

РОССИЙСКАЯ АКАДЕМИЯ НАУК
МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
МИНИСТЕРСТВО ПРОМЫШЛЕННОСТИ, НАУКИ
И ТЕХНОЛОГИЙ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
РОССИЙСКАЯ ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ АКАДЕМИЯ

НАУЧНЫЕ АСПЕКТЫ ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ РОССИИ

ТРУДЫ
ВСЕРОССИЙСКОЙ
КОНФЕРЕНЦИИ

МОСКВА 13-16 июня 2001

*Конференция посвящена памяти академика А. Л. ЯНШИНА
в связи с 90-летием со дня рождения*

Под редакцией академика Ю. А. ИЗРАЭЛЯ

Том 1



МОСКВА · НАУКА · 2002

Редакционная коллегия:

Ю.А. ИЗРАЭЛЬ, академик – главный редактор
(Пленарная секция, секции 1, 2, 3, 4, 5),
А.С. ИСАЕВ, академик (секция 1), Е.В. КВАСНИКОВА, к.г.н. (секции 1, 3, 4, 5),
И.М. НАЗАРОВ, д.ф.-м.н., профессор (секции 1, 3, 4),
С.М. СЕМЕНОВ, д.ф.-м.н., профессор (секции 3, 4, 5),
А.С. СОРОКО, чл.-корр. РАН (секция 2)

Научные аспекты экологических проблем России: Труды Всероссийской конференции. В 2 т. Т. 1 / Под Ред. Ю.А. Израэля. – М.: Наука. 2002. – 624 с.

ISBN 5-02-006246-4

ISBN 5-02-006247-2 (т. 1)

Доклады обобщают фундаментальные и прикладные исследования в области наук об окружающей среде (наук о Земле) за последние несколько десятилетий. В них намечены приоритетные направления развития экологии в будущем. Доклады посвящены следующим основным темам:

1. Оценка состояния природной среды в России и стратегия решения основных экологических проблем; экологическая безопасность (Председатели: академик Ю.А. Израэль, академик А.С. Исаев);
2. Экология человека (Председатели: академик РАНН Н.А. Агаджанян, чл.-корр. А.С. Сороко);
3. Глобальная антропогенная экология (Председатели: академик Ю.А. Израэль, академик А.С. Исаев);
4. Региональные аспекты проблем окружающей среды в России (Председатели: вице-президент Российской экологической академии И.И. Мазур, действительный член РЭА И.Т. Гаврилов, действительный член РЭА В.И. Лукьяненко);
5. Технологические аспекты охраны окружающей среды (общие принципы, научные основы стратегии) (Председатели: вице-президент Российской экологической академии И.И. Мазур, действительный член РЭА И.Т. Гаврилов, действительный член РЭА В.И. Лукьяненко).

Научное издание

**НАУЧНЫЕ АСПЕКТЫ
ЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПРОБЛЕМ РОССИИ
ТРУДЫ ВСЕРОССИЙСКОЙ КОНФЕРЕНЦИИ**

Москва

13–16 июня 2001 г.

Т о м 1

Зав. редакцией *Г.И. Чертова*. Художественный редактор *Т.В. Болотина*

Оригинал-макет подготовлен Институтом глобального климата и экологии

ЛР № 020297 от 23.06.1997

Подписано к печати 21.10.02. Формат 60 × 84¹/₈. Печать офсетная
Усл.печ.л. 72,5. Усл.кр.-отт. 72,9. Уч.-изд.л. 55,8. Тираж 300 экз. Тип. зак. 6915

Издательство “Наука” 117997 ГСП-7, Москва В-485, Профсоюзная ул., 90

E-mail: secret@naukaran.ru. Internet: www.naukaran.ru

ППП “Типография “Наука” 121099, Москва, Шубинский пер., 6

ISBN 5-02-006246-4
ISBN 5-02-006247-2 (т. 1)

© Российская академия наук, 2002
© Министерство природных ресурсов Российской Федерации, 2002
© Министерство промышленности, науки и технологий Российской Федерации, 2002
© Российская экологическая академия, 2002
© Издательство “Наука” (художественное оформление), 2002

ИЗМЕНЕНИЕ КАЧЕСТВА БОЛОТНЫХ ВОД СЕВЕРО-ЗАПАДНЫХ РАЙОНОВ РОССИИ В СВЯЗИ С ВОЗРАСТАНИЕМ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ

Ахметьева Н.П., Штритер Е.Е.

