

УДК 551.557

Д.Н. Хайруллина, Н.П. Торсуев

АНТРОПОГЕННАЯ ТРАНСФОРМАЦИЯ ПОСТУПЛЕНИЯ ИОНОВ НАТРИЯ НА ВОДОСБОР РЕКИ ЛЁЖИ ВОЛОГОДСКОЙ ОБЛАСТИ

В работе проводится оценка антропогенной трансформации поступления ионов натрия на водосбор р. Лёжи Вологодской области за 2000–2007 гг. Объектом исследования данной работы являются компоненты окружающей среды, предметом – содержание в них ионов. В качестве источников ионов на водосборе были выбраны горные породы, атмосферные осадки, выгребные ямы населенных пунктов, минеральные удобрения, вносимые на сельскохозяйственные поля, а также животноводческие комплексы. В результате проведенных расчетов в среднем за исследуемый период (2000–2007 гг.) 72 % ионов натрия в атмосферных осадках имеют антропогенное происхождение, обусловленное функционированием промышленных предприятий Грязовецкого района Вологодской области. В целом более 90 % натрия, поступающего на водосбор р. Лёжи имеют антропогенное происхождение, преимущественно обусловленное функционированием животноводческих комплексов.

Ключевые слова: ионы натрия, горные породы, атмосферные осадки, минеральные удобрения, населенные пункты, животноводческие комплексы, антропогенная трансформация, выбросы.

Как известно, антропогенному воздействию подвергаются геохимические циклы многих элементов, что ведет к модернизации естественного геохимического фона, нарушению естественных условий взаимодействия между компонентами окружающей среды. В связи с этим возникает необходимость комплексной оценки нарушенности круговорота веществ. В работах ряда авторов [1; 2] уже проводилась попытка оценки баланса неорганического азота в пределах исследуемого в данной работе водосбора. В настоящем исследовании на примере ионов натрия Na^+ проводится оценка степени антропогенной трансформации поступления ионов натрия на водосбор р. Лёжи, находящегося под влиянием промышленных предприятий различной направленности в Грязовецком муниципальном районе, а также в гг. Володе и Череповце.

Целью работы является оценка антропогенной составляющей в поступлении ионов натрия в пределах элементарных геосистем на примере бассейна р. Лёжи. Для достижения поставленной цели решается ряд задач:

1) расчет годовых значений поступления ионов в результате выщелачивания горных пород, с атмосферными осадками, минеральными удобрениями сельскохозяйственных угодий, из выгребных ям населенных пунктов и в результате функционирования животноводческих комплексов в пределах водосбора исследуемой реки;

2) расчет антропогенной составляющей в поступлении ионов на водосбор.

Материалы и методы исследований

В основу данной работы положена информация по гидролого-гидрохимическому посту, расположенному в бассейне реки Северная Двина (р. Лёжа – д. Бушуиха), а также данные наблюдений на метеостанциях, расположенных в гг. Суре и Вологде за период с 2000 по 2007 гг.

Кроме того, использовались материалы докладов о состоянии и охране окружающей среды Вологодской области [3], а также данные Государственного Комитета по статистике [4].

Так, известно, что источники поступления ионов в пределах речного бассейна традиционно можно подразделить на природные ($B_{\text{прир}}$) и антропогенные ($B_{\text{антр}}$):

$$B = B_{\text{прир}} + B_{\text{антр}} \quad (1)$$

В данной работе в качестве антропогенных источников поступления элементов на водосбор были выбраны атмосферные осадки, фиксирующие выбросы промышленных предприятий ($B_{\text{атм антр}}$), выгребные ямы населенных пунктов ($B_{\text{н.п}}$), животноводческие комплексы ($B_{\text{ЖВ}}$), а также минеральные удобрения, вносимые на сельскохозяйственные поля ($B_{\text{МУ}}$) [5]:

$$B_{\text{антр}} = B_{\text{атм антр}} + B_{\text{н.п}} + B_{\text{ЖВ}} + B_{\text{МУ}} \quad (2)$$

Вклад ионов антропогенного происхождения ($B_{\text{атм.загрязн}}$) в атмосферных осадках, в свою очередь, рассчитывался по формуле:

$$\alpha_{\text{атм.загрязн}} = \frac{B_{\text{атм.загрязн}}}{B_{\text{атм.Сура}} + B_{\text{атм.загрязн}}} \cdot 100\%, \quad (3)$$

где $B_{\text{атм.Сура}}$ – поступление ионов на фоновой метеостанции, расположенной в г. Сура, тонны [6].

Естественные источники поступления, в свою очередь, связаны с природной составляющей атмосферных осадков ($B_{\text{атм.прир}}$), а также с литогенным поступлением ионов ($B_{\text{г.п.}}$) [6]:

$$B_{\text{прир}} = B_{\text{г.п.}} + B_{\text{атм.прир}} \quad (4)$$

Методика расчета каждой компоненты источников поступления ионов на водосбор изложена в работе [7].

