

## Компонентный состав светлых фракций нефти глубоководного месторождения Гюнешли

**Б.А. Гусейнова**, д.х.н.,

**А.Д. Кулиев**, к.х.н.,

**Б.М. Алиев**, к.ф.-м.н.

Институт нефтехимических процессов

**Ключевые слова:** светлые фракции нефти, глубоководное месторождение Гюнешли, нафтен-парафиновые, ароматические, изопrenoидные углеводороды, пристан, фитан, хромато-масс-спектрометрия.

DOI.10.37474/0365-8554/2021-11-43-48

e-mail: lab.21@mail.ru

### Dərinsulu Günəşli yatağı neftinin açıq rəngli fraksiyalarının karbohidrogen tərkibi

B.Ə. Hüseynova, k.e.d., A.D. Quliyev, k.e.n., B.M. Əliyev, f.-r.e.n.

Neft-Kimya Prosesləri İnstitutu

**Açar sözlər:** neftin açıq rəngli fraksiyaları, dərinsulu Günəşli yatağı, naften-parafin və aromatik karbohidrogenləri, izoprenoidlər, pristan, fitan, xromat-kütlə spektroskopiyası.

Dərinsulu Günəşli yatağından alınan neftin 150–300 °C temperatur intervalında qaynayan fraksiyasının karbohidrogen tərkibi öyrənilmişdir. Yatağın nefti yüngül, azkükürlü, azqatranlı, parafinin (3.7% kütlə bərk parafin) asfaltensiz strukturla xarakterizə olunur.

250–300 °C temperaturlu fraksiya maye elüent-adsorbsion xromatografiya üsulu ilə naften-parafin və aromatik karbohidrogenlər qruplarına bölünmüşdür. Xromat-kütlə spektroskopiya üsulu ilə naften-parafin karbohidrogenlərinin fərdi karbohidrogen tərkibi və PMR-spektroskopiya üsulu ilə arenlərin qrup-struktur tərkibi öyrənilmişdir.

Naften-parafin karbohidrogenlərin tərkibində  $C_{13}$ – $C_{15}$  və  $C_{18}$  izoprenoidlər, o cümlədən 0.54% kütlə pristan ( $C_{19}$ ) və fitan ( $C_{20}$ ) biomarkerləri aşkar edilmişdir. Arenlərin konsentratında nüvələr əvəzedicilər şəklində parafin strukturlarıyla zənginləşdirilib.

### Compositional analysis of light oil fractions from deep-water Guneshli field

B.A. Huseynova, Dr. in Ch. Sc., A.D. Guliyev, Cand. in Ch. Sc.,

B.M. Aliyev, Cand. in Phys.-Math. Sc.

Institute for Petrochemical Processes

**Keywords:** light oil fractions, deep-water Guneshli field, naphtho-paraffinic and aromatic hydrocarbons isoprenoids, pristane, phytane, chromato-mass-spectroscopy.

Hydrocarbon composition of the fraction with 150–300 °C boiling point of oil from deep-water Guneshli field has been studied. The oil is characterized with light, oily, low sulphur, low-in-tar, paraffinic structure (3.7 % mass of solid paraffin), without asphaltenes.

The fraction with 250–300 °C boiling point has been divided into naphtho-paraffinic and aromatic hydrocarbon groups using the method of liquid elution-adsorption chromatography. The individual hydrocarbon composition of naphtho-paraffinic hydrocarbons has been studied via chromato-mass-spectroscopy and the structure-group composition of the arenes using PMR-spectroscopy, correspondingly.

Isoprenoid  $C_{13}$ – $C_{15}$  and  $C_{18}$ , as well as 0.54 % mass of pristane biomarkers ( $C_{19}$ ) and phytane ( $C_{20}$ ) biomarkers have been revealed in the composition of naphtho-paraffinic hydrocarbons. The nuclear are enriched in the paraffinic structures in the form of substituent.

