

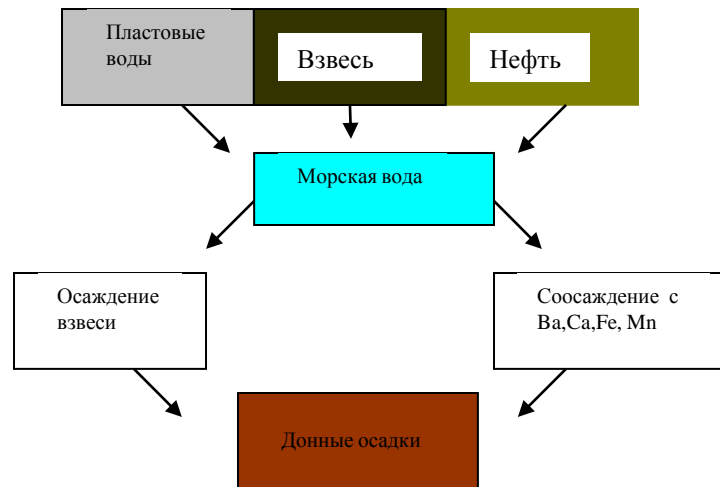
Радиоэкологические аспекты освоения морских нефтеносных регионов (нежелательные спутники прогресса)

Доманов М.М.¹, Доманова Е.Г.²

Верховская З.И.¹

¹Институт океанологии им.П.П.Ширшова РАН, Москва
,e-mail: domanov@ocean.ru; ²Институт проблем нефти и
газа РАН, Москва)

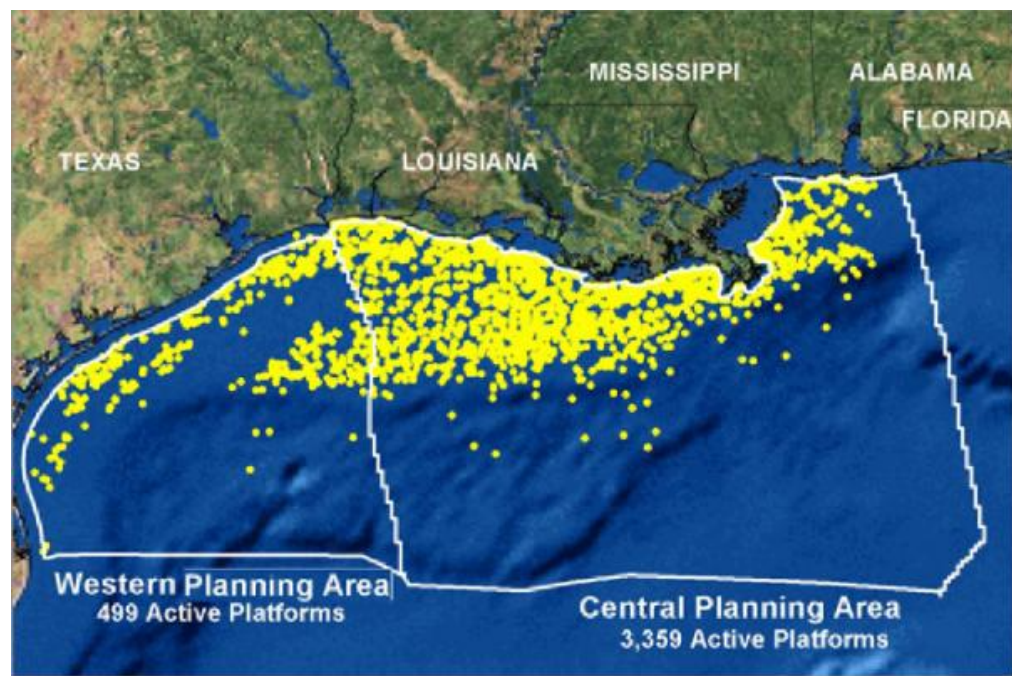
Акватории моря и донные осадки вблизи буровых платформ для добычи нефти и газа являются районами потенциального накопления естественных радионуклидов. В донных осадках и технологическом оборудовании радиоактивный фон постоянно увеличивается по мере интенсификации буровых работ и производственных процессов. В группе естественных радионуклидов ^{226}Ra является главным радионуклидом, выносимым на поверхность с нефтью и технологическими водами. При взаимодействии с морской средой радий соосаждается с барием, образуя комплексные соединения сульфатов, карбонатов и силикатов (барит (BaSO_4), гипс ($\text{CaSO}_4 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$), целестит (SrSO_4) и ангидрид (CaSO_4))



