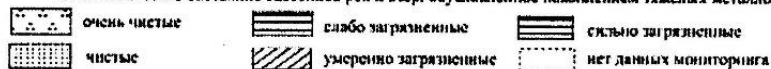
Крупными водопользователями и загрязнителями являются УП «Витебск-водоканал» с общим ежегодным сбросом сточных вод 30 млн м³ (ежегодный сброс тяжелых металлов – 10 т); завод «Полимир» ОАО Нафтан – 17,6 млн м³ (ежегодный сброс тяжелых металлов – 11-8 т);

ОАО «Нафтан» – 11 млн м³ (ежегодный сброс тяжелых металлов – 4,5 т). Вместе с этим, антропогенная нагрузка на загрязнённые бассейны обуславливается деятельностью ОАО «Доломит», Витебским ЖКХ, ОАО «Доломит», ОАО «Керамика» [6].



Условные обозначения

Геоэкологическое состояние бассейнов рек и озер, обусловленное накоплением тяжелых металлов



Геоэкологическое состояние рек и озер Белорусского Поозерья, обусловленное накоплением тяжелых металлов

Бассейны: 1 – р. Наровлянка, 2 – р. Страча, 3 – р. Вилия, 4 – р. Дисна, 5 – р. Друйка, 6 – р. Вята, 7 – р. Западная Двина, 8 – р. Дриса, 9 – р. Полога, 10 – р. Сосница, 11 – р. Оболь, 12 – р. Ловать, 13 – р. Западная Двина (верхнее течение), 14 – р. Черногострица, 15 – р. Березка, 16 – р. Улла, 17 – р. Туровлянка, 18 – р. Ушача

Бассейн реки Ушача подвержен воздействию объектов промышленного комплекса Новополоцка. Промышленная нагрузка на его водосбор связана с загрязнением газообразными, жидкими и твердыми отходами нефтехимического комбината. Высокой скорости загрязнения способствует расположение водоема с подветренной стороны по отношению к источникам загрязнения, а также ряд природных факторов: малая бурность воды озера и пород водосбора, низкая проточность, слабые водообмен и стратификация водной массы.

Непосредственное влияние оказывают хозяйственно-бытовые и ливневые стоки с территорий населенных пунктов – крупные города Витебск, Новополоцк, Полоцк. Кроме этого, территории бассейнов данных рек имеют удельный вес распаханых земель свыше 50 %. Распашка, которая усиливает эрозию почв, вынос веществ в водоемы; применение удобрений и средств борьбы с сорняками и сельскохозяйственными вредителями создают дополнительный приток биогенных элементов и загрязняющих веществ в водные объекты. В донных отложениях таких водных объектов проявляется увеличение накопления обломочного материала, доля которого определяется степенью распаханности водосборов и береговых скло-

нов, проточностью, морфологией озерной котловины. Следствием этого является рост концентраций и степени подвижности тяжелых металлов в воде.

На распаханых территориях проводятся агрономелиоративные мероприятия, которые связаны с внесением под посевы азотных, фосфорных, калийных удобрений и микроудобрений с Mn, Cu, Zn, Ti и другими микроэлементами.

Еще одним важным объектом промышленной нагрузки на территории Белорусского Поозерья является Лукомльская ГРЭС в г. Чашники. Характер загрязнения выбросов определяется составом топочного мазута (марки М-100 и М-40), на котором работала станция до перевода на газовое топливо. Отмечается возможность загрязнения водоема медью и цинком, при использовании его в качестве охладителя ГРЭС. Это вызвано коррозией латунных трубок систем охлаждения ГРЭС [1].

Наиболее мощный фактор формирования качества поверхностных вод создает промышленное животноводство. Строительство и эксплуатация крупных животноводческих комплексов создали экологические проблемы, важнейшая из которых – утилизация отходов и защита вод от загрязнения. По силе воздействия на окружающую среду действие промышленного животноводства сопоставимо с крупными городами. В качестве примера можно привести КПСУП «Озерцы» в д. Озерцы Глубокского района, СХД «Стринадки» в д. Стринадки Глубокского района, КУПП «Шумилинский райагросервис».

Территория Браславской группы озер испытывает трансграничное воздействие города Даугавпилс. Особенно ярко это воздействие проявляется на примере оз. Южный Волос и выражается в высоком накоплении металлов в тканях высшей водной растительности.

Наибольший интерес вызывает определенная группа озер – Нарочь, Мястро, Свирь, Лосвидо, Кривое, Бобрица, Селява испытывают интенсивную рекреационную нагрузку, а озера Дривяты, Лепельское, Лукомское, Люхово и Езерище помимо рекреации имеют и точечные источники загрязнения с городских территорий.

Таким образом, данная геоэкологическая оценка нацелена на обработку и систематизацию большой информативной базы по данным мониторинга за водной растительностью и мониторинга поверхностных вод. Водная среда характеризуется динамичностью, неустойчивостью концентрации и состава химических элементов во времени, что значительно снижает информативность и индикационную роль в мониторинговых исследованиях. Это подтвердилось в ходе проведения оценки, в которой, также, большое внимание уделяется анализу депонирующих сред: высшей водной растительности и донным осадкам, чья индикаторная роль выше.

1. *Власов Б.П., Гриценкова Н.Д.* Содержание тяжелых металлов в водных растениях водоемов и водотоков Беларуси по данным мониторинга // Вестник Белорус. гос. ун-та. Сер. 2, Химия. Биология. География. 2011. № 3. С. 117–121.
2. *Власов Б.П.* Природно-хозяйственная классификация озер Беларуси // Выбранные научные работы Белорусского государственного университета : у 7 т. Минск, 2001. Т. 7. С. 314–332.
3. *Мур Дж. В., Рамамурти С.* Тяжелые металлы в природных водах. М.: Мир, 1987. 288 с.
4. Фондовые материалы информационно-аналитического отдела мониторинга поверхностных вод Республиканского центра по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды.
5. Фондовые материалы Научно-исследовательской лаборатории озераведения БГУ.
6. Фондовые материалы РУП «ЦНИИКИВР».