Результаты и их обсуждение

Согласно расчетам решающую роль в поступлении ионов натрия на водосбор р. Лёжи играют животноводческие комплексы, являющиеся в том числе и антропогенной составляющей. В результате их функционирования в среднем за исследуемый период (2000–2007 гг.) поступает 27 348,9 т, или 89,6 %, всех ионов натрия.



Рис. 1. Среднеголетняя (2000–2007 гг.) структура вклада основных источников поступления ионов натрия на водосбор р. Лёжи

Это, прежде всего, связано с наличием крупных животноводческих ферм в пределах бассейна р. Лёжа, в которых, как правило, в качестве подкормки скота используют большое количество NaCl. Так, только количество крупного рогатого скота (КРС) в среднем за исследуемый период здесь составляет 26615 голов при массе навоза 36 кг с содержанием натрия порядка 4 %.

Гораздо меньшее количество ионов поступает с выгребных ям населенных пунктов – 48 т/год, или 0,2 %, в среднем за 2000–2007 гг., что связано с незначительным по сравнению с КРС ежедневным образованием количества экскрементов и невысоким содержанием натрия (0,383 %) [8].

Что касается атмосферных осадков, то с ними поступает 782,5 т ионов, вклад их составляет в общее поступление 4,6 %.

Что касается антропогенной составляющей в атмосферных осадках, то в среднем за исследуемый период 72 % ионов натрия в них имеет антропогенное происхождение, хотя вариация этой составляющей с 2000 по 2007 г. находится в пределах 59 % – 90 % (рис. 2, а). Это обусловлено выбросами предприятий Грязовецкого муниципального района, таких как ОАО «Грязовецкое ЛПУМГ», ООО ПЛО «Монзалес», ООО «Монзенский ДОК», ЗАО «Грязовецкий авторемонтный завод», ОАО «Грязовецлен», ООО «Грязовецкий комбинат стройматериалов», а также рядом предприятий, расположенных в гг. Вологде и Череповце (рис. 2, б) [9].

Вариация содержания ионов антропогенного происхождения в атмосферных осадках за исследуемый период повторяет динамику выбросов предприятий Грязовецкого МР, а также г. Череповец (рис. 2, а, б). Так, максимум вклада ионов антропогенного происхождения в атмосферных осадках

отмечается в 2005 г., что связано с резким скачком выбросов в данном году в целом по Грязовецкому муниципальному району (МР) (рис. 2, а, б).

Что касается привноса элемента с минеральными удобрениями, то с ними поступает 0,6 % всех ионов в среднем за 2000–2007 гг., или 183,6 т на 244 км² посевных площадей (рис. 1).

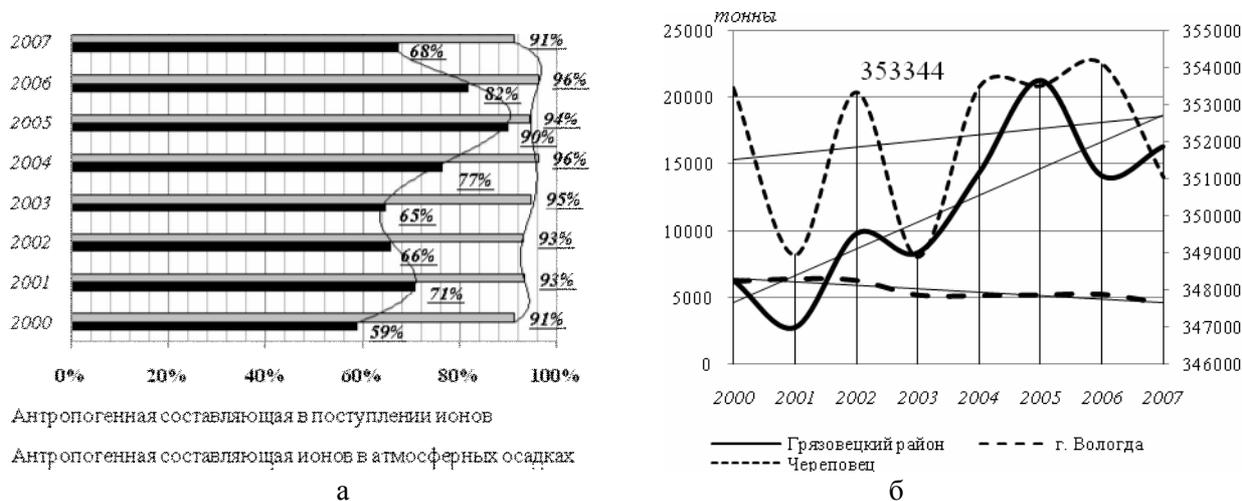


Рис. 2. Среднегодовая динамика вклада поступления ионов натрия антропогенного происхождения на водосбор р. Лёжи (2000–2007 гг.) (а) и среднегодовая динамика выбросов (тонны) по Грязовецкому району и гг. Вологде и Череповцу (б)

Природная составляющая в поступлении ионов натрия на водосбор, связанная с выщелачиванием горных пород, малозначима. Так, литогенное поступление составляет 2335,9 т/год ионов. Вклад этого источника небольшой – 5 %, что связано с относительно невысокой интенсивностью растворения осадочных пород в пределах водосбора, приуроченного к Кубенско-Вологодской низменности, сложенной слабопроницаемыми моренными отложениями, препятствующих свободной инфильтрации атмосферных осадков (рис. 1) [10].

