

ДИНАМИКА ПРИТОКА

растворенных ХИМИЧЕСКИХ веществ и антропогенная НАГРУЗКА

на устьевую область р. Кубань

На основе многолетней режимной гидрологической и гидрохимической информации Государственной службы наблюдений за состоянием окружающей среды (ГСН) проведен расчет притока растворенных химических веществ, выявлены основные тенденции его изменчивости и оценена антропогенная нагрузка на устьевую область р. Кубань как переходная от умеренной к критической по азоту аммонийному и критическая по нефтепродуктам.

Введение

В современных условиях длительного и продолжающегося антропогенного воздействия на водосбор р. Кубань и приемного водоема все загрязняющие и биогенные вещества передаются внутрь устьевой области реки через внешние границы.

Вследствие замедления скоростей течения и наличия обратных течений в устьевой экосистеме создаются условия для задержки и накопления загрязняющих соединений в водной толще и донных отложениях.

Антропогенные изменения речного водного стока, притока наносов и компонентного состава растворенных химических веществ в водной среде оказывают наиболее сильное воздействие на устьевую область.

Устьевая область р. Кубань как самостоятельная природная экосистема

Современная устьевая область р. Кубань относится к дельтовому типу с многорукавной дельтой выдвигания и открытым приглубым взморьем [1].

За начало дельты р. Кубань принимается место, где в Раздерском узле, расположенном на 116 км от устья, река делится на два рукава – Кубань и Протока. Главным рукавом является Кубань, длина которой 117,5 км, длина Протоки – 133,3 км [2]. Морская граница дельты проходит по изобатам 5-7 м или в

А.М. Никаноров*,

доктор геолого-минералогических наук, профессор, член-корреспондент РАН, директор, ГУ Гидрохимический институт

В.А. Брызгалю,

кандидат химических наук, ведущий научный сотрудник, ГУ Гидрохимический институт

Л.С. Косменко,

кандидат химических наук, ведущий научный сотрудник, ГУ Гидрохимический институт

М.Ю. Кондакова,

научный сотрудник, ГУ Гидрохимический институт



3-4 км от морского края дельты и в целом зависит от размеров опресненных зон. Северная граница дельты проходит по линии вершина дельты – Ахтарский лиман, а южная – вершина дельты – лиман Витязевский (рис. 1). Площадь дельты в вышеуказанных границах 4190 км², площадь устьевое взморья – 110 км² [3].

В вершине дельты (хут. Тиховский) р. Кубань делится на два основных дельтовых рукава: собственно р. Кубань (левый) длиной 116 км и Протоку (правый) длиной 130 км. В своей нижней части рукав Кубань дробится на ряд рукавов: Казачий ерик, Петрушин (в свою очередь, делится на рукава Прямой, Средний и Голинский). Рукав Протока в своем устье разделяется на два рукава – Правый и Левый (рис. 1).

В пределах дельты, особенно в ее приморской части, находится около 240 озеровидных водоемов, называемых лиманами. Кубанские лиманы общей площадью 1250 км² являются

