

ные акты и договоры, "спущенные сверху", не заставят хозяйственный механизм полноценно и эффективно функционировать, пока процесс интеграции не вызреет на почве соглашений локальных территорий и конкретных предприятий. Западно-европейская и северо-американская модели интеграции, основанные на свободном рынке, практически доказали, что соглашения между странами, касающиеся экономической интеграции, по большому счету являлись констатацией факта свершения ее очередных этапов. Поэтому представляется весьма важным создание особой совместной свободной экономической зоны в условиях, когда народы и правительства Беларуси и России договорились между собой создать союз на новых принципах. Формирование ОССЭЗ придаст новый импульс реализации концепции национальной стратегии устойчивого развития Республики Беларусь на пути интеграции с Россией и мировым сообществом в целом.

1. Маркусенко М. В. // Финансы (Беларусь). 1996. № 12–13. С. 7.

2. Экономико-географические проблемы формирования регионов интенсивной экономической деятельности. Новосибирск, 1990. С. 7.

Поступила в редакцию 31.10.97.

УДК 550.46:546.17+556.3(476)

Г.В.НОВИКОВ, М.П.ОНОШКО, Н.А.КАПЕЛЬЩИКОВ, В.П.РОМАНОВ, З.К.КАРТАШЕВИЧ

АЗОТ В ВОДАХ ЗАПАДНОГО ПООЗЕРЬЯ

Results of study of nitrogen compounds content in superficial and underground waters of western part of Byelorussian Lakeland, heavily used in an industry and agriculture are considered. It is shown, that the accumulation of nitrogen in waters is closely connected with anthropogenic loading of territory and depends on landscape and pedogenic rocks. Anthropogenic pollutions causes a forming of a new type of underground waters $\text{HCO}_3^- - \text{NO}_3^- - \text{Ca}^{2+}$ instead of $\text{HCO}_3^- - \text{Ca}^{2+}$ previously occurred within territory studied. A positive correlation ($r=0,60$) was found between the nitrates content in this type of water and land plowing up. In rivers nitrates content was lower than maximum permissible concentration, but higher than in lakes.

Азот выступает катализатором гидрохимических процессов, количество его в воде является показателем санитарного состояния источников водоснабжения. В современных условиях ввиду значительного поступления в абиотические и биотические компоненты ландшафта промышленных, хозяйственно-бытовых и сельскохозяйственных стоков, обогащенных соединениями азота, возникает необходимость контроля за качеством поверхностных и подземных вод (в зависимости от источника загрязнения).

Материал и методика

В качестве объекта исследований был выбран северо-западный регион Беларуси, где представлены два наиболее распространенных ландшафта Белорусского Поозерья – возвышенный камово-моренно-озерный и низинный озерно-ледниковый. Первый из них приурочен к Браславской возвышенности: камовые холмы, сложенные из хорошо отсортированного песчаного и супесчаного материала; завалуненные моренные холмы с суглинком; разнообразные озовые гряды с заторфованными котловинами, озера и термокарстовые западины. Второй, низинный озерно-ледниковый ландшафт, распространен в пределах Полоцкой низины и характеризуется плоским, местами волнистым, рельефом, слаборасчлененными долинами рек. Ландшафт сформировался в результате аккумулятивной и абразионной деятельности приледниковых озер валдайского ледника, когда на дне спущенных водоемов отложились ленточные глины и алевроиты. Здесь также встречаются заторфованные котловины, камы и моренные холмы [1].

Исследуемый регион характеризуется высокой степенью освоенности территории (крупный промышленный узел, развитое животноводство, относительно стабильные животноводческие комплексы). Локальный природно-территориальный комплекс Новополоцк–Полоцк относится к числу крупнейших в Беларуси, где постоянный выброс азотных соединений (окислы азота, аммиак, нитрил-

акриловая кислота, синильная кислота, фенолы и др.) оказывает существенное влияние на геохимические процессы окружающих ландшафтов, в том числе и на водные ресурсы.

