

Камалтдинова Айгуль Рамзисовна, студентка,
Казанский (Приволжский) федеральный университет,
г.Казань

Бадрутдинов Олег Рауфович, доцент,
Казанский (Приволжский) федеральный университет,
г.Казань

АКТИВНОСТЬ РАДИЯ-226 В ПОЧВАХ ЗОН НЕФТЕДОБЫЧИ В РЕСПУБЛИКЕ ТАТАРСТАН

Аннотация: В статье представлены результаты измерения удельной активности радия-226 в почвах зон добычи нефти в Республике Татарстан. Исследования проводились в период 2022-2024 гг. Гамма-спектрометрические исследования удельной активности естественного радионуклида радия-226 в отобранных пробах показали, что активность ^{226}Ra в нижнем слое почвенного покрова Республики Татарстан находится в пределах от 4,15 Бк/кг до 100,1 Бк/кг, в верхнем варьируется от 4,2 Бк/кг до 98,5 Бк/кг. Средние значения составляют 19,42 Бк/кг и 20,18 Бк/кг соответственно. Полученные значения не выходят за пределы содержания радия-226 в почвах Русской равнины.

Ключевые слова: радий-226, удельная активность, гамма-спектрометрия, почвы, Республика Татарстан.

Для оценки уровня радиационной безопасности применяется понятие радиационного риска, который отражает общую годовую совокупную дозу облучения, полученную от всех возможных источников излучения. Вклад каждого из источников облучения, как правило, оценивается на основе его влияния на общую дозу облучения [1].

Радий, представляющий из себя радиоактивный элемент, который естественным образом содержится в окружающей среде.

Источники и причины загрязнения нефтяных месторождений радием-226 могут быть обусловлены несколькими факторами. Одним из основных источников радия-226 является его естественное содержание в геологических формациях, где добывается нефть. Когда нефть поднимается на поверхность, радий-226 также выделяется, загрязняя почву и воду в окрестностях [2].

Цель исследования заключается в изучении удельной активности радия-226 в почвах районах добычи нефти в Республике Татарстан и выявление аномальных проб.

Материалы и методы.

Всего на территории Республики Татарстан было отобрано для анализа 209 проб, которые отбирались на протяжении двух лет. Отбор проб проводился на двух уровнях: в верхнем слое (5-сантиметровом) и нижнем (20-30 сантиметровом). Для отбора проб использовался метод «конверта». Сущность метода состоит в том, что с обследуемого элементарного участка берут пять образцов почвы, причем точки отбора проб расположены так, что при мысленном соединении их прямыми линиями получается рисунок запечатанного.

Смешанные образцы упаковывают, помещают в полиэтиленовые мешочки и снабжают этикетками с указанием места и даты взятия образца.

Координаты каждой точки отбора проб фиксировались с помощью GPS-навигатора. После транспортировки в лабораторию образцы были подготовлены для анализа. Для этого их высушили при комнатной температуре до воздушно-сухого состояния и просеяли до получения однородной массы. На рисунке 1 представлена схематическая карта пунктов отбора проб почвы на территории Республики Татарстан.



