



УДК 556.555.8

ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДЫ И ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ЮЖНОЙ ЧАСТИ АГРАХАНСКОГО ЗАЛИВА⁵

© 2012 Гаджиев А.А.

Дагестанский государственный университет, г.Махачкала

В статье представлены данные, полученные в ходе полевых исследований в Южной части Аграханского залива. В результате экспедиционных исследований проведен полный гидрохимический анализ пробы воды отобранных на девяти станциях, дана оценка степени загрязнения воды и донных отложений южного Аграхананефтепродуктами, АПАВами, фенолами и тяжелыми металлами.

The article presents the data obtained in the course of field research in the southern part of the Agrakhan Bay. As a result of research, conducted full hydrochemical analysis of water samples taken at nine stations. An estimate is given of the degree of pollution of water and bottom sediments of the oil products, phenols and heavy metals.

Ключевые слова: Каспийское море, Аграханский залив, степень загрязнения, донные отложения, тяжёлые металлы, нефтепродукты, фенолы.

Key words: Caspian sea, Agrakhan Bay, degree of pollution, sediments, heavy metals, oil products, phenols

Проблемы охраны поверхностных вод в России на сегодняшний день очень актуальны. Прежде следует подчеркнуть, что трудно найти открытый водоем, который не подвергся бы антропогенным воздействиям. Это в полной мере относится к Каспийскому морю и Аграханскому заливу в частности. Антропогенный прессинг на экосистему водоемов вызывает многопрофильный процесс: в одних случаях подавляет развитие фауны-флоры, в других, вызывая сукцессии, он способствует бурному развитию, как простейших автотрофов, так и гетеротрофов и т. д. В любом своем проявлении он изменяет стабильность функционирования экосистемы водоема.

В настоящее время облик Аграханского залива заметно изменен. Чтобы понять, что сегодня происходит с Аграханом, необходимо обратиться к его истории. До 1930 года Аграханский залив представлял единый водоем, в северную часть вливалась вода реки Терек, в юго-западную часть река Акташ. В результате катастрофических паводков и Каргалинского прорыва основной сток реки Терек стал поступать в Аграханский залив через узкую щель-горловину - Чеканные ворота. Это привело к откладыванию в предустьевой части залива наносов и образованию новых дельтовых притоков и рукавов. Чтобы ослабить паводковый прессинг Терека и избежать окончательного заиливания залива, было принято решение прорыть канал (Прорезь) через Уч-Косу (Аграханский полуостров). И с 1968 года вода Терека начала сбрасываться непосредственно в Каспийское море, минуя залив. Это в итоге привело к полному обособлению частей залива: к резкому осушению северной части залива. Южная часть начала превращаться в замкнутый водоем. Фактически залив разделился на северную и южную части. Если северная часть залива имеет естественную связь с морем, а также в него сбрасываются воды Терека по Кубякинскому банку, то водность южной части полностью зависит от водности реки Терек, с которой он сообщается по искусственным каналам и его протоками.

Протяженность Южного Аграхана с севера на юг составляет примерно 8 километров, ширина в средней части – не более 5 километров. Площадь водоема не превышает 20 тысяч гектаров. Это самое крупное озеро Дагестана. Проточность водоема и относительная стабильность уровня обеспечивается построенными дамбами и рыбоходным каналом с фиксированными порогами.

Материалом для данной работы послужили собственные данные, полученные в ходе полевых исследований в южной части Аграханского залива проводившегося с 25-26 октября 2012 года. Исследования выполнены при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации, соглашение 14.132.21.1811

Для широкого изучения Южного Аграхана, на карте предварительно было намечена сетка станций с шагом 3,5 км для охвата прибрежной и открытой части залива. По всему периметру было отмечена десять точек отбора проб.

⁵ Исследование выполнено при поддержке Министерства образования и науки Российской Федерации, соглашение 14.132.21.1811 «Оценка трофического статуса Аграханского залива как составная часть экологического мониторинга особо охраняемых территорий Дагестана».

The study was supported by The Ministry of education and science of Russia, project 14.132.21.1811.



В ходе выполнений исследований использовались современные физико-химические методы количественного химического анализа, регламентируемые нормативной документацией, утвержденной в установленном порядке для мониторинга и экологического контроля. Все пробы воды и донных отложений отбирались в соответствии установленным ГОСТам, значения сравнивались с нормативами, предъявляемыми к рыбохозяйственным водоемам и нормативами содержания загрязняющих веществ в почве [1, 2]. Пробы воды отбирались с помощью батометра Малчанова, донных отложений—с помощью дночерпателя Петерсена. Химические анализы воды и донных отложений выполнялись в Передвижной лаборатории экологического мониторинга ДГУ, а также на базе лаборатории центра коллективного пользования ДГУ.

В результате проведенных экспедиционных и лабораторных исследований получен большой объем данных о химическом составе вод, донных отложений и о степени их загрязнения, который был систематизирован и обработан. Результаты лабораторных исследований проб воды и донных отложений приведены в таблице 1.

Таблица 1.

