

Г.Г. СЛИВИНСКИЙ, Е.Г. КРУПА, Г.Ж. АКБЕРДИНА

ХАРАКТЕРИСТИКА БАССЕЙНА РЕКИ НУРЫ В ЗОНЕ ВЛИЯНИЯ ТЕМИРТАУ-КАРАГАНДИНСКОГО ПРОМЫШЛЕННОГО КОМПЛЕКСА ПО ГИДРОХИМИЧЕСКИМ И ТОКСИКОЛОГИЧЕСКИМ ПОКАЗАТЕЛЯМ

(Институт зоологии КН МОН РК)

В статье приведены сведения о гидрохимических показателях рек и водоемов среднего течения бассейна реки Нуры, а также содержанию ряда тяжелых металлов в воде и грунтах этих водоисточников в 2006-2008 гг.

В настоящее время бассейн Нуры характеризуется достаточно сложной экологической обстановкой. Источниками загрязнения бассейна являются природные и техногенные объекты. Рудные месторождения, рудопроявления и геохимические аномалии расположены, в основном, в верхнем и среднем течении реки. Антропогенное загрязнение водоисточников обусловлено наличием на территории водосбора сельскохозяйственных и промышленных предприятий, свалок твердых бытовых отходов и населенных пунктов /1/.

Одним из наиболее загрязненных является участок Нуры в среднем течении, где наличие естественных геохимических аномалий усугубляется постоянным поступлением промышленных и хозяйственно-бытовых сточных вод непосредственно в реку и созданные здесь водохранилища. Наиболее напряженная экологическая ситуация сложилась в Самаркандском водохранилище и на участках реки ниже плотины водохранилища. Самаркандское водохранилище - это один из крупнейших искусственных водоемов Центрального Казахстана. Сооруженный еще в 1939 г. для водоснабжения развивающегося промышленного района, он более полувека хронически загрязняется сбросами Темиртау-Карагандинского территориально-промышленного комплекса. Ниже Самаркандского водохранилища, в районе п. Чкалово, загрязняющие вещества поступают в Нуру по «Каналу объединенного сброса сточных вод промышленных предприятий г. Темиртау» (КОС). В 1970-80 годах XX века в связи со сбросом в Нуру предприятиями г. Темиртау неочищенных стоков с большим содержанием ртути загрязненными оказались вода, донные отложения и прибрежная зона Нуры. Помимо ртути в настоящее время водный бассейн Нуры загрязнен и другими токсичными веществами, в том числе тяжелыми металлами.

Целью настоящей работы являлась оценка современного состояния водоисточников среднего течения р. Нуры по гидрохимическим показателям и содержанию тяжелых металлов.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

В 2006-2008 гг. исследованы гидрохимические показатели и уровень загрязнения тяжелыми металлами воды и грунтов реки Нуры (Н) выше (условно фоновый участок) и ниже Самаркандского водохранилища (загрязненный участок), каналов промышленных и бытовых стоков (К, КК), Самаркандского (СВ) (рисунок 1) и Ынтымакского водохранилищ. Помимо этого были исследованы отдельные реки бассейна Нуры: Шерубай-Нура и ее притоки Талды и Кызылкой.

