

# АНТРОПОГЕННАЯ НАГРУЗКА

## НА УСТЬЕВУЮ ОБЛАСТЬ р. Терек

в современных условиях

## ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

**На основе многолетней режимной информации Государственной службы наблюдений по гидрохимическим показателям состояния устьевой области р. Терек проведен расчет притока растворенных химических веществ, выявлены основные тенденции его изменчивости. Возможная антропогенная нагрузка на устьевую область за весь период исследований была оценена как малая по азоту аммонийному, умеренная по легкоокисляемым органическим веществам и высокая по нефтепродуктам.**

### Введение

Занимая особое место на земной поверхности, устьевые области рек играют важную роль в социально-экономическом развитии прибрежных морей и представляют большой интерес в связи с задачами использования и охраны природных ресурсов России.

В последние годы в условиях продолжающегося антропогенного воздействия экологическое состояние устьевых экосистем подвержено заметным изменениям и зачастую в негативную сторону.

Приток растворенных химических веществ является одним из важнейших факторов формирования гидролого-экологического состояния устьевых областей рек, в том числе и р. Терек – одной из крупных рек Северного Кавказа [1].

Целью исследований явилось изучение изменчивости объемов притока растворенных химических веществ и оценка антропогенной нагрузки на устьевую область р. Терек (рук. Новый Терек, Каргалинский гидроузел – замыкающий створ).

Материалом исследований стала многолетняя (1992-2007 гг.) режимная информация Государственной службы наблюдений (ГСН) за состоянием окружающей среды по внутри- и межгодовым колебаниям значений

**А.М. Никаноров\***,

доктор геолого-минералогических наук, профессор, чл.-корр. РАН, директор, ФГБУ Гидрохимический институт

**В.А. Брызгалю,**

кандидат химических наук, ведущий научный сотрудник, ФГБУ Гидрохимический институт

**Л.С. Косменко,**

кандидат химических наук, ведущий научный сотрудник, ФГБУ Гидрохимический институт

**М.Ю. Кондакова,**

научный сотрудник, ФГБУ Гидрохимический институт



объемов водного стока и концентраций таких растворенных химических веществ, как хлориды, сульфаты, легкоокисляемые органические вещества (по БПК<sub>5</sub>), минеральные формы азота и фосфора, кремниекислота, фенолы, нефтепродукты и соединения железа, меди, цинка.

В качестве критериев оценки временной изменчивости объемов притока химических веществ использованы их среднегодовые и среднемесячные многолетние значения.

### Результаты и их обсуждение

**У**стьевая область р. Терек как природная экосистема

Устьевая область р. Терек общей площадью более 13 тыс. км<sup>2</sup> включает в себя собственно дельтовую равнину (8900 км<sup>2</sup>), Аграханский полуостров с о. Чечень (450 км<sup>2</sup>) и устьевое взморье (около 3700 км<sup>2</sup>) (рис. 1). Устьевое взморье включает акваторию Кизлярского залива, северную часть бывшего Аграханского залива и зону актив-

