



OIL AND GAS DEPOSIT EXPLORATION USING RADIOMETRIC METHODS IN AZERBAIJAN

Chingiz Aliyev¹, Huseyin Novruzov²

^{1,2}Azerbaijan State Oil and Industry University, ^{1,2}Department of "Geophysical Engineering"

¹Professor, d.g-m.s; ²Master student

E-mail: ¹aliyev.chingiz47@com, ²nn.husi.o88@gmail.com

ABSTRACT

In the perspective development of Azerbaijan's oil and gas industry, the formation conditions and distribution regularities of radioactive areas in depression zones, which are distinguished by geological-geophysical studies, the deep structure of the Earth's crust, and the relationship between oil and gas content and gamma activity, were clarified by conducting the first radiometric survey in the Kura Depression (in the structures of Kurovdağ, Mişovdağ, and Qalmaz). In subsequent studies, it was determined that all known oil and gas structures coincide with negative gamma anomalies. It was also established that they all have an elongated oval shape, and the level of radioactivity there is 10-15 nSv/h lower compared to the natural background around the structure. Later, most of the structures were checked with other geophysical methods, and the connection between these anomalies and oil and gas content was confirmed. Furthermore, detailed studies were conducted to clarify the reasons for the formation of gamma anomalies in oil and gas fields. Comparison of the obtained materials with seismic data showed that within the defined general contour, separate local zones with low radioactivity are observed. The results of these studies revealed that the formation of gamma anomalies over oil and gas structures occurs due to geochemical and physicochemical processes related to the presence of hydrocarbon deposits in the Earth's crust. Oil fields are characterized by low gamma activity values coinciding with the field's contour. Outside the contour of the oil field, a zone with high gamma activity, creating a ring-shaped effect, is noted. In the case of multilayer hydrocarbon deposits, the anomalous effect corresponds to the middle boundary of the field's contour.

The morphological manifestation of gamma activity anomalies is influenced by the lithological composition of the geological rocks. As a result of these studies, the high efficiency of radiometric methods in both the study of the deep structure of the Earth and the search for hydrocarbon deposits has been established. Thus, radiometric methods can be used as direct methods for identifying oil and gas fields. Given the increased scientific and technical level of radiometric research, it is considered useful to reinterpret previously collected materials and conduct new research at a new scientific and technical level using gamma spectrometry.

Keywords: radiometry, gamma spectrometry, airborne gamma survey, radiometric anomalies, geophysical exploration, hydrocarbon deposits.

ПОИСК МЕСТОРОЖДЕНИЙ НЕФТИ И ГАЗА С ПРИМЕНЕНИЕМ РАДИОМЕТРИЧЕСКИХ МЕТОДОВ В АЗЕРБАЙДЖАНЕ

Чингиз Алиев¹, Гусейн Новрузов²

^{1,2} Азербайджанский Государственный Университет Нефти и Промышленности

^{1,2} Кафедра «Геофизическая инженерия»

¹Профессор, д.г.-м.н., ²студент-магистр
E-mail: ¹aliyev.chingiz47@com, ²nn.husi.o88@gmail.com

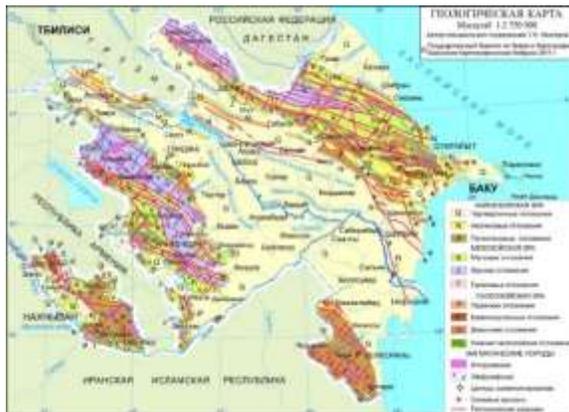
РЕЗЮМЕ

В статье рассматриваются радиометрические и гамма-спектрометрические исследования, применяемые для выявления нефтегазоносных структур в Нижне-Куринской впадине Азербайджана. Особое внимание уделено анализу радиометрических аномалий, связанных с углеводородными месторождениями, а также их геохимическим и физико-химическим особенностям. Методами аэрогамма-съёмки и наземных радиометрических исследований выявлены корреляции между зонами пониженной гамма-активности и контуром нефтегазоносных структур, что подтверждает высокую эффективность радиометрических методов в разведке углеводородных месторождений.

Ключевые слова: радиометрия, гамма-спектрометрия, аэрогамма-съёмка, радиометрические аномалии, геофизическая разведка, углеводородные месторождения.