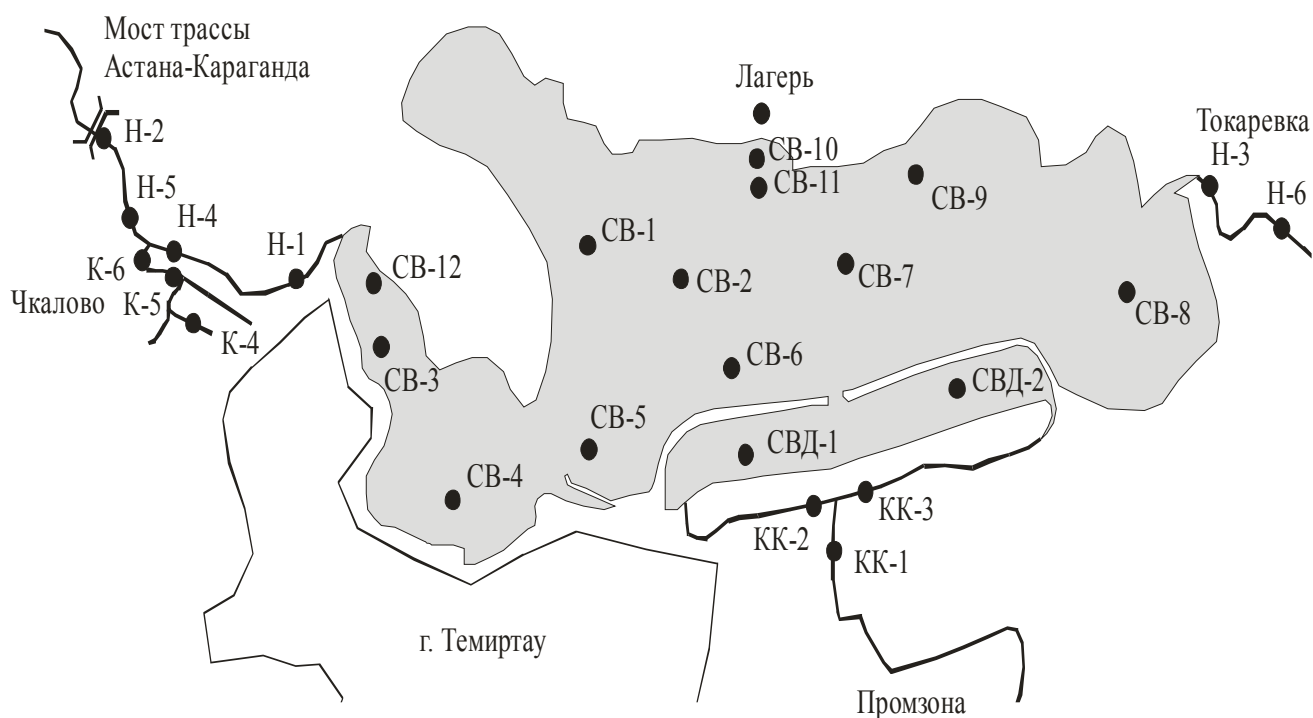


Рисунок 1. Схема расположения станций отбора проб на р. Нуре и на Самаркандском водохранилище

Отбор проб воды и грунтов проводили согласно рекомендациям /2, 3/. Гидрохимический анализ осуществляли по общепринятым методикам /4, 5/.

Пробы воды для определения содержания тяжелых металлов концентрировали выпариванием при температуре 50-60°C. Высушенные пробы грунтов растирали в фарфоровой ступке, просеивали через сита с диаметром ячеек не более 500 мкм и отбирали навески. Все пробы для определения содержания тяжелых металлов переводили в раствор методом мокрого озоления. Анализ содержания цинка, меди, кадмия, свинца, кобальта и хрома проводили методом пламенной атомно-абсорбционной спектрофотометрии на спектрофотометрах Solaar S2AA (США) и ААС-3 (Цейсс Йена, Германия). Ртуть определяли на беспламенном атомно-абсорбционном фотометре БААС-2.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

Исследованные водоисточники характеризовались заметными различиями гидрохимических показателей и их межсезонными и межгодовыми колебаниями.

Выше Самаркандского водохранилища Нура имела солоноватую воду ($1,40 \text{ г/дм}^3$ в 2008г. и $1,70-1,77 \text{ г/дм}^3$ в 2006г), сульфатно-хлоридного класса группы натрия /4/. Ниже водохранилища происходило снижение минерализации речной воды до $0,99-1,20 \text{ г/дм}^3$, при преобладании хлоридных и сульфатных ионов. Жесткость воды существенно изменялась – от $4,0 \pm 0,4 \text{ мг-экв/дм}^3$ в 2008г. до $9,0 \pm 0,7 \text{ мг-экв/дм}^3$ в 2006г. Прозрачность воды снижалась от 0,5-0,8 м на условно фоновом участке до 0,1-0,2 м на нижнем участке.