Результаты лабораторных исследований проб воды и донных отложений

Показатель (мг/дм ³)	Точка									
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
	вода									
t, С ⁰	18,2	18,3	17,4	18,1	18,2	18,1	18,3	18,2	18,3	18,5
pH	8,0	8,2	8,1	8,2	8,0	8,1	8,0	8,0	8,0	7,7
HCO ₃	134	165	159	171	171	140	159	159	165	244
Ca ²⁺	76	90	80	88	88	72	84	88	84	156
Mg ²⁺	44	49	47	48	48	43	46	55	49	160
Cl ⁻	78	87	76	85	85	71	78	99	85	362
SO ₄ ²⁻	420	460	400	460	450	420	430	470	450	1680
Na ⁺ +K ⁺	140	150	130	158	154	146	145	157	154	700
Жест. воды (мг-экв/дм ³)	7,5	8,6	7,9	8,4	8,4	7,2	8,0	9,0	8,3	21,2
Сухой остаток	890	1010	885	1010	996	890	943	1030	990	3300
Взвеш. в-ва	40	180	220	70	320	40	240	40	50	30
O ₂	10,6	11,2	9,0	11,2	10,9	11,5	9,6	11,8	11,2	4,6
O ₂ %	113	120	94	119	116	122	102	126	119	50
БПК ₅	1,9	2,0	1,9	2,0	2,1	1,4	1,6	1,4	1,3	3,9
ХПК	0	0	13	0	0	0	0	0	0	26
NO ₄ ⁺	0,099	0,023	0,035	0,051	0,030	0,012	0,079	0,048	0,150	0,105
NO ₂ ⁻	0,016	0,029	0,040	0,021	0,012	0,016	0,010	0,021	0,025	0,017
NO ₃ ⁻	0,33	0,60	1,00	0,40	2,13	0,53	1,44	0,91	0,76	0,91
PO ₄ ³⁻	0,02	0,03	0,03	0,02	0,03	0	0,01	0	0	0,04
SiO ₃ ²⁻	3,7	3,8	2,6	4,0	3,9	3,1	3,3	4,4	4,9	1,3
Co ²⁺	0,0073	0,0064	0,0036	0,0068	0,0040	0,0042	0,0095	0,0069	0,0058	0,024
Zn ²⁺	0,0065	0,0054	0,0015	0,0002	0,0054	0,0028	0,0004	0,0039	0,0007	0
Pb ²⁺	0	0,0060	0,0080	0	0,0120	0	0,0040	0	0,0083	0,0048
Cd ²⁺	0	0	0	0	0	0,0028	0	0,0013	0,0021	0
Ni ²⁺	0,0049	0,0075	0,0013	0,0090	0,0075	0,0019	0,0060	0,0025	0,0055	0,0095
Cu ²⁺	0,0024	0,0030	0,0027	0,0011	0,0038	0,0028	0,0030	0,0063	0,0014	0,0024
Cr ³⁺	0,0047	0,0058	0,0041	0,0012	0,0020	0,0023	0,0046	0,0015	0,0045	0,0068
Нефтепрод.	0,010	0,090	0,172	0,032	0,006	0,007	0,006	0,003	0,001	0
Фенольный индекс	0,054	0,125	0,107	0,107	0,48	0,63	0,304	0,071	0,080	0,41
АПАВ	0,011	0,010	0,039	0,033	0,045	0,016	0,015	0,012	0,11	0,08
	донные отложения (мг/кг)									



Co ²⁺	0,95	1,10	0,88	1,13	1,25	1,63	1,25	0,88	0,88	1,00
Zn ²⁺	21	23	36	21	33	28	34	20	25	20
Pb ²⁺	19	19	22	18	24	20	28	18	20	18
Cd ²⁺	0,60	0,64	0,70	0,80	0,60	1,10	1,00	0,40	0,80	0,50
Ni ²⁺	10,1	10,7	9,4	10,6	14,4	11,1	14,4	11,1	10	12,2
Cu ²⁺	8,4	8,0	6,0	7,5	16,0	7,5	12,5	13,0	12,5	12,5
Cr ³⁺	0,70	0,72	0,70	0,80	0,77	0,70	0,74	0,67	0,70	0,80
Нефтепрод.	1700	2100	2700	3100	4200	1500	1300	1200	1080	800

Проведенные исследования показали, что вода в южной части Аграханского залива характеризуется благоприятным гидрохимическим режимом. Из анионов в воде преобладают сульфаты, из катионов – ионы натрия + калия. Величина водородного показателя в пределах 7,7–8,2 (таб.1).

В период наблюдений в воде южной части Аграхана из минеральных форм азота большая часть приходилась на нитрат ионы. Как правило, с нарастанием эвтрофикации абсолютная концентрация нитратного азота и его доля в сумме минерального азота возрастают. Их содержание изменялось в пределах 0,4–2,13 мг/дм³ (рис 1). Концентрации нитритов, как наиболее нестойких соединений процесса нитрификации, в период исследований колебались в интервале 0,010–0,040 мг/дм³, что не выходит за ПДК (рис 2). В воде исследуемого объекта концентрации иона аммония были также невысокими, изменялись в пределах 0,023–0,150 мг/дм³ (рис. 3).

В водной толще непрерывно осуществляются процессы поглощения и выделения минерального фосфора. Интенсивность оборота отражает функциональные особенности экосистем разной степени трофности. Выделение фосфатов из донных отложений увеличивается в бескислородных условиях, когда наряду с бактериальным распадом идут восстановительные процессы, способствующие переходу соединений фосфора в растворенное состояние. Содержание фосфатного фосфора по станциям было незначительно и составляло 0–0,04 (рис. 4)

В период исследований содержание нефтепродуктов в воде района исследования изменялось в пределах 0,01–0,172 мг/дм³ (рис. 5). Повышенное количество нефтепродуктов выявлено в точке 2 – 1,8 ПДК и в точке 3 – 3,44 ПДК. Как видно из карты отбора проб, точки 3, 4 расположены в устье притоков Терека впадающих в южную часть залива, и данные, полученные в результате анализов, позволяет утверждать, что основным источником поступления нефтепродуктов в залив являются притоки Терека.

