

# АНТРОПОГЕННАЯ НАГРУЗКА на устьевую область р. Дон в современных УСЛОВИЯХ ТЕХНОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ

**Впервые на основе многолетней режимной гидрохимической информации Государственной службы наблюдений за состоянием окружающей среды проведен расчет притока растворенных химических веществ на замыкающий створ р. Дон. Прослежены тенденции накопления в устьевой области биогенных и загрязняющих веществ. Антропогенную нагрузку на устьевую область реки можно оценить как малую по притоку соединений азота аммонийного, легкоокисляемых органических веществ и нефтепродуктов.**

## Введение

Устьевые области рек имеют большое экологическое и хозяйственное значение. В настоящее время одной из приоритетных проблем в области охраны окружающей среды является разработка методологии оценки изменчивости состояния устьевых экосистем с учетом региональных особенностей их функционирования и антропогенной нагрузки, которую они испытывают в условиях современного техногенного воздействия.

Большое значение приобретает выявление и оценка возможного неблагоприятного воздействия усиливающихся в последние десятилетия антропогенно обусловленных процессов, в том числе и притока речных вод.

Высокая внутри- и межгодовая изменчивость компонентного состава водной среды [1] в нижнем течении р. Дон предопределяет актуальность детального изучения закономерностей изменчивости притока растворенных химических веществ в устьевую область реки. Эти данные крайне необходимы для оценки влияния речного химического притока на формирование качества водной среды устьевой области.

Специфика антропогенного воздействия на экосистему Нижнего Дона в целом и на устьевую область реки состоит в высокой

**А.М. Никаноров\***,  
доктор  
географических наук,  
профессор, член-  
корреспондент РАН,  
директор ГУ ГХИ

**В.А. Брызгало**,  
кандидат химических  
наук, ведущий  
научный сотрудник,  
ГУ ГХИ

**Л.С. Косменко**,  
кандидат химических  
наук, ведущий  
научный сотрудник,  
ГУ ГХИ

**М.Ю. Кондакова**,  
научный сотрудник  
ГУ ГХИ

**О.С. Решетняк**,  
кандидат  
географических наук,  
младший научный  
сотрудник ГУ ГХИ



концентрации водоемких отраслей хозяйства, интенсивном использовании водных ресурсов в условиях засушливого климата, развитом сельском хозяйстве, судоходстве и трансграничном загрязнении вод с территории соседних областей. На территории устьевой области расположены крупный южный порт г. Ростова-на-Дону и прилегающие населенные пункты с комплексом хозяйственных и промышленных предприятий, сточные воды которых поступают непосредственно на этот участок реки. Проблема качества водных ресурсов Нижнего Дона актуальна в условиях роста антропогенной нагрузки на речные экосистемы и происходящих климатических изменений, влияющих на экологическую обстановку в регионе в целом.

\* Адрес для корреспонденции: ghi@aanet.ru

### Устьевая область р. Дон как природная экосистема

Устьевая область р. Дон относится к типу бесприливной устьевой области с многорукавной дельтой выполаживания залива и отмелым полузакрытым устьевым взморьем (рис. 1).

Она включает в себя устьевой участок реки – от станицы Раздорской (закрывающий створ р. Дон) до вершины дельты (места ветвления рукава Мертвый Донец в 41 км от моря), саму дельту площадью 5240 км<sup>2</sup> и Таганрогский залив Азовского моря [2].

Верхней границей современной устьевой области р. Дон является створ у ст. Раздорская (151 км от устья), выше которого сгонно-нагонные явления и колебания уровня моря не распространяются. Площадь устьевой области составляет около 6000 км<sup>2</sup>.

Своеобразие гидрологических, гидрохимических и гидробиологических особенностей устьевой области р. Дон обусловлено климатическими условиями региона, а также высоким уровнем антропогенной нагрузки непосредственно на устье реки.