Основное влияние на химический состав воды Нуры оказывали притоки и поступление промышленных и бытовых сточных вод. Суммарное содержание растворенных солей в воде притоков варьировало от 0,5 до 2,3 г/дм³. Наиболее минерализована вода р. Шерубай-Нура (1,7-2,3 г/дм³), принимающей доочищенные хозфекальные и промышленные шахтные воды г. Шахтинска и г. Караганды. Пресные воды (0,5-0,7 г/дм³) поступали в Шерубай-Нуру по притокам Талды и Кызылкой. Нижний участок реки находился под влиянием сбросов Самаркандского водохранилища и дополнительного поступления промышленных и бытовых стоков по каналу объединенного сброса сточных вод (КОС) промышленных предприятий г. Темиртау. Суммарное содержание растворенных солей в сточной воде достигало 1,09-1,49 г/дм³ (в среднем $1,28 \pm 0,06$ г/дм³), при существенных колебаниях величины жесткости (4,0-10,1 мг-экв/дм³, в среднем $8,2 \pm 0,7$ мг-экв/дм³). За счет изменения соотношения анионов сточная вода в 2006г. относилась к хлоридному, в 2007г. – к хлоридному или сульфатному, в 2008г. – к хлоридно-сульфатному классу, группы натрия.

Химический состав воды Самаркандского водохранилища формировался под влиянием речного стока и поступления промышленно-бытовых сточных вод в его южную и юго-западную части. В зависимости от увлажненности территории бассейна, суммарное содержание растворенных солей по годам исследований варьировало от уровня вод с относительно повышенной минерализацией до солоноватых (таблица 1). Как правило, максимальной величиной показателя (1,3-1,5 г/дм³) характеризовалась верхняя часть водоема, находящаяся под влиянием речного стока. Минерализация воды южной части, испытывающей влияние промышленных сточных вод, поступающих в отгороженный дамбой, но сообщаемый с основной акваторией участок, варьировала от 1,3 до 2,1 г/дм³. После смешения с водами собственно водохранилища, суммарное содержание растворенных солей снижалось до 0,99 г/дм³ в центральной части, непосредственно примыкающей к участку за дамбой, и далее до 0,68 г/дм³ в юго-западной, более удаленной от дамбы акватории. В отдельных случаях минерализация промышленных сточных вод, поступающих по каналу, была ниже, чем в водохранилище. Вода водохранилища относилась к хлоридному или хлоридно-сульфатному классу группы натрия. В зоне влияния промышленных сточных вод, за дамбой, преобладали сульфат-ионы, концентрации которых, как правило, превышали ПДК_{вр}.

Общая жесткость воды изменялась от $3,5 \pm 0,03$ мг-экв/дм³ в 2008г. до $8,5 \pm 0,1$ мг-экв/дм³ осенью 2006г., что обусловлено колебаниями концентраций кальция и магния. В расположенном ниже по течению Ынтымакском водохранилище минерализация и химический состав воды были близки показателям Самаркандского водохранилища (см. таблицу 1).

По исследованным участкам величина перманганатной окисляемости воды варьировала от 3,7 до 7,4 мг О/дм³, соответствуя уровню загрязненных и грязных вод [6]. Величина рН (8,7-9,0) характеризовала щелочную реакцию воды.

Из биогенных элементов наиболее значение для первичных продуцентов и, соответственно, последующих звеньев трофической цепи, имеют соединения азота и фосфора. Источником их поступления является смыв с водосбора, речные воды и хозяйственно-бытовые стоки. По исследованным водоемам содержание биогенных элементов изменялось в значительных пределах (таблица 2). Наиболее высокие концентрации соединений азота (до 9,03 мг/дм³) и фосфора (до 1,3 мг/дм³) отмечались, как правило, в каналах сточных вод, р. Нуре и Самаркандском водохранилище в зоне влияния сточных вод. Летом 2007-2008гг. Самаркандское водохранилище характеризовалось низкими концентрациями фосфора, что может быть связано с поглощением этого биогена обильно развитым фитопланктоном.

Таблица 1.

