

**ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ГЕОХИМИЯ АКТИВНЫХ АЗОТСОДЕРЖАЩИХ СОЛЕЙ – АММОНИЯ, НИТРАТА, НИТРИТА – В БАСЕЙНЕ Р. ОСКОЛ (КУРСКАЯ, БЕЛГОРОДСКАЯ ОБЛАСТИ ЦФО)****С. В. Бочаров***Воронежский государственный университет*

Поступила в редакцию 14 сентября 2015 г.

**Аннотация:** *исследовано распределение активных солей азота в поверхностных водах бассейна р. Оскол. Источниками соединения азота в бассейне р. Оскол являются как аграрные, так и промышленные факторы. Химическое загрязнение носит очаговый характер и сосредоточено, в основном, на участках рек, где вблизи побережий расположены склады агрохимикатов и предприятия, перерабатывающие сельскохозяйственную продукцию.*

**Ключевые слова:** *соли азота, факторы загрязнения, химический состав воды.*

**ENVIRONMENTAL GEOCHEMISTRY OF ACTIVE NITROGEN-CONTAINING SALTS – AMMONIUM, NITRATE, NITRITE – IN THE BASIN OF OSKOL RIVER (KURSK AND BELGOROD REGION, CFD)**

**ABSTRACT:** *DISTRIBUTION OF ACTIVE SALTS OF NITROGEN IN A SURFACE WATER OF THE BASIN OF THE RIVER OSKOL IS INVESTIGATED. SOURCES OF COMPOUND OF NITROGEN IN THE BASIN OF THE RIVER OSKOL ARE BOTH AGRARIAN AND INDUSTRIAL FACTORS. CHEMICAL POLLUTION HAS FOCAL CHARACTER AND IS CONCENTRATED, GENERALLY ON SITES OF THE RIVER WHERE NEAR COASTS THE WAREHOUSES OF AGROCHEMICALS AND THE ENTERPRISES PROCESSING AGRICULTURAL PRODUCTION ARE LOCATED.*

**KEYWORDS:** *SALTS OF NITROGEN, FACTORS OF POLLUTION, WATER CHEMISTRY.*

Круговорот азота представляет собой диалектическое единство процессов синтеза и распада вещества в ходе перемещения этого элемента между живыми и неживыми, органическими и неорганическими формами трех фаз планеты. Общепланетарный запас азота составляет  $2,170 \cdot 10^{17}$  т, при этом в литосфере локализовано  $2,127 \cdot 10^{17}$  т, в атмосфере  $0,425 \cdot 10^{17}$  т. и биосфере  $1,804 \cdot 10^{16}$  т [1].

В условиях современной антропогенной нагрузки глобальный круговорот азота приобрел ряд специфических особенностей, проявляющихся в увеличении вклада источников техногенного азота и активизации потоков азота между компонентами гидро-, лито- и биосфер.

По своей природе основные процессы азотного цикла подразделяются на биогенные и абиогенные. В земных и водных экосистемах азотный цикл складывается преимущественно из биогенных процессов трансформации, а в атмосфере преобладают химические и фотохимические реакции. К абиогенным процессам круговорота азота относятся: улетучивание аммиака и других газообразных соединений (хемоденитрификация); фиксация  $\text{NH}_4^+$  минералами и органическим веществом; миграция  $\text{NO}_2^-$  и  $\text{NO}_3^-$  с внутрипочвенными и грунтовыми водами; отложение органических форм азота в виде природных осадков [2].

Природные источники активных солей азота представлены в основном горными породами и отложениями, органическими азотсодержащими соединениями почвы и донных отложений, образование аммония, нитритов и нитратов из которых создает естественный фон во всех фазах биосферы, а в некоторых случаях ведет к локальному повышению их концентрации.

Антропогенные источники азотистых соединений подразделяются на аграрные (минеральные и органические удобрения, животноводческое производство и др.), промышленные (отходы промышленного производства и сточные воды) и коммунально-бытовые. Роль каждого из этих источников в отдельных регионах неодинакова, что зависит от природных условий, соотношения аграрного и промышленного секторов, интенсивности их развития и масштабов производства, степени концентрации точечных источников соединений азота и других факторов.