\* Адрес для корреспонденции: ghi6@aanet.ru

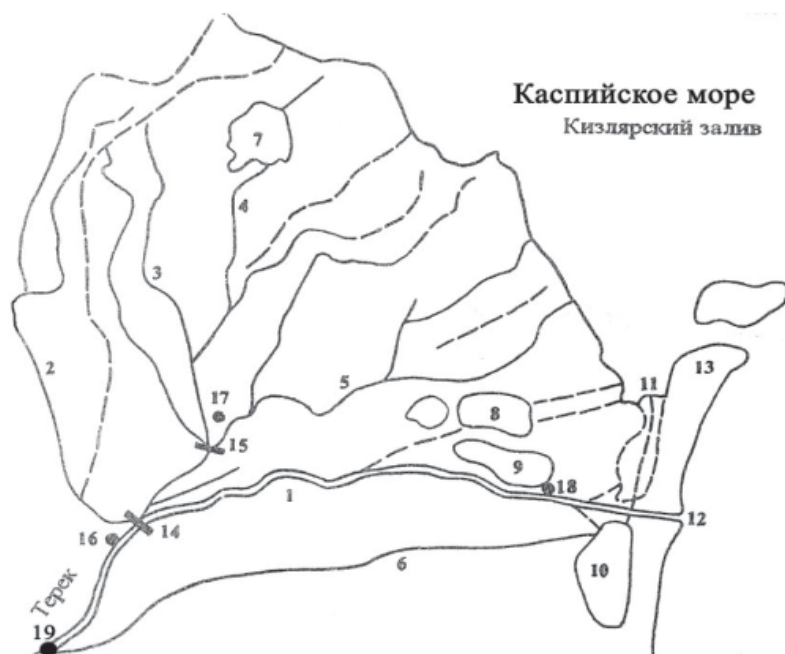


Рис. 1. Карта-схема устьевой области р. Терек [1].

**Рукава и каналы:** 1 - Каргалинский прорыв; 2 – Сулу-Чубутла; 3 – Бороздинка; 4 – Таловка; 5 - Старотеречный (Старый Терек); 6 – им. Дзержинского; 7 - Каракольские; 8 – Аракумские; 9 - Нижнетерские.

**Части Аграханского залива:** 10 – южная; 11 – северная; 12 – «новая» дельта; 13 – Аграханский п-ов; 14 – Каргалинский гидроузел; 15 – Дельтовый водоотделитель.

**Населенные пункты:** 16 – ст. Каргалинская; 17 – г. Кизляр; 18 – с. Аликазган; 19 – с. Степное

ных устьевых процессов в месте выхода в Каспийское море основного рукава р. Терек – Каргалинского прорыва (район «новой» дельты р. Терек) [1].

Большая часть бассейна р. Терек (длина реки 623 км, площадь бассейна 43,2 тыс. км<sup>2</sup>), как и дельты, используется сельским хозяйством. Всю реку подразделяют на три участка: горный – от истока до впадения р. Малка, предгорный – до впадения р. Сунжа, и рав-

нинный, включающий нижнее течение и дельту. Устье р. Терек относится к дельтовому типу [2, 3].

*Особенности антропогенного воздействия на устьевую область р. Терек*

Заметные изменения экологического состояния устьевой области р. Терек происходят за счет влияния, в первую очередь, таких региональных факторов, как:

- ◆ сброс недостаточно очищенных и загрязненных сточных вод промышленных и сельскохозяйственных предприятий, расположенных на водосборе р. Терек;
- ◆ транзитный перенос растворенных химических веществ, в том числе и загрязняющих, вниз по течению реки.

По комплексу приоритетных загрязняющих веществ степень загрязненности водной среды оценивалась в период 1992-1999 гг. как переходная от «слабо загрязненной» к «очень загрязненной» и, далее, к «грязной» (критические показатели загрязненности, КПЗ, – нефтепродукты и легкоокисляемые органические вещества, определяемые по БПК<sub>5</sub>), а в новом тысячелетии – как переходная от «загрязненной» к «грязной» (КПЗ – нефтепродукты) (табл. 1).

Приток растворенных химических веществ в устьевую область на замыкающий створ р. Терек и антропогенная нагрузка

Анализ диапазонов колебания среднегодовых объемов притока растворенных химических веществ за многолетний период на устьевой участок р. Терек у Каргалинского гидроузла показал, что максимальные диапазоны колебания объемов притока наблюдались (табл. 2):

- ◆ в 1995-1999 гг. по хлоридам, сульфатам, азоту нитратному, нефтепродуктам, соединениям меди;
- ◆ в 2000-2004 гг. по фосфору общему, фосфору фосфатному, фенолам, соединениям цинка;

Таблица 1

Многолетняя изменчивость степени и характера загрязненности водной среды на замыкающем створе р. Терек

