

DOI:10.17308/978-5-9273-3692-0-2023-261-263

**РАДИАЦИОННО-ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА НЕФТЕШЛАМОВ  
МЕСТОРОЖДЕНИЙ ХМАО-ЮГРЫ****RADIATION-ECOLOGICAL ASSESSMENT OF OIL SLUDGE FROM KMAO-YUGRA FIELDS****Гурьев Н.Е., Клименко В.В.**

Guryev N.E., Klimenko V.V.

e-mail: nikitka.gurev.1996@mail.ru

Тюменский государственный университет, Тюмень,  
University of Tyumen, Tyumen,

**Аннотация.** Для пластов нефти, осадочных толщ, горных пород, характерно содержание естественных радионуклидов (ЕРН). ХМАО-Югра представляет собой крупный нефтегазовый комплекс страны. Повышенная радиоактивность нефтегазоносных отложений способствует тому, что при добыче углеводородного сырья происходит вынос на дневную поверхность большого количества природных радионуклидов ( $^{40}\text{K}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ) с отходами бурения, такими как нефтешлам и пластовая вода. В статье представлены результаты исследования нефтешламов месторождений нефти ХМАО-Югры на содержание естественных радионуклидов ( $^{40}\text{K}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ), расчёта удельной эффективной активности ЕРН, измерения мощности эквивалентной дозы гамма – излучения, а также, дана классификация производственных отходов, с определением их категории и класса, согласно СанПиН 2.6.6.1169-02 и ГОСТ 30108-94 [5,1] в период с 2021 по 2022 годы. Результаты исследования показали, что содержание естественных радионуклидов в анализируемых пробах не превышают нормативного значения – 370 Бк/кг, мощность эквивалентной дозы гамма-излучения находится в пределах нормативного показателя 0,7 мкЗв/ч, а также, согласно классификации производственных отходов, анализируемые нефтешламы относятся к первой категории, что приравнивает их к обычным производственным отходам, с разрешенным дальнейшим использованием в других отраслях хозяйства.

**Abstract.** The content of natural radionuclides (NRN) is characteristic for oil strata, sedimentary strata, and rocks. The Khanty-Mansi Autonomous Okrug-Yugra is a major oil and gas complex of the country. The increased radioactivity of oil and gas bearing sediments contributes to the fact that during the extraction of hydrocarbons a large number of natural radionuclides ( $^{40}\text{K}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ) are brought to the surface with the drilling wastes such as oil sludge and formation water. Results of the study of oil-slimes in the oil fields of KhMAO-Yugra on the content of natural radionuclides ( $^{40}\text{K}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ), calculation of specific effective activity of NRN, measurement of equivalent dose rate of gamma-radiation and classification of industrial waste with definition of their category according to SanPiN 2.6.6.1169-02 and GOST 30108-94 [1] in the period from 2021 to 2022 are presented in this article. The results of the study showed that the content of natural radionuclides in the analyzed samples does not exceed the normative value - 370 Bq/kg, the equivalent dose rate of gamma radiation is within the normative value of 0.7  $\mu\text{Sv/h}$ , and, according to the classification of industrial waste, the analyzed oil sludge belongs to the first category, which equates them to ordinary industrial waste, with permitted further use in other branches of economy.

**Ключевые слова:** радиоактивность, удельная эффективная активность, естественные радионуклиды, мощность эквивалентной дозы гамма-излучения, нефтешлам, ХМАО-Югра.

**Keywords:** radioactivity, specific effective activity, natural radionuclides, equivalent dose rate of gamma radiation, oil sludge, KhMAO-Yugra.

**Введение.** Исследования в области радиационной экологии территорий добычи нефти представляют большой интерес, поскольку данное направление мало исследовано и на сегодняшний день является одним из самых перспективных направлений. Территория Ханты-Мансийского автономного округа – Югры является одной из ведущих областей добычи углеводородного сырья в стране, в силу своих природных особенностей. В процессе добычи углеводородного сырья образуются отходы бурения – шламы, загрязненные нефтепродуктами, различными химическими веществами и соединениями, а также радионуклидами. Концентрация природных радионуклидов, содержащихся в производственных отходах, при добыче углеводородного сырья, при длительном функционировании нефтепромыслов, накапливается в технологическом оборудовании и шламовых амбарах. Опасность высокого содержания радионуклидов в отходах бурения и проникновения их в природную среду проявляется в связи с длительным периодом полураспада радиоизотопов, что позволяет им долгое время находиться в компонентах окружающей среды и живых организмах, имея при этом высокий потенциал накопления.

Таким образом, наряду с исследованием техногенного загрязнения окружающей территории нефтепромыслов важное значение стоит уделять изучению радиационной составляющей, а именно, содержание естественных радионуклидов в отходах бурения, которые после могут поступать в объекты окружающей среды и оказывать негативное воздействие на живые организмы.