Коммунальные сточные воды стимулируют процессы эвтрофирования. Высокая скорость трансформации экосистемы оз.Болойсо, к примеру, вызвана ежегодным поступлением из очистных сооружений г.Браслава в водоем около 700 т различных растворенных веществ, из которых азот аммония составляет 4,5 т. При изучении антропогенного эвтрофирования оз.Миорское установлено, что 4,6 т азота поступает с поверхностным стоком с территории г.Миоры и 6,5 т с животноводческих ферм, расположенных на водосборе озера [2].

В пределах исследуемого региона агротехногенные нагрузки распределены неравномерно. Наиболее интенсивно используется западная часть, где распашанные земли составляют 31–46,7%, здесь же выше и нагрузки животноводства (табл.1).

Таблица 1

Загрязнение нитратами подземных ненапорных вод западного Поозерья

Район	Площадь района, тыс. км ²	Распаханность, %	Обследованная территория			
			Площадь, тыс. км ²	Нагрузка животноводства, более 20 голов/км ²	Площадь нитратного загрязнения, %	
					1–3 ПДК	более 3 ПДК
Браславский	2,2	31,0	2,1	1,1	44	9
Миорский	1,8	34,4	1,8	1,3	37	5
Шарковщинский	1,1	47,6	0,9	0,7	49	2
Верхнедвинский	2,1	31,9	1,7	1,1	14	4
Полоцкий	3,2	17,5	1,8	0,9	13	Не обнаружено
Россонский	1,9	12,7	1,1	0,2	37	—//—

Для решения поставленных задач изучали химический состав вод и соединения азота в реках и озерах, в подземных водах и в атмосферных осадках. Использовались общепринятые методики [3]. Пробы воды отбирали в летний период.

Результаты и их обсуждение

Исследования показали, что из 11 гидрохимических станций, расположенных вдоль рек Зап.Двина и Ушача, в 7 отмечается интенсивное антропогенное загрязнение. Выявлено три участка на р.Зап.Двина, подверженных влиянию промзоны: 1) г.Полоцк – д.Чернещино, 2) д.Чернещено – устье р.Ушачи, 3) от устья реки Ушачи 15–16 км вниз по течению до промзоны г.Новополоцка. В реках на этих участках общая минерализация составляет 231,3–439,3 мг/л, что значительно превышает природный фон. Следует отметить очень высокое содержание натрия и калия в исследуемых водах. Сумма этих двух элементов достигает 42,9 мг/л, т.е. в 6 раз выше природного фона [4]. Большие концентрации натрия и калия в водах рек – результат интенсивной антропогенной нагрузки. Содержание азота нитратов регистрируется в пределах 0,13–3,3 мг/л. В р.Ушаче концентрация этих соединений более высокая и составляет 0,50–2,60 мг/л, а при впадении ее в Зап.Двину образуется зона с повышенным содержанием нитратов (3,1–3,3 мг/л), обусловленная влиянием химического комплекса г.Новополоцка, в том числе и его сточных вод. В настоящее время концентрация нитратов превысила кларковую величину, зафиксированную для речных вод Беларуси, в 2–13 раз [4].

Зависимость концентрации соединений азота от антропогенных источников можно проследить на примере воды в ручьях, впадающих в оз.Миорское. Ручей, расположенный в северной части водосбора, имеет локальные источники загрязнения. Содержание в нем различных химических ингредиентов, в том числе соединений азота, многократно превышает природный фон. Максимальное суммарное содержание азота нитратов и аммония в воде ручья достигает 10 мг/л, причем нитраты составляют до 70% и превышают кларковую величину в 40 раз. Ручей с рассеянными источниками, дренирующий юго-восточную часть водосбора озера, испытывает более низкую антропогенную нагрузку. В его воде содержится 0,33–0,69 мг/л минерального азота – это почти на уровне природного фона.

Исследования озер в данном регионе также выявили тенденцию в изменении химического состава воды в сторону повышения концентрации отдельных ионов, что особенно заметно на примере малых озер. В озерных водоемах по сравнению с грунтовыми и подземными водами содержание соединений азота вследствие вовлечения их в продукционные процессы фиксируется на более низком уровне: ионы аммония до 0,03–0,38 мг/л, нитраты – 0,24–0,60 мг/л. Накопление их непосредственно в водной массе отмечается только в водоемах с локальным поступлением этих соединений.