* Адрес для корреспонденции: ghi6@aanet.ru

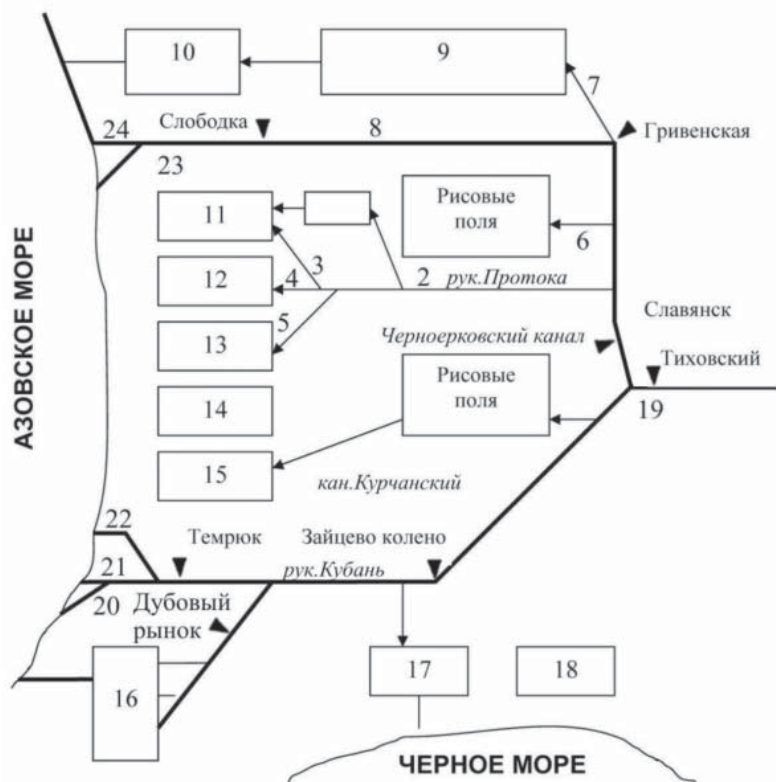


Рис. 1. Устьевая область р. Кубань [2].

Каналы: 1 – Варнавинский, 2 – Ново-Мечетный, 3 – Терновый отвод, 4 – Погореловский отвод, 5 – Хуторской отвод, 6 – магистральный канал Черноерковской оросительной системы, 7 – Васильчиков ерик (АГОС-1), 8 – Пригибский (АГОС-2).

Лиманы: 9 – Ахтарско-Гривенские, 10 – Ахтарский, 11 – Сладковский, 12 – Горьковские, 13 – Жестерские, 14 – Куликовские, 15 – Курчанский, 16 – Ахтанизовский, 17 – Кизилташский, 18 – Витязевский; гидроузел: 19 – Тиховский.

Дельтовые рукава: 20 – Чайкинский, 21 – Средний, 22 – Голинский, 23 – Левый, 24 – Правый.

характерной особенностью дельты и ее природным богатством.

Для обводнения лиманов (с рыбохозяйственными целями) и орошения дельтовых земель в дельте р. Кубань построена разветвленная сеть каналов.

Природные условия дельты р. Кубань весьма разнообразны. Ее западный приморский район – это узкая полоса вдоль морского края дельты, представляющая собой систему волноприбойных валов, сложенных битой ракушей. Центральная часть дельты – наиболее низкая, здесь расположено большинство лиманов, преобладают плавнево-заболоченные почвы и тростниковые плавни. Восточная, наиболее высокая часть дельты имеет луговые почвы и степную растительность. Вдоль рукавов дельты, особенно в ее южной части, встречается древесная растительность [2].

Устьевая область р. Кубань – район эффективного сельского и рыбного хозяйства. На

плодородных дельтовых землях выращивают рис и пшеницу, здесь развито садоводство и виноградарство. Большую рыбохозяйственную ценность представляют водотоки дельты, кубанские лиманы и устьевое взморье. Здесь идет добыча ценных проходных и полупроходных рыб – судака, тарани, осетровых. Обширная дельта р. Кубань из-за своих специфических особенностей является отдельным физико-географическим регионом.

Особенности антропогенного воздействия на устьевую область р. Кубань

Антропогенное воздействие на устьевую область р. Кубань обусловлено влиянием таких региональных факторов, как:

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

Значительное влияние оказывают и локальные источники загрязнения, представленные в *табл. 1*.

Перечисленные выше региональные и локальные факторы воздействия в совокупности приводят к заметной трансформации компонентного состава водной среды и повышению ее уровня загрязненности [4].

Проведенная с использованием метода расчета комбинаторного индекса загрязненности [5] оценка пространственно-временной изменчивости степени загрязненности водной среды отдельных участков устьевой области позволила классифицировать исследуемые участки дельты как переходные от очень загрязненным к грязным с общей тенденцией уменьшения степени загрязненности в новом тысячелетии (*табл. 2*). Водная среда в устье кан. Курчанский оценивается как стабильно грязная.

К числу приоритетных загрязняющих веществ, с общей тенденцией перехода в критические, следует отнести (*рис. 2*):

- ◆ в вершине дельты – нефтепродукты, фенолы и соединения меди;
- ◆ на устьевом взморье – нефтепродукты и соединения железа;
- ◆ в рукавах Протока и Казачий Ерик – нефтепродукты, фенолы и соединения жеза.