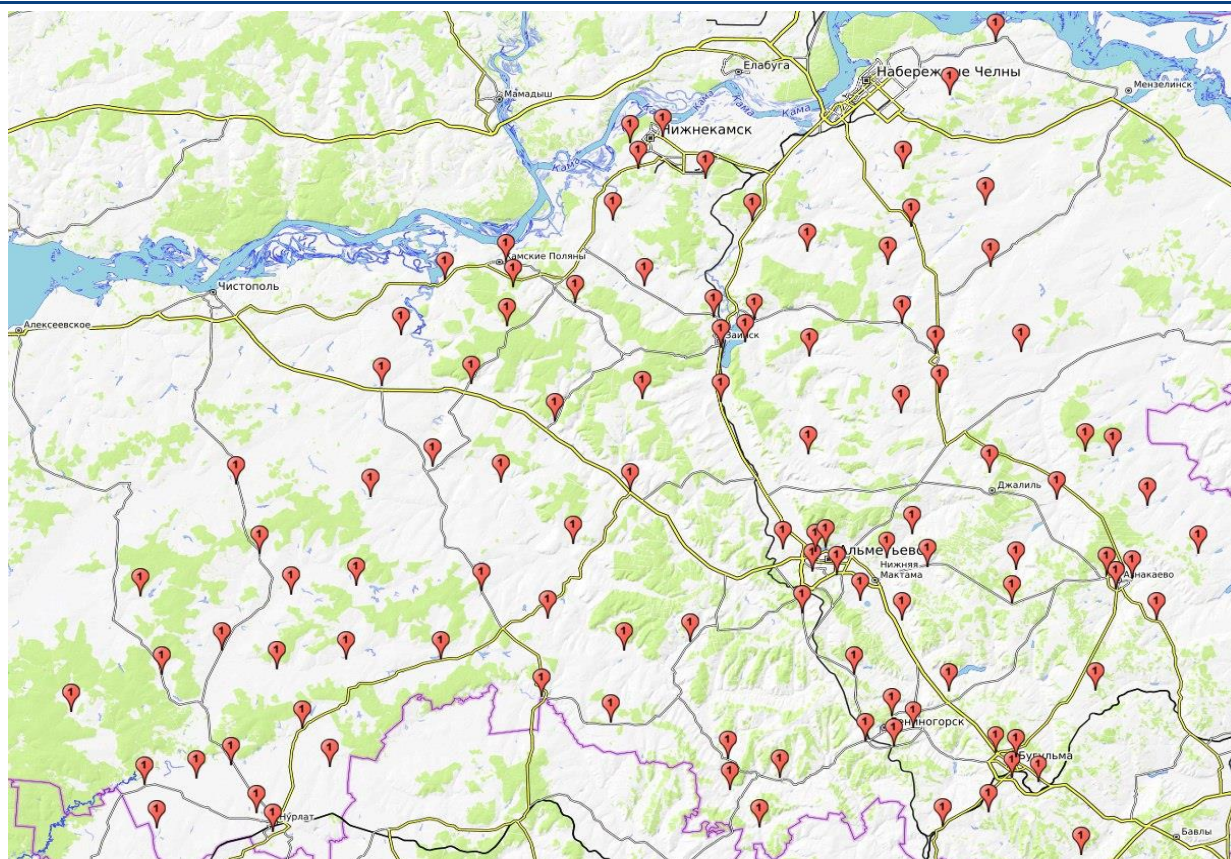


Рис. 1. Карта-схема точек отбора проб на территории нефтедобычи РТ

Построение карт было выполнено с помощью программы «ArcGIS».

Для измерения удельной активности радия-226 применялся гамма-спектрометрический прибор «Прогресс-5».

Результаты.

Для выявления аномальных значений было использовано правило «трех сигм», которое вытекает из свойств закона нормального распределения случайных ошибок.

Согласно правилу «трех сигм», вероятность того, что случайная величина отклонится от своего математического ожидания более чем на утроенную величину среднеквадратического отклонения, практически равна нулю.

Любое значение вне этого диапазона можно считать аномальным. Аномальные значения были рассчитаны по формуле:

$$A_a > A_{cp} + k\sigma, \quad (1)$$

где A_{cp} – среднее значение выборки;

k – коэффициент статистической достоверности;

σ – среднеквадратическое отклонение случайной величины;

A_a – аномальный уровень активности радионуклида в почве.

При расчетах аномальных значений удельной активности радия-226 в почвах Республики Татарстан был принят коэффициент статистической достоверности k равный 3. Таким образом, при выявлении аномальных значений удельной активности среди результатов исследования выполнялось следующее условие:

$$A_a > A_{cp} + 3\sigma. \quad (2)$$

На рис.2 приведена гистограмма распределения активности Ra-226 в верхнем и нижнем слоях почвенного покрова нефтедобывающих зон Республики Татарстан.



