

## **Research on Forecasting Oil and Gas Content in Individual Structures of the Absheron Peninsula Based on Satellite Data**

**B.M. Azizov, Kh.I. Abdullayev, J.A. Sultanov**

*Azerbaijan National Aviation Academy (Mardakan ave. 30, Baku, AZ1045, Azerbaijan)*

### **For correspondence:**

Abdullayev Khaqani / e-mail: khabdullayev@naa.edu.az

### **Abstract**

The article discusses the issues of forecasting oil and gas content in various structures of the Absheron Peninsula based on the analysis of survey materials obtained in the thermal infrared (IR) range from the Landsat 8 and NOAA-19 satellites. The peculiarity of the influence of the spectral properties of individual geological rocks on the oil and gas content was studied. It has been determined that changes in the spectral parameters of rocks make it possible to clarify issues directly related to oil and gas content, since recorded changes in rocks are considered the main factors in the formation of a pay stratum. On the basis of the results obtained, it was considered expedient to carry out geological exploration work at these sites on a regional scale.

**Keywords:** *geological rocks, thermal radiation, emissivity, oil and gas content, IR spectrometer.*

DOI 10.52171/2076-0515\_2022\_14\_04\_107\_114

**Received** 07.10.2022

**Revised** 09.12.2022

**Accepted** 12.12.2022

### **For citation:**

*Azizov B.M., Abdullayev Kh.I., Sultanov J.A.*

[Research on forecasting oil and gas content in individual structures of the Absheron Peninsula based on satellite data]

*Herald of the Azerbaijan Engineering Academy, 2022, vol. 14, no. 4, pp. 107-114 (in Russian)*

## **Peyk məlumatları əsasında Abşeron yarımadasının ayrı-ayrı strukturlarında neft və qaz tərkibinin proqnozlaşdırılması**

**B.M. Əzizov, X.İ. Abdullayev, C.A. Sultanov**

*Azərbaycan Milli Aviasiya Akademiyası (Mərdəkan pr. 30, Bakı, AZ1045, Azərbaycan)*

### **Yazışma üçün:**

Abdullayev Xaqani / e-mail: khabdullayev@naa.edu.az

### **Xülasə**

Məqalədə, istilik infraqırmızı (İQ) diapazonunda Landsat 8 və NOAA-19 peyklərindən alınan tədqiqat məlumatlarının təhlili əsasında, Abşeron yarımadasının müxtəlif strukturlarında neft və qaz tərkibinin proqnozlaşdırılması məsələlərindən bəhs edilir. Ayrı-ayrı geoloji sükurların spektral xassələrinin neft-qaz potensialına təsirinin xüsusiyyətləri araşdırılmışdır. Müəyyən edilmişdir ki, sükurların spektral parametrlərində baş verən dəyişikliklər neft və qaz tərkibi ilə bilavasitə bağlı məsələləri aydınlaşdırmağa imkan verir, çünki sükurlarda qeydə alınan dəyişikliklər məhsuldar su anbarının əmələ gəlməsinin əsas amilləri hesab olunur. Əldə edilmiş nəticələr əsasında bu ərazilərdə regional miqyasda geoloji kəşfiyyat işlərinin aparılması məqsədəuyğun hesab edilmişdir.

**Açar sözlər:** *geoloji formasiya, istilik şüalanması, şüalanma əmsali, neft və qaz tərkibli, İR spektrometri.*

DOI 10.52171/2076-0515\_2022\_14\_04\_107\_114

УДК 528.07

## **Прогнозирование нефтегазоносности в отдельных структурах Апшеронского полуострова на основе спутниковых данных**

**Б.М. Азизов, Х.И. Абдуллаев, Дж.А. Султанов**

*Азербайджанская Национальная академия авиации (Мардакянский пр. 30, Баку, AZ1045, Азербайджан)*

### **Для переписки:**

Абдуллаев Хагани / e-mail: khabdullayev@naa.edu.az

### **Аннотация**

В статье рассмотрены вопросы прогнозирования нефтегазоносности в различных структурах Апшеронского полуострова на основе анализа съемочных материалов, полученных со спутников Landsat 8 и NOAA-19 в тепловом инфракрасном (ИК) диапазоне. Исследованы особенности влияния спектральных свойств отдельных геологических пород на нефтегазоносность. Определено, что изменения, происходящие в спектральных параметрах пород, позволяют уточнить вопросы, непосредственно связанные с нефтегазоносностью, т.к. зафиксированные изменения пород считаются основными факторами формирования продуктивного пласта. На основе полученных результатов признано целесообразным проведение на данных участках геологоразведочных работ в региональном масштабе.

