

УДК 615.9:574

ВКЛАД НЕФТЕДОБЫВАЮЩИХ ОБЪЕКТОВ В РАДИАЦИОННОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Бадрутдинов О.Р., к.ф.-м.н., доцент, Баринова Е.А., аспирант, Биалов Ф.С. к.ф.-м.н., Тюменев Р.С. к.б.н., Савельев А.А., д.б.н., к.ф.-м.н., профессор. Казанский федеральный университет, Казань, Россия.

CONTRIBUTION OF OIL PRODUCING FACILITIES IN THE RADIOACTIVE CONTAMINATION OF THE ENVIRONMENT

Badrutdinov O.R., Barinova E.A., Bilalov F.S., Tyumenev R.S., Saveliev A.A. Kazan Federal University, Kazan, Russia.

Аннотация

В процессе добычи и подготовки нефти в окружающую среду поступает значительное количество природных радионуклидов. Для оценки возможного вклада объектов подготовки нефти в радиационное загрязнение окружающей среды были исследованы удельные активности содержания радионуклидов в пробах почвы, отобранных в регионе деятельности ОАО «Татнефть». Для повышения достоверности выделения радиогеохимических аномалий применялся принцип ландшафтно-геохимического районирования территории и проведен более детальный анализ с помощью программы R.

Abstract

In the extraction and processing of oil into the environment comes a significant amount of natural radionuclides. To assess the possible contribution of oil processing facilities in the radioactive contamination of the environment were investigated specific activity of radionuclides in the soil samples which have been selected in the whole region of activity of OJSC "Tatneft". To improve the reliability of separation radiogeochemical anomalies applied principle of landscape and geochemical division into districts of the territory, and was done more detailed analysis by the program R.

Ключевые слова: Радиационное загрязнение, нефтешламы, товарные парки, статистическая обработка.

Key words: Radiation contamination, oil sludge, commodity parks, statistical processing.

При добыче нефти с попутно добываемой водой из пластов на поверхность извлекаются изотопы радия [1].

В процессе подготовки нефти в емкостном технологическом оборудовании образуются побочные продукты – нефтешламы с повышенным содержанием природных радионуклидов – радия-226, радия-228 и продуктов их распада, которые являются источником ионизирующего излучения и представляют опасность для живых организмов, в том числе почвенных микроорганизмов, имеющих существенное значение для органического земледелия.

Для оценки возможного воздействия товарных парков на радиационную обстановку окружающей среды были проанализированы данные двух аккредитованных лабораторий радиационного контроля: ООО «Экоэксперт» и ЦНИИ «Геолнеруд».

Всего по региону деятельности ОАО «Татнефть» было отобрано и обработано 2873 пробы (рис.1а), в которых гамма-спектрометрическим методом определялось содержание радия-226 и радия-228. По полученным значениям были построены карты распределения активности радионуклидов в почве обследуемой территории (рис.1б).