Институт водных проблем РАН, Москва

Введение

Болотные экосистемы северо-западных районов России являются естественной и неотъемлемой частью ландшафтного строения региона, что обусловлено характерным сочетанием климатических, почвенных, геологических и геоморфологических факторов. Здесь широко развиты болота всех типов – низинные, переходные и верховые; они охватывают значительные площади, особенно в пределах распространения лесов. Болота как природные биохимические образования поддерживают стабильность гидрологического баланса региона, перераспределяют поступающие с атмосферными осадками загрязняющие вещества, оказывают влияние на формирование качества вод водных объектов.

Болота вызывают несомненный научный интерес как замкнутые экосистемы с высокой степенью устойчивости к антропогенному воздействию. Устойчивость вызвана особым микроклиматом, своеобразием болотообразовательных процессов в пределах всей рассматриваемой экосистемы, а также физико-химическими свойствами самого торфа. Торфяные болота считаются активными геохимическими барьерами на пути движения минеральных элементов к водоприемникам. Барьеры могут быть разных типов: восстановительный, кислый, сорбционный, биологический, механический типы и пр.

Объектом наших исследований являются болота и заболоченные земли, изучаемые в качестве геохимического барьера сорбционного типа. На собственных материалах нами было исследовано загрязнение грунтовых (ГВ) и болотных вод (БВ) компонентами сельскохозяйственных удобрений, сорбционные свойства заторфованных почв и торфяников, влияние БВ на качество воды малых рек.

Выявлено, что изменение качества БВ происходит в направлении с севера на юго-восток региона; наиболее изменяющейся характеристикой качества БВ является значение рН; в ответ на возрастание антропогенной нагрузки значительно варьирует содержание и соотношение основных макрокомпонентов (HCO_3 , SO_4 , Ca, Mg), однако содержание в БВ минеральных соединений азота, благодаря сорбирующим свойствам торфяников, остается достаточно низким

Основные результаты

Наиболее детально нами изучались болотные экосистемы Тверской области - типичной индустриально-аграрной территории северо-запада России. Болота здесь занимают площадь 953.8 тыс.га, что составляет 10-12 % от всей занимаемой областью площади. Распределены они неравномерно – на северо-западе области заболоченность составляет примерно 20%, в юго-западной части около 3%. Три четверти территории области занято водосбором Иваньковского водохранилища, созданного в 1937 году в верхнем течении р. Волги. Затопление обширных территорий при его создании

нарушило естественный режим грунтовых вод, что привело к подтоплению и заболачиванию прибрежных районов.

БВ водосбора водохранилища, как правило, имеют повышенную цветность (до 500 градусов и выше по Pt-Co шкале), рН составляет 3.5-5.5 для верховых болот; 5.5-7.0 для переходных и 6.5-8.1 для низинных. Содержание Са и Mg также меняется в зависимости от типа болота: в верховых болотах содержание Са 1.0-1.5 мг/л, Mg 0.2-1.5 мг/л, а в низинных их содержание увеличивается до 7-10 мг/л для Са и 1.0-6.0 мг/л для Mg [2].

В таблице 1 выборочно представлены анализы качества БВ верховых болот в направлении с севера на юго-восток региона

Таблица 1. Изменение гидрохимического состава БВ (мг/л) верховых болот с севера на юго-восток [3,4]

Адрес	рН	NH ₄	NO ₃	Ca+Mg	Ca	SO ₄	Cl	Na+K
Финляндия	4.0-4.8	0.45-0.8	-	1.88-5.45	1.4-3.78	4.5	-	0.94-2.45
Массив «Горелый Мох»*	3.6-4.2	0.1-0.19	0.4-0.54	2.07-2.77	1.03-2.18	2.8-4.6	1.4-2.3	0.81-1.67
Шумновское болото**	4.3-5.2	0.63-1.51	0.2-0.42	3.0-6.0	-	21.0-58.0	2.1-11.4	-

Примечание. * Ленинградская область; ** Тверская область; прочерк- данные отсутствуют

Из таблицы 1 видно, что химический состав БВ верховых болот имеет значительный разброс и по соотношению его основных компонентов, и по содержанию. По сообщению В.И. Лазаревой, на водосборе оз. Хотавец (Ярославская обл.) встречаются БВ с рН 3.2 [5]. Анализ литературных данных и результатов собственных исследований также показывает, что общая минерализация БВ в направлении с севера на юго-восток возрастает в среднем от 6 - 18 г/л в Ленинградской области до 26- 55 г/л в Тверской и Московской областях [3]. Вытекающие из болот стоковые воды имеют более высокую общую минерализацию, нежели сами БВ внутри массивов. В таблице 2 представлены результаты анализов атмосферных, болотных, поверхностных и стоковых вод верхового массива «2-ое Моховое», отобранных в летнюю межень 1995 г.