### Краткая характеристика антропогенного воздействия на устьевую область р. Дон

В условиях современного антропогенного воздействия на экологическое состояние

устьевой области р. Дон заметное влияние оказывают такие общие региональные факторы, как [3]:

- ◆ транзитный перенос загрязняющих веществ вниз по течению реки;
- ◆ сброс недостаточно очищенных сточных вод промышленных предприятий;
- ◆ смыв минеральных удобрений и органических веществ с территорий сельхозугодий и животноводческих ферм;
- ◆ поступление пестицидов со сбросными водами оросительных систем;
- ◆ влияние маломерного флота;
- ◆ безвозвратное изъятие части водного стока и изменение его внутригодового режима вследствие гидростроительства;
- ◆ стихийные бедствия, прежде всего, наводнения.

Исследуемые участки устьевой области р. Дон испытывают разное по длительности и характеру антропогенное воздействие, что предопределяет изменчивость степени загрязненности водной среды по длине реки. Основными источниками загрязнения поверхностных вод являются предприятия пищевой, рыбной промышленности (ст. Раздорская, ст. Багаевская, г. Азов, х. Дугино и др.), предприятия машиностроения, приборостроения, энергетики и строительства

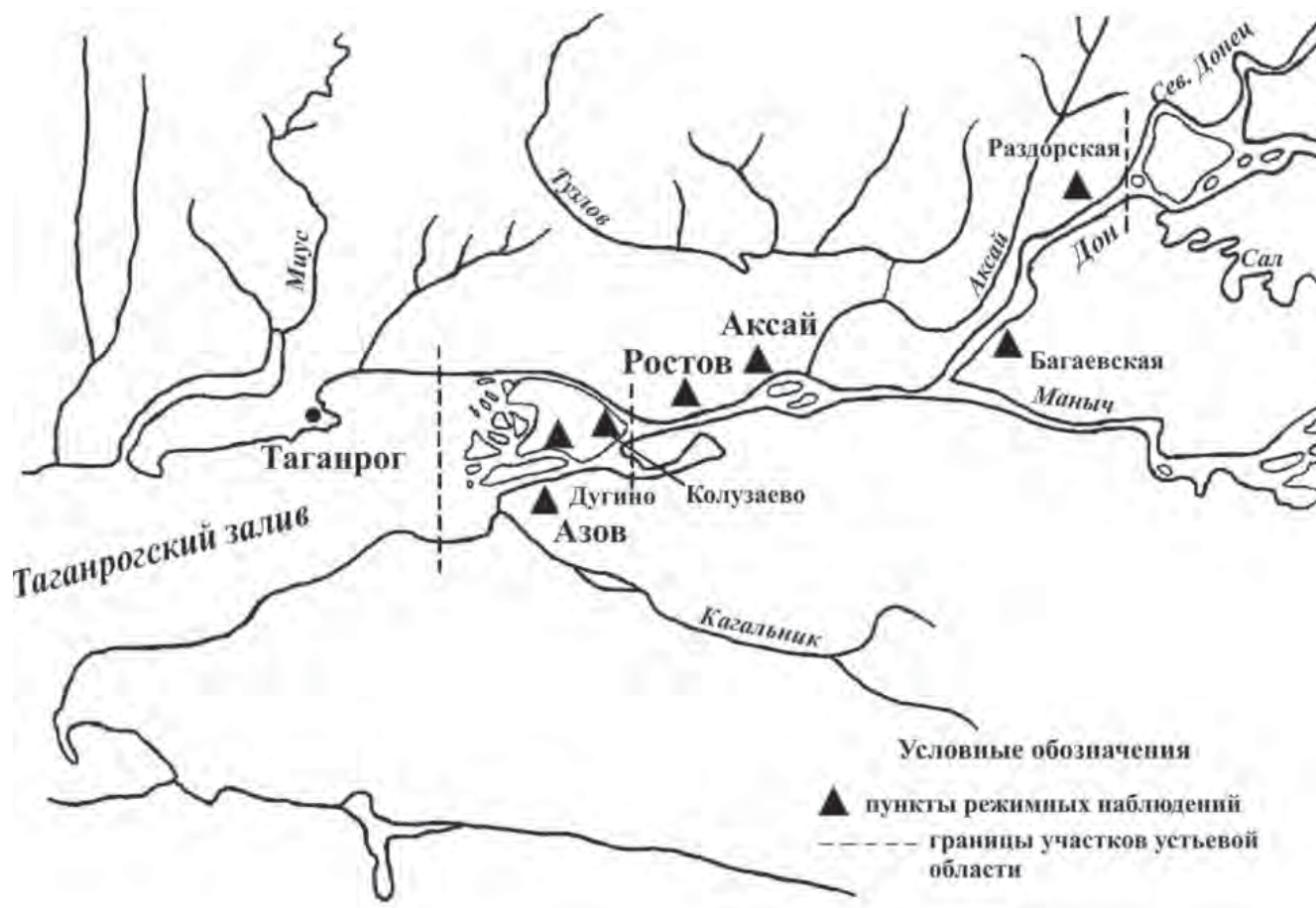


Рис. 1. Карта-схема устьевой области р. Дон.

гг. Ростов-на-Дону, Азов и Таганрог, предприятия сельского и жилищно-коммунального хозяйства [4].

Со сточными водами промышленных предприятий непосредственно в устьевую область поступают соединения металлов, легкоокисляемые органические вещества, соединения азота и фосфора и другие загрязняющие вещества. Разнообразие источников загрязнения обуславливает пространственно-временную изменчивость степени загрязненности водной среды на различных участках устьевой области р. Дон.

Результаты расчета удельного комбинаторного индекса загрязненности воды (УКИЗВ) [5] за период с 1980 по 2007 гг. показали, что водная среда устьевой области р. Дон по степени загрязненности до 1994 г. характеризовалась как «грязная» на всех исследуемых участках устьевой области (табл. 1). За период с 1995 по 2007 гг. наблюдается незначительное снижение степени загрязненности водной среды до категории «очень загрязненная».