**Ключевые слова:** *геологические породы, тепловое излучение, коэффициент излучения, нефтегазоносность, ИК-спектрометр.*

## **Введение**

Наряду с изменчивостью поверхностных свойств горных пород, на спектральные параметры также влияют характеристики спектрометрического измерительного оборудования и условия проведения съемки.

Регистрация и оценка спектральных параметров с помощью спутникового оборудования считается одним из факторов, играющих важную роль в прогнозировании региональной нефтегазоносности.

В принципе, на спектральные характеристики горных пород влияет ряд других факторов, часть из которых определяются конкретными свойствами самой породы, а в некоторых случаях они определяются характеристиками атмосферы объектов (например, почвы и растительности), окружающих породу [1].

Апшеронский полуостров, на котором проводятся данные исследования, относится в основном к аридной зоне с очень слабым растительным покровом, что упрощает использование систем сканирования на больших площадях геологических пород. Это было подтверждено во время сканерных съемок в районе исследования.

**Цель работы** – с помощью прямых тепловизионных способов съемки определить принадлежность геологических пород к той или иной группе и на основе компьютерной обработки сканерных съемок в рассматриваемых диапазонах оценить контрастность с высокой точностью; получить математическая зависимость между спектральными характеристиками теплового излучения и интенсивностью излучения.

## **Постановка задачи**

На данной территории цифровая обработка тепловизионных изображений позволяет использовать отношение спектральных значений двух тепловых каналов спутника Landsat 8: 10,3-11,3 мкм и 11,5-12,5 мкм [2, 3]. Рассмотренное на основании исследований наименьшее значение вышеупомянутого отношения позволяет определить геологические породы, состоящие из соединений кремния. Высокое количественное значение рассматриваемой величины свидетельствует о низком содержании этих соединений в породах. Однако следует отметить, что в некоторых случаях, особенно когда атмосфера оказывает особо сильное влияние на результаты измерений (высокая концентрация поглощающих слоев в рассматриваемом диапазоне), обработку полученных результатов следует осуществлять непосредственно после атмосферной коррекции.

## **Решение задачи**

Метод, рассматриваемый в наших исследованиях, основан на анализе температурных параметров (теплоемкости и теплопроводности) пород, связанных с региональной нефтегазоносностью. Разные значения тепловых характеристик и коэффициентов излучения геологических пород обуславливают различные степени нагрева и охлаждения в дневное и вечернее время, что, в свою очередь, приводит к температурному контрасту, который позволяет различать разные породы [4].

В таблице 1 приведены тепловые показатели различных пород, а в таблице 2 – соответствующие коэффициенты теплового излучения.

**Таблица 1** – Термические характеристики различных геологических пород при температуре 20° С

**Table 1** - Thermal characteristics of various geological rocks at 20° С

Геологические породы	Теплопроводимость $\kappa \times \text{см}^2 \times \text{сек}^{-1} \times \text{К}^{-1}$	Плотность $\rho \times \text{см}^3$	Удельная теплоемкость $c \times \text{г}^{-1} \times \text{К}^{-1}$
Базальт	0,0209	2,8	0,83
Глина	0,0175	1,7	0,71
Доломит	0,0509	2,6	0,75
Габбро	0,0250	3,0	0,71
Гранит	0,0313	2,6	0,60
Известняк	0,0200	2,5	0,71
Кальций	0,0354	1,9	0,65
Алунит	0,0215	2,3	0,61
Каолинит	0,0300	2,2	0,69
Песок	0,0058	1,8	1,0
Гравий	0,0250	2,1	0,83
Риолит	0,0229	2,5	0,66
Кварц	0,0501	2,4	0,70

Как известно, на формирование температуры влияет ряд изменчивых физических факторов. Самым оптимальным способом уменьшения влияния этих факторов на результаты измерений является обеспечение режима совпадения времени проведения съемок со временем термодинамического температурного равновесия в рассматриваемой области. Это объясняется тем, что в случае температурного равновесия единственный фактор, различающий температурные свойства пород, определяется разницей коэффициентов их теплового излучения (табл. 2).