Введение

Азербайджан, обладая значительными запасами углеводородов (рис. 1), занимает одно из ведущих мест среди мировых производителей нефти и газа. Географическое расположение страны, разнообразие её геологических формаций и наличие крупных нефтегазоносных бассейнов, таких как Куринская и Южно-Каспийская впадины, определяют её стратегическое значение на глобальном энергетическом рынке. В последние десятилетия для повышения эффективности геологоразведочных работ в Азербайджане активно внедряются современные методы, среди которых особое место занимают радиометрические технологии.



а)



б)

Рисунок 1. Геологическая карта Азербайджана (а) и карта полезных ископаемых (б) [1]

Радиометрия, основанная на анализе естественного радиоактивного излучения природных минералов (уран, торий, калий), является важным инструментом для исследования геологических структур и выявления аномалий, потенциально связанных с нефтегазовыми месторождениями. В условиях сложного геологического строения Азербайджана,



характеризующегося тектоническими разломами и глубокими нефтегазоносными бассейнами, применение радиометрических методов позволяет значительно повысить точность прогнозирования залежей углеводородов. Первые радиометрические исследования, проведенные в Куринской впадине [2], выявили характерное распределение гамма-аномалий, коррелирующих с нефтегазоносными структурами. Установлено, что эти аномалии обусловлены геохимическими и физико-химическими процессами, происходящими в земной коре вблизи месторождений углеводородов. Дальнейшие исследования подтвердили существование взаимосвязи между зонами пониженной гамма-активности и контурами нефтегазоносных структур. Полученные данные демонстрируют значимость радиометрических методов в геологоразведке и их роль в оптимизации разработки энергетических ресурсов страны.

Цель

Настоящее исследование направлено на дальнейшее изучение взаимосвязи между радиометрическими аномалиями и углеводородными месторождениями, а также на оценку потенциала радиометрических технологий в повышении эффективности геологоразведочных работ в Азербайджане.

Методы

Радиометрические методы, такие как гамма-спектрометрия и радоновые исследования, активно применяются в Азербайджане [3] для поиска углеводородных месторождений. Эти подходы играют важную роль в геологоразведке, ускоряя процесс оценки перспективных участков и повышая эффективность прогнозирования месторождений. Тем не менее, понимание природы аномальных гамма-излучений, обнаруживаемых над нефтяными месторождениями, требует глубокого анализа.

Существует несколько теорий относительно происхождения аномальных гамма-полей, выявляемых при радиометрических исследованиях. Одно из направлений объясняет эти аномалии через геохимический подход, предполагая, что аномальные гамма-излучения связаны с геохимическими процессами, происходящими в углеводородных месторождениях. С другой стороны, тектоническое направление утверждает, что происхождение аномалий связано с геологическими структурами, которые влияют на тектонические движения и литолого-фациальные особенности региона.

Дополнительным аспектом радиометрических исследований является изучение радиоактивных элементов в самой нефти. Несмотря на то, что содержание радиоактивных элементов в нефти обычно очень низкое, исследования показывают, что в некоторых случаях радиационные аномалии могут быть связаны с наличием радия, тория и урана. В 1930-х годах в нефтяных водах было обнаружено высокое содержание радия, что стало поводом для дальнейших исследований. Например, работы Б.А. Никитина и М.С. Меркуловой [4] показали, что в пробах из месторождений Апшеронского полуострова было найдено незначительное количество радия, но уран в пробах отсутствовал.

Более поздние исследования, проведенные группой учёных Института химии Академии наук Азербайджана [5-6], установили, что уран, торий и радий являются постоянными компонентами нефти, особенно в мезозойских и третичных породах Азербайджана. Количество урана в нефти варьирует в зависимости от типа нефти. Например, нефти метан-



нафтового типа часто содержат высокий уровень урана, что подтверждает связь между радиоактивными элементами и типом углеводородов.

Таким образом, изучение радиоактивных элементов в нефти и их распределение по фракциям помогает более точно прогнозировать наличие углеводородных месторождений и является важным аспектом в геологоразведочных работах, особенно в сложных геологических условиях Азербайджана.

Теоретические основы радиометрических измерений

Радиометрические исследования, направленные на выявление углеводородных месторождений, основываются на анализе природных радиоактивных изотопов, таких как U-238 и Th-232, входящих в цепи распада урана и тория, а также Ka-40. Концентрация этих изотопов определяется литологическим составом пород. В процессе их распада образуются дочерние изотопы, включая Ra-226, Ra-228 и Ra-224, выявляемые в пластовой воде. Эти изотопы могут осаждаться в виде карбонатов и сульфатов, что приводит к образованию отложений в технологическом оборудовании.