Активность Ra-226 в нижнем слое почвенного покрова Республики Татарстан варьируется от 7,03 Бк/кг до 100,1 Бк/кг, средняя величина составляет 19,61 Бк/кг. Наименьшее значение наблюдается в Лениногорском районе, наивысшее – в Альметьевском.

Огибающая гистограммы имеет по форме близкое к Гауссовой кривой. Стандартное отклонение (σ) в нижнем слое почвенного покрова составляет 12,98 Бк/кг, среднее значение (Acp) равна 19,61 Бк/кг.

Для использования метода «трех сигм» необходимо определить значение верхнего предела аномальных значений, который рассчитывается по формуле: $Acp + 3\sigma$. Верхний предел для радия-226 в нижнем слое почвенного покрова составляет 58,55 Бк/кг. В 1 точке наблюдается превышение этого значения. Данная точка располагается в Альметьевском районе Республики Татарстан.

В верхнем слое почвенного покрова удельная активность Ra-226 варьируется от 7,30 Бк/кг в Сармановском районе и до 98,5 Бк/кг в Лениногорском районе. Средняя величина составляет 21,10 Бк/кг.

Огибающая гистограммы имеет по форме близкое к Гауссовой кривой. Стандартное отклонение (σ) в верхнем слое почвенного покрова составляет 17,05 Бк/кг. У радия-226, отобранного на верхнем слое почвенного покрова, граница аномальных значений составляет 72,25. За пределы верхней границы межквартильного диапазона выходит четыре значений: 89,60 Бк/кг – в Альметьевском, 82,10 Бк/кг и 93,60 Бк/кг – в Бугульминском, 98,50 Бк/кг – в Лениногорском районах.