Удельная активность радионуклидов в нефтях, пластовых и дренажных водах разрабатываемых месторождений нефти

Место- рожде- ние	Компо- нент флюид- ной сис- темы	Удельная активность радионуклидов, Бк/кг					
		Радий-226			Торий-232		
		Актив- ность, Бк/кг	Допус- тимая по НРБ-99	Ко- эфф.п реры- шения	Актив- ность, Бк/кг	Допус- тимая по НРБ-99	Ко- эфф. преры- шения
Гераси- мовское	Нефть	11,8	0,5	23,6	0,8	0,6	1,3
Долгов- ское	Нефть	26,7	0,5	51,3	14,6	0,6	24,3
Роста- шинское	Нефть	20,9	0,5	41,8	10,2	0,6	17
Роста- шинское	Вода пла- стовая	5,3	0,5	10,6	5,4	0,6	9
Загля- дино	Вода дренаж- ная	10,9	0,5	21,8	1,7	0,6	2,8

Тараборин Д.Г ., Гацков В .Г ., Демина Т .Я. Радиология нефтегазоносных районов Западного Оренбуржья . –Оренбург , ИПК ГОУ ОГУ , 2003. – 160 с .



Радиоактивность осадков в местах нефтедобычи на шельфе Луизианы составляет 33.7 Бк/г при обычных фоновых значениях 0.064 – 0.017 Бк/г (DeLaune et al., 1986).

На шельфе Египта концентрация ^{226}Ra в осадках в местах нефтедобычи составляла $28.6 \text{ Бк/г} \pm 2.7 - 68.9 \text{ Бк/г} \pm 0.8$ (6)

Доза гамма –излучения от таких осадков составляет от 17 до 65 $\mu\text{Gy/h}$, что существенно выше допустимого безопасного уровня 0, 057 $\mu\text{Gy/h}$, рекомендуемого UNSCEAR

15. UNSCEAR, United Nations Scientific Committee on the Effect of Atomic Radiation. Source, Effects and Risks of Ionizing radiations. Report to the the General Assembly with annexes. UN, New York, 1988.

Таким образом, подобные осадки следует рассматривать как радиоактивное загрязнение представляющее опасность для населения

