

**СОДЕРЖАНИЕ И СТОК МИНЕРАЛЬНЫХ ФОРМ АЗОТА В
ВОДЕ НИЖНЕГО АМУРА В ЗИМНЮЮ МЕЖЕНЬ**

В.П. Шестеркин, Н.М. Шестеркина

*Институт водных и экологических проблем ДВО РАН, Ким Ю Чена 65,
Хабаровск, 680000, Россия. E-mail: shesterkin@ivep.as.khb.ru*

Рассмотрено содержание и сток минеральных форм азота в воде Нижнего Амура в зимнюю межень за столетие. В период с 1996 по 2010 годы, по сравнению с 1981–2000 гг., отмечено снижение стока аммонийного азота в 1,6 раза и увеличение нитратного азота в 2,3 раза.

**THE DISCHARGE AND CONCENTRATIONS OF NITROGEN
MINERAL FORMS IN THE LOWER AMUR IN WINTER
LOWEST WATER LEVEL**

V.P. Shesterkin, N.M. Shesterkina

*Institute for Water and Ecological Problems, FEB RAS, 65 Kim Yu Chen Str.,
Khabarovsk, 680000, Russia. E-mail: shesterkin@ivep.as.khb.ru*

The discharge and concentrations of the nitrogen mineral forms in the Lower Amur water in winter lowest water level during the last century has been analyzed. Compared to 1981–2000, ammonia nitrogen in 1996–2010 was decreased to 1,6 times and nitrate nitrogen was increased to 2,3 times.

Река Амур – крупнейшая трансграничная река Евразии, сток которой составляет более половины общего стока всех рек Охотского побережья. Поэтому значительные экономические преобразования в последние годы в бассейне Амура, в основном в китайской части (рост численности населения, развитие химической и нефтехимической промышленности и т.д.) не могли не оказать влияния на вынос растворенных веществ в Охотское море. Среди этих веществ особое место занимают соединения азота, содержание которых лимитирует качество поверхностных вод и в значительной степени определяет биологическую продуктивность водных объектов.

Цель настоящей работы является изучение содержания и стока минеральных форм азота в воде Нижнего Амура в зимнюю межень в многолетнем аспекте.

Гидрохимические исследования в основном осуществлялись в 1997–2010 гг. у г. Хабаровск. Площадь водосбора реки Амур на этом участке составляет 1630 тыс. км² (87,9 % от общей). Выбор этого участка реки в качестве района иссле-

дований обусловлен, прежде всего, его наибольшей гидрологической и гидрохимической изученностью (на замыкающем створе р. Амур в районе с. Богородское расходы воды в 2007–2009 гг. не измерялись). Помимо стационарных наблюдений в марте 1983, 1984 и 1998 гг. на участке реки между г. Хабаровск и с. Богородское проводились экспедиционные исследования. Пробы воды у г. Хабаровск отбирались с поверхности на 5–6 равномерно распределенных по ширине Амура пунктах два раза в месяц с декабря по март, на Нижнем Амуре – в основном на середине реки. Анализ проб воды выполнялся в Межрегиональном центре экологического мониторинга гидроузлов (№ РОСС RU 0001 515988) при ИВЭП ДВО РАН. В работе были использованы результаты гидрологических наблюдений Росгидромета.

Первые сведения о содержании аммонийного азота (до 2 % от общего состава) в воде р. Амур у г. Хабаровск были получены в 1895 г. фармацевтом Бобрицким (Приамурские..., 1896). Исследования в 1910–1913 гг., напротив, указывали на следовые количества минеральных форм азота (Эбергард, Белохвостов, 1914). Наблюдения в 1953–1955 гг. также свидетельствовали об отсутствии нитритного и нитратного азота в воде городского водовода на входе. Концентрация аммонийного азота зимой была в пределах 0,01–0,08 мгN/дм³ (Жданов, 1957). Сток этого вещества в зимнюю межень 1953–1954 гг. составил 228 т/мес.

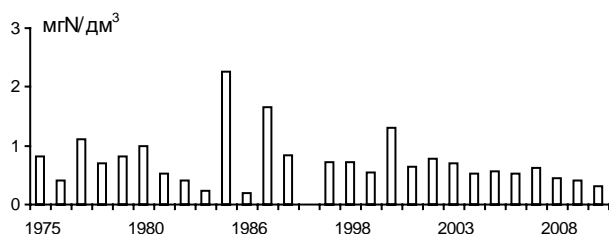


Рис.1. Многолетняя динамика концентрации аммонийного азота в зимнюю межень 1975–1988 гг. и 1996–2010 гг. в воде р. Амур у г. Хабаровск

более раза, наблюдалась в 1977, 1984 и 1987 гг. (рис. 1). Преобладание аммонийной формы в стоке минерального азота зимой отмечалось во все годы за исключением 1982 и 1986 гг. Максимальная концентрация аммонийного азота достигала 2,26 мгN/дм³ в 1984 г., а нитратного – 0,70 мгN/дм³ в 1986 г. (Шестеркин, 2010). Среднее многолетнее содержание аммонийного азота в зимой в 1975–1988 гг. составило 0,84 мгN/дм³, а нитратного – 0,20 мгN/дм³, что соответствовало стоку 2124 и 506 т/мес (Шестеркин, Шестеркина, 2003).