Исследование углеводородного состава нефтей новых месторождений имеет значение при определении генетического типа нефти и составлении технологической схемы переработ-

ки нефти. Углеводородная структура месторождения Гюнешли (МГ) – одно из крупных месторождений нефти и газа Южно-Каспийского бассейна. В его геологическом строении

Таблица 1

| Показатели  | Фракция, пределы выпаривания, °С |         |
|---|----------------------------------|---------|
|   | 150–250                          | 250–300 |
| Выход фракции, % масс. на нефть                             | 19.4                             | 16.0    |
| Плотность при 20 °С, кг/м <sup>3</sup>                      | 815.5                            | 835.5   |
| Коэффициент преломления при 20 °С                           | 1.4460                           | 1.4610  |
| Нафтено-парафиновые углеводороды                            |                                  |         |
| Выход, % масс. на фракцию                                   | 84.5                             | 75.1    |
| на нефть  | 16.4                             | 12.0    |
| Плотность при 20 °С, кг/м <sup>3</sup>                      | 790.8                            | 810.4   |
| Коэффициент преломления при 20 °С                           | 1.4335                           | 1.4450  |
| Ароматические углеводороды                                  |                                  |         |
| Выход, % масс. на фракцию                                   | 15.5                             | 24.9    |
| на нефть  | 3.0                              | 4.0     |
| Плотность при 20 °С, кг/м <sup>3</sup>                      | 892.2                            | 911.1   |
| Коэффициент преломления при 20 °С                           | 1.4989                           | 1.5025  |
| Отношение нафтено-парафиновых к ароматическим углеводородам | 5.5                              | 3.0     |

принимают участие плинценовые и антропогенные отложения, т.е. породы, которые отличаются высоким содержанием кварца, хорошей отсортированностью, слабой цементацией, повышенной песчаностью, имеют высокие коллекторские показатели и соответственно обладают высокой продуктивностью, большими скоплениями нефти [1–3].

Особое значение придается изучению углеводородного состава светлых дистиллятных фракций и вакуумных остатков нефтей [4].

Ранее было проведено сравнительное исследование группового углеводородного состава остатков выкипающих > 450 °С нефтей Азербайджана месторождений Азери, Чыраг и Гюнешли [5]. В частности, для нефти МГ показано, что её высокомолекулярная, тяжелая часть по структурно-групповому составу близка к другим исследованным, т.е. обогащена нафтеновыми углеводородами, ценнейшими соединениями, входящими в состав масел и топлив, обеспечивающих последним высокие эксплуатационные свойства [5].

В статье приведены результаты изучения индивидуального углеводородного состава фракций с выкипаемостью до 300 °С нефти глубоководного МГ.

Компонентный состав светлых фракций нефти глубоководного МГ определяли физико-химическим анализом. Глубина перфорации обсадной колонны скважины при разработке нефти МГ составляла 3855 м. По своему составу изучаемая нефть была легкой, мало-

сернистой, парафинистой (3.7 % масс. твердого парафина), безасфальтеновой.

Фракционированием нефти на 50-градусные фракции (до 450 °С) на аппарате АРН-2 (ГОСТ 11244-85) установлено, что суммарный выход светлых фракций с температурным интервалом выкипания 150–250 °С и 250–300 °С составлял 35.4 % масс на нефть. Указанные фракции были разделены на группы насыщенных нафтено-парафиновых и ароматических углеводородов. Разделение проводили методом жидкостной элюентно-адсорбционной хроматографии (ГОСТ 11244-85), на активированном силикагеле марки КСМ (табл. 1).

Выделенные из фракции 150–250 °С и 250–300 °С концентраты групп нафтено-парафиновых и ароматических углеводородов проанализированы методами хромато-масс-спектрометрии и протонно-магнитного резонанса (ПМР) [6]. Хроматографические анализы проводили на хромато-масс-спектрометре GC 7890А с капиллярной колонкой HP-5MS, газ-носитель – гелий, детектор – MS. Идентификацию хроматографических пиков проводили по NIST 65 с помощью компьютера. Структурно-групповой состав концентрата аренов, выделенного из фракции 250–300 °С нефти исследован методом ПМР-спектроскопии. Спектры ПМР были сняты на импульсном спектрометре Фурье фирмы Bruker при рабочей частоте 300.18 МГц в растворах дейтерированного ацетона при комнатной температуре. Относительное содержание протонов структурных