Пункт наблюдений	Изменчивость показателей загрязненности							
	1992-1994 гг.		1995-1999 гг.		2000-2004 гг.		2005-2007 гг.	
	Степень загрязненности	КПЗ*	Степень загрязненности	КПЗ*	Степень загрязненности	КПЗ*	Степень загрязненности	КПЗ*
рук. Новый Терек, Каргалинский гидроузел	переходная от слабо загрязненной к очень загрязненной	нефтепродукты	переходная от весьма загрязненной к грязной	нефтепродукты, БПК <sub>5</sub>	переходная от весьма загрязненной к очень загрязненной	нефтепродукты	переходная от весьма загрязненной к грязной	нефтепродукты

Таблица 2

Временная изменчивость объемов притока растворенных химических веществ на замыкающий створ р. Терек (рук. Новый Терек, Каргалинский гидроузел)

Ингредиент	Объем притока химических веществ, тыс. т в год									
	1990-1994 гг.		1995-1999 гг.		2000-2004 гг.		2005-2007 гг.		Средний за период	Диапазон колебания
	Общий диапазон колебания	Средне-многолетний	Диапазон колебания	Средний за период	Диапазон колебания	Средний за период	Диапазон колебания	Средний за период		
Хлориды	117,05-351	209,4	162,3-343,2	241,3	117,05-350,8	222,3	149,1-209,7	178,9	164,2-272,8	201,9
Сульфаты	507,20-1279	908,4	693,5-1193	996,3	507,20-1279	916,1	565,7-1131	820,2	766,3-908,7	940,7
Азот аммонийный	0,22-1,30	0,67	0,30-0,86	0,62	0,58-1,08	0,79	0,27-0,73	0,48	0,22-1,30	0,82
Азот нитритный	0,04-0,32	0,130	0,04-0,100	0,070	0,057-0,203	0,14	0,050-0,164	0,117	0,11-0,32	0,200
Азот нитратный	5,41-25,38	12,8	6,82-10,7	8,42	5,41-25,38	16,4	7,89-17,6	11,9	6,77-14,3	9,92
Фосфор фосфатный	0,025-0,134	0,070	0,102-0,134	0,118	0,040-0,098	0,067	0,025-0,122	0,062	0,033-0,079	0,058
Фосфор общий	0,23-1,13	0,41	0,31-0,43	0,37	0,25-0,48	0,376	0,23-1,13	0,39	0,23-0,32	0,28
Легкоокисляемые органические вещества по БПК <sub>5</sub>	6,44-21,03	13,0	7,47-17,2	11,7	8,87-21,0	14,4	6,65-14,8	11,0	6,44-21,03	14,8
Фенолы	0,002-0,046	0,022	0,002-0,012	0,008	0,016-0,032	0,022	0,010-0,046	0,026	0,017-0,032	0,024
Нефтепродукты	0,18-17,6	4,34	0,18-6,66	3,42	1,52-17,6	5,36	0,77-10,4	4,18	0,39-1,75	1,12
Соединения железа	н.о.-2,33	0,40	н.о.-0,14	0,14	0,16-0,34	0,27	0,11-0,66	0,31	0,17-2,33	1,30
Соединения меди	0,025-0,051	0,038	0,026-0,028	0,027	0,027-0,051	0,038	0,025-0,048	0,040	0,042-0,044	0,043
Соединения цинка	0,030-0,097	0,059	0,045-0,069	0,061	0,040-0,072	0,050	0,030-0,097	0,062	0,053-0,086	0,067
Водный сток (км <sup>3</sup> )	4,67-10,5	7,52	4,67-8,58	7,10	5,78-9,24	7,33	5,01-10,5	7,51	6,93-10,3	8,26

Таблица 3

Среднемноголетние и допустимые по ПДК объемы притока приоритетных загрязняющих веществ на замыкающий створ р. Терек (рук. Новый Терек, Каргалинский гидроузел)