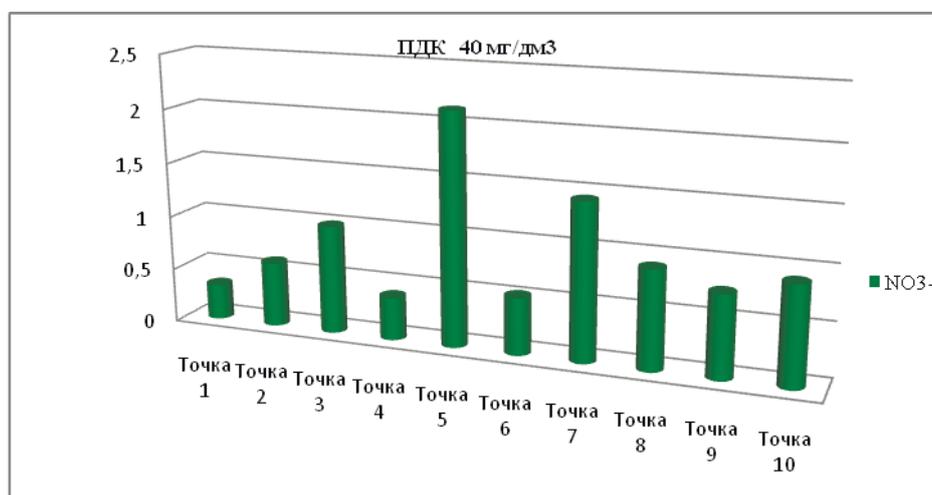


Рис.1. Содержание нитратов в воде южной части Аграханского залива.

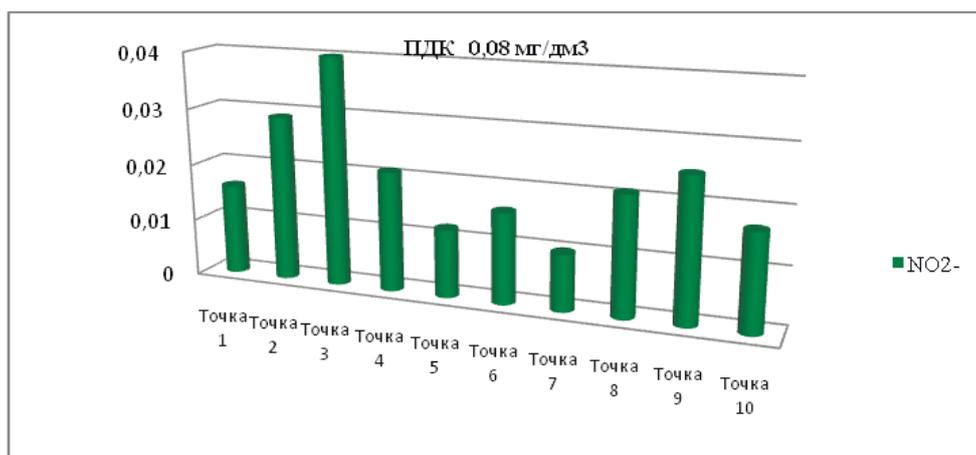


Рис.2. Содержание нитратов в воде южной части Аграханского залива.