Методика работ

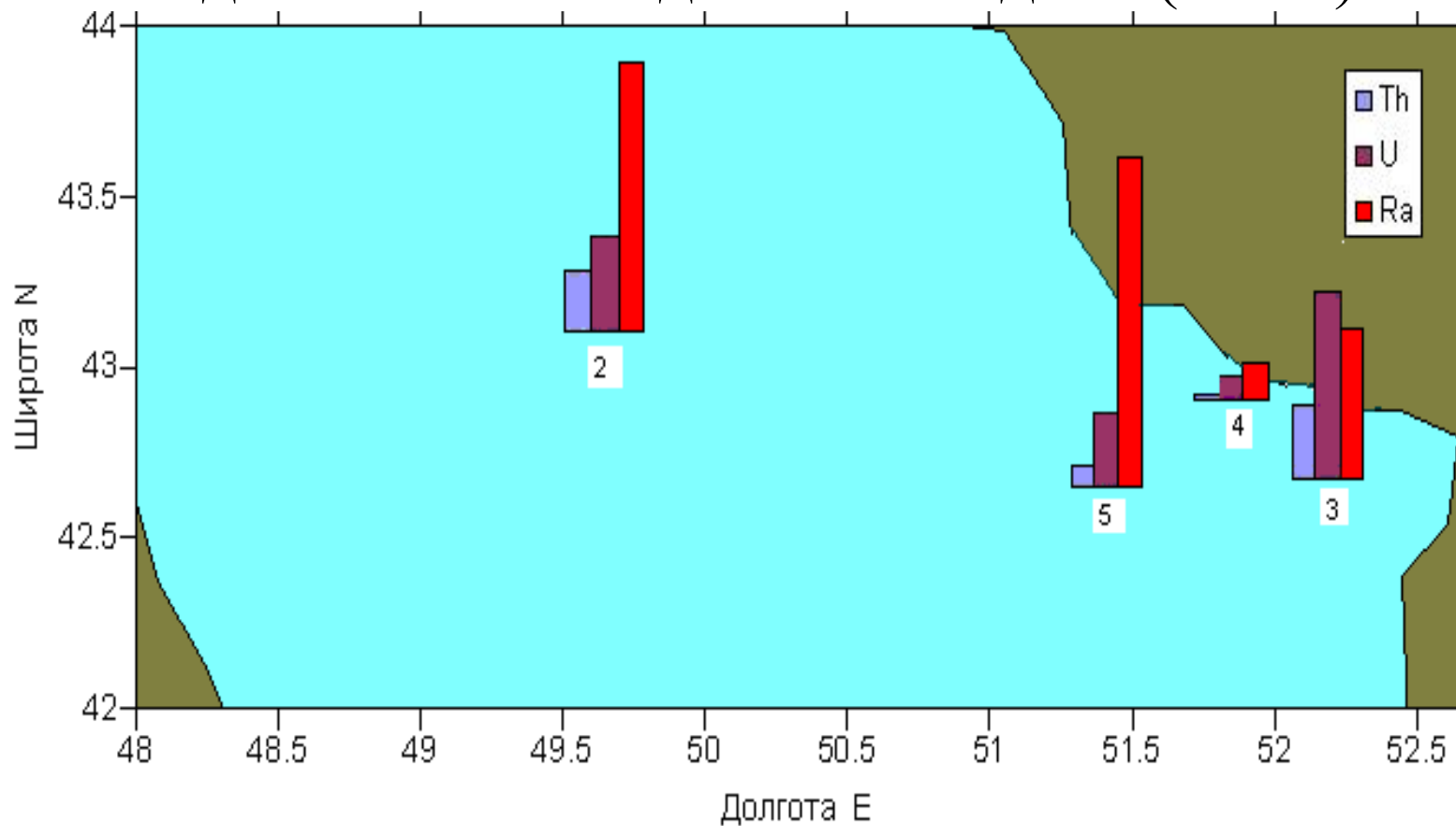
Материалом для исследования был поверхностный слой 0-10 см образцов донных осадков, отобранных дночерпателем «Океан-50» на станциях в 28 рейсе НИС Рифт в районе Среднего Каспия. Для исследования качественного и количественного состава нефтяных углеводородов использованы стандартизированные методы селективной экстракции, хроматографии и инфракрасной спектроскопии. Химический анализ проб донных осадков выполнен методами атомной эмиссии (Plasmaquant-110, укомплектованной системой ультразвукового распыления пробы U-5000AT и системой генерирования гидридов Hydrid-/Hg-System BSH 960) для Al, Ba, Ca, Co, Cr, Cu, Fe, La, Mg, Mn, Nb, Ni, Sc, Sr, Ti, V, Y, Zn, Zr и масс-спектрометрией с индукционно связанной плазмой (Agilent 7500c) для Pb, Rb, As, Nd, Th, U. методом масс-спектрометрии с индукционно связанной плазмой (Agilent 7500c) для Pb, Rb, As, Nd, Th, U

Измерение концентрации ^{226}Ra в осадке выполнялись в лаборатории Дозиметрии и радиоактивности окружающей среды Химического факультета МГУ им. М.В.Ломоносова с помощью гамма-спектрометра с детектором из сверхчистого германия GC-3020 с относительной эффективностью по линии кобальта-60 (1,332 МэВ), равной 30%, и разрешением по этой линии 1,8 КэВ. Использовалось программное обеспечение GENIE-400 PC. ^{226}Ra определяли по дочернему продукту ^{214}Bi (энергия 609 кэВ). Перед измерением осадки, упакованные в герметичные контейнеры, выдерживались для накопления дочерних продуктов распада в течение месяца. Статистический анализ данных о составе битумоидов и концентрации микроэлементов выполнен методом построения корреляционных матриц при статистической значимости $p < 0.05$ по программе “STATISTICA 6”

Таблица 1. Координаты станций в районе работ и характеристика осадков.