Таблица 2. Гидрохимическая характеристика атмосферных осадков (АО), БВ, поверхностных и стоковых вод болота «2-ое Моховое», Тверская область

Адрес, тип вод	рН	NH ₄ Мг N/л	NO ₃	Ca+Mg Мг-экв /л	HCO ₃	SO ₄	Cl	Цветность
								Градус
АО	5.34	0.52	0.4	0.05	0.05	16	3.2	0
БВ	4.3	-	-	0.15	0.15	-	2.1	480
Карьер	5.5	0.92	Следы	0.15	0.15	8.9	2.1	480
Верховья р. Сучок	7.5	0.86	0.38	2.6	2.3	7.3	2.1	450

Из таблицы 2 хорошо видно трансформацию атмосферных вод, питающих это болото. Если БВ имеют рН 4.3, в поверхностных водах карьера для добычи торфа значение рН повышается до 5.5, то в стоковых водах, формирующих истоки р. Сучок, рН в летнюю межень варьирует от 6.8 до 7.5, а количество суммы солей Са и Mg

увеличивается в БВ по сравнению с АО в 3 раза, в стоковых водах по сравнению с БВ в 17 раз.

Наши полевые исследования показали, что БВ содержат в десятки раз меньше нитратов, аммонийного азота и минерального фосфора, чем грунтовые воды этого же района. В таблице 3 представлены химические анализы воды малых рек вблизи истоков и грунтовых вод, вскрытых шурфами или копаными колодцами, расположенными в пределах 10-300 м от уреза.

Таблица 3. Сравнительная характеристика качества вод малых рек, берущих начало в болотных массивах, и грунтовых вод (ГВ) этого же района (мг/л)

Водопункт	Дата отбора	РН	N-NO ₃	N-NH ₄	ПО, мгО/л	Цветность, градус
Р. Сучок, д. Вахромеево	28.02.94	7.53	0.87	0.34	32.6	180
ГВ, 75 м от уреза	28.02.94	7.68	1.7	0.05	13.5	35
ГВ, 300 м от уреза, скважина	28.02.94	8.43	2.7	0.06	9.4	0
Р. Донховка	19.06.00	7.41	0.07	0.65	19.6	85
Родник, 10 м от уреза	19.06.00	6.58	14.7	0.29	1.79	0
Шурф, низинное болото	2.07.97	6.85	0.45	0.63	42.3	>500
Колодец, 150 м от шурфа	9.06.97	8.4	1.71	0.47	22	200

Из таблицы 3 видно, что при продвижении к месту разгрузки через заболоченные участки содержание соединений азота в грунтовых водах (ГВ) значительно снижается. По всей видимости, это связано с тем, что торфа являются прекрасным сорбентом биогенных веществ. Их можно использовать как очистители вод с ферм крупного рогатого скота, птицефабрик, теплиц или полей с интенсивным внесением минеральных и органических удобрений.

Сорбционные свойства заболоченных почв

В связи с интенсификацией болотных процессов и высокой распространенностью в регионе болот и заболоченных угодий представляет большой интерес проблема защищенности ГВ, залегающих под ними. Загрязняющие вещества (ЗВ) – компоненты удобрений, либо находящиеся в составе атмосферных осадков ЗВ попадают на почву, которая в силу своих поглотительных и буферных свойств является для них геохимическим барьером.

Органическое вещество, составляющее в торфяных почвах 50-95%, нейтрализует тяжелые металлы, связывая их в комплексы, влияет на миграционную способность многих элементов (задерживает фенолы, соединения фосфора и пр.). Обычно в болотных водах содержится около 100 мг/л растворенного органического вещества (РОВ) при перманганатной окисляемости 50-80 мгО/л, состав органического вещества - преимущественно гуминовые и фульвокислоты. Последние являются базой развития микробиологических процессов, ведущего к изменению теплового и кислородного режимов, при снижении рН количество РОВ возрастает.

Наши исследования пропускной способности торфяников показали, что по отношению к соединениям азота они обладают высоким сорбирующим действием. На заболоченном участке второй надпойменной террасы р. Волги были отобраны образцы-монолиты торфа высотой 22 см. В лабораторных условиях через монолиты

пропускались растворы удобрений различной концентрации. Результаты исследований представлены в таблице 4.