Таблица 1

Основные локальные источники загрязнения устьевой области
р. Кубань

Пункт наблюдений	Основные источники загрязнения	Приоритетные загрязняющие вещества
хут. Тиховский	организованный сброс сточных вод отсутствует	фенолы
г. Темрюк	– Адагумский объединенный нефтедобывающий участок, Крымская нефтеперерабатывающая станция, – Темрюкская оросительная система, – маломерный флот, – рыбоосетровый завод	нефтепродукты
г. Славянск-на-Кубани	– маломерный флот, – орошаемые сельхозугодья, – очистные сооружения, – консервный завод	нефтепродукты и пестициды
ст. Гривенская	– возвратные воды магистральной Чебургольской оросительной системы ЧОРС	пестициды
хут. Слободка	– воды главного коллектора ЧОРСа, – орошаемые сельхозугодья	нефтепродукты и пестициды
хут. Дубовый Рынок	– Адагумский объединенный нефтедобывающий участок и Крымская нефтеперерабатывающая станция, – орошаемые сельхозугодья, – совхоз «Темрюкский»	нефтепродукты и пестициды

Приток растворенных химических веществ в устьевую область р. Кубань

Приток растворенных химических веществ является одним из важнейших факторов формирования гидролого-экологического состояния устьевой области. Речной перенос следует рассматривать как источник местного (локального) и регионального распространения загрязняющих веществ, который в настоящее время является определяющим фактором формирования современного гидрохимического режима дельты р. Кубань.

С экологической точки зрения 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.

Количественная оценка притока растворенных химических веществ проводилась с использованием рекомендуемого в руководящих документах [5] прямого метода по формуле:

$$G = \sum_{i=1}^m W_i C_i, \text{ где}$$

G – количество перенесенного вещества за расчетный период, тыс. т;

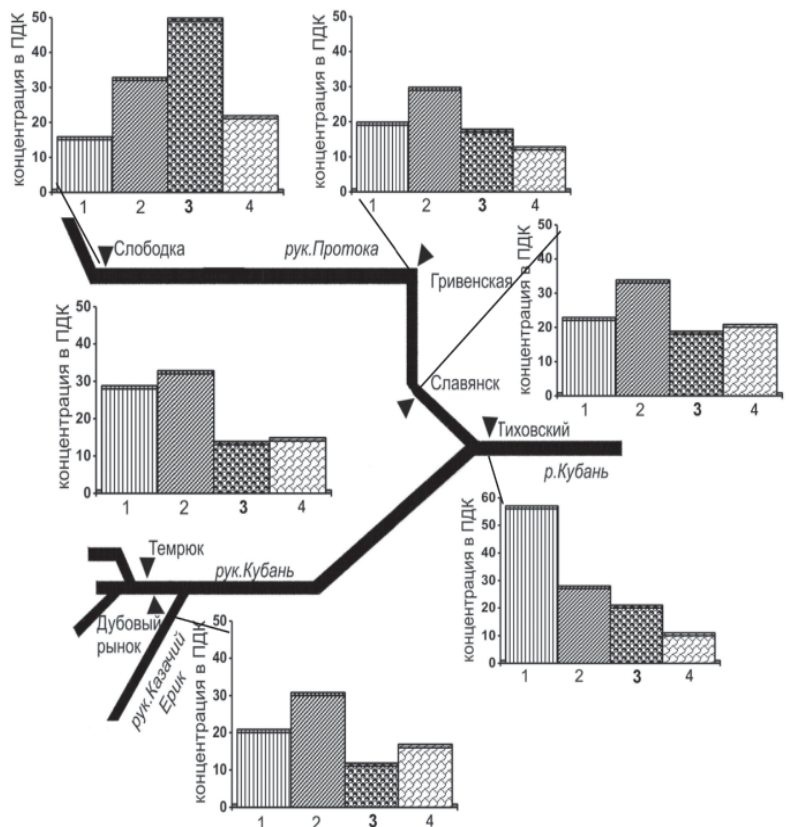


Рис. 2. Пространственная изменчивость многолетних диапазонов колебания концентрации приоритетных загрязняющих веществ по акватории устьевой области р. Кубань.
Условные обозначения: 1 – фенолы; 2 – нефтепродукты; 3 – соединения меди; 4 – соединения железа.