При этом в перечень критических показателей загрязненности (КПЗ) [5] до 1994 г. входили азот нитритный, соединения меди, железа, фенолы, легкоокисляемые органические вещества (БПК<sub>5</sub>), нефтепродукты. Периодическое накопление в водной среде перечисленных выше загрязняющих веществ может приводить к повышению степени загрязненности, ухудшению качества воды и выходу ряда загрязняющих веществ в КПЗ. В последние годы происходит незначительное снижение уровня загрязненности водной

**Ключевые слова:**

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

среды устьевой области р. Дон, что сопровождается и уменьшением перечня КПЗ до нефтепродуктов, легкоокисляемых органических веществ (БПК<sub>5</sub>) и азота нитритного. Анализ многолетней (1980-2007 гг.) режимной гидрохимической информации Государственной службы наблюдений за состоянием окружающей среды (ГСН) [4] по компонентному составу водной среды устьевой области р. Дон позволил включить в перечень приоритетных загрязняющих веществ соединения азота нитритного, нефтепродукты и растворенные формы соединений железа и меди, содержание которых периодически значительно превышало ПДК. Эти же показатели входили в перечень критических гидрохимических показателей изменчивости экологического состояния устьевой области р. Дон [1].

*Приток растворенных химических веществ в устьевую область р. Дон*

Расчет притока растворенных химических веществ выполнен прямым методом [6] на основе многолетней режимной гидрохимической и гидрологической информации ГСН на замыкающем створе р. Дон за период 1993-2007 гг. [4]. Поскольку по длине реки происходит заметная физико-химическая и биологическая трансформация гидрохимической компоненты водной среды расчет химического притока проведены по замыкающему створу реки у ст. Раздорская. Эти данные отражают суммарный эффект речно-го переноса и его трансформацию.