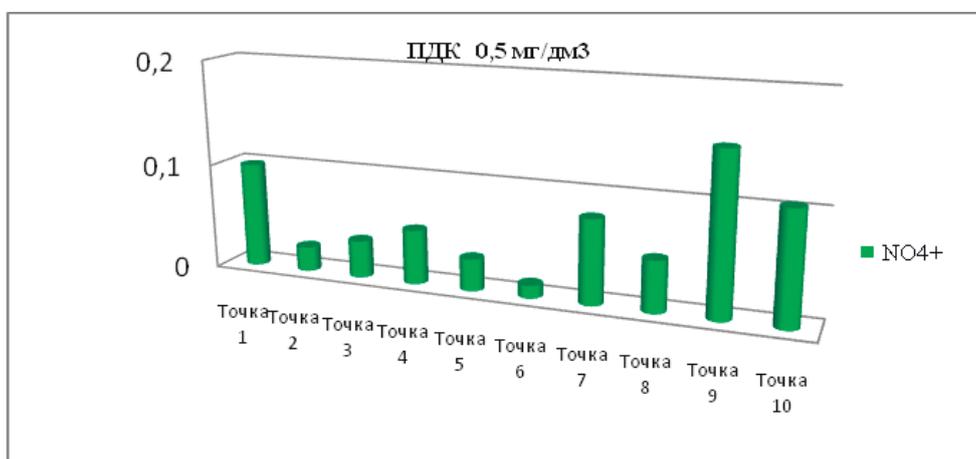


Рис.3. Содержание аммонийного азота в воде южной части Аграханского залива

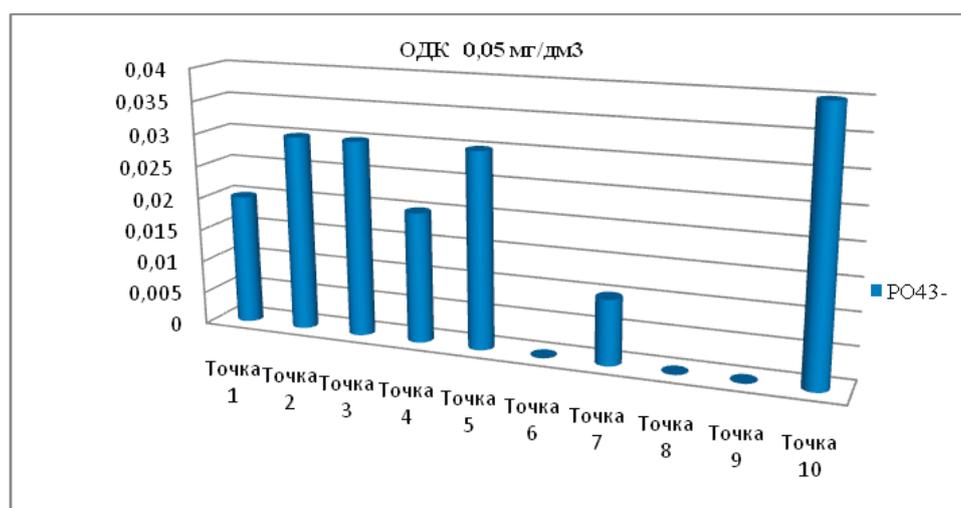


Рис.4. Содержание азота общего в воде южной части Аграханского залива

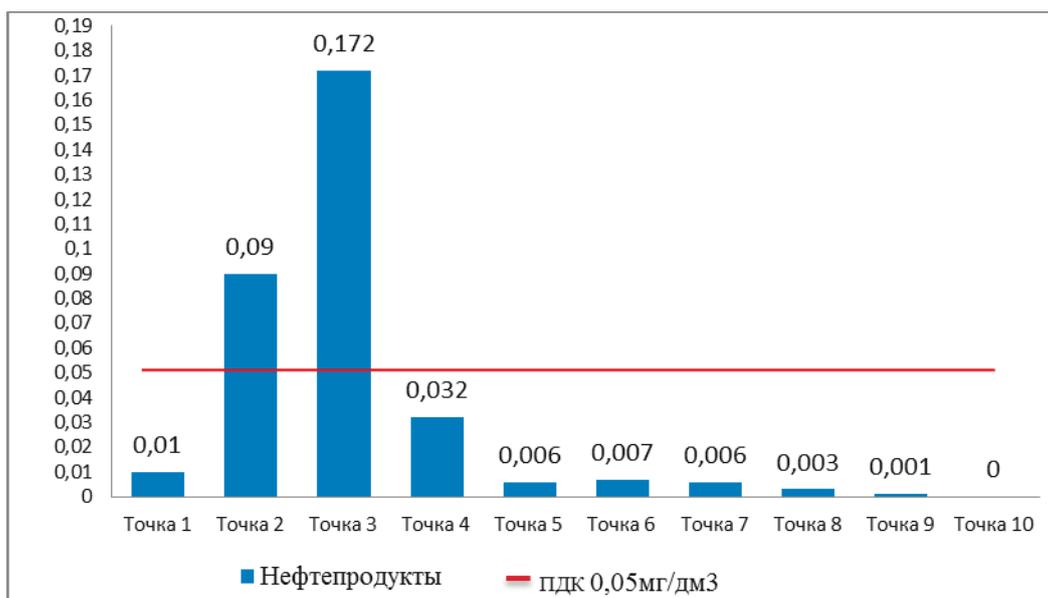


Рис.5. Содержание нефтепродуктов в воде южной части Аграханского залива

Нефтяному сопутствует фенольное загрязнение воды поверхностных вод. Фенолы в естественных условиях образуются в процессах метаболизма водных организмов, при биохимическом распаде органических веществ. В ходе проводившихся анализов также определялся содержание фенолов в воде (фенольный индекс). Максимальная концентрация (6,3ОДК) зафиксирована на станции 6. Значения фенольного индекса близкие к значению и многократно превышающие ориентировочно допустимые концентрации также обнаруживались во всех пробах, их количество изменялось в пределах 0,054–0,48 мг/дм³ (рис. 6).

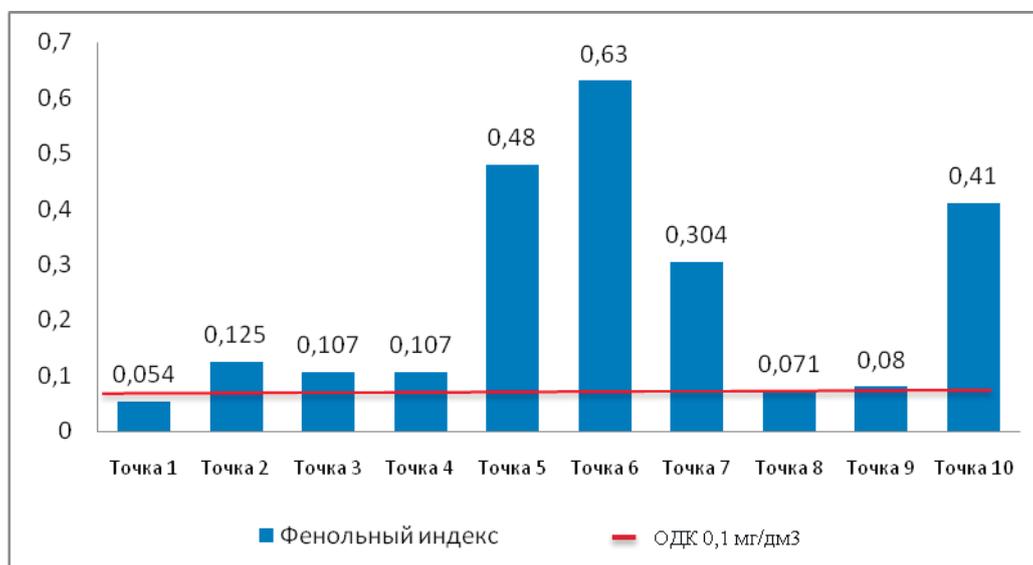


Рис. 6. Содержание фенолов в воде южной части Аграханского залива

На всех точках проводилось определение массовой концентрации ПАВ. Содержание их колебалось в пределах 0,01–0,11 мг/дм³. (рис. 7)