Таблица 2

Пространственно-временная изменчивость степени загрязненности водной среды устьевой области р. Кубань

Пункт режимных наблюдений	Показатели	Период наблюдений (годы)		
		1980-1989	1990-1999	2000-2007
р. Кубань, хут. Тиховский, вершина дельты	Степень загрязненности	переходная от очень загрязненной к грязной	переходная от грязной к очень загрязненной	очень загрязненная
	Количество загрязняющих веществ	7-10	7-19	7-8
	Критические показатели загрязненности	фенолы нефтепродукты	нефтепродукты	КПЗ нет
рук. Кубань, г. Темрюк, взморье	Степень загрязненности	переходная от очень загрязненной к грязной	переходная от очень загрязненной к грязной	очень загрязненная
	Количество загрязняющих веществ	8-10	8-10	8-9
	Критические показатели загрязненности	соединения железа нефтепродукты	нефтепродукты	КПЗ нет
рук. Казачий, Ерик хут. Дубовый рынок	Степень загрязненности	переходная от очень загрязненной к грязной	переходная от грязной к очень загрязненной	очень загрязненная
	Количество загрязняющих веществ	4-8	6-9	6-8
	Критические показатели загрязненности	нефтепродукты	нефтепродукты	КПЗ нет
рук. Протока, г. Славянск-на-Кубани	Степень загрязненности	переходная от очень загрязненной к грязной	переходная от грязной к очень загрязненной	очень загрязненная
	Количество загрязняющих веществ	7-10	8-10	6-9
	Критические показатели загрязненности	фенолы нефтепродукты	нефтепродукты	КПЗ нет
рук. Протока, ст. Гривенская	Степень загрязненности	переходная от очень загрязненной к грязной	переходная от грязной к очень загрязненной	очень загрязненная
	Количество загрязняющих веществ	6-9	5-9	6-7
	Критические показатели загрязненности	КПЗ нет	КПЗ нет	КПЗ нет
рук. Протока, хут. Слободка	Степень загрязненности	переходная от очень загрязненной к грязной	переходная от грязной к очень загрязненной	очень загрязненная
	Количество загрязняющих веществ	7-10	7-10	6-8
	Критические показатели загрязненности	фенолы	нефтепродукты соединения железа	КПЗ нет
кан. Курчанский, устье	Степень загрязненности	грязная	грязная	грязная
	Количество загрязняющих веществ	7-12	8-11	7-10
	Критические показатели загрязненности	растворенный кислород фенолы нефтепродукты хлориды сульфаты	нефтепродукты хлориды сульфаты	КПЗ нет

*КПЗ – критические показатели загрязненности

m – число интервалов расчетного периода;
 W_i – объем стока воды за i -й интервал расчетного периода, км³;
 C_i – средняя концентрация вещества за i -й интервал расчетного периода.

Для оценки временной изменчивости притока химических веществ использована многолетняя режимная информация ГСН по внутри- и межгодовым колебаниям объемов водного стока и концентраций приоритетных гидрохимических показателей состояния водной среды в вершине дельты у хут. Тиховский [4].

Расчет и анализ диапазонов колебания среднегодовых объемов притока растворенных химических веществ на устьевой участок у хут. Тиховский показал их высокую межгодовую изменчивость. За период с 1982 по 2007 гг. наибольшая изменчивость абсолютных значений притока отмечена по (табл. 3):

- азоту нитратному от 6,38 до 47,2 тыс. т в год;
- легкоокисляемым органическим веществам от 8,44 до 28,1 тыс. т в год;
- нефтепродуктам от 1,11 до 10,1 тыс. т в год;
- соединениям железа от 1,87 до 6,74 тыс. т в год;
- азоту аммонийному от 1,26 до 5,54 тыс. т в год.

Обращает на себя внимание очевидное преобладание объемов притока азота нитратного, легкоокисляемых органических веществ, соединений железа и нефтепродуктов с тенденцией сохранения высоких абсолютных