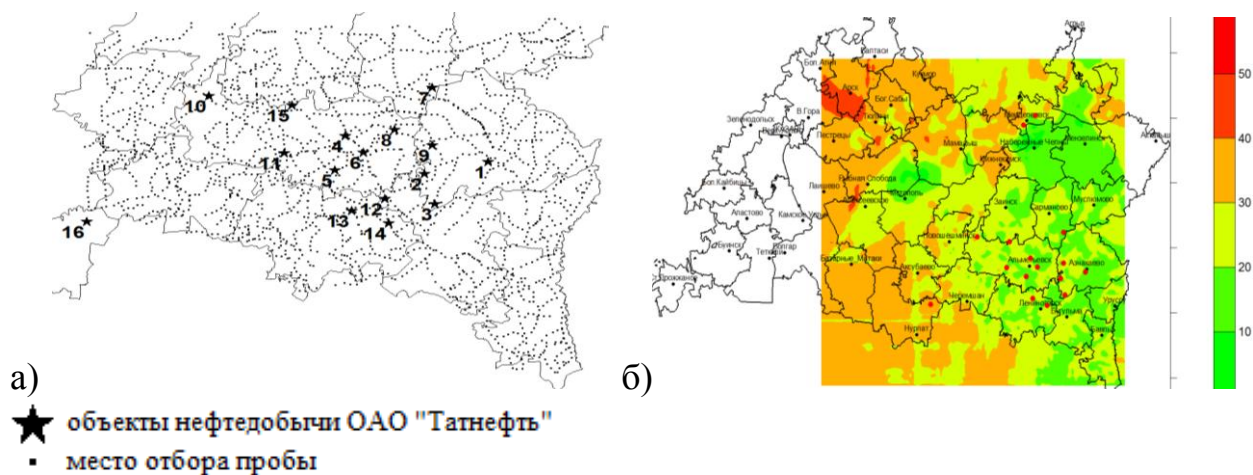


Рисунок 1. а) Точки отбора проб и объекты нефтедобычи ОАО «Татнефть». (1 - Азнакаевские ТП и ОС, 2 - Павловские ТП и ОС, 3 - Бирючевские ТП и ОС, 4 - С-Альметьевские ТП и ОС, 5 - Минибаевские ТП и ОС, 6 - Тихоновские ТП и ОС, 7 - Чишминские ТП и ОС, 8 - Сулеевские ТП и ОС, 9 - Якеевские ТП и ОС, 10 - Ямаши НШУ, 11 - Кичуйские ТП и ОС, 12 - ЦКППН НГДУ «Лениногорскнефть», 13 - Горкинский ТП, 14 - Лениногорские ТП и ОС, 15 - Акташские ТП и ОС, 16 - УПВСН НШУ).

б) Карта распределения удельной активности Ra-228, Бк/кг.

Предполагалось, что концентрация радионуклидов будет выше в зоне расположения товарных парков. Однако содержание радия-226 и радия-228 в почве уменьшается с запада на восток, то есть в нефтяных районах значения удельной активности изотопов ниже, чем на территории, где нефтедобыча не ведется.

Удельная активность радия-226 на исследуемой территории колеблется в широких пределах от 0,1 до 70,2 Бк/кг, в среднем она составляет 14,5 Бк/кг. Значения удельной активности радия-228 колеблются в пределах 3,2– 46,8 Бк/кг, в среднем – 20,8 Бк/кг. Была проведена статистическая обработка значений активности радионуклидов (рис. 2).

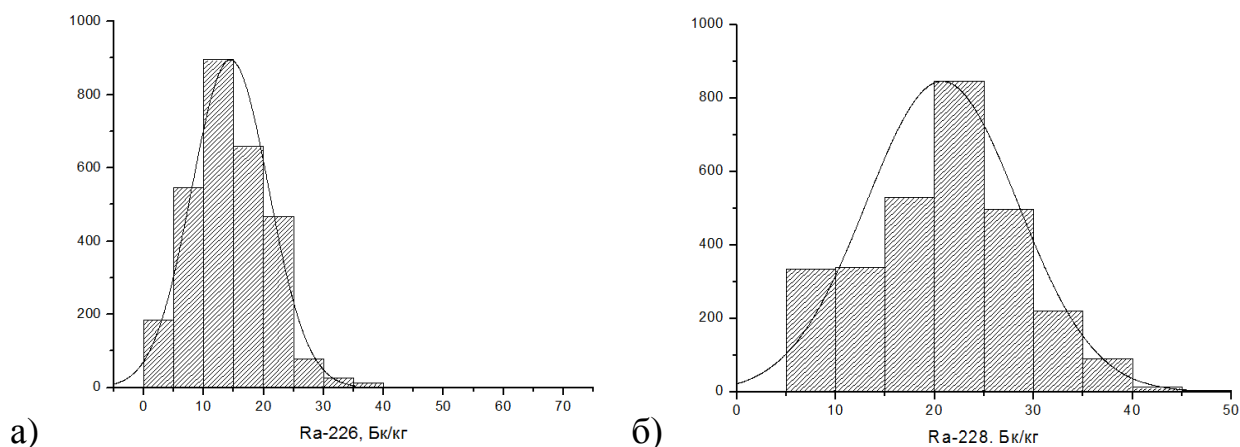


Рисунок 2. Гистограммы распределения значений удельной активности Ra-226 (а) и Ra-228 (б) по всему региону деятельности ОАО «Татнефть».

Выделение радиогеохимических аномалий проводилось на основе широко известного правила «трех сигм», вытекающего из свойств закона нормального распределения случайных ошибок, при использовании которого, в общем случае, выполняется условие:

$$A_a > A_{\phi} + 3S_o,$$

где: A_a - аномальный уровень величины радиогеохимического параметра;

A_{ϕ} - его фоновое значение;

S_o - общая дисперсия параметра.