**Целью исследования** является оценка содержания естественных радионуклидов  $^{40}\text{K}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$  в нефтешламах месторождений ХМАО-Югры и определение категории опасности отходов НГК.

В задачи исследования входило:

- отбор полевого материала (пробы нефтешлама) с территории исследования;
- лабораторный анализ содержания естественных радионуклидов ( $^{40}\text{K}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$ ) в нефтешламе;
- аналитическая обработка полученных результатов лабораторных исследований и определение категории опасности анализируемого нефтешлама;

– измерение мощность эквивалентной дозы гамма-излучения исследуемых проб.

**Материалы и методы исследования.** В работе применены методы радиоэкологических исследований состоящие из определения содержания  $^{40}\text{K}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$ , в нефтешламе и измерении мощности эквивалентной дозы гамма-излучения в пробе.

Лабораторные методы анализа проб нефтешламов на содержание естественных радионуклидов проводились в лаборатории Радиационной экологии Института наук о Земле ТюмГУ на универсальном спектрометрическом комплексе «УСК Гамма плюс». Пробы нефтешлама отбирались из шламового амбара в предварительно подготовленные мешочки, весом не меньше 1 кг. Перед лабораторным анализом пробы высушивались в естественных условиях. Готовая проба перемещалась в сосуд Маринелли и отправлялась в гамма-тракт, непосредственно для самого анализа [1, 2].

**Результаты и их обсуждение.** Всего, за период 2021 - 2022 года, было отобрано и проанализировано 30 проб нефтешлама месторождений нефти ХМАО-Югры. Обработка полученных результатов осуществляется с применением расчетного метода по формуле удельной эффективной активности естественных радионуклидов согласно ГОСТ 30108-94 «Материалы и изделия строительные. Определение удельной эффективной активности естественных радионуклидов».

$$A_{\text{эфф}} = A_{\text{Ra}} + 1,3 * A_{\text{Th}} + 0,09 * A_{\text{K}} \leq 370 < \text{Бк/кг},$$

где  $A_{\text{Ra}}$ ,  $A_{\text{Th}}$ ,  $A_{\text{K}}$  - содержание  $^{40}\text{K}$ ,  $^{226}\text{Ra}$ ,  $^{232}\text{Th}$  в исследуемых пробах.

Также, были произведены измерения мощности дозы гамма – излучения каждой анализируемой пробы при помощи дозиметра МКС-АТ6130 [4].

Данные исследования представлены в таблице 1.

Таблица 1. Результаты радиационно-экологических исследований нефтешламов

Шифр пробы	Результаты исследования, Бк/кг			Показатель	
	$^{226}\text{Ra}$	$^{232}\text{Th}$	$^{40}\text{K}$	$A_{\text{эфф}}$ , Бк/кг	Мощность дозы гамма-излучения, мкЗв/ч
OT-1	1,07	2,64	160,3	18,93	0,25
OT-2	1,6	8,15	110,1	21,635	0,4
OT-3	0	5,13	99,4	15,59	0,1
OT-4	0	10,02	87,1	20,530	0,4
OT-5	0	6,20	117,1	18,59	0,15
OT-6	2,07	3,92	152,7	20,91	0,31
OT-7	0	7,19	267,8	33,45	0,5
OT-8	2,01	2,50	124,6	15,876	0,2
OT-9	0	6,15	63,7	13,723	0,1
OT-10	0	15,79	46,94	62,778	0,6
OT-11	0	4,52	72,6	12,092	0,11
OT-12	1,02	4,08	150,1	19,123	0,22
OT-13	1,07	3,54	117,8	15,720	0,13
OT-14	2,14	15,02	80,3	28,642	0,4
OT-15	0	3,42	98,9	12,887	0,13
OT-16	0	11,01	148,2	27,020	0,45
OT-17	2,0	7,19	161,3	25,129	0,28
OT-18	0	15,8	45,5	24,566	0,2
OT-19	1,08	10,04	100,1	22,741	0,19
OT-20	0	6,42	201,05	25,499	0,3
OT-21	2,5	7,2	140,5	23,845	0,25
OT-22	0	10,05	110,02	22,517	0,18
OT-23	0	15,6	75,3	26,837	0,33
OT-24	3,0	3,8	200,1	24,987	0,21
OT-25	2,06	7,9	150,8	25,227	0,3
OT-26	3,0	10,11	250,1	37,503	0,5
OT-27	0	2,3	82,3	10,009	0,09
OT-28	1,5	14,8	78,9	27,595	0,41
OT-29	2,8	15,5	240,3	43,531	0,59
OT-30	1,0	8,12	68,5	17,460	0,15

Значение показателя удельной активности для I класса материала не должно превышать 370 Бк/кг. Согласно данным, представленным в таблице 1, ни в одной из проанализированных проб не зафиксировано превышение суммарного показателя  $A_{\text{эфф}}$ .