Одним из факторов, влияющих на температурные характеристики геологических пород, является также изменение их спектральных показателей в зависимости от длины волны теплового ИК-излучения, т.к. с изменением длины волны изменяется коэффициент теплового излучения [5].

**Таблица 2** – Значения коэффициента теплового излучения геологических пород в районе исследования (диапазон измерения 8-14 мкм)

**Table 2** – Values of thermal radiation coefficient of geological rocks in the area studies (measuring range 8-14  $\mu\text{m}$ )

Геологические породы	Коэффициент излучения
Поверхностный неровный базальт	0,934
Обычный базальт	0,904
Гранит	0,815
Поверхностный неровный гранит	0,898
Доломит полированный	0,929
Доломит неполированный	0,958
Крупный песок	0,936
Мелкий песок	0,928
Кварц	0,712
Алунит	0,865
Кальцит	0,905
Габбро	0,891
Гравий	0,820
Каолинит	0,910

Следовательно, это также будет влиять на результаты измерений. Для подтверждения этого влияния при оценке приводятся спектры зависимости коэффициентов теплового излучения указанных пород от длины волны в рассматриваемых диапазонах (рис. 1). Как видно из рисунка, каждой породе присущ индивидуальный спектр, который влияет на результаты обработки. Оценка данного влияния осуществляется программной обработкой. Наиболее подходящей для рассматриваемого диапазона является программа ERDAS IMAGINE.

Полученные с помощью программы ERDAS IMAGINE результаты обработки показателей влияния указанных пород в районе грязевых вулканов полуострова приводятся на рис. 2. В результате появляется возможность количественно и каче-

ственно оценить степень корреляции рассматриваемых пород с нефтегазоносностью. Как видно, более перспективные по нефтегазоносности области отличаются от остальных областей относительно большими размерами.

Для исследования спектральных свойств нефтегазоносных пород, в результате обработки изображений в тепловом ИК-диапазоне, полученных со спутника Landsat 8, нами использовались величина

теплопередачи или же показатель тепловой инерции.

На основании этого были определены значения дневного и ночного температурных контрастов исследуемых геологических пород. Показано, что изменение температурного контраста в течение дня в породах с высокой тепловой инерцией более стабильно, чем в породах с низкой тепловой инерцией.