Станции	Дата	Широта	Долгота	Глубина м	Горизонт см	Тип осадка
1	25.09.08	42.41.22	51.23.71	151	0-10	глина и алеврит
2	17.09.08	43.11.33	49.47.02	302	0-5	серая глина жидкая
3	19.09.08	42.43.61	52.11.36	11	0-3	мелкий алеврит
4	20.09.08	42.51.53	51.51.60	17	0-3	мелкий алеврит
5	24.09.08	42.41.75	51.23.98	142	0-10	слоистая глина
6	26.09.08	42.67.96	51.39.16	150	0-6	ракушка

Радиоактивность донных осадков (Бк/кг)



Станции	Th	U	Ra
2	44,47	116,1	169,09
3	1,84	14,4	92,87
4	0,35	45,72	20,72
5	35,00	45,72	206,83

Таблица 3. Концентрации ^{238}U , ^{232}Th , ^{236}Ra и Ва
в донных осадках

Станции	U г/г	гRa/г	Th г/г	Ва г/г
1	3,29	4,14E-12	8,87	175
2	6,45	4,57E-12	10,9	1 570
3	0,8	2,51E-12	0,45	730
4	2,54	5,66E-13	0,085	1 095
5	2,54	5,59E-12	8,58	205
6	0,42	1,07E-12	2,81	705



В отчете Caspian Environmental Programme приведены данные о концентрации урана в донных осадках Каспийского моря указывается, что донные осадки в Каспийском море “содержат уран в количестве, в 5-7 раз превышающем его концентрацию в других морях, в основном благодаря комплексной миграции природных радиоактивных нуклидов”. Содержание бария в донных отложениях Каспийского моря показано на [2](#). Наивысшая концентрация бария (1250 мкг г^{-1})

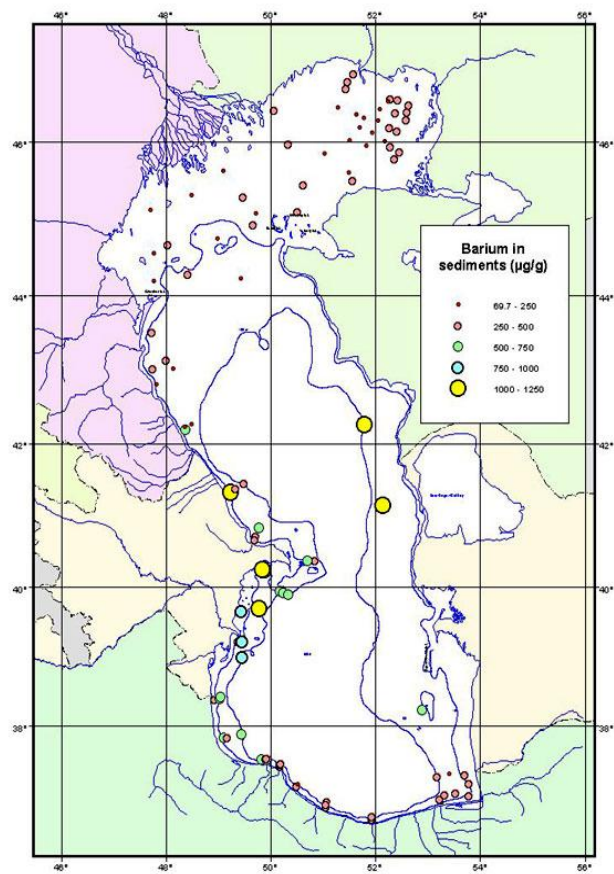
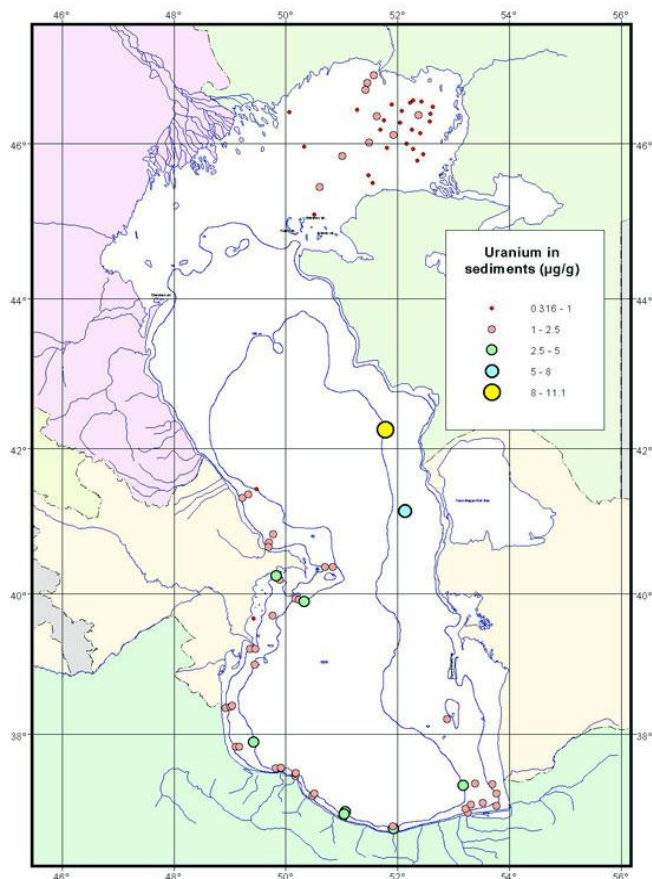