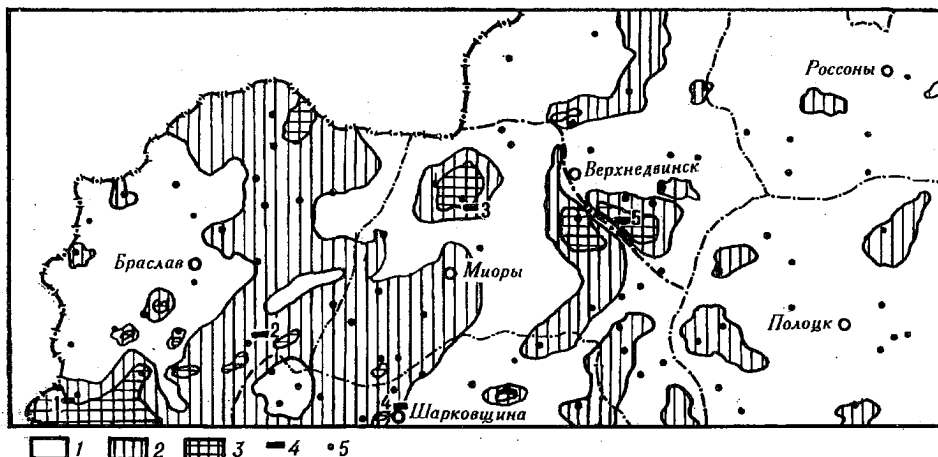
Источники загрязнения и эвтрофирования озерных вод весьма разнообразны: животноводческие фермы, промышленные предприятия, коммунальные сточные воды, ливневые стоки городов и деревень и др. Часто загрязнение озер вызвано бесхозяйственностью. Так, к примеру, хранение минеральных удобрений в пределах водоохранной зоны на оз. Константиново привело к интенсивному загрязнению водоема. Использование оз. Болысо в качестве приемника слабочищенных коммунальных стоков г. Браслава стимулировало переход водоема из мезотрофной стадии в гипертрофную. Современное его состояние следует рассматривать как катастрофическое. Причем изменения коснулись всех звеньев экосистемы озера. Трансформация газового режима привела к формированию сероводородной зоны в гипolimнии. Прозрачность воды с 4–4,5 м снизилась до 0,4–0,6 м. Среднее содержание общего фосфора в воде озера в 1996 г. достигло 0,70 мгP/л. Концентрация соединений азота носит динамичный характер, наблюдается постепенное увеличение всех форм минерального азота. В целом в воде озера преобладают ионы аммония, а их максимальная величина составляет 2,80 мг/л. Содержание нитратов летом 1996 г. зафиксировано в диапазоне 0,10–1,30 мг/л, а на сбросе из очистных сооружений при поступлении в озеро их величина составила 17,9 мг/л. В гипolimнии оз. Болысо нитриты достигают концентрации 0,01 мг/л. Концентрация азота нитритов 0,01 мгN/л является критической и служит показателем длительного устойчивого загрязнения [5,6].

Оз. Люхово расположено в промышленной зоне г. Новополоцка и испытывает интенсивную антропогенную нагрузку, основной источник загрязнения – атмосферные осадки. В водной массе озера произошли существенные изменения гидрохимического режима: увеличилась кислотность воды и в связи с этим снизилась ее буферность. В экосистеме водоема отмечается интенсивное накопление тяжелых металлов, органических соединений. Суммарное содержание азота в воде озера – 3,45 мг/л, причем преобладают минеральные формы, среди которых основная роль принадлежит азоту нитратов [7]. В сильно эвтрофируемом заливе оз. Миорское содержание минерального азота в период летней стагнации находится в пределах 0,53–2,35 мг/л, с глубиной их концентрация возрастает в основном за счет ионов аммония.

В районах непосредственного воздействия животноводческих ферм выявлена тенденция роста ионов аммония и нитратов в озерной воде. Соотношение различных форм азота позволяет определить источники его поступления: в случае прямого попадания животноводческих стоков преобладает аммонийный азот (оз. Иказань, Потех, Опса), а при поступлении с полей фильтрации – нитраты.