Упрощая реальные метрологические связи, можно считать, что

$$S_o^2 = S_{\pi}^2 + S_c^2$$

Дисперсионный анализ позволяет оценить величину природной дисперсии S_{π} и сравнить ее с техническими погрешностями съемки S_c в составе общей дисперсии S_o того или иного радиогеохимического параметра.

Реальное соотношение величин S_{π}^2 и S_c^2 позволяет оценить роль каждой из дисперсий в определении разрешающей способности метода при выделении радиогеохимических аномалий.

Таблица 1.

Среднеквадратические отклонения полевых измерений и природного рассеяния радиогеохимических параметров почв для всего региона деятельности ОАО «Татнефть» и ЦКППН НГДУ «Лениногорскнефть».

Среднеквадратичное отклонение	Содержание Ra 226, Бк/кг		Содержание Ra 228, Бк/кг	
	Весь регион	ЦКППН НГДУ «Лениногорскнефть»	Весь регион	ЦКППН НГДУ «Лениногорскнефть»
А	14,46	13,4	20,75	20,8
Общего рассеяния S_o	6,43	4,5	7,69	9,1
Единичного измерения S_c	1,13	0,7	1,59	1,0
Природного рассеяния $S_{п}$	6,33	4,4	7,52	9,1
Соотношение дисперсий $S_{п} / S_c$	5,58	6,0	4,73	9,1

При условии $S_c^2 \gg S_{п}^2$, то есть в том случае, когда фоновые значения измеряемого поля стабильны и уровень помех не велик, разрешающая способность радиогеохимических измерений в выделении аномалий будет определяться чисто аппаратными возможностями и методикой работ. В этом случае, используя точные приборы и приемы измерения поля, можно гарантировано выделять даже очень слабые аномалии, для которых соблюдается условие

$$A_a > A_{\phi} + 3S_c$$

Если же, наоборот, $S_{п}^2 \gg S_c^2$, то есть, когда природная дисперсия радиогеохимического поля превышает технические погрешности съемки, объективные возможности выделения слабых аномалий резко падают. В таких условиях нецелесообразно применять точную аппаратуру, либо специальные методики высокоточных наблюдений (многократные измерения и т.п.). Основной резерв повышения надежности выделения радиогеохимических аномалий в рассматриваемом случае кроется в районировании изучаемой площади с целью деления ее на отдельные участки, характеризующиеся относительно стабильным распределением в их пределах радиогеохимических параметров. Последнее, вероятно, может иметь место на участках с однородным геологическим, геоморфологическим,

почвенными, растительными и другими условиями. То есть, при $S_n \gg S_c$ очевидна необходимость ландшафтно-геохимического районирования изучаемой территории и использования его принципов для объективного выделения радиогеохимических аномалий.

В таблице 1 приведены полученные результаты, которые показывают, что природное рассеяние радиогеохимических параметров S_n существенно выше технических погрешностей съемки S_c и выделение аномальных участков методом «трех сигм» невозможно.

С целью более детального анализа была проведена обработка полученных данных с помощью программы R [2].

Для выявления вклада каждого объекта ОАО «Татнефть» в радиационное загрязнение исследуемой территории были созданы модели пространственного распределения удельной активности радия, включающие гладкую функцию от координат (она выступает в роли регионального тренда), и локальную оценку вклада объектов нефтедобычи.

При оценке вклада объектов нефтедобычи мы предполагали, что вклад является аддитивным и для каждого объекта пропорционален накопленной активности и обратно пропорционален квадрату расстояния от объекта. Для того чтобы рассчитать эти оценки для всех точек территории, были созданы растровые модели, в ячейки которых помещены расстояния до объекта нефтедобычи. Всего рассчитано 16 сеток по числу товарных парков добычи нефти ОАО «Татнефть».

Полученные растровые модели использовались для расчета оценки вклада в точках, где проводились наблюдения. В результате была создана общая пространственная база данных, в которой указаны координаты точек наблюдения, удельная активность радия-226 и тория-232 в них, расстояние до каждого источника.