**Таблица 1**

Пространственно-временная изменчивость степени загрязненности водной среды устьевой области р. Дон и критических показателей загрязненности (КПЗ)

Пункт режимных наблюдений	Период наблюдений			
	1980-1994 гг.		1995-2007 гг.	
	степень загрязненности	КПЗ	степень загрязненности	КПЗ
ст. Раздорская	грязная	азот нитритный, соединения меди, железа, фенолы, БПК <sub>5</sub> , нефтепродукты	переходная от грязной к загрязненной	азот нитритный, БПК <sub>5</sub>
р.п. Багаевский	грязная	нефтепродукты, азот нитритный, БПК <sub>5</sub> , соединения меди	очень загрязненная	азот нитритный
г. Ростов ниже города	грязная	соединения меди, железа, нефтепродукты, азот нитритный, фенолы	переходная от очень загрязненной к грязной	азот нитритный, нефтепродукты
х. Колузаево	грязная	соединения меди, железа, фенолы, азот нитритный	очень загрязненная	азот нитритный
г. Азов	грязная	соединения железа, меди, нефтепродукты, фенолы, азот нитритный, БПК <sub>5</sub>	очень загрязненная	нет



**Таблица 2**

Изменчивость объемов притока растворенных химических веществ на замыкающий створ р. Дон у ст. Раздорская (1993 – 2007 гг.)

Ингредиент	Объем притока, тыс. тонн в год		Год максимального значения
	диапазон колебания	средне-голетний	
Азот аммонийный	н.о. – 5,55	1,84	2006
Азот нитритный	0,269 – 2,15	0,819	1996
Азот нитратный	н.о. – 12,9	4,84	2005
Фосфор фосфатный	0,320 – 3,88	1,47	2005
Кремнекислота	30,1 – 136	69,9	1993
Легкоокисляемые органические вещества по БПК <sub>5</sub>	21,2 – 171	62,3	2003
Соединения железа	1,18 – 6,01	3,72	1999
Соединения меди	0,003 – 0,228	0,090	1994
Соединения цинка	0,040 – 0,306	0,153	1994
Фенолы	н.о. – 0,048	0,014	1994
Нефтепродукты	1,12 – 3,03	1,95	1994
Хлориды	1287 – 4666	2686	2006
Сульфаты	1704 – 6514	3603	2006
Водный сток (км <sup>3</sup> )	16,3 – 35,6	23,2	1994

Полученные результаты расчета значений среднегодовых объемов притока растворенных химических веществ на замыкающий створ и анализ диапазонов их колебания показали, в первую очередь, их высокую изменчивость (табл. 2).

Максимальные значения объемов притока приоритетных загрязняющих веществ различались на два-три порядка.

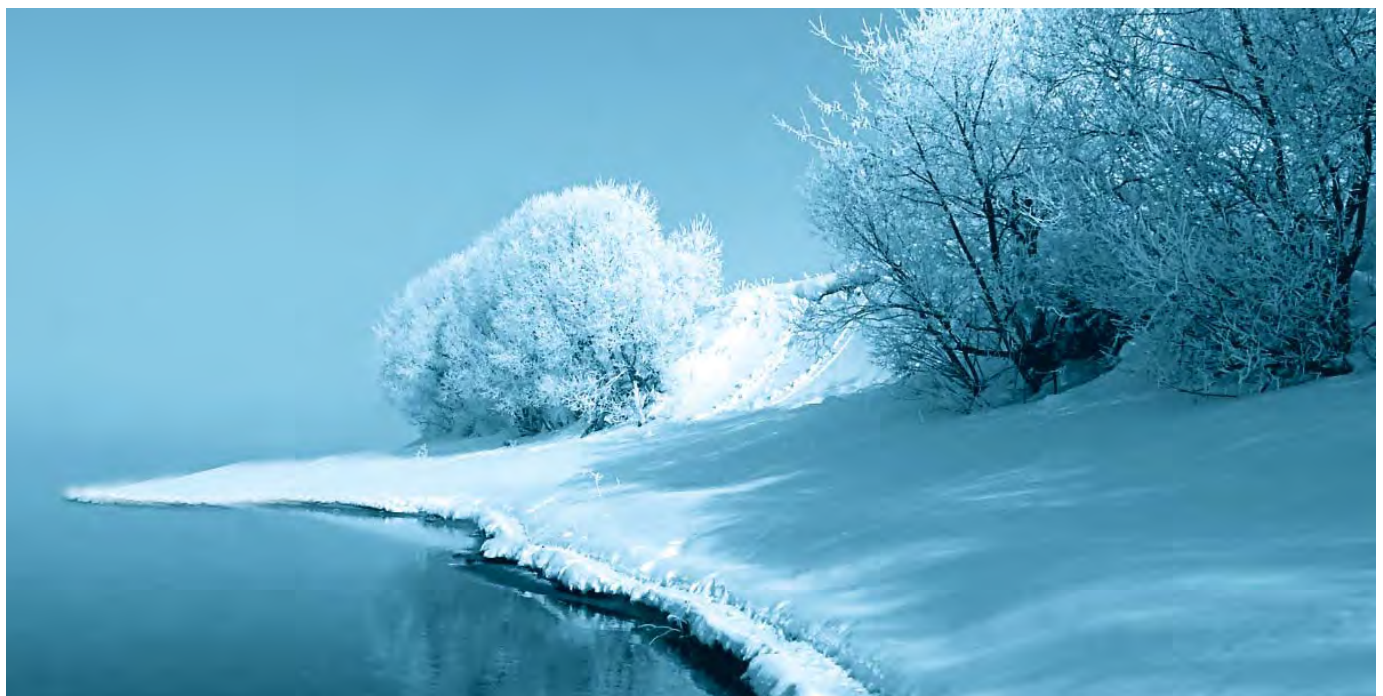
За исследуемые периоды наибольшая временная изменчивость колебаний среднегодовых значений притока химических веществ отмечена по (рис. 2):