Накопление азота в подземных водах тесно связано с сельскохозяйственным использованием территории. Установлена прямая корреляционная связь содержания нитратов с распаханностью территории ($r=0,60$). Что касается животноводческих ферм и комплексов, то прямой корреляционной зависимости не выявлено. Содержание нитратов непосредственно в очагах загрязнения животноводческими стоками может достигать 700 мг/л, а площадь загрязнения распространяется в радиусе до 3 км [8,9]. Процесс миграции соединений азота определяется фильтрационно-сорбционными свойствами пород и объемом сточных вод, используемых для орошения. Рекомендуемая мощность зоны аэрации должна быть в пределах 1,5 м при подъеме уровня грунтовых вод не более 0,5 м. Следует отметить, что в условиях однородного строения зоны аэрации подземные воды в супесчано-суглинистых породах загрязняются более интенсивно по сравнению с песчаными отложениями вследствие фиксирования ионов аммония на глинистых минералах [10].

Исследования химического состава воды колодцев свидетельствуют о высоком уровне загрязнения подземных ненапорных вод, что является суммирующим результатом влияния селитебных территорий и крупных животноводческих комплексов (рисунок, табл.1). Максимальное содержание нитратов в воде колодцев исследуемого региона зарегистрировано в пределах 243,3–442,7 мг/л. Наибольшую степень загрязнения характеризуются воды опробованных колодцев д.Ждегели, Повятье, Дадеки и Богоино (табл.2). В настоящее время колодцы названных деревень не могут использоваться в качестве источников питьевой воды, поскольку содержание нитратов в них превышает предельно допустимые концентрации в 5,2–9,8 раза. Следует отметить, что практически во всех колодцах исследуемого региона качество питьевой воды снизилось и не соответствует Государственному стандарту [11].



Распределение нитратов в грунтовых водах:

1 – менее 1 ПДК; 2 – 1–3 ПДК; 3 – более 3 ПДК; 4 – ключевые участки; 5 – станции отбора проб

Таблица 2

Среднее содержание нитратов в водах колодцев

Номер участка	Населенный пункт	Район	Глубина отбора, м	NO ₃ , мг/л	Превышение ПДК
1	д.Прибутишки	Браславский	2,5	243,3	5,5
	д.Ждегели	Браславский	4,0	442,7	9,8
	д.Богоино	Браславский	2,0	306,2	6,8
2	д.Милашки	Браславский	1,0	272,9	6,1
	д.Мартиновичи	Браславский	1,0	285,8	6,4
3	д.Повятье	Миорский	2,0	351,6	7,8
4	д.Беляны	Шарковщинский	1,0	232,3	5,2
5	д.Дадеки	Верхнедвинский	4,0	335,8	7,5

Интенсивная антропогенная нагрузка привела не только к снижению качества питьевой воды, но и к изменению ее зонального состава – сформировался новый нитратно-гидрокарбонатный или гидрокарбонатно-нитратно-кальциевый тип вместо гидрокарбонатно-кальциевого. Следует отметить значительные изменения в структуре ионов, но в большей степени они коснулись анионов. Относительное содержание нитратов возросло настолько, что в некоторых случаях оно достигло или превысило содержание бикарбонатов. Проведенные нами исследования хорошо согласуются с выполненными ранее работами по изучению санитарного состояния подземных вод Белорусского Поозерья [12].

В условиях плоской и пологоволнистой озерно-ледниковой равнины, сложенной супесчано-суглинистыми разностями с близким залеганием подземных вод, опасность загрязнения нитратами в пределах изученной территории достаточно высокая. По содержанию нитратов в подземных водах с учетом ландшафтных особенностей региона выделены три зоны, различающиеся уровнем концентрации этих соединений (см. рисунок). Наиболее значительное загрязнение подземных вод отмечено для западной части исследуемого региона (Браславский, Шарковщинский, Миорский районы) вследствие интенсивного сельскохозяйственного использования и преобладания здесь супесчано-суглинистых пород.