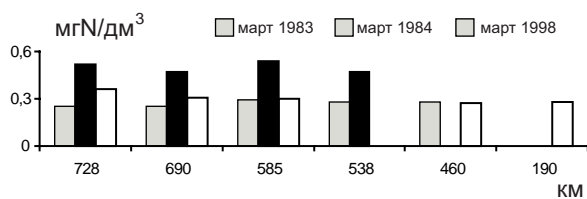


Рис. 2. Распределение концентрации нитратного азота в воде р. Амур на участке с. Троицкое–с. Богородское

Мониторинг за содержанием минеральных форм азота с 1975 г. начал проводить Госкомгидромет. Результаты наблюдений свидетельствовали о повышенном содержании аммонийного азота в зимнюю межень. Максимальная концентрация этого вещества, превышающая рыбохозяйственные значения ПДК в три и

Экспедиционные исследования в марте 1983, 1984 и 1998 гг. свидетельствовали о повышенном содержании аммонийного азота в воде Нижнего Амура (до 1,0 мгN/дм³), относительно равномерном распределении концентрации нитратного азота по длине Амура (рис. 2), незначительном влиянии на нее

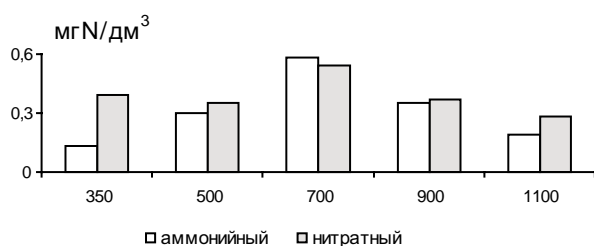


Рис. 3. Изменение содержания аммонийного и нитратного азота в воде р. Амур у г. Хабаровск по ширине от правого до левого берега (м) в феврале 2009 г.

расположенных на левом берегу реки крупных населенных пунктов Приамурья (Амурск, Комсомольск-на-Амуре).

Гидрохимические исследования в 1996–2010 гг. в районе г. Хабаровск позволили более детально рассмотреть внутригодовую и многолетнюю динамику содержания минеральных форм азота. Результаты наблюдений в зимнюю межень свиде-

тельствуют о неоднородном распределении содержания этих форм азота по ширине Амура, более высоких уровнях концентраций на середине реки (рис. 3).

В многолетней динамике отмечаются большие различия в содержании этих форм азота (таблица), более низкое, по сравнению с 1975–1988 гг., содержание аммонийного азота (в 1,35 раза) и более высокое – нитратного азота (в 1,85 раза). Наименьшая концентрация аммонийного азота отмечалась в 2008–2010 гг., когда в стоке Амура существенно возросла доля стока р. Бурей после выхода на эксплуатационный режим Бурейского водохранилища (зимой сбросы составляли порядка $500 \pm 100 \text{ м}^3/\text{с}$), а наибольшая – в 2000, 2002 и 2003 гг. (таблица). Таким образом, в последние годы отмечается устойчивое снижение содержания этого вещества

Таблица

Многолетняя динамика содержания минеральных форм азота в воде р. Амур у г. Хабаровск в зимнюю межень (декабрь–март 1996–2010 гг.), $\text{мгN}/\text{дм}^3$