Индустриальные и коммунально-бытовые отходы редко принимаются во внимание как источник азотистых соединений по сравнению, например, с сельскохозяйственными, поскольку содержащийся в них азот представлен преимущественно аммонийной формой. В ходе биологической очистки уровень  $\text{N-NO}_3^-$  в промышленных стоках возрастает, однако современные очистные схемы некоторых предприятий зачастую не

предусматривают удаление соединений азота – в результате в канализационную сеть и водоемы могут поступать обогащенные нитратами воды, поскольку для приема отработанных сточных вод различных производств используются в основном малые реки. Следует также учитывать, что объемы сточных вод промышленных предприятий и канализационных стоков постоянно увеличиваются.

Промышленные и хозяйственно-бытовые сточные воды проходят цикл очистки в стационарных сооружениях, после чего они поступают в городскую канализацию, сбрасываются в водоемы, либо вносятся с целью очистки и утилизации на поля или в заболоченные участки пойм рек. В ходе механической и биохимической очистки и постепенного разбавления содержание общего азота в сточных водах уменьша-

ется на 50%, а при биологической доочистке концентрированных сточных вод и на 80-90%. Однако большая часть водорастворимых соединений, в том числе нитраты, остаются в стоках. Поступление последних в поверхностные и грунтовые воды может быть уменьшено, если в схему очистки сточных вод включены этапы нитрификации, денитрификации и дальнейшей их утилизации на полях.

Исследовано распределение активных солей азота в поверхностных водах бассейна р. Оскол – одной из наиболее крупных рек, наряду с Северским Донцом и Сеймом на территории Курской и Белгородской областей Центрального Федерального округа (ЦФО). По химическому составу речные воды не отличаются большим разнообразием (таблица 1).

Таблица 1

Содержание нитрат-, нитрит- и аммоний- ионов в бассейне р. Оскол

№ п/п	Химический класс воды	Минерализация, г/дм <sup>3</sup>	Содержание солей азота, мг/дм <sup>3</sup>			Место отбора (населенные пункты)
			NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	NO <sub>2</sub>	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	
Бассейн р. Оскол						
р. Оскол						
1	HCO <sub>3</sub> SO <sub>4</sub> Ca	0,26	22,4	0,20	0,10	Погожее
2	-«-	0,23	20,8	0,16	0,11	Заречье
3	-«-	0,25	19,4	0,15	0,08	Александровка
4	-«-	0,26	20,4	0,20	0,10	Савиловка
5	-«-	0,24	20,8	0,21	0,10	Кулига
6	-«-	0,25	20,9	0,18	0,11	Луговка
7	-«-	0,18	20,3	0,15	0,15	Заосколье
8	-«-	0,19	19,8	0,16	0,14	Угол
9	-«-	0,23	20,0	0,22	0,18	Репец
10	-«-	0,25	21,3	0,21	0,16	Гусли
11	-«-	0,26	22,7	0,20	0,13	Стужень
12	-«-	0,32	24,4	0,20	0,12	Ястребовка
13	-«-	0,30	22,0	0,20	0,12	Акуловка
14	-«-	0,26	21,5	0,18	0,10	Нижнедорожное
15	-«-	0,28	20,4	0,16	0,11	Никольское
16	-«-	0,32	26,4	0,21	0,15	Ржавец
17	SO <sub>4</sub> HCO <sub>3</sub> CaNa	0,30	28,5	0,20	0,16	Кунь
18	-«-	0,34	33,9	0,22	0,18	Бараново
19	-«-	0,48	40,6	0,29	0,27	Старооскольское вдхр.
р. Убля						
20	SO <sub>4</sub> HCO <sub>3</sub> Ca	0,33	22,1	0,16	0,10	Сосновка

Это преимущественно гидрокарбонатно-сульфатные кальциевые, реже кальциево-натриевые воды с минерализацией от 0,18 до 0,48 г/дм<sup>3</sup>. И только в Старооскольском водохранилище минерализация воды превышает 40 г/дм<sup>3</sup>. Такой химический состав воды и содержание в ней минеральных компонентов свидетельствуют о преобладающем воздействии на формирование их гидрохимического облика атмосферных осадков. Довольно высокое содержание сульфат-иона указывает на определенное влияние в формировании химического состава литологической компоненты водовмещающих пород (присутствие карбонатов кальция в северных и северо-западных участках бассейна [3]).