Таблица 2

| Фракция 150–250 °С                   | Содержание, % масс. | Фракция 250–300 °С                       | Содержание, % масс. |
|--------------------------------------|---------------------|--|---------------------|
| <b>Насыщенные углеводороды</b>       |                     |  |                     |
| Циклопентан                          | 0.86                | Ундекан                                  | 0.60                |
| Нонан                                | 1.20                | 1-метил, 3-пентилциклогексан             | 0.89                |
| 2,6-диметилоктан                     | 1.45                | Додекан                                  | 3.36                |
| 2,3- и 4,5-диметилоктаны             | 1.43                | 2,6-диметилундекан                       | 1.15                |
| 2-метилнонан                         | 0.95                | 1-пентил, 4-метилциклогексан             | 1.64                |
| 3-метилнонан                         | 0.83                | Не идентифицирован                       | 1.30                |
| 1,3-диметилциклогексан               | 1.05                | 4-метилдодекан                           | 0.85                |
| Декан                                | 5.83                | 2-метилдодекан                           | 1.18                |
| 4-метилдекан                         | 1.98                | 3-метилдодекан                           | 3.61                |
| Бутилциклогексан                     | 2.09                | 1-этил, 2-метилциклогексан               | 0.89                |
| Декалин                              | 1.93                | Тридекан                                 | 9.22                |
| 2-метилдекан                         | 1.44                | 2-метилундекан                           | 1.63                |
| 3-метилдекан                         | 1.40                | Гептилциклогексан                        | 2.77                |
| Цис-1-этил,3-метилциклогексан        | 1.14                | 5-метилтридекан                          | 0.80                |
| Ундекан                              | 9.72                | 4-метилтридекан                          | 1.02                |
| 2-метилдекалин                       | 2.02                | 2-метилтридекан                          | 1.74                |
| 4-метилундекан                       | 0.96                | Не идентифицирован                       | 2.40                |
| 1,2-метилдекалин                     | 1.96                | 2,6,10-Триметилдодекан                   | 4.07                |
| Амилциклогексан                      | 1.43                | Циклотетрадекан                          | 0.79                |
| Неидентифицирован                    | 0.79                | Тетрадекан                               | 10.89               |
| 2-метил,3-этилгептан                 | 1.55                | 2,3,8-триметилдекан                      | 0.98                |
| 4-метилундекан                       | 1.10                | 2,3,7-триметилдекан                      | 0.68                |
| 2-метилундекан                       | 1.60                | 4,4,8,9,10-пентаметилдекагидронафталин   | 1.21                |
| 3-метилундекан                       | 1.00                | Не идентифицирован                       | 1.29                |
| 2,6-диметилдекалин                   | 1.31                | Октилциклогексан                         | 2.60                |
| 1-метил, 2-амилциклогексан           | 1.39                | 4-метилтетрадекан                        | 0.89                |
| Додекан                              | 10.72               | 2,6,10-триметилдодекан                   | 5.88                |
| 2,6- и 3,6-диметилундекан            | 3.61                | 3-метилтетрадекан                        | 1.52                |
| 4-метил, амилциклогексан             | 1.38                | 4,4,8,9,10-пентаметилдекагидронафталин   | 1.11                |
| 2,6-диметилундекан                   | 1.93                | 3,5-диметилдодекан                       | 0.83                |
| 4-метилдодекан                       | 1.12                | Пентадекан                               | 10.56               |
| 4,4-дипропилгептан                   | 1.82                | Неидентифицирован                        | 0.77                |
| Ароматические углеводороды           |                     | Нонилциклогексан                         | 2.85                |
| 1,2,3,4- и 1,2,4,5-тетраметилбензолы | 9.09                | 4-метилпентадекан                        | 0.98                |
| Нафталин                             | 8.88                | Не идентифицирован                       | 1.27                |
| 1-метилнафталин                      | 22.19               | 4-метилгексадекан                        | 0.54                |
| 1- и 2-метилнафталины                | 14.38               | 3-метилпентадекан                        | 0.72                |
| 1,6-,1,7- и 2,7-диметилнафталины     | 14.46               | Гексадекан                               | 4.64                |
| 2,7-диметилнафталин                  | 18.16               | 2,6,10-триметилпентадекан                | 2.60                |
| 1,6-диметилнафталин                  | 12.84               | Не идентифицирован                       | 0.93                |
|                                      |                     | Гептадекан                               | 1.69                |
|                                      |                     | 2,6,10,14-тетраметилпентадекан (пристан) | 3.15                |
|                                      |                     | Октадекан                                | 0.59                |
|                                      |                     | 2,6,10,14-тетраметилгексадекан (фитан)   | 1.36                |