Содержание естественных радионуклидов в проанализированных пробах варьирует в больших пределах: 0 – 3,0 Бк/кг для  $^{226}\text{Ra}$ ; 2,3 - 15,8 Бк/кг для  $^{232}\text{Th}$ ; 45,5 – 267,8 Бк/кг для  $^{40}\text{K}$ . Наибольшее содержание исследуемых естественных радионуклидов в пробах нефтешлама наблюдается по  $^{40}\text{K}$ , поскольку он является более распространённым радиоактивный элемент, чем  $^{226}\text{Ra}$  и  $^{232}\text{Th}$  и его природное содержание в горных породах значительно больше.

Небольшие показатели  $A_{\text{эфф}}$  говорят о том, что согласно первичным данным, полученным путем лабораторного анализа проб нефтешлама, территория исследования не загрязнена естественными радионуклидами. Но, особо важным при исследовании радиационной обстановки территории НГК является оценка класса опасности нефтешлама и определение его категории по эффективной удельной активности естественных радионуклидов и мощности эквивалентной дозы гамма-излучения, в соответствии с СанПиН 2.6.6.1169-02 [5] (таблица 2).

Таблица 2. Классификация производственных отходов предприятий НГК

Категория отходов	Эффективная удельная активность природных радионуклидов ( $A_{\text{эфф}}$ ), кБк/кг	Мощность дозы гамма-излучения природных радионуклидов, содержащихся в отходах ( $H$ ), мкГр/ч
Первая	$A_{\text{эфф}} \leq 1,5$	$H \leq 0,7$
Вторая	$1,5 < A_{\text{эфф}} \leq 10$	$0,7 < H \leq 4,4$
Третья	$A_{\text{эфф}} > 10$	$H > 4,4$

Примечание к таблице: Оценка класса опасности производственных отходов НГК производится в единицах измерения кБк/кг. Показатель удельной эффективной активности естественных радионуклидов рассчитывается в единицах измерения Бк/кг; 1 Бк равен 0,001 кБк.

Согласно данным расчёта, показатель  $A_{\text{эфф}}$  **не превышает** 1,5 кБк/кг, а измеренная мощность дозы гамма – излучения не превышает показателя 0,7 мкГр/ч (0,7 мкЗв/ч) в каждой пробе. Это свидетельствует о том, что анализируемый нефтешлам относится к первой категории опасности производственных отходов, в соответствии с СанПиН 2.6.6.1169-02 [5]. Деятельность по обращению с производственными отходами первой категории, куда относятся их сбор, транспортировка, временное хранение и захоронение на свалках общепромышленных отходов по радиационному фактору, осуществляется без ограничений, в соответствии с пунктом 3.4 СанПиН 2.6.6.1169-02, что приравнивает их к обычным производственным отходам, которые также могут подлежать их дальнейшему использованию в производственных и хозяйственно-бытовых нуждах. Также, согласно ГОСТ 30108-94 (Приложение А, критерии для принятия решений об использовании строительных материалов согласно гигиеническим правилам) [3] исследуемый нефтешлам относится к I классу материала, что также подтверждает отношение их к обычным производственным отходам и допускает к применению во всех видах строительства.

**Заключение.** По результатам анализа было выявлено, что **превышения** содержания естественных радионуклидов, а также рассчитанного суммарного показателя удельной эффективной активности  $A_{\text{эфф}}$  **отсутствуют** по каждой проанализированной пробе. На основе этого можно сделать вывод о том, что радиационная обстановка на территории месторождений ХМАО-Югры, откуда были отобраны пробы является удовлетворительной. Было определено, что анализируемый нефтешлам относится к первой категории опасности производственных отходов в соответствии с СанПиН 2.6.6.1169-02 и I классу материала, в соответствии с ГОСТ 30108-94, что приравнивает его к обычным производственным отходам и допускает к дальнейшему использованию.

#### Литература

1. ГОСТ 17.4.3.01-83 «Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб»;
2. ГОСТ 28168-89 Почвы. Отбор проб;
3. ГОСТ 30108-94 «Межгосударственный стандарт. Материалы и изделия строительные. Определение удельной эффективной активности естественных радионуклидов»;
4. Старков В.Д., Мигунов В.И. Радиационная экология. Тюмень, 2010, 242 с.;
5. СанПиН 2.6.6.1169-02. Радиоактивные отходы. «Обеспечение радиационной безопасности при обращении с производственными отходами с повышенным содержанием природных радионуклидов на объектах нефтегазового комплекса Российской Федерации» утверждены Главным государственным санитарным врачом Российской Федерации 16. 10. 2002 г.