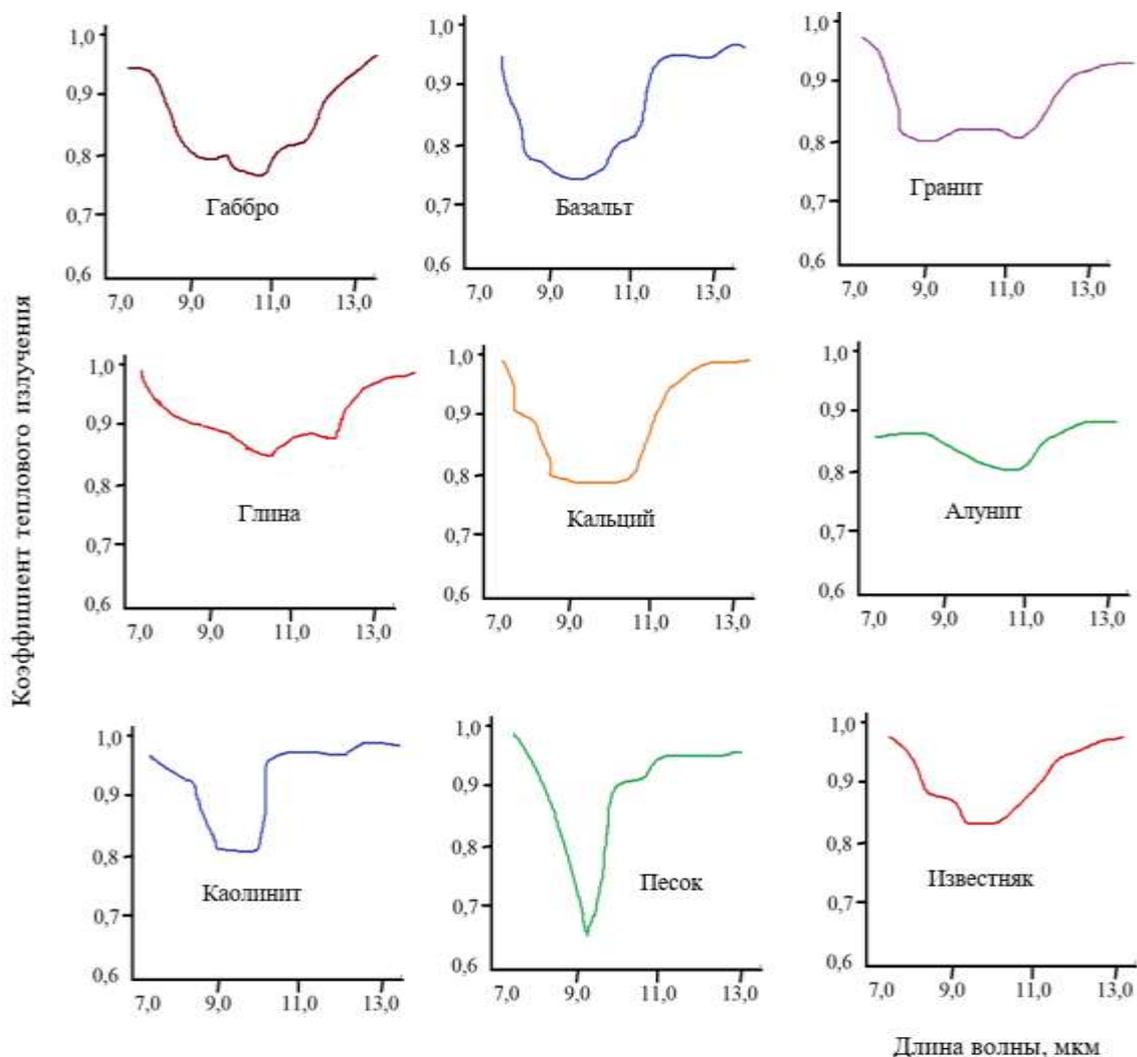
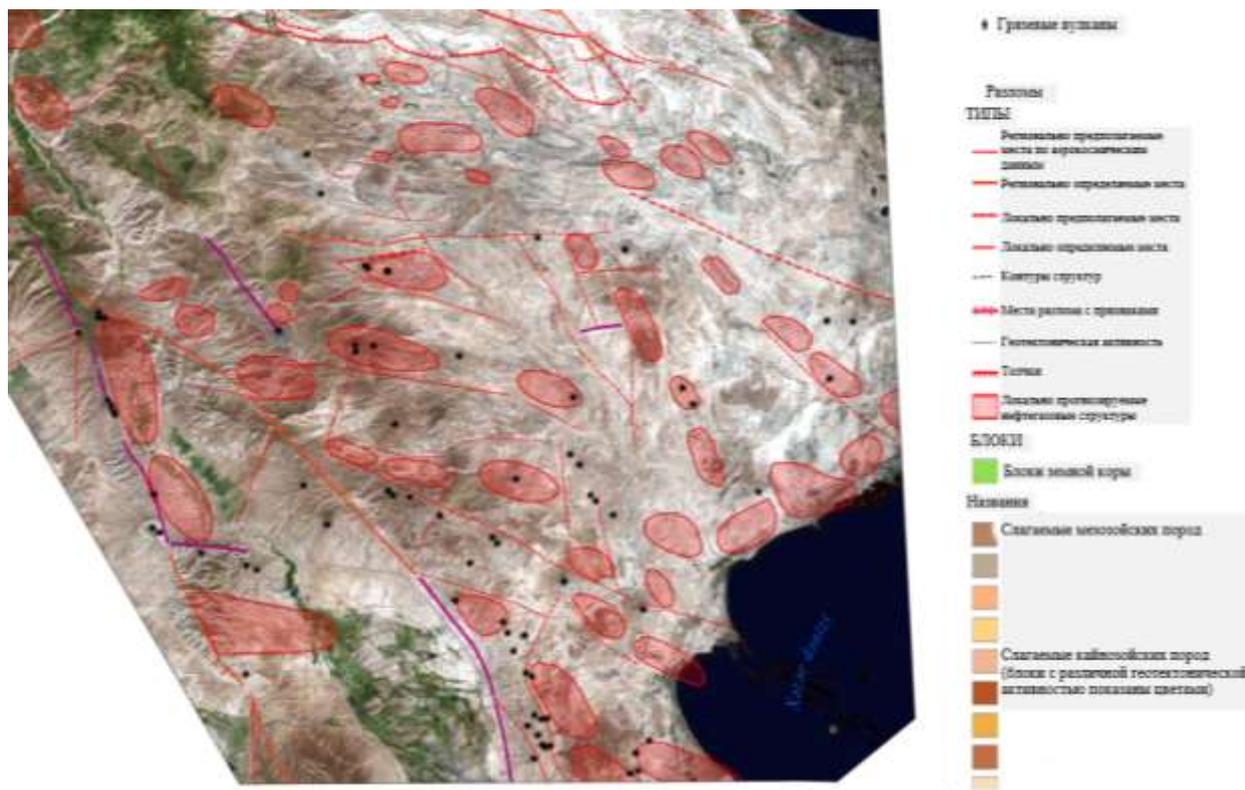