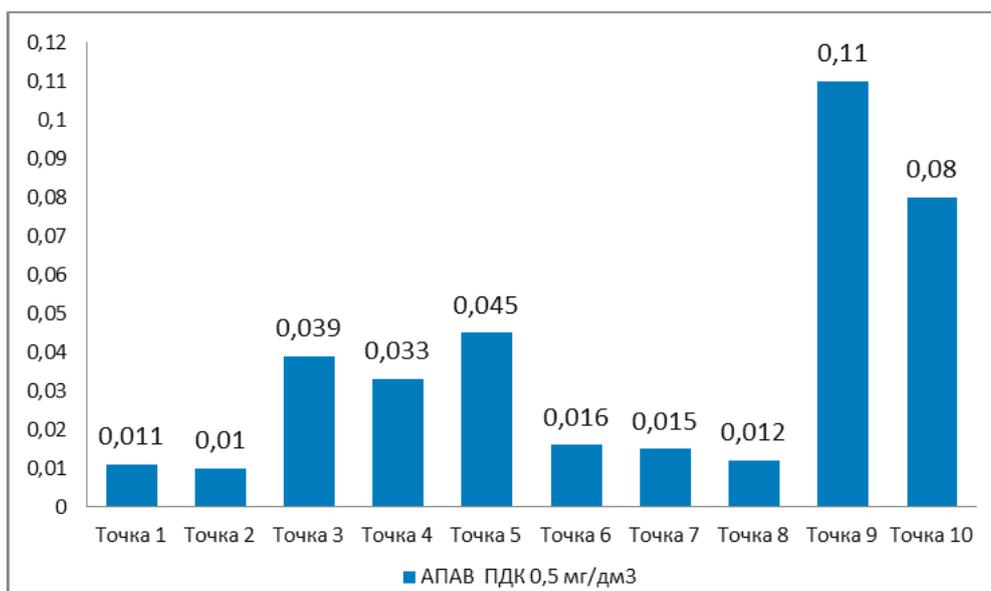


Рис.7. Содержание АПAB в воде южной части Аграханского залива

Из тяжелых металлов в воде определяли подвижные формы кобальта, меди, цинка, свинца, хрома, никеля, кадмия. Превышение ПДК для водоемов рыбохозяйственного значения выявлено для кобальта, меди и хрома. Количество кобальта изменялось в пределах 0,0036–0,024 мг/дм³ при величине ПДК для рыбохозяйственных водоемов 0,01 мг/дм³. Наиболее высокая концентрация кобальта отмечалась в точке десять (рис. 8).

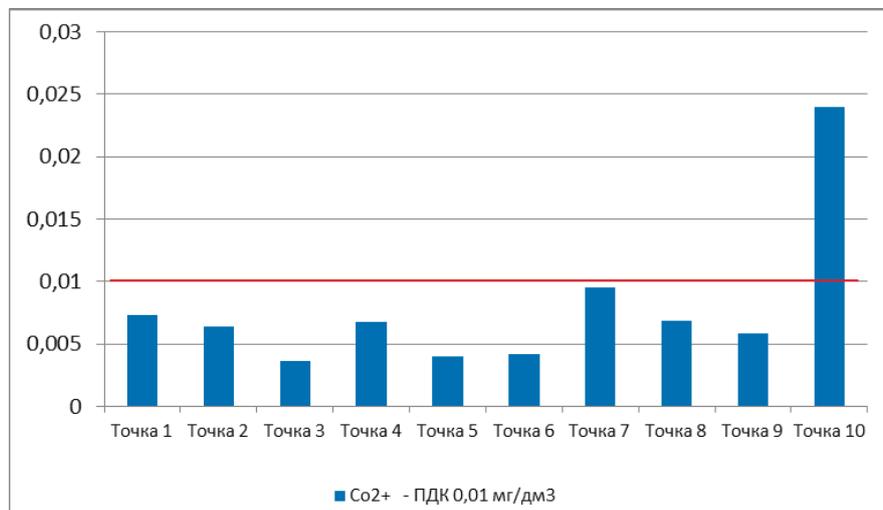


Рис. 8. Содержание кобальта в воде южной части Аграханского залива.

Повсеместно наблюдается превышение ПДК меди (0,001 мг/дм³). В исследуемый период содержание меди колебалось в пределах 0,0011–0,0063 мг/дм³. Максимум отмечался в районе точек 5 и 8. (рис. 9). Следует отметить, что для рыбохозяйственных водоемов ПДК меди одна из самых жестких.