Таблица 4 Результаты исследований сорбционных свойств верхового торфа

Тип раствора	pH - 1	pH-2	$C_1 \text{ NH}_4$	$C_2 \text{ NH}_4$	$C_1 \text{ NO}_3$	$C_2 \text{ NO}_3$
Дистиллированная вода	7.0	-	0.0	0.23	0.0	1.8
0.1 % раствор	7.46	7.12	93	71	45.9	39.7
0.5% раствор	8.03	6.81	298	215	1714	433

Примечание. C_1 – первоначальная концентрация, C_2 – концентрация компонента в фильтрате, мг N/л. Использовался раствор комплексного удобрения

Из таблицы 4 видно, что при фильтрации через торф происходит снижение pH и снижение концентрации аммонийного и нитратного азота, причем отмечается нелинейная зависимость - чем выше концентрация азотных соединений в растворе, тем интенсивнее происходит сорбция. Пропущенная через монолит дистиллированная вода, наоборот, вымывает подвижные нитрат-ионы.

Многими исследователями было установлено, что в ряду торфяники-супеси-суглинки именно торфяники обладают наиболее высокой пропускной способностью (Варюшкина, 1989; Белоусова, 1994), однако наши опытные работы показывают, что фильтрационные свойства торфов неоднозначны по отношению к наиболее распространенным на настоящий момент в северо-западных регионах России загрязнителям ГВ – соединениям азота.

Выполненные нами в 1997 г. исследования миграции азотных соединений через породы зоны аэрации на заболоченных участках второй надпойменной террасы р. Волги также подтверждают роль торфяных горизонтов зоны аэрации в задержании нитрат-иона. На рис. 1 представлен график продвижения загрязнителя (карбамид, внесенный в дозе 460 кг д.в. N/га, в качестве маркера использован N- NO_3) по зоне аэрации в июне-сентябре 1997 г.

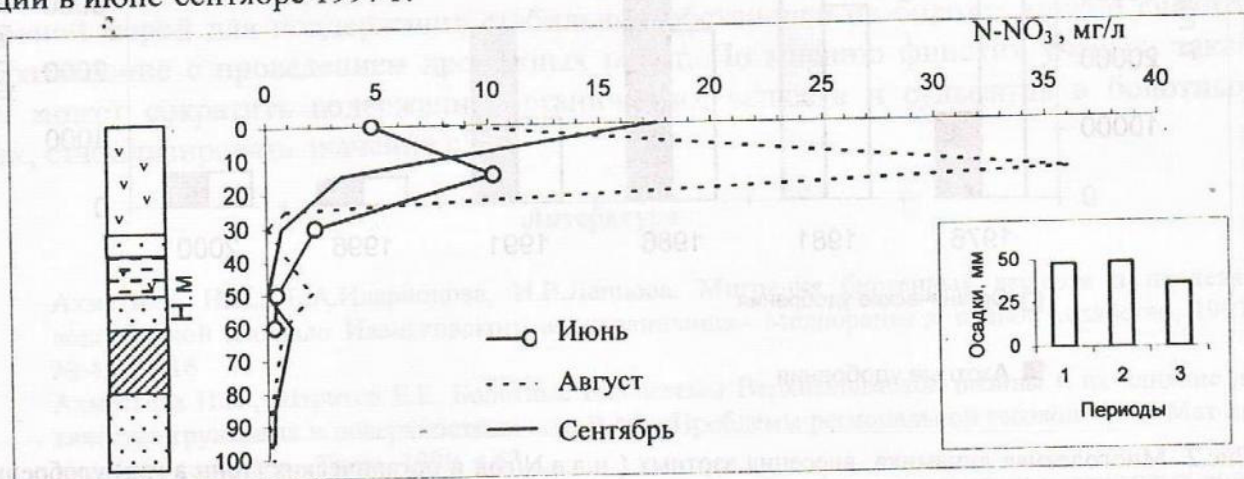


Рис. 1 Продвижение NO_3 – иона на УГВ в течение вегетационного периода 1997 г.

Разрез пород зоны аэрации представлен сверху вниз торфом, песками, оторфованными суглинками, тяжелыми суглинками и оглеенными песками, колонка расположена слева от оси ординат, УГВ составляет 0.6-0.8 м. После внесения карбамида раз в месяц производилось ручное бурение с отбором проб почвогрунтов каждые 10-20 см. Из графиков видно, что пик содержания нитрат-иона за 4 месяца не достиг уровня ГВ На

рис.1 представлена гистограмма количества осадков, выпавших на опытных участках между первым, вторым и третьим пробоотбором. Видимо, количество нитратов снизилось в результате процессов сорбции, денитрификации и взаимодействия с двухвалентным железом. Проведенные аналогичным образом опыты с нейтральным загрязнителем – NaCl показали, что торфяники являются экраном для соединений азота и не являются таковыми по отношению к хлор-иону. Серия наших лабораторных опытов также показала, что емкость поглощения азота торфяниками зависит прежде всего от содержания органического вещества: с увеличением содержания органического вещества в почве увеличивается и емкость поглощения азота [1].