Измерение Pb-210 затруднено из-за низкой проникающей способности его излучения. Однако его присутствие можно зафиксировать при анализе внутренних поверхностей оборудования. Таким образом, изучение радионуклидов и их продуктов распада играет ключевую роль в мониторинге радиационной обстановки на нефтегазовых месторождениях [7].

Обнаружение нефтегазоносных структур радиометрическими методами

В 1958 году аэрогамма-съёмка в Нижнекуруинской впадине выявила 12 зон пониженной радиоактивности, четыре из которых совпали с известными месторождениями (Кюровдаг, Калмас, Пирсаат, Нефтчала). Интенсивность гамма-излучения на этих участках продемонстрировала характерные изменения (в пределах 1–1,5 мкР/ч) и имела удлинённую форму (рис.2).





Рисунок 2. Схема распределения отрицательных гамма-аномалий (Схема дана на азербайджанском языке, город Кази-Магомет называется Гаджикабул): I – аэрогамма-аномалия, II – антиклинальные структуры; 1 – Кюровдаг, 2 – Мишовдаг, 3 – Галмаз, 4 – Салахлы, 5 – Пирсаат, 6 – Хыдырлы, 7 – Бандован, 8 – Кюрсанги, 9 – Бёюк Бабазанан, 9а – Бабазанан, 9б – Дуровдаг, 10 – Хилли, 11 – Нефтчала

Исследования показали пространственную корреляцию между гамма-аномалиями и нефтегазоносными объектами, что потребовало пересмотра подходов к интерпретации радиометрических данных.

Ранее радиометрические методы применялись исключительно для поиска месторождений, а узкие линейные пиковые аномалии считались нерепрезентативными. Современные исследования подтверждают необходимость учета неструктурных ловушек углеводородов, что расширяет возможности радиометрических методов в геологоразведке.

Радиогеологические и гамма-спектрометрические исследования Кюровдагского месторождения.

Кюровдагское месторождение представляет собой складчатую структуру протяжённостью 30 км и шириной 14 км. Оно характеризуется сложным тектоническим строением, включая разломы и смещения, влияющие на распределение радиации. Радиометрическая съёмка показала снижение уровня гамма-излучения (5,5–8,5 мкР/ч) в нефтеносных зонах, что коррелирует с контурами месторождения (рис.3).

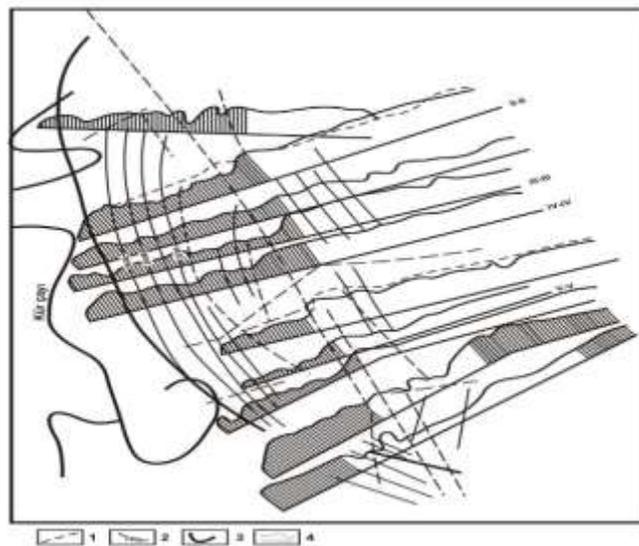


Рисунок 3. Структурно-тектоническая карта месторождения Кюровдаг (вместе с радиометрическими профилями): 1 – линии тектонических нарушений, 2 – изогипсы по кровле I горизонта продуктивного пласта, 3 – контур нефтегазоносности, 4 – радиометрические профили

Анализ радиационного фона в Кюровдагском районе выявил зависимость между отрицательными гамма-аномалиями и нефтегазоносными структурами. Карты гамма-излучения сопоставлены с геологическими и литологическими данными, что позволило



подтвердить пространственную связь между пониженными уровнями радиоактивности и углеводородными залежами.

Сравнение радиометрических данных с картами структурных нарушений показало, что высокие уровни радиации совпадают с основными тектоническими разломами, тогда как пониженные значения наблюдаются в пределах нефтегазоносных контуров. Эти данные подтверждают возможность использования радиометрии в комплексной оценке углеводородных месторождений. Таким образом, радиометрические методы представляют собой эффективный инструмент геологоразведки, позволяющий выявлять нефтегазоносные структуры на основе анализа пространственного распределения радиации.