Результаты наблюдений за содержанием соединений азота в поверхностных и подземных водах западного Поозерья Беларуси с интенсивной агротехногенной нагрузкой позволяют сделать следующие выводы:

1. Поверхностные и подземные воды региона загрязняются соединениями азота. Накопление в них азота тесно связано с антропогенной нагрузкой на территорию, зависит от ландшафтных условий и почвообразующих пород.

2. Влияние агротехногенных нагрузок привело к площадному загрязнению нитратами, особенно западной части изученного региона (42–53% площади).

3. В пределах исследованной территории сформировался новый тип подземных вод – нитратно-гидрокарбонатно-кальциевый вместо существовавшего ранее гидрокарбонатно-кальциевого.

4. В воде рек содержание нитратов было зафиксировано ниже ПДК, но более высокое по сравнению с озерами. В водоемах, основным источником загрязнения которых являются атмосферные осадки, преобладают нитраты, при поступлении сточных вод с животноводческих ферм – азот аммония.

5. Для снижения азотной нагрузки на водоемы необходимы кардинальные изменения в технологии обработки и утилизации животноводческих стоков. Применение высокоэффективных способов очистки позволит улучшить экологическую ситуацию в регионе. Вновь создаваемые хозяйственные объекты должны соответствовать схеме интегральной устойчивости природной среды к техногенным загрязнениям, исключающей размещение источников загрязнения в пределах водоохранных и санитарных зон.

1. Аношко В.С., Брилевский М.Н., Яцухно В.М. // Рациональное природопользование Белорусского Поозерья. Мн., 1993. С.7.

2. Гурьянова Л.В., Давыдова Н.Н., Дабкова В.Г. и др. // Восстановление экосистем малых озер. СПб., 1984. С.100.

3. Руководство по химическому анализу вод суши. Л., 1977.

4. Кадацкая О.В. Гидрохимическая индикация ландшафтной обстановки. Мн., 1987.

5. Кузнецов С.И. Микрофлора озер и ее геохимическая деятельность. Л., 1970.

6. Якушко О.Ф. Озероведение. География озер Белоруссии. Мн., 1981.

7. Карташевич З.К. // Восстановление экосистем малых озер. СПб., 1984. С.38.

8. Забулис Р.М. // Охрана подземных вод Литовской ССР от загрязнения в районах крупных животноводческих комплексов: Метод. рек. Вильнюс, 1988.

9. МIRONENKO M.A., НИКИТИН Д.П. и др. Крупные животноводческие комплексы и окружающая среда. М., 1980.

10. Оношко М.П. Азот и его минеральные формы в ландшафтах Белоруссии. Мн., 1990.

11. Санитарные правила и нормы охраны поверхностных вод от загрязнений. СанПиН №4630-88. М., 1988.

12. Бабий Л.Г., Бурак В.М., Капора М.С., Оношко М.П. // Оценка влияния хозяйственной деятельности на геологическую среду. Мн., 1990. С.61.

Поступила в редакцию 17.06.97.

УДК 338.911

П.А.КОВРИГО, Г.А.ВАСИЛЕНКО

ВОЗМОЖНОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ВЕТРОВОЙ ЭНЕРГИИ В БЕЛАРУСИ

On the if long years data placed in climate reference books the wind regime on the territory of Belarus has been analysed. The revealed energetic potencial can be used in the national economy of Republic of Belarus.

Энергетическая проблема, которая для Беларуси всегда была достаточно актуальной, в настоящее время в республике стоит очень остро. Своих возобновляемых источников энергии – нефть, газ, уголь – недостаточно. Поэтому встает вопрос поиска и использования альтернативных источников энергии, к которым относятся энергия Солнца, ветра, внутреннее тепло Земли и биогаз.

На основе анализа многолетних данных климатических справочников [1,2] авторами проанализирован ветровой режим на территории Беларуси и выявлен энергетический потенциал ветра, который доступен для использования в народном хозяйстве.

Ветровой режим на территории республики обусловлен общей циркуляцией атмосферы над континентом Евразии и над Атлантикой и определяется наличием