Ингредиент (ПДК, мг/л)	Объем притока химических веществ, тыс. т в год			
	Среднемноголетний		Кратность превышения	
	Допустимый по ПДК	Среднемноголетний	Среднемноголетняя	Максимальная по среднегодовому
Азот аммонийный (0,39)	2,93	0,67	0,23	0,44
Азот нитритный (0,020)	0,15	0,13	0,87	2,11
Легкоокисляемые органические вещества по БПК <sub>5</sub> (2,0)	15,04	13	0,86	1,84
Фенолы (0,001)	0,008	0,022	2,75	5,80
Нефтепродукты (0,05)	0,38	4,34	11,42	46,43
Соединения железа (0,10)	0,752	0,40	0,53	3,1
Соединения меди (0,001)	0,008	0,038	4,75	6,35
Соединения цинка (0,010)	0,075	0,059	0,79	1,29

♦ в 2005-2007 гг. по азоту аммонийному, азоту нитритному, легко окисляемым органическим веществам, соединениям железа. Обращает на себя внимание тенденция снижения к 2007 г. средних за исследуемые периоды объемов притока азота нитратного, фосфора общего и фосфатного, нефтепродуктов на фоне повышения поступления на замыкающий створ легкоокисляемых органических веществ (по БПК<sub>5</sub>), соединений цинка, меди, фенолов, азота нитритного, азота аммонийного, железа общего.

Учитывая естественную внутригодовую изменчивость содержания в водной среде биогенных элементов, особое внимание было уделено оценке внутригодовой динамики объемов их притока. Результаты расчетов выявили совпадение сроков максимальных объемов притока азота нитритного, азота аммонийного и водного стока (июль), тогда как максимальный объем притока фосфора общего приходится на март, фосфора фосфатного на апрель, а притока азота нитритного на ноябрь.

В январе, июне, сентябре, декабре наблюдения не проводились.

Если сравнивать среднегодовую нагрузку притока исследуемых веществ с их условно допустимыми по ПДК значениями, можно заключить, что поступление в дельту р. Терек у Каргалинского гидроузла растворенных химических веществ превышало допустимые объемы по (табл. 3):

- ♦ нефтепродуктам в 11,42 раза;
- ♦ соединениям меди в 4,75 раза;
- ♦ фенолам в 2,75 раза.

**Ключевые слова:**

устьевая область  
р. Терек,  
антропогенное  
воздействие,  
приток химических  
веществ,  
загрязняющие  
и биогенные  
вещества,  
антропогенная  
нагрузка

В тоже время по азоту аммонийному, азоту нитритному, легкоокисляемым органическим веществам, соединениям железа и соединениям цинка среднегодовые объемы притока не превышали условно допустимые по ПДК.

Для оценки антропогенной нагрузки на устьевую область р. Терек в районе Каргалинского гидроузла авторы использовали модуль притока химических веществ.

На основе полученных данных многолетних рядов значений модуля притока и сравнения их с разработанным в Гидрохимическом институте классификатором антропогенной нагрузки [4] оценен уровень возможной антропогенной нагрузки на устьевую область р. Терек (табл. 4, 5).

С 1992 по 2007 гг. антропогенная нагрузка по легкоокисляемым органическим веществам (по БПК<sub>5</sub>) изменялась от малой к переходной, от малой к умеренной, по нефтепродуктам от критической до высокой, а по азоту аммонийному оставалась малой (табл. 4).

В целом за весь период исследований она оценена как малая по азоту аммонийному, переходная от малой к умеренной по легкоокисляемым органическим веществам и высокая по нефтепродуктам (табл. 5).