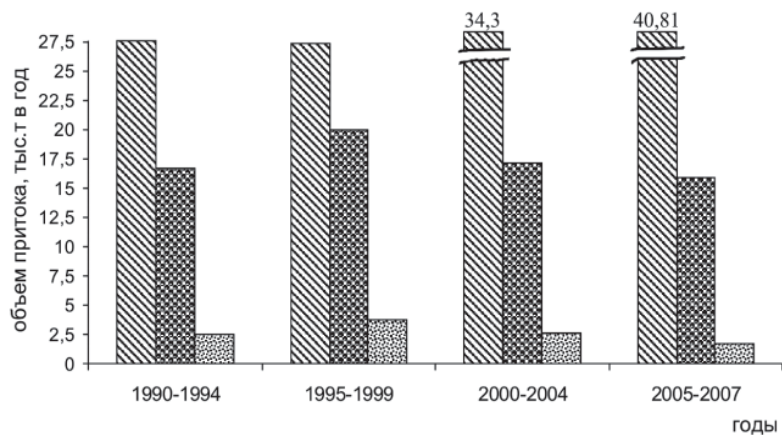


Рис. 3. Временная изменчивость средних за исследуемый период объемов притока растворенных химических веществ на замыкающий створ р. Кубань.



Таблица 3

Изменчивость объемов притока растворенных химических веществ на замыкающий створ р. Кубань у хут. Тиховский в 1990-2007 гг.

Ингредиент	Объем притока растворенных химических веществ, тыс. т/год		
	Общий диапазон колебания	Средне-многолетний	Период максимальных объемов притока, гг.
Азот аммонийный	1,26-5,54	3,16	1995-1999
Азот нитритный	0,147-0,403	0,275	1990-1994
Азот нитратный	6,38-47,20	27,70	2005-2007
Фосфор фосфатный	0,060-0,305	0,260	1990-1994
Фосфор. Общий	0,220-0,620	0,450	1990-1994
Легкоокисляемые органические вещества по БПК ₅	8,44-28,10	17,20	1995-1999
Фенолы	0,0006-0,036	0,018	1995-1999
Нефтепродукты	1,11-10,10	3,25	1995-1999
Соединения железа	1,87-6,74	3,67	1990-1994
Соединения меди	0,012-0,053	0,027	1990-1994
Соединения цинка	0,019-0,220	0,120	1990-1999
Водный сток, км ³	5,55-19,80	12,10	1994-1999

Таблица 4

Внутригодовая изменчивость объемов водного стока и притока биогенных элементов в устьевую область р. Кубань у хут. Тиховский

Месяц	Среднемесячные величины объема притока							
	водного, км ³	азота, тыс. т			фосфора, тыс. т		кремнекислоты, тыс. т	железа общего, тыс. т
		аммонийного	нитритного	нитратного	фосфатного	общего		
январь	0,86	0,224	0,023	2,24	0,016	0,036	3,24	0,234
февраль	0,83	0,232	–	–	–	–	–	–
март	0,87	0,226	0,013	1,25	0,029	0,041	1,83	–
апрель	1,13	0,373	0,027	3,06	0,026	0,051	4,25	0,286
май	1,39	0,236	0,033	3,70	0,013	0,029	4,88	0,436
июнь	1,42	0,398	0,031	3,25	0,021	0,047	4,83	0,464
июль	1,17	0,281	0,022	2,78	0,019	0,038	3,73	0,249
август	0,97	0,233	0,024	1,98	0,012	0,025	3,48	0,283
сентябрь	0,89	0,249	0,012	0,99	0,005	0,006	2,63	0,168
октябрь	0,70	0,161	0,019	1,33	0,020	0,029	2,03	0,115
ноябрь	0,90	0,216	0,019	1,89	0,027	0,042	3,29	0,166
декабрь	0,86	0,267	–	–	–	–	–	–

Таблица 5

Кратность превышения допустимых по ПДК объемов притока и антропогенная нагрузка по приоритетным загрязняющим веществам на устьевом участке р. Кубань у хут. Тиховский

Ингредиент (ПДК, мг/л)	Объем притока химических веществ, тыс. т/год				Диапазон максимальных значений		Антропогенная нагрузка
	средне-много-летний	допусти-мый по ПДК	Кратность превышения		объемов притока, тыс. т/год	модуля притока, т/км ² в год	
			средне-голетняя	максимальная по средне-годовому			
Азот аммонийный (0,39)	3,16	4,72		1,3	4,21-6,02	0,09-0,13	переходная от умеренной к критической
Азот нитритный (0,020)	0,275	0,242	1,1	1,7	0,324-0,403	0,007-0,009	
Легкоокисляемые органические вещества по БПК ₅ (2,0)	17,2	24,2		1,1	21,4-28,1	0,47-0,61	малая
Фенолы (0,001)	0,018	0,012	1,5	3,0	0,022-0,036	0,0004-0,0007	
Нефтепродукты (0,05)	3,25	0,605	5,4	16,7	4,86-10,1	0,111-0,220	критическая
Соединения железа (0,10)	3,67	1,21	3,0	5,6	4,20-6,74	0,092-0,146	
Соединения меди (0,001)	0,027	0,012	2,2	4,4	0,028-0,053	0,0006-0,0011	
Соединения цинка (0,010)	0,120	0,121		1,8	0,170-0,220	0,0037-0,0047	

значений в течение всего исследуемого периода (рис. 3).