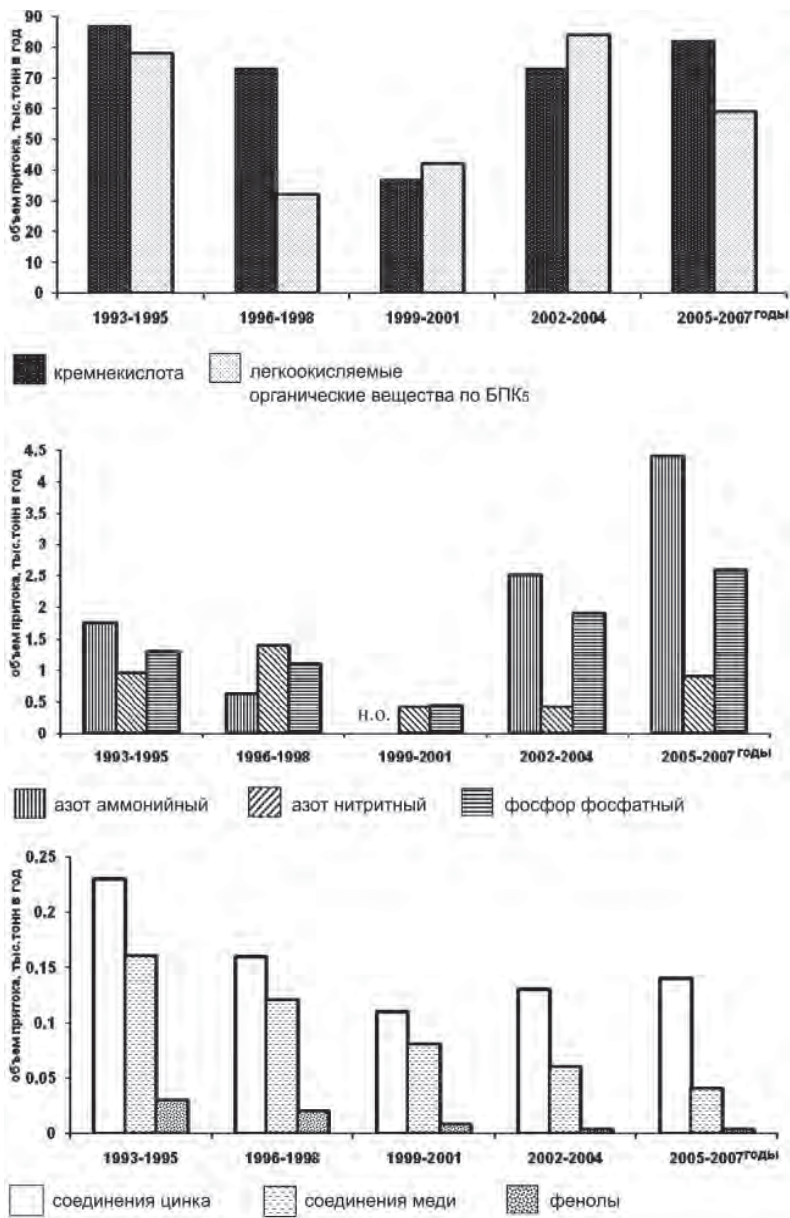
- азоту аммонийному, азоту нитратному, фосфору фосфатному, кремнекислоте и легкоокисляемым органическим веществам (по БПК<sub>5</sub>) с тенденцией увеличения их поступления на замыкающий створ в новом тысячелетии;