В целом антропогенная трансформация поступления ионов натрия на водосбор от всех источников составляет порядка 91–96 %, что связано с преобладающим влиянием отходов животноводческих комплексов, преобразующих круговорот натрия в пределах исследуемого бассейна (рис. 2, а).

Выводы

Итак, можно сделать следующие выводы:

- 1) более 90 % ионов натрия, поступающего на территорию водосбора р. Лёжи, связано с наличием крупных животноводческих комплексов;
- 2) небольшая доля вклада ионов, поступивших с атмосферными осадками (4,6 %), связана со значительным удалением территории от основного источника анализируемых ионов (около 500 км) – морской акватории;
- 3) в среднем за исследуемый период 72 % ионов в атмосферных осадках имеют антропогенное происхождение, что обусловлено выбросами преимущественно предприятий Грязовецкого района;
- 4) в результате выщелачивания горных пород поступает незначительная доля ионов натрия, что обусловлено сложением территории малорастворимыми горными породами.

Таким образом, в результате антропогенного вмешательства круговорот натрия в пределах исследуемого водосбора сильно трансформирован, что говорит об активном использовании этого элемента как в промышленности, так и в сельском хозяйстве.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ногманов Р.Р., Фёдорова В.А. Баланс неорганического азота на участках водосборов рр. Сямжена и Лёжа. URL: http://ggf.bsu.edu.ru/Conferences/Conf_2011/Materials/Nogmanov.htm (дата обращения: 10.12.2013).
2. Фёдорова В.А., Ногманов Р.Р. Поступление, вынос и баланс неорганического азота в пределах верхней части водосбора р. Сухона. URL: <http://geoeko.mrsu.ru/2011-1/PDF/Fedorova.pdf> (дата обращения: 6.06.2013).

3. Государственный доклад о состоянии окружающей природной среды Вологодской области в 2009 году. URL: <http://www.ecoindustry.ru/gosdoklad/view/72.html> (дата обращения: 8.06.2013).
4. Территориальный орган федеральной службы государственной статистики по Вологодской области. URL: <http://www.gks.ru/dbscripts/munst/munst19/DBInet.cgi> (дата обращения: 7.06.2013).
5. Методика расчета выноса биогенных веществ и оценки перспективного состояния загрязненности малых рек – утв. Министерство природных ресурсов и охраны окружающей среды Республики Беларусь. 19.11.1999. № 331с.
6. Горев Л.Н., Пелешенко В.И. Методика гидрохимических исследований. Киев: Вища школа, 1985. 215 с.
7. Khayrullina D.N., Fedorova V.A. Sodium balance structure within the elementary geosystems (by the example of basin of the Elva river in the Komi Republic). Adv. Environ. Biol. 2014. Vol. 8 (4). P. 1015-1020.
8. Медицинский справочник. URL: <http://www.medical-enc.ru/krovotecheniya/soderzhanie-elektrolitov.shtml> (дата обращения: 7.06.2013).
9. Город Грязовец. Грязовецкий район. URL: <http://volads.ru/gorod-gryazovec-gryazoveckij-rajon/> (дата обращения: 20.04.2013).
10. Филенко Р.А. Воды Вологодской области. Л.: Изд-во Ленингр. ун-та, 1966. 131 с.

Поступила в редакцию 16.06.14

D.N. Khayrullina, N.P. Torsuev

ANTHROPOGENIC TRANSFORMATION OF SODIUM ION INPUT TO LEZHA RIVER BASIN OF VOLOGDA REGION

The paper deals with assessment of sodium ion input to Leja river basin of Vologda Oblast during the period 2000 – 2007. The objects of our research are the components of the environment. The subject of our research is ion concentration of them. The sources of ions within Leja river basin are rocks, atmospheric precipitation, cesspools of settlements, the mineral fertilizers of agricultural fields, and also livestock breeding complexes. For the period 2000-2007, 72 % of sodium ions of atmospheric precipitation have anthropogenic origin from industrial enterprises of Gryazovets of Vologda Oblast. In general more than 90 % of sodium ion input to Leja river basin have the anthropogenic genesis mainly caused by functioning of livestock breeding complexes.

Keywords: sodium ions, rocks, atmospheric precipitation, mineral.

Хайруллина Динара Николаевна,
ассистент кафедры ландшафтной экологии
Института экологии и природопользования
E-mail: dinara-hi@yandex.ru

Торсуев Николай Павлович,
доктор географических наук, профессор кафедры
ландшафтной экологии
Института экологии и природопользования

Казанский (Приволжский) федеральный университет
420008, Россия, г. Казань, ул. Кремлевская, 18

Khayrullina D.N.,
assistant of the Department of Landscape
of the Institute of Ecology and Wildlife
E-mail: dinara-hi@yandex.ru

Torsuev N.P.,
Doctor of Geography, Professor of the Department
of Landscape of the Institute of Ecology and Wildlife

Kazan federal university
Kremlevskaya st., 18, Kazan, 420008