Тверская область в целом имеет скорее сельскохозяйственный уклон, чем промышленный. Основными источниками поступления биогенных элементов в водные объекты являются минеральные и органические удобрения, стоки животноводческих ферм, селитебные территории, атмосферные осадки. Применение минеральных удобрений обусловлено тем, что большинство почв пашни Тверской области малопродуктивны.

В качестве примера отклика болотных экосистем на повышение антропогенной нагрузки рассмотрим динамику содержания компонентов – техногенных индикаторов (SO_4 , Cl, NO_3 , NH_4) в водах р. Сучок, истоки которой находятся в болотном массиве «2-е Моховое». Длина реки 16.5 км, средняя высота водосбора 135 м, уклон (на 1000 м) 0.625. Водосбор реки расположен в пределах земель КХ «Шошинское». На рис.2 представлена многолетняя динамика внесения азотных и органических удобрений на землях этого коллективного хозяйства за последние 25 лет.



Рис.2 Многолетняя динамика внесения азотных (ц.д.в.N/год и органических (тонн в год) удобрений на водосборе р. Сучок

На гистограмме видно, что пик применения минеральных удобрений приходится на середину 80-х гг., тогда как порядок цифр, характеризующих внесение на сельскохозяйственные угодья органических удобрений, остается в течение десятилетия неизменным.

Нами был проанализирован массив имеющихся данных химического состава воды р. Сучок за 25-тилетний период (годы средней водности, в меженный период). Установлено, что содержание сульфатов возросло с 14-18 мг/л до 33-85 мг/л, содержание хлоридов увеличилось с 5-10 до 26 мг/л, содержание нитратов варьирует в пределах 0.06 - 0.87, содержание аммонийного азота – в пределах 0.45- 0.85 мг N/л.

Выводы

1. Изменение качества БВ происходит как во времени, так и в пространстве. Наиболее изменяющейся характеристикой, по нашим наблюдениям, является величина рН. В настоящее время известны болота со значениями рН 3.0-3.5 в БВ. В таких водах многие растения, моллюски и другие организмы не могут существовать. С севера на юго-восток изученного региона прослеживается возрастание минерализации БВ.
2. Во временном отношении выявлены тенденции к изменению соотношения основных ионов – компонентов химического состава БВ: снижается доля иона HCO_3 , повышается доля SO_4 и суммы солей Ca и Mg. Содержание биогенных веществ, в частности, минеральных форм соединений азота, благодаря сорбирующим свойствам торфяников, остается достаточно низким.
3. Качество БВ изученного региона по отношению к биогенным веществам (прежде всего к соединениям азота) изменяется незначительно, несмотря на возрастание, а иногда на резкое колебание антропогенной нагрузки. Так, проведенные опытные работы в районе р.Сучок, вытекающей из болота и имеющей заболоченные берега, показали, что независимо от величины внесения удобрений на прилегающие поля (от 0 до 300 кг д.в. NPK/га) химический состав болотных и поверхностных вод (р. Сучок) изменяется незначительно. В то же время химический состав ГВ этого же района достаточно резко изменяется в зависимости от доз удобрений.

Основной мерой для поддержания стабильной обстановки на болотах можно считать лесоразведение с проведением дренажных работ. По мнению финских ученых, такая мера может сократить содержание органических веществ и сульфатов в болотных водах, стабилизировать значение рН.

Литература

1. Ахметьева Н.П., Е.А.Иларионова, И.В.Ланцова. Миграция биогенных веществ в пределах водосборной площади Ивановского водохранилища.- Мелиорация и водное хозяйство, 1997, № 4, с.13-16
2. Ахметьева Н.П., Штригер Е.Е. Болотные геосистемы Верхневолжской низины и их влияние на качество грунтовых и поверхностных вод. В сб. «Проблемы региональной геоэкологии». Мат-лы научного семинара.- Тверь, 1999, с.63
3. Зайдельман Ф.Р. Влияние дренажа и глубокого рыхления почв на состав стока и грунтовых вод.- Мелиорация и водное хозяйство, 1996, №3, с.35-37.
4. Ефимов В.Н. Торфяные почвы. М.: Россельхозиздат, 1980, 120 с.
5. Лазарева В.И., В. Т. Комов. Геосистемы водосборов и формирование химсостава вод малых болотных озер, подверженных влиянию закисления – Водные ресурсы, 1998, № 6, с.683-693
6. Nieminen M., Pattila A. Ground water quality and its relationship to peat chemical properties on drained pine mires.- Suo 42(5): 109-122, 1991.