Таблица 2. Состав ОВ в донных осадках

Станции	ХБА %	УВ %	Бенз. см. %	Сп-бенз. см. %	Асф %
1	0,005	38,71	12,9	45,16	3,23
2	0,07	8,61	6,97	68,03	16,39
3	0,004	31,25	15,62	46,87	6,26
4	0,006	29,27	14,63	51,22	4,88
5	0,004	41,38	13,79	37,93	6,9
6	0,007	21,95	17,97	58,54	2,44

Таблица 4. Радиоактивность донных осадков

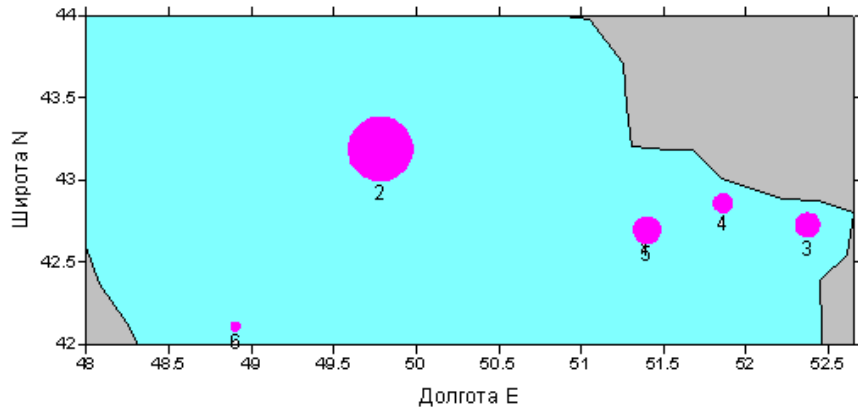
Станции	Th Бк/кг	U Бк/кг	Ra Бк/кг	Сумма Бк/кг	Доза μGy/h
1	36,19	59,22	153,18	248,59	0,166
2	44,47	116,1	169,09	329,66	0,221
3	1,84	14,4	92,87	109,10	0,073
4	0,35	45,72	20,72	66,78	0,045
5	35,00	45,72	206,83	287,55	0,192
6	11,46	7,56	39,59	58,61	0,039

Содержание ОВ и радионуклидов в донных осадках показывают существенную изменчивость измеренных параметров в зависимости от положения станций (таблица 2, 3).