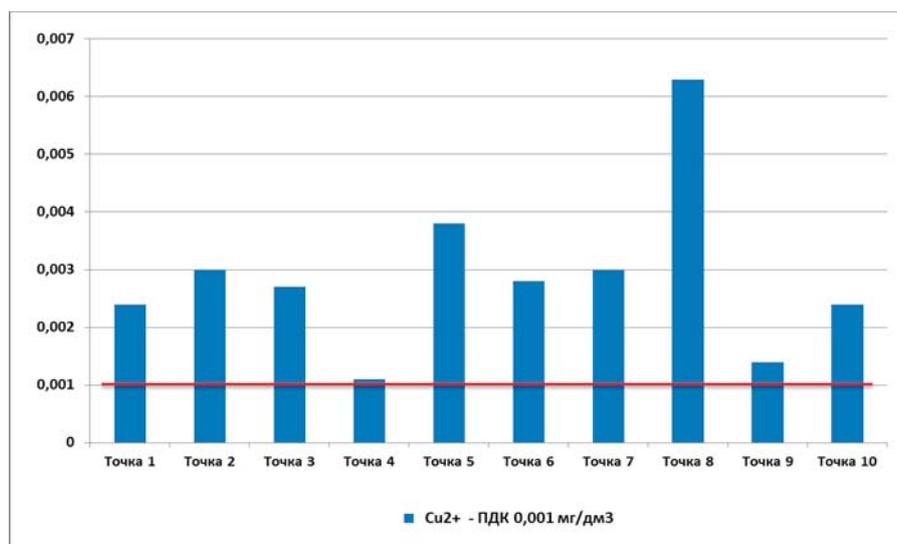


Рис.9. Содержание меди в воде южной части Аграханского залива.

Содержание хрома в период исследования в воде колебалось в пределах 0,0012–0,0068 мг/дм³. Как видно из рисунка 10 превышение допустимых концентраций наблюдается в точках 2 и 10.

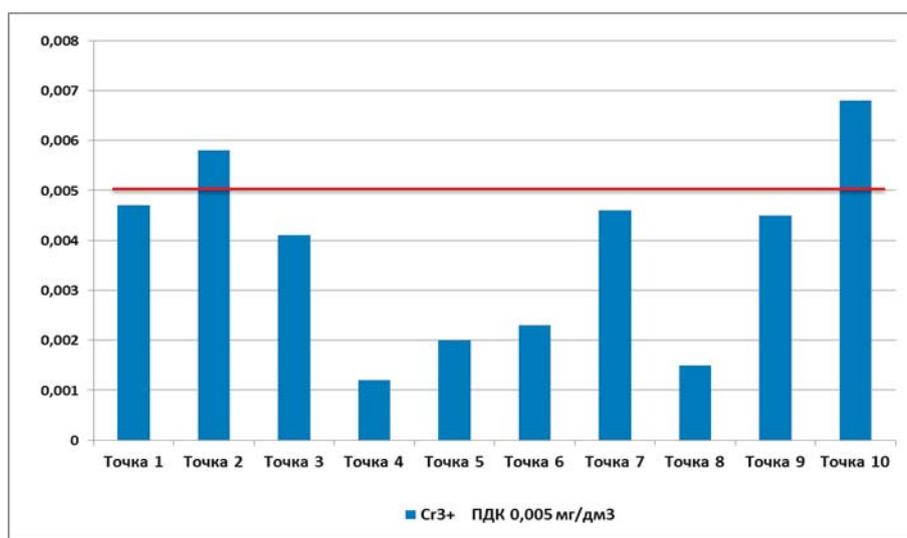


Рис. 10. Содержание хрома в воде южной части Аграханского залива.

В период исследований количество свинца в воде в основном находилось в пределах 0–0,0085 мкг/дм³. Незначительное превышение ПДК_{вр}, как видно из рисунка 11 (а), наблюдается в точке 5.

В воде Южного Аграханасодержание цинка колеблется в довольно широком диапазоне — от 0 до 0,0065 мг/дм³ (рис.11 б).

Содержание в воде никеля и кадмия в период исследований не превышало ПДК для рыбохозяйственных водоемов(рис. 12). Так, концентрация кадмия изменялась в пределах 0–0,0028 мг/дм³ при ПДК_{вр}0,005 мг/дм³.

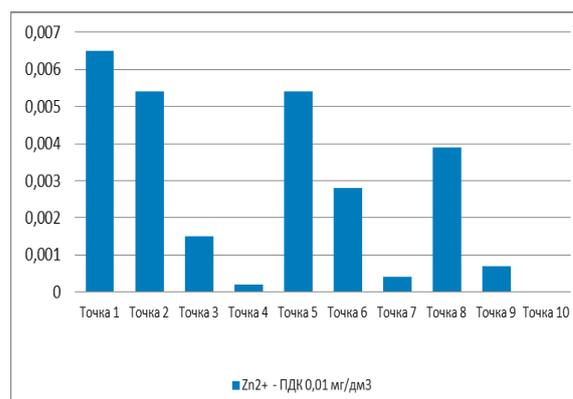
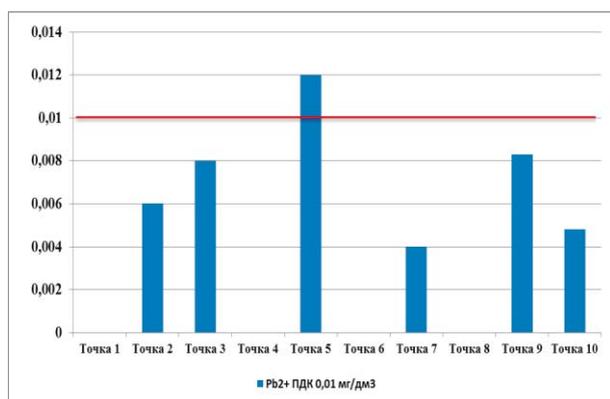


Рис. 11. Содержание цинка (а) и свинца (б) в воде южной части Аграханского залива.