Рисунок 1 – Спектры в тепловом ИК диапазоне широко распространенных пород рассматриваемой территории

Figure 1– Spectra in the thermal IR range of widespread rocks of the territory in question



**Рисунок 2** – Связь пород с нефтегазоносностью в районе грязевых вулканов Апшеронского полуострова  
**Figure 2** – Relationship of rocks with oil and gas content in the area of Absheron Peninsula mud volcanoes

Также в проведенных исследованиях учитывался ряд других факторов, влияющих на результаты измерений. Были приняты определенные меры по устранению вызванных ими ошибок. Основными факторами, влияющими на результаты измерений в тепловых съемках, являются топографический эффект, метеорологические условия, прозрачность атмосферы, а также высота Солнца над горизонтом.

Для уменьшения влияния каждого из факторов на результаты измерений в процессе обработки спектров, в зависимости от применяемого метода измерения использовались пространственная, атмосферная, радиометрическая и временная корреляции. В результате была значительно повышена точность интерполяции.

В ходе исследований в процессе качественной и количественной оценки и клас-

сификации геологических пород установлена закономерность изменения интенсивности излучения в тепловых ИК-спектрах отдельных пород. Для этого каждый образец породы оценивался с помощью ИК-спектрометра, установленного на спутнике. В исследованиях использовались материалы сканера AVRR, установленного на спутнике NOAA-19 [6, 7].

Распознавание геологических пород методами спутниковых тепловых съемок основано непосредственно на регистрации минимального теплового излучения пород. Коэффициенты теплового излучения ряда геологических пород так близки, что отличить их друг от друга становится весьма сложно (табл. 2).

В данном случае при съемке необходимо использование узкополосных фильтров, что позволяет в несколько раз повы-

суть вероятность правильного распознавания. Было определено, что вероятность распознавания геологических пород возрастает при ширине полосы пропускания фильтров ( $\Delta\lambda$ ) менее 0,2 мкм.