Неидентифицированные – это алкан или изоалкан с неопределенной структурой

Таблица 3

| Число атомов углерода | Содержание, % масс. углевод. |      |       |      |      |      |       |                          |      |      |       |
|-----------------------|------------------------------|------|-------|------|------|------|-------|--------------------------|------|------|-------|
|                       | Ароматические углеводороды   |      |       |      |      |      | Сумма | Парафиновые углеводороды |      |      | Итого |
|                       | С10                          | С11  | С12   | С13  | С14  | С15  |       | С16                      | С17  | С18  |       |
| Фракция 150–250 °С    |                              |      |       |      |      |      |       |                          |      |      |       |
| 5                     | -                            | -    | -     | 0.14 | -    | -    | 0.14  | 0.14                     | -    | -    | -     |
| 8                     | -                            | -    | -     | 0.17 | -    | -    | 0.17  | 0.17                     | -    | -    | -     |
| 9                     | 0.20                         | -    | 0.20  | 0.19 | -    | -    | 0.19  | 0.39                     | -    | -    | -     |
| 10                    | 0.95                         | 1.02 | 1.97  | 0.34 | 0.32 | -    | 0.66  | 2.63                     | 0.27 | 0.27 | 0.54  |
| 11                    | 1.59                         | 0.79 | 2.38  | 0.23 | 0.65 | -    | 0.88  | 3.26                     | -    | 1.10 | 1.10  |
| 12                    | 1.76                         | 0.76 | 2.52  | 0.45 | 0.21 | -    | 0.66  | 3.18                     | -    | 1.36 | 1.36  |
| 13                    | 1.52                         | 1.39 | 2.91  | 0.20 | -    | -    | 0.20  | 3.11                     | -    | -    | -     |
| 14                    | 0.89                         | 0.48 | 1.37  | -    | -    | -    | -     | 1.37                     | -    | -    | -     |
| 15                    | 0.49                         | 0.67 | 1.16  | -    | -    | -    | -     | 0.16                     | -    | -    | -     |
| 16                    | 0.17                         | -    | 0.17  | -    | -    | -    | -     | 0.17                     | -    | -    | -     |
| Сумма                 | 7.57                         | 5.11 | 12.68 | 1.72 | 1.18 | -    | 2.90  | 15.58                    | 0.27 | 2.73 | 3.0   |
| Неидентифицированные  |                              |      | 1.29  |      |      |      |       |                          |      |      | 1.29  |
| Фракция 250–300 °С    |                              |      |       |      |      |      |       |                          |      |      |       |
| 9                     | -                            | -    | -     | 0.11 | -    | -    | 0.11  | 0.11                     | -    | -    | -     |
| 10                    | -                            | 0.43 | 0.43  | -    | -    | -    | -     | 0.43                     | -    | -    | -     |
| 11                    | 0.07                         | -    | 0.07  | -    | -    | -    | -     | 0.07                     | -    | -    | -     |
| 12                    | 0.40                         | 0.19 | 0.59  | 0.31 | -    | -    | 0.31  | 0.90                     | -    | -    | -     |
| 13                    | 1.10                         | 0.58 | 1.68  | 0.33 | -    | -    | 0.33  | 2.01                     | -    | -    | -     |
| 14                    | 1.31                         | 0.53 | 1.84  | 0.31 | -    | 0.09 | 0.40  | 2.24                     | -    | -    | -     |
| 15                    | 1.27                         | 1.48 | 2.75  | 0.47 | 0.14 | -    | 0.61  | 3.36                     | -    | -    | -     |
| 16                    | 0.56                         | 0.20 | 0.76  | -    | -    | -    | -     | 0.76                     | -    | -    | -     |
| 17                    | 0.20                         | 0.06 | 0.26  | -    | -    | -    | -     | 0.26                     | -    | -    | -     |
| 18                    | 0.07                         | 0.31 | 0.38  | -    | -    | -    | -     | 0.38                     | -    | -    | -     |
| 19                    | -                            | 0.38 | 0.38  | -    | -    | -    | -     | 0.38                     | -    | -    | -     |
| 20                    | -                            | 0.16 | 0.16  | -    | -    | -    | -     | 0.16                     | -    | -    | -     |
| Сумма                 | 4.98                         | 4.32 | 9.30  | 1.53 | 0.14 | 0.09 | 1.76  | 11.06                    | -    | -    | -     |
| Неидентифицированные  |                              |      |       |      |      |      |       |                          |      |      | 0.94  |

Неидентифицированные – это алкан или изоалкан с неопределенной структурой

групп определяли интегрированием соответствующих полос резонансного поглощения.

Результаты анализа приведены в табл. 2. Содержание углеводородов в концентратах нефти, их распределение по числу углеродных атомов в молекулах представлено в табл. 3.