В ходе проведения обработки была рассчитана величина, пропорциональная влиянию источников и обратно пропорциональная квадрату расстояния до них. Для этого в каждой точке отбора проб активность каждого источника была поделена на квадрат расстояния до него и далее просуммирована. Была получена новая переменная, которая пропорциональна влиянию всех источников. Она была включена в ранее созданные растровые модели и затем проведена оценка вклада источников в радиационное загрязнение исследуемой территории. В результате были получены оценочные коэффициенты (0,322 для модели распределения радия -226 и 0,219 для модели распределения радия -228), которые значительно превышают значение коэффициента равное 0,05, при котором можно говорить о значимости источников. Следовательно, и данным методом

радиационного загрязнения от товарных парков, на фоне естественного содержания радионуклидов в почве, не выявляется.

Согласно принципам ландшафтно-геохимического районирования была выбрана территория, находящаяся в непосредственной близости к предполагаемому источнику радиационного загрязнения, в качестве которого был выбран один из крупных объектов подготовки нефти ОАО «Татнефть» - ЦКППН НГДУ «Лениногорскнефть».

Отбор проб проводился с учетом розы ветров. От границ товарного парка в 2-х взаимно-перпендикулярных направлениях, с учетом розы ветров, были проложены по две линии протяженностью 1 км. Пробы отбирались в двух горизонтах почвы (верхнем – с поверхности земли и нижнем – на глубине 30 см от поверхности) с шагом 50 м первые 200 м линии, а затем каждые 100м. Координаты каждой точки отбора фиксировались с помощью GPS-навигатора. Всего в районе ЦКППН НГДУ «Лениногорскнефть» было отобрано 150 проб, в которых определялось гамма-спектрометрическим методом содержание естественных радионуклидов радия-226, радия-228.

В ходе статистической обработки данных были построены гистограммы распределения удельной активности радия-226 и радия-228 (рис. 3), которые показали, что существуют значения активности, выходящие за пределы, ограниченные правилом «трех сигм», то есть удалось уменьшить природное рассеяния радиогеохимических параметров S_{Π} и выявить аномальные значения активностей радионуклидов.

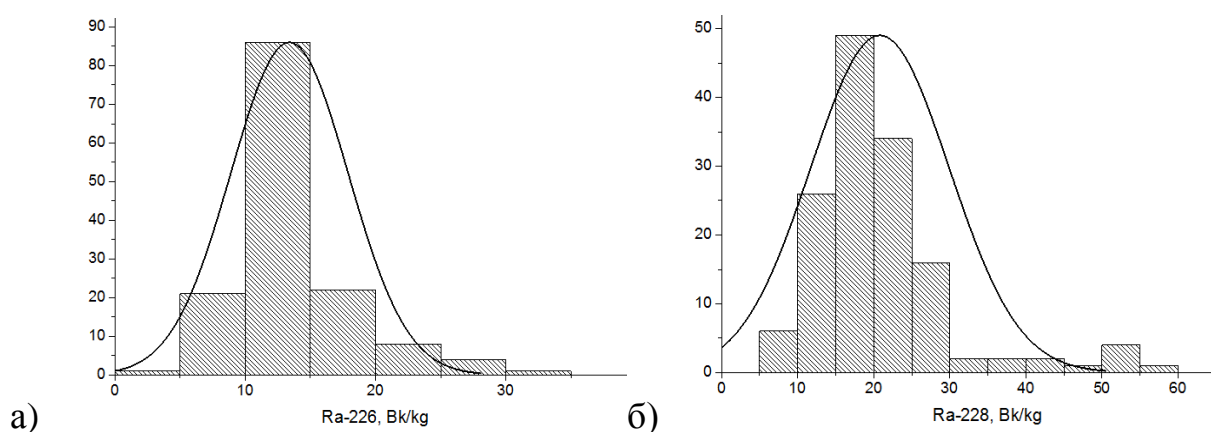


Рисунок 3. Гистограммы распределения значений удельной активности Ra-226 (а) и Ra-228 (б) на территории вблизи ЦКППН НГДУ «Лениногорскнефть».