## Заключение

Результаты анализа многолетней режимной информации ГСН по гидрохимическим показателям состояния устьевой области р. Терек позволили отметить тенден-



**Таблица 4**

Временная изменчивость антропогенной нагрузки на устьевую область р. Терек

Период, г	Ингредиент, тыс. т/год					
	Азот аммонийный		Легкоокисляемые органические вещества (по БПК <sub>5</sub> )		Нефтепродукты	
	Модуль притока	Антропогенная нагрузка	Модуль притока	Антропогенная нагрузка	Модуль притока	Антропо-генная нагрузка
1992-1994	0,019-0,023	малая	0,28-0,46	малая	0,005-0,178	критическая
1995-1999	0,020-0,029	малая	0,36-0,56	переходная от малой к умеренной	0,078-0,47	переходная от умеренной к высокой
2000-2004	0,011-0,019	малая	0,33-0,40	малая	0,136-0,28	критическая
2005-2007	0,025-0,035	малая	0,46-0,56	переходная от малой к умеренной	0,033-0,047	малая

**Таблица 5**

Антропогенная нагрузка на устьевую область р. Терек за весь период исследований

Ингредиент	Показатели	Диапазон колебания	Антропогенная нагрузка
Азот аммонийный	максимальные значения объемов притока, тыс.т в год	0,85-1,30	малая
	максимальные значения модуля притока, т/км <sup>2</sup> в год	0,023-0,035	
Легкоокисляемые органические вещества по БПК <sub>5</sub>	максимальные значения объемов притока, тыс.т в год	18,14-21,03	умеренная
	максимальные значения модуля притока, т/км <sup>2</sup> в год	0,49-0,56	
Нефтепродукты	максимальные значения объемов притока, тыс.т в год	6,658-17,64	высокая
	максимальные значения модуля притока, т/км <sup>2</sup> в год	0,178-0,472	



ции снижения к 2007 г. объемов притока азота нитратного, фосфора общего и фосфатного, а также нефтепродуктов на фоне повышения поступления на замыкающий створ легкоокисляемых органических веществ по БПК<sub>5</sub>, соединений цинка, меди, фенолов, азота нитритного, аммонийного, железа общего. Максимальным было превышение допустимых объемов поступления растворенных химических веществ в дельту р. Терек по нефтепродуктам. Возможная антропогенная нагрузка на устьевую область за весь период исследований оценена как малая по азоту аммонийному, умеренная по легкоокисляемым органическим веществам и высокая по нефтепродуктам.

Детальный расчет многолетней и внутригодовой изменчивости притока приоритетных загрязняющих веществ, и особенно биогенных элементов, имеет принципиально важное значение для определения допустимой антропогенной нагрузки со стороны реки на устьевую область и прогнозирования возможных изменений ее гидролого-экологического состояния.

Полученные результаты многолетних исследований могут быть использованы при усовершенствовании водохозяйственных мероприятий, проводимых в таких специфических водных экосистемах, как устьевые области рек России.



#### *Литература*

1. Михайлов В.Н. Устья рек России и сопредельных стран: прошлое, настоящее и будущее. М.: Изд-во ГЕОС, 1997.- 413 с.
2. Каспийское море. Гидрология устьев Терека и Сулака. – М.: Наука, 1993.-160 с.
3. Эстуарно-дельтовые системы России и Китая. – М.: ГЕОС, 2007. – 445 с.
4. РД 52.24.661-2004. Рекомендации. Оценка риска антропогенного воздействия приоритетных загрязняющих веществ на поверхностные воды суши. М.: Метеоагентство Росгидромета, 2006. - 26с.

A.M. Nikanorov, V.A. Bryzgalo, L.S. Kosmenko, M.Yu. Kondakova

## ANTROPOGENIC IMPACT ON TEREK MOUTH AREA

**B**ased on long term analysis of hydrochemical parameter of the river Terek mouth area, the inflow of the chemical substances has been estimated. Main variability trends

were outlined. Anthropogenic load for all period was estimated as low for nitrogen ammonium, moderate for easily oxidable organic substances and high for oil products.

**Key words:** mouth area of the Terek river, anthropogenic impact, inflow of the chemical substances, pollutants and biogenic compounds, anthropogenic load