Гидрохимические показатели водоемов бассейна р. Нуры

Год, месяц	Концентрация ионов, г/дм ³						
	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺ + K ⁺	HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	Мин.
Р. Нура							
2006, 07	0,10±0,003	0,05±0,007	0,39±0,08	0,23±0,02	0,38±0,03	0,32±0,03	1,47±0,16
*2006, 09	0,10±0,005	0,04±0,003	0,25±0,02	0,17±0,01	0,37±0,01	0,31±0,02	1,28±0,09
2008, 07	0,05±0,002	0,02±0,006	0,31±0,03	0,24±0,03	0,32±0,05	0,24±0,02	1,16±0,12
Самаркандское водохранилище							
2006, 07	0,08±0,01	0,04±0,004	0,30±0,05	0,20±0,02	0,35±0,007	0,31±0,01	1,20±0,02
2006, 09	0,11±0,007	0,04±0,005	0,28±0,007	0,17±0,007	0,39±0,004	0,35±0,009	1,30±0,05
2007, 07	0,08±0,002	0,02±0,003	0,15±0,005	0,19±0,008	0,22±0,004	0,18±0,003	0,83±0,04
2008, 07	0,04±0,001	0,02±0,002	0,37±0,120	0,21±0,001	0,50±0,240	0,21±0,004	1,25±0,43
Каналы сточных вод							
2006, 07	0,10±0,005	0,04±0,004	0,27±0,02	0,21±0,02	0,38±0,03	0,30±0,02	1,30±0,09
2006, 09	0,10±0,003	0,04±0,002	0,26±0,03	0,16±0,005	0,40±0,01	0,32±0,04	1,29±0,07
2007, 07	0,09±0,007	0,04±0,01	0,22±0,02	0,20±0,02	0,27±0,05	0,30±0,04	1,13±0,02
2008, 07	0,05±0,005	0,02±0,002	0,32±0,05	0,22±0,02	0,33±0,05	0,27±0,03	1,20±0,20
Ынтымакское водохранилище							
2007, 07	0,09±0,005	0,04±0,005	0,21±0,002	0,17±0,005	0,29±0,005	0,23±0,04	1,08±0,04
2008, 07	0,04±0,001	0,02±0,001	0,31±0,001	0,26±0,003	0,29±0,002	0,24±0,003	1,25±0,05
*Примечание: пробы отбирались только на участке реки ниже Самаркандского водохранилища.							

По данным 2006г., увеличение концентраций фосфора и суммарного азота происходило от лета к осени, при межсезонной сработке уровня Самаркандского водохранилища и, соответственно, меньшим разбавлением поступающих сточных вод. В 2008г. рост концентраций фосфора отмечался в Ынтымакском водохранилище за счет дополнительного поступления биогенных элементов по каналу объединенного сброса сточных вод (КОС) на участке реки ниже Самаркандского водохранилища. За исключением лета 2007г., все водные объекты характеризовались высокими концентрациями железа и кремния.

Таблица 2.

Содержание биогенных элементов в водоемах бассейна р. Нуры

Водоем	Год	Биогенные элементы, мг/дм ³					
		NO ₂ ⁻	NO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	P _{общ}	Si	Fe
Н	2006, 06	0,01±0,006	0,45±0,34	0,10±0,10	0,035±0,035	0,5±0,4	23,0±11,0
	2006, 09	1,13±0,54	0,39±0,05	0,78±0,13	0,423±0,147	8,8±1,8	6,0±3,0
	2008, 07	0,01±0,004	0,02±0,003	1,49±0,43	0,021±0,021	10,6±3,7	11,0±0,0
СВ	2006, 06	0,02±0,008	0,01±0,001	0,31±0,06	0,090±0,030	1,7±0,3	20,8±1,3
	2006, 09	0,02±0,006	0,02±0,02	0,68±0,04	0,160±0,030	4,5±0,9	17,9±5,3
	2007, 07	0,003±0,003	0,17±0,16	0,61±0,01	0,010±0,007	1,0±0,007	0,3±0,05
	2008, 07	0,006±0,001	0,02±0,007	0,81±0,27	0,001±0,0007	4,9±0,6	21,2±4,5
К	2006-2008	0,01±0,005	2,31±2,03	0,67±0,24	0,359±0,314	3,8±0,8	14,6±9,4
К1	2006-2008	0,005±0,001	0,07±0,03	0,53±0,21	0,019±0,016	2,3±1,1	20,7±13,1
ЫВ	2008,07	0,01±0,003	0,008±0,00	0,27±0,27	0,023±0,002	5,9±0,7	18,5±1,5
Примечание: Н – р. Нура, СВ – Самаркандское водохранилище, К – канал объединенного сброса сточных вод промышленных предприятий г. Темиртау, К1 – канал сточных вод металлургического комбината, ЫВ – Ынтымакское водохранилище.							

Таким образом, гидрохимический режим исследованных водоисточников бассейна реки Нуры в период исследований характеризовался существенными колебаниями минерализации воды и биогенных элементов в пространственно-временном аспекте. Основное влияние на химический состав воды водохранилищ оказывал объем стока по реке Нуре, гидрологические условия, объем и состав поступающих сточных вод.

Одной из наиболее серьезных экологических проблем региона является хроническое загрязнение бассейна реки Нуры тяжелыми металлами.