При среднем значении удельной активности радия-226 равном 13,4 Бк/кг и 3σ равном 13,5 Бк/кг, максимальное значение активности, укладываемое в пределы «трех сигм», не должно превышать 26,9 Бк/кг,

для радия-228 эти значения соответственно равны 20,8 , 27,2 и 48,0 Бк/кг. Были выделены пробы, которые вышли за пределы, ограниченные правилом «трех сигм». Таких проб оказалось 8 штук, максимальная удельная активность Ra-226 в них достигает 30,3 Бк/кг, а Ra-228 - 57,0 Бк/кг. Расположение этих проб нанесено на карту отбора проб почвы с территории, находящейся вблизи объекта нефтедобычи ЦКППН НГДУ «Ленингорскнефть» (рис. 4).

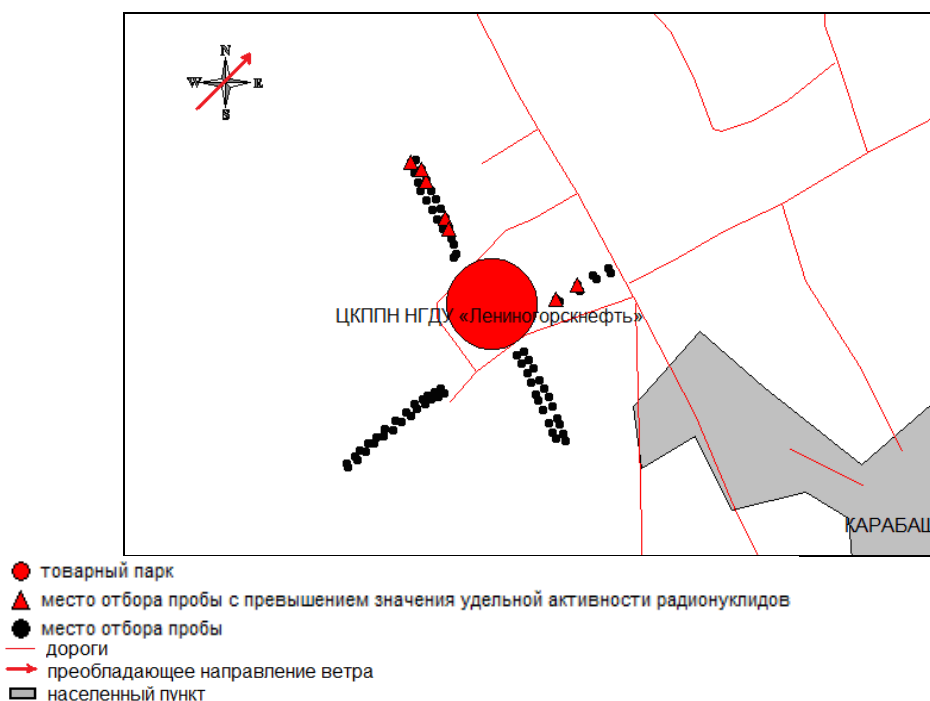


Рисунок 4. Точки отбора проб почвы.

По полученным результатам прослеживается тенденция увеличения удельной активности Ra-226 и Ra-228 по преобладающему направлению ветра.

Выводы.

1. В ходе проведения статистической обработки данных по всему региону деятельности ОАО «Татнефть» методом «трех сигм» влияние объектов нефтедобычи на радиационную обстановку исследуемой территории выявлено не было.

2. Более детальная обработка данных с помощью статистической программы R также не выявила воздействие предполагаемых источников загрязнения на радиационную обстановку за пределами санитарно-защитных зон товарных парков.

3. Применение принципов ландшафтно-геохимического районирования территории позволило снизить природную дисперсию

параметров и выделить пробы почв, в которых максимальная удельная активность Ra-226 и Ra-228 вышла за пределы, ограниченные правилом «трех сигм». Таких проб оказалось 8, максимальная удельная активность Ra-226 в них достигает 30,3 Бк/кг, а Ra-228 - 57,0 Бк/кг, что может говорить о возможном влиянии объектов подготовки нефти на радиационную обстановку окружающей среды.

Список литературы

1. Ибрагимов Н.Г., Сизов Б.А., Зайцев В.И., Хисамутдинов А.Ф., Кубарев П.Н. Радиационная безопасность персонала и предотвращение загрязнения окружающей среды при добыче и подготовке нефти// Нефтяное хозяйство. - 2005.- № 3.- С.12-14.
2. R Development Core Team (2008). R: A language and environment for statistical computing. R Foundation for Statistical Computing, Vienna, Austria. ISBN 3-900051-07-0, URL <http://www.R-project.org>.