Год (кол-во проб)	Минеральные формы азота					
	Аммонийный		Нитритный		Нитратный	
	среднее	min–max	среднее	min–max	среднее	min–max
1997 (17)	0,66±0,29	0,24-1,31	0,011±0,009	0,002-0,031	0,37±0,08	0,28-0,48
1998 (15)	0,68±0,36	0,23-1,20	0,009±0,006	0,002-0,016	0,42±0,06	0,30-0,51
1999 (26)	0,53±0,19	0,13-0,91	0,005±0,002	0,002-0,012	0,42±0,05	0,32-0,51
2000 (29)	1,26±0,42	0,58-2,09	0,006±0,003	0,002-0,016	0,28±0,10	0,10-0,48
2001 (33)	0,59±0,26	0,07-0,92	0,007±0,004	0,002-0,016	0,14±0,05	0,06-0,28
2002 (24)	0,79±0,27	0,36-1,29	0,006±0,004	0,002-0,016	0,53±0,07	0,38-0,63
2003 (40)	0,71±0,43	0,07-1,62	0,004±0,002	0,002-0,005	0,45±0,10	0,23-0,67
2004 (30)	0,53±0,20	0,20-0,88	0,004±0,002	0,002-0,010	0,37±0,06	0,24-0,52
2005 (20)	0,57±0,33	0,03-1,02	0,003±0,002	0,002-0,004	0,22±0,07	0,18-0,42
2006 (15)	0,57±0,25	0,16-0,88	0,015±0,007	0,006-0,028	0,38±0,16	0,19-0,66
2007 (12)	0,63±0,31	0,11-0,95	0,005±0,002	0,002-0,010	0,50±0,15	0,31-0,77
2008 (37)	0,44±0,28	0,03-0,84	0,007±0,005	0,002-0,015	0,27±0,08	0,14-0,46
2009 (24)	0,41±0,18	0,13-0,75	0,003±0,002	0,001-0,008	0,43±0,12	0,23-0,61
2010 (40)	0,32±0,23	0,02-0,79	0,001±0,002	0,001-0,003	0,36±0,13	0,15-0,71
Среднее	0,62±0,22	0,32-1,26	0,006±0,004	0,001-0,015	0,37±0,10	0,14-0,53

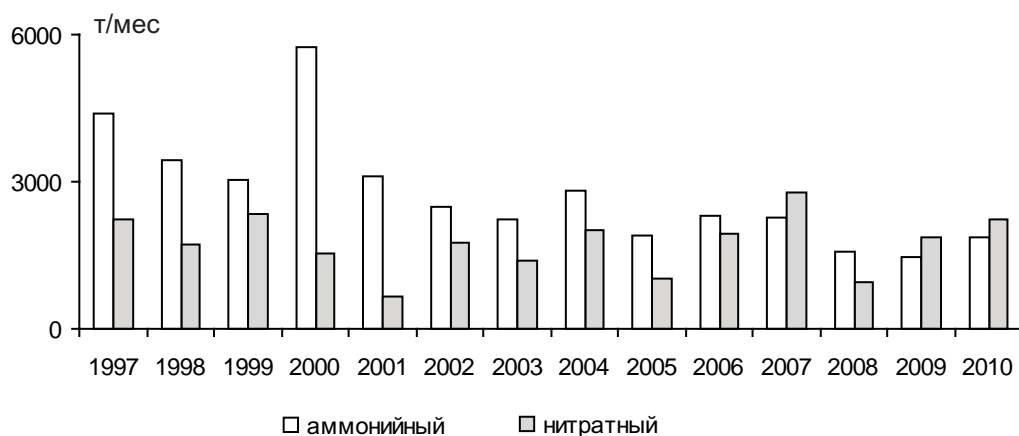


Рис. 4. Динамика стока аммонийного и нитратного азота в воде р. Амур у г. Хабаровск в 1997–2010 гг.

в воде, что в определенной мере свидетельствует об улучшении качества воды р. Амур (Шестеркин, Шестеркина, 2009).

Определенной зависимости между содержанием нитратного азота и расходами воды в зимнюю межень не отмечено. Повышенные его концентрации отмечались как в маловодные (2002, 2003), так и многоводные (1999, 2007) годы (таблица).

Максимальный сток аммонийного азота наблюдался в феврале 2000 г. (7540 т), а нитратного – в декабре 1998 г. (3787 т). В маловодные годы (2002, 2003, 2005 и 2008) сток этих веществ был ниже (рис. 4). В последние два года (2009–2010) в структуре форм азота отмечается преобладание стока нитратного азота над стоком аммонийного азота (таблица).

Сток аммонийного азота в воде р. Амур зимой 1996–2010 гг. в среднем составил 2938 т/мес., нитратного – 1753 т/мес., т.е. по сравнению с 1975–1988 гг. сток первого повысился в 1,38 раза, а второго – 3,5 раза.

Содержание нитритного азота в речной воде, как правило, из-за нестойкости соединений вообще отсутствует или обнаруживается в следовых количествах (таблица). Сток нитритного азота в воде р. Амур в зимнюю межень в среднем составил 27 т/мес. (интервал колебания 5–74 т/мес.). Низкие значения отмечались зимой 2005 и 2010 гг. (8 и 5 т/мес., соответственно). Максимальный зимний (74 т/мес.) сток нитритного азота наблюдался в 2006 г. В остальные годы сток этого вещества был близким к среднему значению.

Важным гидрохимическим и ландшафтно-геохимическим показателем является структура стока минеральных форм азота. Для р. Амур у г. Хабаровск соотношение между стоком аммонийного, нитратного и нитритного азота в зимнюю межень составляло соответственно 61, 38 и 0,6. Для бассейна Тихого океана эти значения (1981–1985 гг.) составляли 81, 17 и 2 (Смирнов, 1994).