По содержанию, цинка, меди и кадмия образцы воды, отобранные в р. Нура выше Самаркандского водохранилища (п. Токаревка), Самаркандском водохранилище и в канале объединенного сброса сточных вод г. Темиртау, в месте впадения в Нуру, в период исследования соответствовали принятым нормативам (таблица 3).

Все исследованные образцы грунтов содержали тяжелые металлы. Содержание цинка и меди во всех образцах донных отложений превышало ПДК для почвы.

Повышенная концентрация цинка и меди обнаружена в грунтах из района р.Нура ниже Самаркандского водохранилища и канале объединенного сброса промышленных стоков г.Темиртау.

Таблица 3.

Содержание тяжелых металлов в воде и грунтах водных источников бассейна Нуры, 2006 г.

Водный источник	Концентрация металлов			
	Цинк	Медь	Кадмий	Свинец
Вода, мг/дм ³				
р. Нура выше Самаркандского водохранилища	<0,05	<0,05	0,001	0,008
Самаркандское водохранилище, р-н подпора	<0,05	<0,05	0,001	0,004
Самаркандское водохранилище, приплотинный участок	<0,05	<0,05	0,0008	0,003
Канал объединенного сброса сточных вод	<0,05	<0,05	0,0008	0,004
р. Нура ниже канала объединенного сброса сточных вод г. Темиртау	<0,05	<0,05	0,001	0,005
ПДК _в	1,0	1,0	0,001	0,03
ПДК _{вр}	0,01-0,05	0,005	0,005-0,01	0,01-0,1
Грунт, мг/кг				
р. Нура выше Самаркандского водохранилища	36,07	10,90	0,78	5,35
р. Нура ниже Самаркандского водохранилища	49,64	11,29	0,37	6,08
Канал объединенного сброса сточных вод	63,66	23,67	0,59	4,19
ПДК в почве	23,00	3,00	-	32,00
Примечание: ПДК _в – предельно допустимая концентрация в воде водоема хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования, ПДК _{вр} – предельно допустимая концентрация в воде водоема рыбохозяйственного назначения.				

Наиболее высокие концентрации этих элементов были в донных отложениях из сбросного канала. В сравнении с образцами грунта из верховьев р.Нуры, содержание цинка здесь было в 1,8, а меди – в 2,2 раза выше.

Результаты исследования уровня загрязнения воды и донных отложений бассейна р. Нура в 2007 г. приведены в таблице 4.

Во всех исследованных образцах воды, за исключением пробы из сбросного канала, содержание ртути не превышало установленного норматива. В воде из канала сброса сточных вод концентрация ртути составляла 0,004 мг/дм³, что значительно превышает ПДК. По содержанию цинка, меди и свинца вода соответствует санитарно-гигиеническим нормативам. В то же время во всех образцах воды имеется превышение ПДК по кадмию.

Таблица 4.

Содержание тяжелых металлов в воде и грунтах водных источников бассейна Нуры, 2007 г.

Водный источник	Концентрация металлов				
	Ртуть	Цинк	Медь	Кадмий	Свинец
Вода, мг/дм ³					
Самаркандское водохранилище	<0,0002	<0,05	<0,05	0,0015	0,016
Канал объединенного сброса сточных вод	0,004	<0,05	<0,05	0,0023	0,021
Ынтымакское водохранилище	<0,0002	<0,05	<0,05	0,0022	0,021
ПДК _в	0,0005	1,0	1,0	0,001	0,030
ПДК _{вр}	0,0001	0,01-0,05	0,005	0,005-0,01	0,01-0,1
Грунт, мг/кг					
Самаркандское водохранилище	0,82	36,1	13,31	0,32	9,1
Канал объединенного сброса сточных вод	686,69	141,7	42,16	0,94	91,61
Ынтымакское водохранилище	1,08	142,6	19,34	0,51	49,97
ПДК в почве	2,1	23,0	3,0	-	32,0

В сравнении с данными 2006 г., в 2007 г. содержание кадмия и свинца в воде Самаркандского водохранилища увеличилось. Существенно возросло также содержание всех исследованных металлов в донных отложениях канала объединенного сброса сточных вод.

Концентрация ртути в донных отложениях сбросного канала превышала ПДК более чем в 300 раз. В остальных пробах концентрация ртути ниже ПДК.