- соединениям меди, фенолам и нефтепродуктам с тенденцией уменьшения их притока на замыкающий створ в последние годы. Формирование режима биогенных элементов в значительной степени зависит от естественной периодичности развития сообществ водных организмов и от скорости и направленности продукционно-деструкционных внутриводоемных процессов. Учитывая заметную внутригодовую изменчивость их содержания в водной среде, особое внимание было уделено оценке внутригодовой изменчивости объемов притока азот- и фосфорсодержащих соединений.

Для этого были проведены расчеты притока биогенных веществ по среднемесячным многолетним значениям водного стока и концентраций минеральных форм азота и фосфора. Считается, что в естественных природных условиях широта диапазонов колебаний средне-годовых значений ежемесячного притока минеральных форм азота и фосфора обусловлена не только особенностями фаз водного режима, но и сезонной динамикой концентрации этих ингредиентов.

Однако полученные результаты позволяют сделать заключение о том, что антропогенное





← **Рис.2.** Временная изменчивость средних за исследуемые периоды объемов притока приоритетных химических веществ на замыкающий створ р. Дон у ст. Раздорская.

воздействие на экосистему устьевой области р. Дон нередко нарушает природную сезонную зависимость объемов притока биогенных соединений от объемов водного стока (рис. 3). Если сравнить среднееголетние величины притока приоритетных загрязняющих веществ с их допустимыми по ПДК значениями, то можно заключить, что поступающие на замыкающий створ объемы этих соединений превышают допустимые только по соединениям меди в 4 раза по среднееголетним величинам и в 10 раз по максимальному среднегодовому объему притока, по остальным соединениям – кратность превышения меньше 3 (табл. 3).

Проведенные расчеты показали, что физический перенос по длине р. Дон таких загрязняющих веществ как нефтепродукты, соединения меди и минеральные формы азота преобладает над процессами их трансформации и заметные их количества могут поступать на устьевой участок реки.

В отдельные периоды объемы притока соединений железа общего, азота нитритного, легкоокисляемых органических веществ (по BPK<sub>5</sub>) и сульфатов могут превышать допустимые по ПДК их значения в три-четыре раза.

Сравнительная оценка результатов статистической обработки вариационных рядов значений модуля притока азота аммонийного, легкоокисляемых органических веществ, определяемых по величине BPK<sub>5</sub> воды, и

**Таблица 3**

Среднееголетние и допустимые по ПДК объемы притока растворенных химических веществ на замыкающий створ р. Дон у ст. Раздорская

Ингредиент (ПДК, мг/л)	Объем притока химических веществ, тыс. тонн в год			
	среднееголетний	допустимый по ПДК	кратность превышения	
			среднееголетняя	по максимальному среднегодовому
Азот аммонийный (0,39)	1,84	9,05	–	–
Азот нитритный (0,020)	0,819	0,464	1,8	4,6
Легкоокисляемые органические вещества по BPK <sub>5</sub> (2,0)	62,3	46,4	1,3	3,7
Фенолы (0,001)	0,014	0,023	–	2,1
Нефтепродукты (0,05)	1,95	1,16	1,7	2,6
Соединения железа (0,10)	3,72	2,32	1,6	2,6
Соединения меди (0,001)	0,090	0,023	4,0	10
Соединения цинка (0,010)	0,153	0,232	–	1,3
Хлориды (300)	2686	6960	–	–
Сульфаты (100)	3603	2320	1,6	2,8