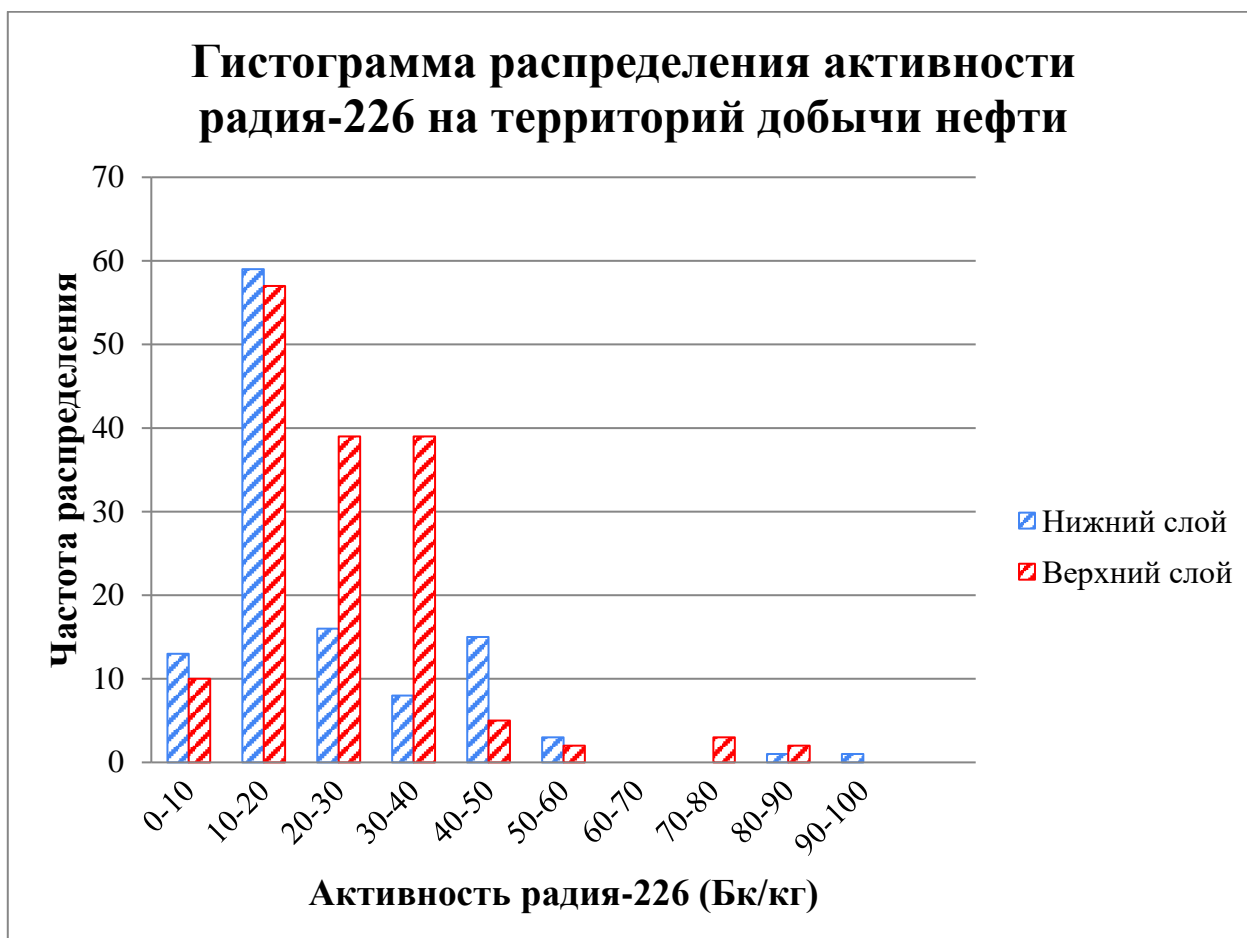


Рис.2. Гистограмма распределения активности Ra-226 в верхнем (красный цвет) и нижнем (синий цвет) слоях почвенного покрова зон добычи нефти.



Заключение

Гамма-спектрометрические исследования удельной активности естественного радионуклида радия-226 в отобранных пробах показали, что активность Ra-226 в нижнем слое почвенного покрова нефтедобывающих зон Республики Татарстан находится в пределах от 7,03 Бк/кг до 100,1 Бк/кг, в верхнем варьируется от 7,3 Бк/кг до 98,5 Бк/кг. Средние значения составляют 19,61 Бк/кг и 21,03 Бк/кг соответственно.

Статистическая обработка полученных материалов выявила аномальные, с точки зрения правила 3σ , значения содержания Ra-226: в верхнем слое почвенного покрова это 89,60 Бк/кг – в Альметьевском, 82,10 Бк/кг и 93,60 Бк/кг – в Бугульминском, 98,50 Бк/кг – в Лениногорском районах.

В нижнем слое почвенного покрова, с точки зрения правила 3σ , аномальные зоны выявлены в Альметьевском районе.

Вместе с тем полученные значения не выходят за пределы содержания радия-226 в почвах Русской равнины.

Список литературы:

1. Вагин, К. Н. Радиационно-экологический мониторинг в регионах с различным уровнем радиоактивного загрязнения / К. Н. Вагин, Г. И. Рахматуллина, И. Р. Юнусов, К. Т. Ишмухаметов – Текст: непосредственный // В сборнике: Наука и инновации в АПК XXI века. Материалы Всероссийской научно-практической конференции молодых ученых, посвященной 145-летию академии. – Казань: Казанская государственная академия ветеринарной медицины имени Н.Э. Баумана, 2018. – С. 18-21.

2. Ишмухаметов, К. Т. Радиационно-экологический мониторинг в Республике Татарстан / К. Т. Ишмухаметов, К. Н. Вагин, Г. И. Рахматуллина, И. Р. Юнусов, Н. Б. Тарасова // В сборнике: Актуальные проблемы ветеринарной медицины. Материалы международной научно-практической конференции посвященной 90-летию со дня рождения профессора В.А. Киршина. – Казань: Федеральный центр токсикологической, радиационной и биологической безопасности, 2018. – С. 59-61.