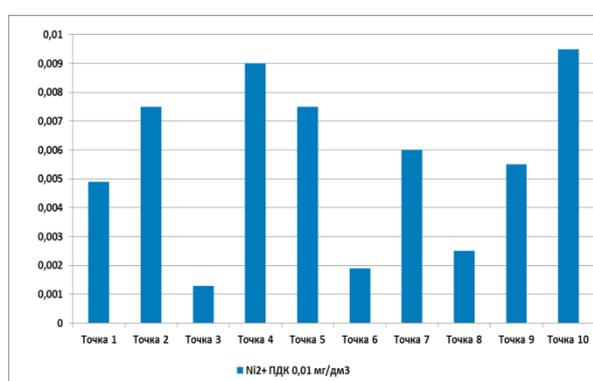
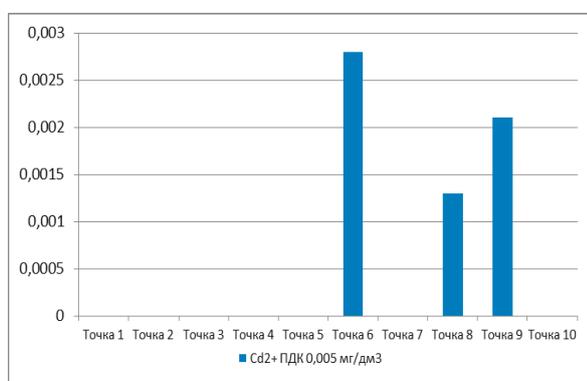


Рис. 12. Содержание кадмия (а) и никеля (б) в воде южной части Аграханского залива.

Донные отложения

Важным показателем экологического состояния водного объекта является химический состав донных отложений. Донные отложения, накапливая и концентрируя загрязняющие вещества, служат репрезентативным индикатором загрязнения. Среди основных загрязняющих веществ техногенной природы выделяются тяжелые металлы, обладающие токсическим воздействием на жизнедеятельность биоты и консервативным поведением в водной среде. Знание концентраций тяжелых металлов и нефтепродуктов в донных отложениях водоемов дает возможность судить о состоянии чистоты или загрязненности.

Анализ показывает, что повышенные уровни нефтяного загрязнения тяготеют к немногочисленным устьям протоков Терека впадающих в район исследования. На основании многочисленных данных по содержанию нефтепродуктов в донных отложениях высокие концентрации нефтепродуктов наблюдаются в районе точек 2, 3, 4, и 5. Относительно низкие значения – в открытой части залива (табл. 2).

Результаты определения содержания в донных отложениях тяжелых металлов (Co^{2+} , Zn^{2+} , Pb^{2+} , Ni^{2+} , Cu^{2+} , Cd^{2+}) представлены в таблице 7.

Сравнение данных по содержанию химических элементов в донных илах восточного Каспия с районом исследования, показывает, что более высокие значения цинка, меди и кадмия характерны для Южного Аграхана (табл. 2). Среднее содержание элементов в сухой массе грунта, для обширной территории северо-восточной части Каспийского моря, составляет:

- цинк 2.0-28.0 (среднее 8);
- медь 1.0-15 (среднее 4.0);
- кадмий <0.02-0.34 (среднее 0.073);
- свинец <2.0-8.0 (среднее 3.0);
- хром 4.0-27.0 (среднее 10.0);
- никель <4.0-27.0 (среднее 10.0);



Это объясняется тем, что накопление переходных и тяжелых металлов в донных отложениях в южной части залива характеризуется рядом специфических черт. Речные наносы Терека, обладая высокой сорбционной способностью (особенно мелкие фракции), в процессе своего многолетнего перемещения и отложения в заливе накапливали весь комплекс химических элементов, присутствующих в донных отложениях. Как видно из таблицы содержания меди и никеля очень высокие и превышают допустимые нормы. Также наблюдаются превышения допустимых норм цинка, свинца и кадмия. Содержание кадмия варьирует от 0,5 до 1,1 мг/кг.

Таблица 2.

Содержание тяжелых металлов и нефтепродуктов в донных отложениях южной части Аграханского залива.

Показатель (мг/кг)	Точка										ПДК
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	
Co^{2+}	0,95	1,1	0,88	1,13	1,25	1,63	1,25	0,88	0,88	1	5
Zn^{2+}	21	23	36	21	33	28	34	20	25	20	23
Pb^{2+}	19	19	22	18	24	20	28	18	20	18	20
Cd^{2+}	0,6	0,64	0,7	0,8	0,6	1,1	1	0,4	0,8	0,5	1
Ni^{2+}	10,1	10,7	9,4	10,6	14,4	11,1	14,4	11,1	10	12,2	4
Cu^{2+}	8,4	8	6	7,5	16	7,5	12,5	13	12,5	12,5	3
Cr^{3+}	0,7	0,72	0,7	0,8	0,77	0,7	0,74	0,67	0,7	0,8	6
НП	1700	2100	2700	310 0	420 0	150 0	130 0	120 0	108 0	800	2000

Результаты проведенных исследований важны с точки зрения создания базы данных экологического состояния южной части Аграханского залива и в дальнейшем послужат основой для оценки трофического статуса Аграханского залива в целом.

Обобщая результаты всех анализов район исследования по солевому, и по биогенному составу можно отнести к категории «чистых» и «слабо загрязненных». Тем не менее, по содержанию нефтепродуктов, фенолов, соединений меди, хрома, свинца, южная часть залива соответствует категории «сильно загрязненных».