Во всех пробах грунта содержалась повышенная, в сравнении с ПДК, концентрация цинка и меди, а в донных отложениях КОС и Ынтымакского водохранилища также установлено превышение ПДК по свинцу.

Таким образом, результаты исследований содержания тяжелых металлов в воде и донных отложениях свидетельствуют о различном уровне и характере загрязнения металлами исследованных нами районов бассейна и их выраженных межгодовых колебаниях. Несмотря на то, что вода исследованных участков Нуры по содержанию тяжелых металлов в большинстве случаев соответствовала нормативам, в образцах воды отмечался повышенный уровень кадмия, а в воде канала объединенного сброса сточных вод г.Темиртау значительное превышение ПДК по ртути.

Постоянным источником загрязнения р.Нуры являются донные отложения. Известно, что донные отложения играют важную роль в распределении металлов в водоемах. Несмотря на то, что донные отложения способствуют первичной инактивации токсических элементов, они же являются источником поступления аккумулированных токсикантов по трофическим цепям. Особую опасность представляет повышенное содержание в донных отложениях ртути, так как именно здесь неорганическая ртуть в условиях закисления, органической и микробной загрязненности, повышенной цветности воды подвергается метилированию с образованием липидорастворимой, подвижной и очень токсичной метилртути. Именно это органическое производное ртути интенсивно мигрирует по трофическим цепям водоемов.

Река Нура является основной водной артерией питающей Тениз-Коргалжынскую систему озер - важнейшее во всей Центральной Азии водно-болотное угодье, для сохранения которого в 1968 г. был учрежден Коргалжынский Государственный природный заповедник, позже включенный в Рамсарский список водно-болотных угодий, имеющих глобальное значение. Конечным аккумулятором стока Нуры является оз. Тениз, включенное в 2002 г. в международную сеть «Живые озера», куда входят самые уникальные озера мира. Продолжающаяся миграция токсических соединений вниз по руслу Нуры является вполне реальным фактором, ведущим к ухудшению экологического состояния этого уникального природного комплекса.

Следует отметить, что в 2008 г. были начаты широкомасштабные работы по очистке реки Нуры. Помимо очистки загрязненных участков и захоронения загрязненного грунта и почвы, были запланированы также мероприятия по реабилитации Ынтымакского водохранилища и сохранению Коргалжынского заповедника. Вместе с тем, даже при осуществлении всех этих безусловно необходимых мер остается целый ряд вопросов, которые потребуют своего решения в будущем. Среди них проблемы, связанные с загрязнением Самаркандского и Ынтымакского водохранилищ. Помимо этого, отведение стока Нуры в районе проведения очистных работ по искусственному руслу неизбежно ведет к трудно прогнозируемым изменениям биоценозов. Эти обстоятельства обуславливают необходимость дальнейшего эколого-фаунистического мониторинга, включающего как регистрацию текущего уровня техногенного загрязнения, так и оценку состояния сообществ и популяций водной и наземной фауны.

ЛИТЕРАТУРА

1. Казбекова К.Е., Дускаев К.К. Современное состояние качества поверхностных вод в бассейне р. Нура // Вестник КазНУ. Серия экологическая. – 2007. – № 1(20). – С. 20-27.
2. Фомин Г.С. Вода. Контроль химической, бактериальной и радиационной безопасности по международным стандартам. - М.: Наука, 2000. – 839 с.
3. Фомин Г.С., Фомин А.Г. Почва. Контроль качества и экологической безопасности по международным стандартам. - М.: Наука, 2001. – 299 с.
4. Алекин О.А. Методы исследования физических свойств и химического состава вод // Жизнь пресных вод. - М.: Изд. АН СССР, 1973. – Т. 4. – С.214-298.
5. Шишкина Л.А. Гидрохимия. - Л.: Гидрометеиздат, 1974. – 287 с.

6. Гусева Т.В. (под ред.) Гидрохимические показатели состояния окружающей среды. – М.: Социально-экологический Союз, 2002. – 148 с.

Мақалада 2006-2008 жылдар бойынша өзендердің және Нұра өзені бассейні ортаңғы ағысы гидрохимиялық көрсеткіштері, сол сияқты осы су көздері топырақтарындағы бірқатар ауыр металдар құрамы жайлы берілген.

Data on hydro chemical induces the rivers and reservoirs of the middle stream of the Nura river basin as well as on the content of a series of heavy metals in water and grounds in 2006-2008 years have been adduced in the article.