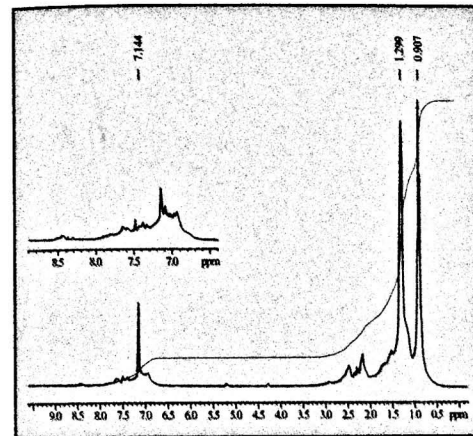
Преобладающим классом в концентрате насыщенных углеводородов являются алканы  $C_9$ – $C_{20}$ , суммарно составляющие 21.98 % его массы на нефть и представленные количеством парафиновых углеводородов нормального строения – 12.55 % масс. и изостроения – 9.43 % масс. Среди идентифицированных парафиновых углеводородов преобладают нормальные алканы с числом углеродных атомов в

молекуле  $C_{11}$ ,  $C_{12}$ ,  $C_{13}$ ,  $C_{14}$  и  $C_{15}$ . Среди алкановых углеводородов изостроения обнаружены представители изопреноидных углеводородов таких как 2,6-диметилгексан, 2,6-диметил-ундекан, 2,6,10-триметилдодекан, 2,6,10-триметилпентадекан, 2,6,10,14-тетраметилпентадекан и 2,6,10,14-тетраметилгексадекан, суммарно составляющие на фракцию 150–300 °С 3.09 % масс. (на нефть). Из них 0.54 % масс. приходится на долю биомаркеров: пристан ( $C_{19}$ ) и фитан ( $C_{20}$ ). Соотношение суммарных концентраций идентифицированных метановых (М) и нафтенных (Н) углеводородов М:Н на фракцию 150–300 °С составляет 9.65. По этому признаку нефть относится к парафи-

новому углеводородному типу.

Среди идентифицированных моноциклических нафтенных углеводородов максимальной концентрацией отличаются, содержащие  $C_{10}$ ,  $C_{12}$ ,  $C_{13}$  и  $C_{15}$ , среди бициклических –  $C_{11}$ .

В состав концентрата ароматических углеводородов входят алкилзамещенные бензола и нафталина, в основном представленные моно- и дизамещенными производными. По концентрации арены во фракции 150–250 °С располагаются в следующий ряд: диметилнафталины > метилнафталины > нафталин > тетраметилбензол.



ПМР-спектры ароматических углеводородов, выделенных из фракции 250–300 °С нефти глубоководного месторождения Гюнешли

Исходя из полученного спектра ПМР, были рассчитаны параметры, характеризующие структурные особенности “средних” молекул

ароматических углеводородов по методу из работы [7] (рисунок). Суть метода заключается в следующем: спектры ПМР характеризуются значениями химических сдвигов протонов (расстоянием между резонансными сигналами протонов образца и стандарта). Химический сдвиг зависит от структуры молекул, дает информацию о распределении водорода, связанного с ароматическими циклами, гетероатомами, а также входящего в состав метильных, метиленовых и метиновых групп. Из полученных данных следует: незамещенные протоны составляют в ароматических ядрах  $-H_A = 8.5$  % масс.; в группах  $CH$ ,  $CH_2$  и  $CH_3$ , связанных с углеродом ароматических ядер  $H_\alpha = 12.4$  % масс.; в нафтенных структурах  $-H_{нафтен} = 10.8$  % масс.; в парафиновых структурах  $-H_{парафин} = 41.5$  % масс.; в терминальных группах, в  $\gamma$ - и более дальних положениях от ароматических ядер  $-H_\gamma = 26.4$  % масс.; степень ароматичности  $-f_a = 0.32$ ; изопарафиновый индекс  $I = 0.41$ .

Таким образом, изучен индивидуальный состав нафтенно-парафиновой части фракции 150–300 °С из нефти МГ. Установлено, что основными углеводородами в нефти являются алканы нормального строения, особенно с числом углеродных атомов  $C_{11}$ – $C_{15}$ . Среди углеводородов изостроения обнаружены изопреноидные  $C_{13}$ ,  $C_{14}$ ,  $C_{15}$ ,  $C_{18}$ , а также биомаркеры пристан  $C_{19}$  и фитан  $C_{20}$  в количестве 0.54 % масс. на нефть. Соотношение концентраций метановых и нафтенных углеводородов М:Н составляет 9.65. Ядра ароматических углеводородов фракций 150–300 °С обогащены парафиновыми структурами в виде заместителей [8, 9].