**Таблица 4**

Антропогенная нагрузка по модулю притока загрязняющих веществ в устьевую область р. Дон у ст. Раздорская

Ингредиент	Показатель	Диапазон колебания значений	Антропогенная нагрузка
Азот аммонийный	Максимальные значения объемов притока, тыс. тонн в год	4,24-5,55	Малая
	Максимальные значения модуля притока, тонн/км <sup>2</sup> в год	0,011-0,015	
Легкоокисляемые органические вещества по БПК <sub>5</sub>	Максимальные значения объемов притока, тыс. тонн в год	76,0-171	Малая
	Максимальные значения модуля притока, тонн/км <sup>2</sup> в год	0,20-0,45	
Нефтепродукты	Максимальные значения объемов притока, тыс. тонн в год	2,45-3,03	Малая
	Максимальные значения модуля притока, тонн/км <sup>2</sup> в год	0,0065-0,008	

нефтепродуктов с предложенным ранее классификатором [7] позволила установить зависимость между антропогенной нагрузкой и интервалами колебания максимальных (за период исследования) значений модуля притока перечисленных выше химических веществ.

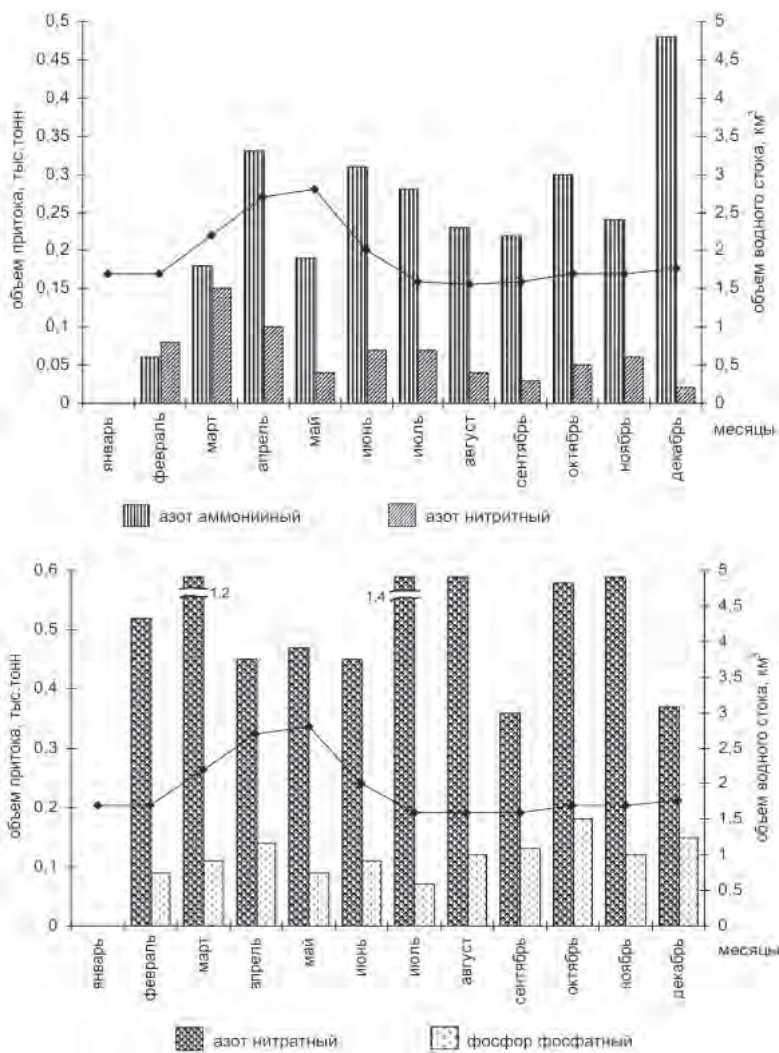
Полученные результаты показали, что антропогенная нагрузка на устьевую область реки оценивается как малая по притоку соединений азота аммонийного, легкоокисляемых органических веществ (по БПК<sub>5</sub>) и нефтепродуктов (табл. 4). Однако ниже замыкающего створа антропогенная нагрузка на дельту и устье может возрастать за счет впадения в р. Дон реки Маныч и влияния сточных вод крупных населенных пунктов (гг. Ростов-на-Дону, Аксай и Азов).