Выводы

1. Концентрация урана, тория и калия в почвах зависит не от типа почвы, а от состава пород, из которых она сформирована.
2. Содержание радиоактивных элементов прямо пропорционально количеству глинистого материала. Коэффициент корреляции между радиоактивностью и глинистостью составляет 0,8-0,9 при однородных породах.
3. В осадочных породах количество урана, тория и калия увеличивается от песчаников к глинам и снижается в известняках.
4. Радиоактивность повышается в зонах разломов, где глубинные воды, обогащённые радием, выходят на поверхность.
5. Изучение гамма-полей позволяет определять время и интенсивность формирования тектонических структур.

Декларации

Рукопись не была представлена в какой-либо другой журнал или на конференцию.

Ограничения исследования

Ограничений, которые могли бы повлиять на результаты исследования, нет.

Подтверждение

Автор хотел бы выразить благодарность работникам службы поддержки и пожилым людям, которые приняли участие в этом исследовании, поделившись своими бесценными знаниями и опытом. Их сотрудничество и открытость в значительной степени способствовали глубине и богатству результатов исследований.

Источник финансирования

Нет.

Конфликт интересов

Авторы не сообщили о потенциальном конфликте интересов.

ЛИТЕРАТУРА

1. <http://ensiklopediya.gov.az/>
2. Tagiyeva L.V., Akhundov M.G. Geologicheskie osobennosti Nijnego Kurinskogo basseyna i



- primeneniye radiometriyi dlya poiska uglevodorodnykh mestorozhdeniy. Nauchnyi jurnal Azerbaidzhanskogo natsional'nogo universiteta. – 2016, 22(4), pp.34-48.
3. Nasibov A.A. Geofizicheskie issledovaniya v Azerbaidzhane: metody i praktika. – Baku: Genja. 2012.
 4. Nikitin B.A., Merkulova M.S. Radyi v plastovykh vodakh i neftnykh neftyanogo mestorozhdeniya Bibi-Eybat. // Trudy Gosudarstvennogo radiyevogo instituta. – 1933. – T.2.
 5. Efendiev G.Kh., Alekperov R.A. O sodержanii urana v neftnykh. Geokhimiya. – 1959, № 6.
 6. Efendiev G.Kh., Alekperov R.A., Nuriyev L.N. 1964. Voprosy geokhimi radioaktivnykh elementov neftnykh mestorozhdeniy. Izdanie AN SSSR.
 7. Kərimov F.N. Neftli-qazlı yataqların radiometrik metodların əsasında axtarışı. // Elmi-texniki hesabat. – 2020.

AZƏRBAYCANDA RADIOMETRİK METODLARDAN İSTİFADƏ EDƏRƏK NEFT VƏ QAZ YATAQLARIN AXTARIŞI

Çingiz Əliyev¹, Hüseyn Novruzov²

^{1,2}Azərbaycan Dövlət Neft və Sənaye Universiteti, ^{1,2}“Geofiziki mühəndisliyi” kafedrası

¹Professor, g.-m.e.d., ²magistr tələbəsi

E-mail: ¹aliyev.chingiz47@com; ²nn.husi.o88@gmail.com

XÜLASƏ

Bu işdə Azərbaycanın Aşağı-Kürən çökəkliyində neft-qaz yataqlarının müəyyənləşdirilməsi üçün tətbiq olunan radiometrik və gamma-spektrometrik tədqiqatlar nəzərdən keçirilir. Xüsusi diqqət, karbonhidrogen yataqları ilə əlaqəli radiometrik anomalilərin təhlilinə və onların geokimyəvi və fiziko-kimyəvi xüsusiyyətlərinə ayrılmışdır. Aero-gamma çökilişi və yerüstü radiometrik tədqiqat metodları ilə gamma-aktivlik azalmış zonalar ilə neft-qaz yataqlarının konturları arasında korrelyasiyalar aşkar edilmişdir ki, bu da radiometrik metodların karbonhidrogen yataqlarının kəşfiyyatında yüksək effektivliyini təsdiq edir.

Açar sözlər: radiometriya, gamma-spektrometriya, aero-gamma çökilişi, radiometrik anomalialar, geofiziki kəşfiyyat, karbonhidrogen yataqları, Aşağı-Kürən çökəkliyi, neft-qaz yataqları.

Publication history

Article received: 02.04.2025;

Article accepted: 15.04.2025

Article published online: 30.04.2025

DOI: <https://doi.org/10.32010/LAAE4725>