Учитывая естественную внутригодовую изменчивость содержания в водной среде биогенных элементов, особое внимание было уделено оценке внутригодовой динамики объемов их притока.

Результаты расчетов показали, что в период с апреля по июль в устьевую экосистему поступает 46-52 % годового объема притока азота нитратного, фосфора общего, соединений кремния и железа (табл. 4).

Если сравнивать среднеголетние объемы притока исследуемых загрязняющих веществ с условно допустимыми по ПДК объемами, то можно заключить, что поступление в устье р. Кубань у хут. Тиховский превышало допустимые объемы по (табл. 5):

- ♦ нефтепродуктам в 5,4 раза по среднеголетним и в 16,7 раза по максимальным среднегодовым значениям;
- ♦ соединениям железа в 3 раза по среднеголетним и в 5,6 раза по максимальным среднегодовым значениям;

- ♦ соединениям меди в 2,2 раза по среднеголетним и в 4,4 раза по максимальным среднегодовым значениям.

Расчет и анализ значений модуля притока растворенных химических веществ в устьевую область р. Кубань, и сравнение их с диапазонами максимальных значений модуля притока, приведенными в разработанном ранее классификаторе [7], позволили получить информацию о возможной антропогенной нагрузке на дельту со стороны реки. Установлено, что антропогенную нагрузку на устьевую область р. Кубань можно оценить как переходную от умеренной к критической по азоту аммонийному и критическую по нефтепродуктам (табл. 5).

Заключение

По результатам многолетних режимных наблюдений рассчитан объем притока растворенных химических веществ на замыкающий створ р. Кубань (хут. Тихов-

ский) и проанализирована его внутри- и межгодовая изменчивость.

Установлено, что довольно широкий межгодовой диапазон колебаний абсолютных значений объемов притока растворенных химических веществ обуславливается не столько изменчивостью объемов водного стока, сколько значительной внутри- и межгодовой вариацией концентраций исследуемых ингредиентов в водной среде. Наибольшие объемы притока растворенных химических веществ, поступающих в устьевую область р. Кубань, наблюдаются для азота нитратного, азота аммонийного, легкоокисляемых органических веществ (по БПК₅), нефтепродуктов и соединений железа.

Показано, что среднегодовые и особенно среднегодовые объемы притока приоритетных загрязняющих веществ на замыкающий створ реки значительно превышают допустимые по ПДК. Это может привести к изменению уровня антропогенной нагрузки, нарушению естественного равновесия между абиотической и биотической составляющими устьевой экосистемы и снижению ее устойчивости.

Литература

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

Ключевые слова:

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

2. Лурье П.М. Река Кубань. Гидрография и режим стока / П.М. Лурье, В.Д. Панов, Ю.Ю. Ткаченко СПб.: Гидрометеиздат, 2005. 498 с.

3. Симов В.Г. Гидрология устьевых участков рек Азовского моря. М.: Гидрометеиздат, 1989. 327 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 суши по гидрохимическим показателям. СПб.: Гидрометеиздат, 2003. 49 с.

6. Методические рекомендации по обоснованию системы наблюдений и расчету выноса с речным стоком нефтепродуктов. Л.: Гидрометеиздат, 1990. 19 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. Bryzgalo, L.S. Kosmenko, M.Y. Kondakova

DYNAMICS OF CHEMICAL SUBSTANCE INFLOW AND ANTHROPOGENIC LOAD ON RIVER KUBAN MOUTH AREA

On the basis of environment government service computation analysis of chemical substances inflow has been carried out. The main trends of its variability has been identified,

anthropogenic load on river Kuban mouth area was estimated as intermediate from medium to critical for ammonia nitrogen and critical for oil.

Key words: Kuban river mouth area, anthropogenic impact, chemical substance inflow, pollutants and nutrients, anthropogenic load