Активные соли азота, отличающиеся, как известно, повышенной миграционной способностью, присутствуют во всех гидрохимических типах речных

вод. Однако их абсолютные количества не выходят, как правило, за пределы сотых-десятых долей г/дм<sup>3</sup> (таблица 1). Эти содержания не превышают границы предельно допустимых концентраций. Так, аммоний-ион по весьма представительному количеству определений образует концентрации от 0,08 до 0,18 г/дм<sup>3</sup> (здесь и далее исключая данные по водохранилищу). Нитрит-ион также практически не превышает величин, установленных действующими нормами и правилами, определяющими качество водной среды. Его количества находятся в пределах 0,15–0,22 г/дм<sup>3</sup>. Нитрат-ион, так же как и ранее охарактеризованные активные соли азота, образует довольно устойчивые концентрации, находящиеся значительно ниже уровня предельно допустимых концентраций (0,18–0,34 г/дм<sup>3</sup>). При этом наблюдается прямая, довольно

устойчивая корреляция между тремя формами активных солей азота.

Поступление активных солей азота с атмосферными осадками принято считать одним из важнейших источников накопления этих соединений в наземных экосистемах, в том числе и в поверхностных водах [4]. Концентрация азотистых соединений отражает уровень их содержания в атмосфере, поэтому увеличение количества поступления аммония, нитратов и нитритов с осадками свидетельствует о загрязнении приземного воздушного слоя аммиаком. Атмосферный азот пополняется газообразными соединениями азота, образующимися в ходе природных процессов трансформации органического вещества почвы и азотных удобрений, а также разнообразных продуктов хозяйственной деятельности человека.

Таким образом, можно считать, что источниками соединения азота в бассейне р. Оскол являются как аграрные, так и промышленные факторы. В последнее двадцатилетие здесь возникли крупные животноводческие комплексы с собственной кормовой базой, работают предприятия горнодобывающей (Лебединский ГОК), металлургической (Оскольский электрометаллургический комбинат) промышленности, атомной энергетики (Курская АЭС). Известно, что при сгорании топлива в стационарных установках в атмосферу поступает около 50 % азотсодержащих выбросов, еще 12 % поступает за счет потерь газообразных соединений в горном, транспортном и металлургическом производстве [1].

Учитывая различные аспекты отрицательного воздействия активных солей азота, и в целях сохранения экологического благополучия водной среды целесообразно устанавливать уровень предельно допустимых концентраций аммония, нитрит- и нитрат-ионов на едином эколого-гигиеническом подходе, беря за основу не санитарно-гигиеническую, а более низкую экологическую норму предельного содержания этих компонентов [4]. Такой подход, на наш взгляд, требует более строгого соблюдения требований к очистке сбрасываемых сточных вод в водоемы, уменьшит количество газово-полевых выбросов в атмосферу, оптимизирует использование минеральных и органических удобрений и в конечном итоге снизит риск негативного воздействия азотистых соединений на окружающую среду и человека.

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Соколов, О. А. Нитраты в окружающей среде / О. А. Соколов, В. М. Семенов, В. А. Агаев // Пушино: ОНТИ НЦБИ АН СССР, 1990. – 316 с.
2. Кудеяров, В. Н. К вопросу о загрязнении природных вод соединениями азота / В. Н. Кудеяров, В. Н. Башкин // Агробиохимия. – 1978. – № 3. – С. 19–27.
3. Мишон, В. М. Водохранилища Центрального Черноземья: водные ресурсы, гидролого-экологические проблемы / В. М. Мишон. – Воронеж: Изд-во Воронеж. гос. ун-та. Сер.: Биосфера. – Вып. 2. – 2004. – 137 с.
4. Строгонова, Л. Н. Геоэкологическая оценка распределения азота в реках Липецкой области / Л. Н. Строгонова, В. Л. Бочаров // Высокие технологии в экологии. Труды 9-ой междунар. научно-практической конференции. – Воронеж: Менеджер, 2006. – С. 251–258.

*Воронежский государственный университет*

*Бочаров С. В., преподаватель кафедры гидрогеологии, инженерной геологии и геоэкологии  
E-MAIL: GIDROGEOI@MAILRU  
Тел.: 8(473) 220-89-80*

*VORONEZH STATE UNIVERSITY*

*BOCHAROV S. V., TEACHER OF HYDROGEOLOGY, ENGINEERING GEOLOGY AND GEOECOLOGY CHAIR  
E-MAIL: GIDROGEOI@MAILRU  
TEL: 8(473) 220-89-80*