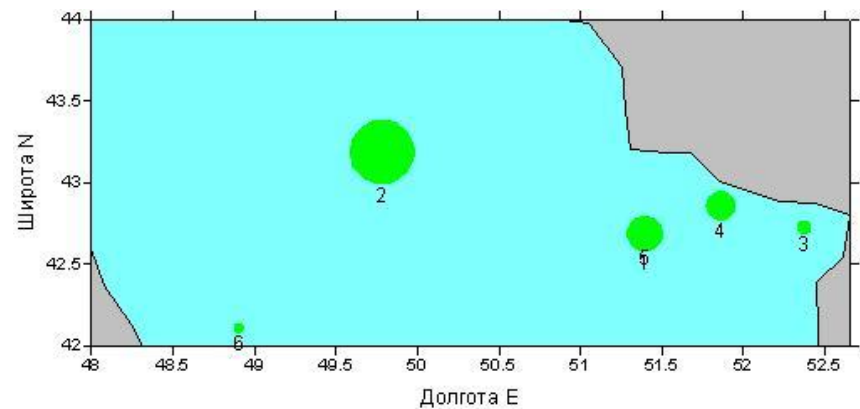
Наиболее высокое содержание U и Th, а также Ва найдено на станции 2 в центральной части Среднего Каспия. Для этой станции характерно самое высокое содержание ХБА, асфальтенов и спирто-бензольных смол.

Станции	ХБА %	УВ %	Бенз. см. %	Сп-бенз. см. %	Асф %
1	0,005	38,71	12,9	45,16	3,23
2	0,07	8,61	6,97	68,03	16,39
3	0,004	31,25	15,62	46,87	6,26
4	0,006	29,27	14,63	51,22	4,88
5	0,004	41,38	13,79	37,93	6,9
6	0,007	21,95	17,97	58,54	2,44

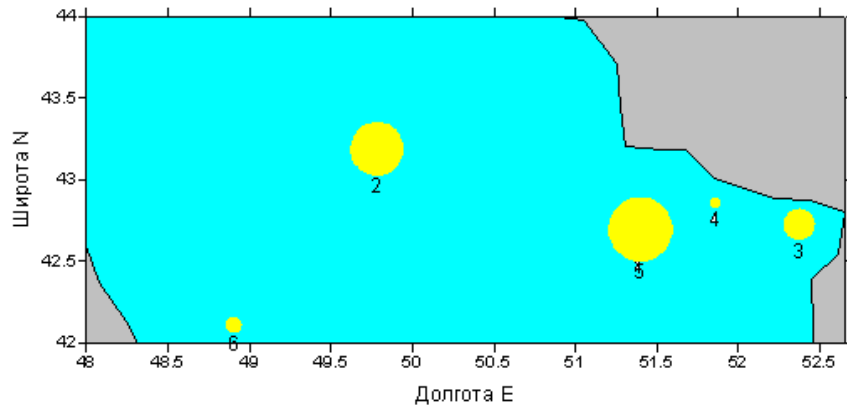
Распределение полученных параметров на станциях



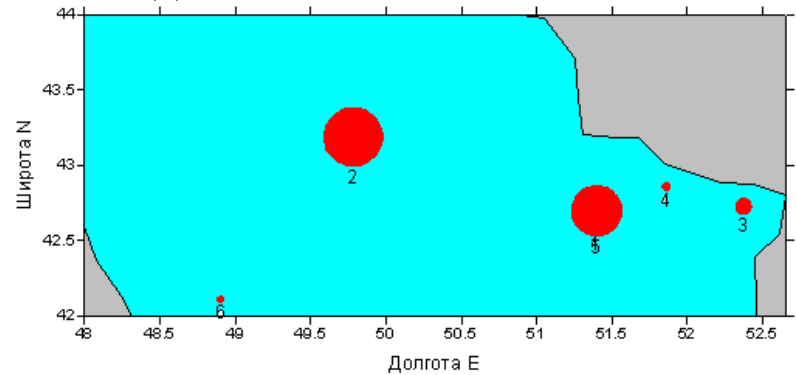
- Концентрация асфальтенов в донных осадках