Такое увеличение стока аммонийного и нитратного азота указывает на активизацию хозяйственной деятельности в бассейне Амуре, прежде всего, китайской его части. Об этом свидетельствует характер распределения содержания минеральных форм азота по ширине Амурского лимана на пограничных участках выше и ниже устья р. Сунгари. Если выше устья этой реки у с. Амурзет различия в распределении

содержания этих форм азота по ширине Амура отсутствуют, то ниже устья (с. Ленинское) максимальное содержание этих веществ наблюдается у правого берега. Возрастает на этом участке и среднесезонная концентрация аммонийного и нитратного азота – в 2,7 и 3,3 раза соответственно. Наиболее резкие различия отмечались в декабре 2005 г. после аварии на химическом комбинате в г. Цзилинь, когда концентрация нитратного азота у российского берега изменялась от 0,13 до 0,23 мгN/дм³, а у китайского – от 1,49 до 1,91 мгN/дм³. Такие значения для нитратного азота в воде р. Амур были отмечены впервые за все годы наблюдений. Несомненно, что и в районе Хабаровска концентрация ионов нитратного азота также могла быть максимальной (до 0,9 мгN/дм³).

Диапазон концентраций аммонийного азота был меньше: 0,16–0,38 мгN/дм³ и 1,09–1,46 мгN/дм³ (Шестеркин, 2007). Высокие концентрации аммонийного азота по времени совпадали с максимальными уровнями содержания нитратного и нитритного азота. Ниже устья р. Сунгари постепенное смешивание сунгарийских и амурских вод приводит к сглаживанию различий в содержании растворенных веществ по ширине Амура.

В марте 2006 г. содержание аммонийного азота у китайского берега по сравнению с российским берегом было выше в 10 раз, нитритного – в 100 раз, а нитратного – в 5,5 раз (Шестеркин и др., 2007). Аналогичная ситуация отмечалась и в феврале 2008 г., когда у китайского берега концентрация аммонийного и нитратного азота по сравнению с российским берегом была выше в 8,1 и 9,8 раза, причем концентрация первого превышала значение ПДК в 6,7 раза.

Проведенные исследования (1996–2010 гг.) свидетельствуют о снижении стока аммонийного азота в 1,6 раза и увеличении нитратного в 2,3 раза по сравнению с 1981–2000 гг., и преобладании в последние годы в стоке минерального азота нитратной формы. Антропогенная составляющая стока минерального азота р. Амур формируется за счет стока р. Сунгари. Высокая насыщенность бассейна этой реки промышленными предприятиями и активное использование минеральных удобрений на сельскохозяйственных угодьях создает постоянный риск загрязнения р. Амур соединениями азота.

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований (проект № 10-05-00182) и гранта ДВО № 09-III-09-494.

ЛИТЕРАТУРА

- Жданов П.С. 1957.** Санитарная оценка р. Амур как источника водоснабжения г. Хабаровск: автореф. дис. ... канд. мед. наук. Хабаровск. 24 с.
- Приамурские ведомости. 1896.** 18 февраля. № 112.
- Смирнов М.П. 1994.** Оценка стока биогенных элементов и его антропогенной составляющей в моря Северного Ледовитого и Тихого океанов // Гидрохимические материалы. Т. СХІІІ. С. 121–137.
- Шестеркин В.П., Шестеркина Н.М. 2003.** Содержание аммонийного азота в воде среднего Амура в зимнюю межень // География и природные ресурсы. № 2. С. 93–97.
- Шестеркин В.П. 2007.** Зимний гидрохимический режим Амура // Вестник ДВО РАН. № 4. С. 35–43.
- Шестеркин В.П., Шестеркина Н.М., Фокина Ю.А., Ри Т.Д. 2007.** Трансграничное загрязнение Амура в зимнюю межень 2005–2006 гг. // География и природные ресурсы. № 2. С. 40–44.

- Шестеркин В.П., Шестеркина Н.М. 2009.** Многолетняя динамика содержания аммонийного и нитратного азота в воде р. Амур у г. Хабаровска в зимнюю межень // III Дружининские чтения: Комплексные исследования природной среды в бассейне реки Амур: мат. межрег. науч. конф. Кн. 1. Хабаровск: ДВО РАН. С. 129–132.
- Шестеркин В.П. 2010.** Изменение химического состава речных вод в Хабаровском водном узле за столетие // Тихоокеанская геология. Т. 29, № 2. С. 112–118.
- Эбергард А.И., Белохвостов С.И. 1914.** Вода центральной части города Хабаровска (в летнее время) // Труды 1-го съезда врачей Приамурского края. 23–28.VIII.1913 г. в г. Хабаровске. Хабаровск: типография канцелярии Приамурского генерал-губернатора. С. 125–134.