**Заключение**

**Т**ранспорт по длине реки растворенных химических веществ является одним из важнейших факторов формирования современного экологического состояния устьевой области р. Дон. Объемы переноса и компонентный состав химического стока формируются за счет местного и регионального распространения загрязняющих веществ.

Впервые выполнен расчет многолетней и внутригодовой изменчивости притока растворенных химических веществ на замыкающий створ реки. Эти данные крайне важны для определения допустимой нагрузки со стороны реки на устьевую область и прогнозирования возможных изменений ее гидролого-экологического состояния.

Показано, что устьевая экосистема р. Дон функционирует в условиях повышенной сте-



← **Рис.3.** Внутригодовая изменчивость водного стока (ломаная линия) и притока азот- и фосфорсодержащих соединений на замыкающий створ р. Дон у ст. Раздорская.



пени загрязненности водной среды, которая характеризуется как «грязная» или «очень загрязненная». При этом поступающие в устьевую область объемы загрязняющих веществ могут превышать предельно допустимые их значения в 2-3 раза, а по соединениям меди в 4-10 раз.

Антропогенную нагрузку на устьевую область реки можно оценить как малую по притоку соединений азота аммонийного, легкоокисляемых органических веществ и нефтепродуктов.

#### **Литература.**

1. Брызгалов В.А. Последствия антропогенного воздействия на химико-биологическое состояние устьевых участков рек Волга, Дон, Кубань. Ежегодник 2001 г.: «Качество

поверхностных вод Российской Федерации» / Брызгалов В.А., Соколова Л.П., Косменко Л.С., Коршун А.М. СПб.: Гидрометеоздат, 2003, С. 294-324.

2. Михайлов В.Н. Устья рек России и сопредельных стран: прошлое, настоящее и будущее. М.: ГЕОС, 1997. 413 с.

3. Экосистема Нижнего Дона: многолетние изменения качества воды / Под редакцией А.М. Никанорова, Т.А. Хоружей, Л.И. Миминой // Серия «Качество вод». СПб.: Гидрометеоздат, 2006. 307 с.

4. Ежегодники качества поверхностных вод по гидрохимическим показателям на территории деятельности Северо-Кавказского УГМС (бассейны рр. Дон, Северский Донец, Кубань) за 1980-2007 гг., Ростов-на-Дону, 1981-2008 гг.

5. РД 52.24.643-2002. Методические указания. Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям. СПб.: Гидрометеоздат, 2003.- 49с.

6. РД 52.24.508-96. Организация и функционирование подсистемы мониторинга состояния трансграничных поверхностных вод суши. М.: Гидрометеоздат, 1999. 44 с.

7. Никаноров А.М. Реки Российской Арктики в современных условиях антропогенного воздействия / А.М. Никаноров, В.В. Иванов, В.А. Брызгалов // Ростов-на-Дону: НОК, 2007. 280 с.



A.M. Nikanorov, V.A. Bryzgalov, L.S. Kosmenko, M.Yu. Kondakova, O.S. Reshetnyak

## CURRENT ANTHROPOGENIC LOAD ON MOUTH AREA OF RIVER DON

Inflow of dissolved chemical substances in the mouth area of the Don has been estimated on the basis of government environmental monitoring and control data. Trends to pollutant and biogenic compound

accumulation in the outfall of the river has been shown. Mouth area anthropogenic load can be regarded as low inflows of ammonium nitrogen, easily oxidizable organics and oil products.

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