На основе экспериментальных исследований получена математическая зависимость между спектральными характеристиками теплового излучения и интенсивностью излучения:

$$L_{\lambda}(T) = [E(\lambda)L_{\lambda}(acht, T) + \frac{\rho(\lambda)}{\tau T} E_{\lambda}(f_{ии})\tau_{\lambda} + L_{\lambda}(иира)]$$

Здесь  $L_{\lambda}(T)$  – принятая приемником общая интенсивность излучения на длине волны  $\lambda$ ;  $E_{\lambda}$  – коэффициент излучения породы;  $L_{\lambda}(acht, T)$  – интенсивность излучения абсолютно черного тела при рассматриваемой температуре  $T$ ;  $E_{\lambda}(f_{ии})$  – интенсивность излучения пространства на рассматриваемой длине волны;  $L_{\lambda}(иира)$  – интенсивность излучения и рассеяния атмосферы между геологической породой и измерительным прибором;  $\tau_{\lambda}$  – прозрачность атмосферы на рассматриваемой длине волны

### Заключение

Показано, что корреляция между полученными на основании математической формулы и экспериментальными результатами превышает 0,91.

Важнейшей особенностью предлагаемого математического уравнения является то, что, поскольку температура пород в полевых условиях обычно составляет  $T = 300\text{K}$ , величина  $L_{\lambda}(acht, T)$  незначительно отличается от коэффициента излучения абсолютно черного тела на длинах волн  $\lambda = 9$  мкм и 10 мкм. Зависимость коэффициента излучения геологических пород от длины волны представлена на рис. 1.

Таким образом, можно показать, что соотношение интенсивностей излучения в двух спектральных каналах не зависит от температурных вариаций объектов. С другой стороны, резкое изменение интенсивности излучения в заданной полосе можно обосновать разнообразием пород. С целью упрощения процесса идентификации, предполагается, что на длине волны 9,7 мкм при разнице температур между двумя разными породами от 0,6 до 1,5 К атмосфера не влияет на результаты измерений. Возможность различать на основе указанных закономерностей геологические породы друг от друга, позволяет определить границы их территориального распределения.

### Конфликт интересов

Авторы заявляют об отсутствии конфликта интересов, связанных с публикацией данной статьи.

## REFERENCES

1. **Bondur V.G.** Kosmicheskie metody i tekhnologii monitoringa neftegazonosnyh territorij i obyektov neftegazovogo kompleksa. *Issledovanie Zemli iz kosmosa*. 2010, №6, s. 3 – 17 (*in Russian*)
2. **Lopatin D.V.** Ispolzovanie orbitalnyj informacii dlya izucheniya tektonicheskogo stroeniya Severnoj Evrazii. *Issledovanie Zemli iz kosmosa*. 1996, №4, s. 93 – 100 (*in Russian*)
3. **Azizov B.M., Ahmedov Sh.A.** Distancionnoe opredelenie parametrov pokazatelej bioresursov morskikh vod. *Issledovanie Zemli iz kosmosa*. 2008, №4, s. 77 – 80 (*in Russian*)
4. **Azizov B.M., Mekhtiev D.S., Kuliev R.B.** O metodiki korrelyacionnogo analiza skanernoj informacii v izuchenii dinamiki izmenenij zemnogo pokrova. *Optika i spektroskopiya*. 2011, Tom 110, №5, s. 871 – 873 (*in Russian*)
5. **Ragimov A.T., Azizov B.M.** Ispolzovanie dannyh ADEOS i AMSR dlya izmereniya temperaturnyh kontrastov nazemnyh obyektov. *Peterburgskij zhurnal elektroniki*. 2011, №2, s. 82 – 88 (*in Russian*)
6. **Abramovich N.S.** Mnogomernaya klassifikaciya v usloviyah malyh vyborok. V kn.: Matematicheskoe obespechenie processov. Minsk, 1987. - 215 s. (*in Russian*)
7. **Matveev A.V.** Struktura polya lineamentov, vyyavlennyh po kosmicheskim snimkam na territorii Belarusi. *Issledovanie Zemli iz kosmosa*. 1991, №5, s. 92 - 92 (*in Russian*)
8. <http://www.ama.com.az/articles-summary/>

Работа выполнена при финансовой поддержке

**Фонда Развития Науки при Президенте Азербайджанской Республики**

**Грант EIF-КЕТРİ-2015-1(25)-56/01/1.**