- Концентрация ^{238}U в донных осадках



- Концентрация ^{226}Ra в донных осадках

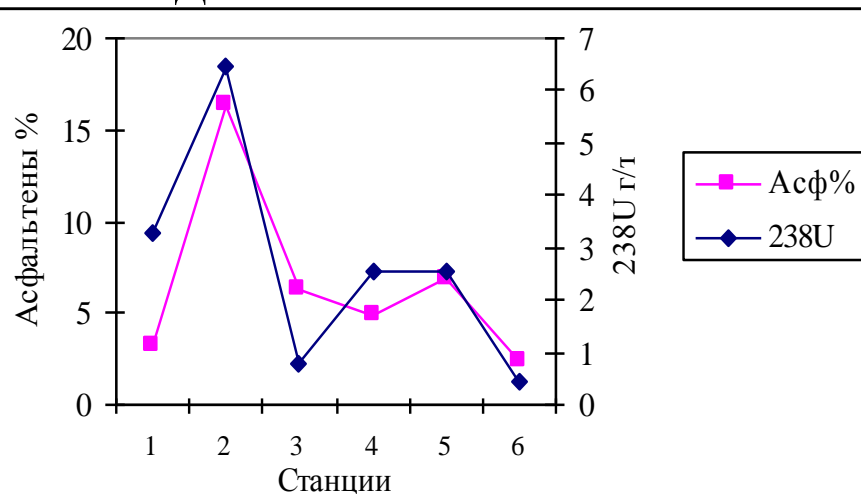
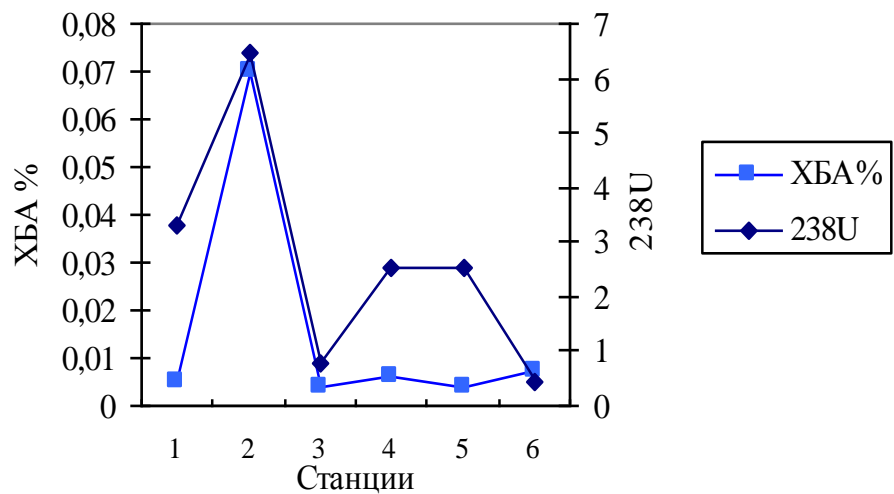


- Величины доз для донных осадков на станциях

Зависимость содержания ^{238}U от концентрации в осадках битумоидов и асфальтенов

- Изменение содержания ^{238}U и ХБА в осадках

- Изменение содержания ^{238}U и асфальтенов в осадках



Сопоставление полученных данных показало, что в исследуемом регионе в осадках наблюдается хорошо выраженная положительная корреляционная связь между распределением U и содержанием хлороформенного битумоида, а также U и концентрацией асфальтенов. Коэффициенты корреляции при уровне статистической значимости $p < 0.05$ были равны 0.85 и 0.83 для пары U – ХБА и пары U – асфальтены, соответственно.

Используя данные о концентрациях радионуклидов, была рассчитана суммарная радиоактивность исследованных донных осадков (таблица 4) и оценена доза гамма – облучения для этих величин. Доза гамма – излучения в осадках станций 5, 2, 1 варьирует в пределах 0,166 – 0,22 $\mu\text{Gy/h}$, что в 3-4 раза выше допустимого безопасного уровня (0,057 $\mu\text{Gy/h}$), рекомендуемого UNSCEAR (United Nations Scientific Committee on the Effect of Atomic Radiation) [4]. Таким образом, подобные осадки следует рассматривать как радиоактивное загрязнение.

Выводы

Полученные концентрации радионуклидов показывают, что уровень естественного радиоактивного фона донных осадков в исследованном районе Среднего Каспия превышает на некоторых станциях допустимый безопасный уровень дозовой нагрузки в 3 – 4 раза. Однако, эти величины в 100-300 раз меньше чем в зонах активной нефтедобычи. Данные о составе ОВ указывают, что содержание U в осадках коррелирует с содержанием хлороформенного битумоида, а также концентрацией асфальтенов.

Работа выполнена при финансовой поддержке Программы № 21П Президиума РАН