## Список литературы

1. *Yusifzadeh K.B.* The current state of oil and gas industry and future perspectives // *Азербайджанское нефтяное хозяйство*, 2016, № 1, с. 10-16.
2. *Гусейнова А.Н., Худуева Г.М.* Сравнительная характеристика литологического состава и коллекторских свойств пород месторождений Гюнешли и Кяпаз // *Азербайджанское нефтяное хозяйство*, 2016, № 07-08, с. 11-15.
3. *Бушнев Д.А., Бурдельная Н.С.* Нефти и органическое вещество позднедевонских отложений тимано-печерского бассейна, сопоставление по молекулярным и изотопным данным // *Нефтехимия*, 2015, т. 55, № 5, с. 775-382.
4. *Петров А.А.* Углеводороды нефти. – М.: Наука, 1984, 264 с.
5. *Самедова Ф.И., Гусейнова Б.А., Гасанов Г.М., Алиев Б.М.* Компонентный состав вакуумных остатков >450 °С нефтей месторождений Азери, Гюнешли // *Нефтепереработка и нефтехимия*, 2015, № 7, с. 13-16.
6. *Кириллов А.В., Петров В.В.* Использование хроматографического и хромато-масс-спектрометрического метода для анализа бензиновых фракций // *Нефтепереработка и нефтехимия*, 2014, № 6, с. 19-26.
7. *Камьянов В.Ф., Большаков Г.Ф.* Определение структурных параметров при структурно-групповом анализе компонентов нефти // *Нефтехимия*, 1984, т. 24, № 4, с. 450-459.
8. *Самедова Ф.И., Гусейнова Б.А., Алиева Ф.З.* Особенности группового и гомологического состава ароматических углеводородов ряда нефтей Азербайджана // *Нефтехимия*, 2009, т. 49, № 6, с. 466-472.
9. *Самедова Ф.И., Гусейнова Б.А., Кулиев А.Д., Гасанова Г.М.* Углеводороды нефти глубоководного месторождения Гюнешли // *Мир нефтепродуктов*, 2016, № 8, с. 26-29.

## References

1. *Yusifzadeh Kh.B.* The current state of oil and gas industry and future perspectives // *Azerbaijanshanskoef neftyanoe khozaistvo*, 2016, No 1, s. 10-16.
2. *Guseynova A.N., Khuduyeva G.M.* Sravnitel'naya kharakteristika litologicheskogo sostava i kollektorskiikh svoystv porod mestorozhdeniy Guneshli i Kyapaz // *Azerbaijanshanskoef neftyanoe khozaistvo*, 2016, No 07-08, s. 11-15.
3. *Bushnev D.A., Burdel'naya N.S.* Nefti i organicheskoe veshchestvo pozdnedevonskiikh otlozheniy timano-pechetskogo basseina, sopostavlenie po molekulyarnym i izotopnym dannym // *Neftekhimiya*, 2015, t. 55, No 5, s. 775-382.
4. *Petrov A.A.* Uglevodorody nefiti. – M.: Nauka, 1984, 264 s.
5. *Samedova F.I., Guseynova B.A., Gasanov G.M., Aliyev B.M.* Komponentniy sostav vakuumnykh ostatkov >450 °C neftey mestorozhdeniy Azeri, Guneshli // *Neftepererabotka i neftekhimiya*, 2015, No 7, s. 13-16.
6. *Kirillov A.V., Petrov V.V.* Ispol'zovanie khromatographicheskogo i khromato-mass-spektrometricheskogo metoda dlya analiza benzinovykh fraktsiy // *Neftepererabotka i neftekhimiya*, 2014, No 6, s. 19-26.
7. *Kam'yanov V.F., Bol'shakov G.F.* Opredelenie strukturnykh parametrov pri strukturno-gruppovom analize komponentov nefiti // *Neftekhimiya*, 1984, t. 24, No 4, s. 450-459.
8. *Samedova F.I., Guseynova B.A., Aliyeva F.Z.* Osobennosti gruppovogo i gomologicheskogo sostava aromatcheskikh uglevodorodov ryada neftey Azerbaidzhana // *Neftekhimiya*, 2009, t. 49, No 6, s. 466-472.
9. *Samedova F.I., Guseynova B.A., Kuliyyev A.D., Gasanova G.M.* Uglevodorody nefiti glubokovodnogo mestorozhdeniya Guneshli // *Mir nefteproduktov*, 2016, No 8, s. 26-29.