Библиографический список

1. Перечень предельно допустимых концентраций (ПДК) и ориентировочно безопасных уровней воздействия (ОБУВ) вредных веществ для воды и водных объектов, имеющих рыбохозяйственное значение. Утвержден приказом Госкомрыболовства России от 28 апреля 1999 года № 96.
2. СанПиН 2.1.7.1287 03. Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы.
3. Методика М 03-07-2009. Методика выполнения измерений массовой доли химических элементов (ванадия, кадмия, кобальта, марганца, меди, мышьяка, никеля, ртути, свинца, хрома, цинка) в пробах почв, грунтов и донных отложений методом атомно-абсорбционной спектроскопии.
4. Актуальные проблемы океанологии. М.: Наука, 2003. 640 с.
5. Байдин С.С., Скриптунов Н.А., Штейнман Б.С. и др. Гидрология устьевых областей Терека и Сулака. М.: Гидрометиздат, 1971. 199 с.

Bibliography

1. List of maximum allowable concentrations (Mac) and tentatively safe levels of impact of operation (University) of harmful substances for water and the water objects of fishing value. Approved by the order of the state fisheries Committee of Russia from April 28, 1999, no. 96.
2. SanPiN 2.1.7.1287 03. The sanitary-epidemiological requirements to the quality of the soil.
3. The M 03-07-2009. The technique of performance of measurements of a mass fraction of chemical elements in soils, soils and bottom sediments by the method of atomic-absorption spectroscopy.



4. Urgent problems of Oceanology. M.: Science, 2003. – P. 640
5. Baidin S.S., Skriptunov N.A., Steinman B.S. and others. The hydrology of the river mouth areas of the Terek and Sulak. M.: Pub. «Gidrometizdat», 1971. – P.199.

УДК 502/504(262.81)

ГЕОНФОРМАЦИОННЫЕ СИСТЕМЫ В ИЗУЧЕНИИ ОСОБЕННОСТЕЙ АПВЕЛЛИНГА У ЗАПАДНОГО ПОБЕРЕЖЬЯ СРЕДНЕГО КАСПИЯ

© 2012 *Монахова Г.А., Курамагомедов Б.М., Расулова М.М., Бекшокова П.А.*
ФГБОУ ВПО «Дагестанский государственный университет»

Приводятся результаты изучения подъема глубинных вод (апвеллинга) у западного побережья Среднего Каспия по данным наблюдений, полученным с применением дистанционных методов.

The article contains the results of the study of upwelling at the Western coast of the Middle Caspian, according to the data of observations, obtained with the use of remote methods.

Ключевые слова: Средний Каспий, апвеллинг, дистанционные методы, геоинформационные системы

Keywords: Middle Caspian, upwelling, remote methods, geographic information systems

Использование и интеграция возможностей геоинформационных технологий и данных дистанционного зондирования Земли уже стали традиционными для целей исследования изменчивости полей океанологических характеристик. Известно, что спутниковые снимки морской поверхности позволяют качественно и количественно оценивать содержание в водной толще взвешенных и растворенных веществ различного происхождения, отслеживать их источники и динамику, температуру поверхности моря и т.д. [2]. Именно поэтому они как нельзя лучше подходят для изучения явления подъема глубинных вод (апвеллинга) в Каспийском море.

Апвеллинг наблюдается, в основном, у восточного и западного побережья Среднего Каспия и в летнее время может быть идентифицирован по отрицательной температурной аномалии. Длительное время для изучения апвеллинга использовались данные прибрежных наблюдений, вследствие чего он трактовался как локальное явление, не играющее особой роли в жизни Каспийского моря [4]. Наличие спутниковых данных позволяет по-новому взглянуть на эту проблему. Между тем, апвеллинг на Каспии в гидрологическом отношении апвеллинг изучен недостаточно, а его влияние на гидрохимические и гидробиологические условия до сих пор остается невыясненным. При этом подъему глубинных вод у западного побережья Среднего Каспия посвящено наименьшее количество публикаций.

Целью наших исследований является изучение подъема глубинных вод и его роли в формировании гидрохимического и гидробиологического режима западной части Среднего Каспия. Указанные исследования проводятся в рамках Федеральной целевой программы «Научные и научно-педагогические кадры инновационной России» на 2009-2013 гг. (Государственный контракт №16.740.11.0233).

В настоящей статье обсуждаются результаты, полученные в ходе обработки спутниковых данных, а также геоинформационного анализа и интеграции материалов дистанционной и контактной съемки за летний сезон 2010-2011 гг. в геоинформационный проект (ГИС-проект).

В качестве материалов, полученных с применением дистанционных методов, использовались данные мультиспектрального сканера MODIS, установленного на аппаратах Terra и Aqua американской системы EOS (EarthObservation Satellites), с пространственным разрешением 250-1000 м. При этом определение температуры поверхности производилось по результатам съемки в инфракрасном диапазоне, с разрешением в 1 км и 0,3-0,5 °С (канал MOD28), а концентрации хлорофилла «а» - способами определения цвета воды (каналы MOD19, MOD21) и флюоресценции хлорофилла «а» (MOD20), с шагом 10 мг/м³ в шкале логарифмического типа. Для выявления характера распределения взвеси применялся коэффициент диффузного ослабления для длины волны 490 нм (Kd₄₉₀), характеризующий степень прозрачности морской воды [3]. Основными материалами, полученными при помощи контактных методов, выступили данные прибрежных гидрометеорологических наблюдений на станциях Росгидромета, а также результаты собственных измерений гидрохимических параметров прибрежных вод в районе г. Махачкала в 2011 г.

Все спутниковые материалы обрабатывались в ГИС-пакетах SeaDAS и ArcGis. Космические снимки, прежде чем попасть в ГИС-проект, прошли несколько этапов обработки.