

УДК 665.6/7:615.32

Исследование насыщенных углеводородов нафталанской нефти и возможности их использования

В.А. АДигЕЗАЛОВА, к.б.н., доцент кафедры нормальной физиологии Азербайджанская государственная академия физической культуры и спорта (АзГАФКС). (Азербайджан, AZ1072, Баку, просп. Фатали Хана Хойского, д. 98а). E-mail: vkar22@yandex.ru

Настоящая работа посвящена изучению физико-химических свойств и химического состава нефти Нафталанского месторождения для выявления особенностей эффектов ее биологического действия. Было проведено сравнительное исследование структурно-группового состава насыщенных углеводородов, выделенных из различных образцов нафталанской нефти, с целью установления ее «действующего начала».

Ключевые слова: нафталанская нефть, физико-химические свойства, биологическая активность.

В связи с тем, что для насыщенных углеводородов нафталанской нефти установлен максимально положительный биологический эффект (среди исследованных групп углеводородов), большое количество публикаций посвящено изучению именно этих компонентов.

Многочисленными исследованиями установлено, что насыщенные компоненты нафталанской нефти представлены в основном нафтеновыми углеводородами [1–4]. Концентрация этих углеводородов в нафталанской нефти, по данным различных авторов, колеблется в достаточно широких пределах: от 50,0% до 60,5%.

По вопросу содержания парафиновых структур нормального и изо строения в составе насыщенных компонентов нафталанской нефти сведения, приведенные в литературе, также неоднозначны.

С одной стороны, А.М. Кулиев и А.М. Левшин, применив известные методы депарафинизации, установили, что в исследованном ими образце нафталанской нефти ($\rho_4^{20} = 0,9395 \text{ г/см}^3$) изопарафиновые и н-парафиновые углеводороды отсутствуют. С другой стороны, методом масс-спектрометрии в образце нафталанской нефти с $\rho_4^{20} = 0,933 \text{ г/см}^3$ определено содержание 2,9% изопарафиновых структур [2]. В отдельных температурных фракциях одинаковой по плотности нефти эти углеводороды

определены в количестве: 7,44% (н.к.–300 °С), 7,44%(300–350 °С), 4,76% (350–400 °С) и 7,6% (400–450 °С) [3].

Тем же методом во фракции 180–300 °С были обнаружены и парафины нормального строения. Содержание их составляло 0,13–0,22% на фракцию.

В работе [4] И.А. Мусаев и др. использовали для выделения насыщенных компонентов образец нафталанской нефти плотностью 0,9247 г/см³, полученный на Бакинском химико-фармацевтическом заводе (суммарная продукция Нафталанского специализированного промысла). После вакуумного фракционирования методом газожидкостной хроматографии во фракции 180–350 °С идентифицировано семь изопренанов состава C₁₄–C₂₀. Среди найденных углеводородов биомаркеры – пристан и фитан. Количество всех изопренанов в нефти не превышало 0,5%.

Можно предположить, что разночтения в количественной оценке парафиновых и нафтеновых углеводородов могли быть связаны как с исследованием различных по плотности образцов нафталанской нефти, так и с применением отличающихся по точности методов анализа.

При исследовании структурно-группового состава циклической части насыщенных углеводородов нафталанской нефти также использованы различные методы.

А.М. Кулиевым и А.М. Левшиной с соавторами с помощью химических методов исследования, жидкофазного каталитического дегидрирования и селективной изомеризации фракций нафтеновых углеводородов (240–300, 300–350, 350–420, 420–500, >500 °С) установлено преобладание пятичленных структур и структур мостикового типа строения в низкокипящей части нафтеновых углеводородов, а шестичленных структур, способных к дегидрированию, – в высококипящей части [5]. Отмечена высокая цикличность (с преобладанием би- и трициклических структур) и большая степень конденсированности молекул нафтеновых углеводородов по результатам масс-спектрометрического анализа.

Оценивая данные ИК-спектров нафтеновых углеводородов нафталанской нефти, авторы пришли к выводу о значительном количестве (до 70% на широкую фракцию) соединений, в которых содержание углеродных атомов в циклах больше, чем в боковых цепях. Тем же методом при исследовании узких термодиффузионных фракций нафтеновых углеводородов (выделенных из фракций 350–420 и 420–500 °С) было установлено наличие коротких заместителей (C₁–C₂) в циклах, а также присутствие высокоциклических голядерных структур.

Методами масс-спектрометрии и ЯМР-спектроскопии на ядрах ¹³C установлено, что цикланы нафталанской нефти содержат 1–8 циклов в молекуле, а 81% этих углеводородов приходится на полициклические структуры, среди которых максимальное содержание имеют би- (29,8%) и трицикланы (24,4%) [6].

В молекулах цикланов содержится от одной до четырех метильных групп и в среднем один алкильный заместитель (C₁₃–C₁₄) нормального или разветвленного строения (присутствующие примерно в равных количествах). Среди разветвленных заместителей преобладают алкилы изопренанового

строения, а также алкилы с метилом в положении 2.

В результатах, представленных в работе Э.Х. Курашова и др., [6], наряду с аналогичными выводами по содержанию в нафтеновых структурах коротких заместителей [5] имеются новые данные о присутствии длинных звеньев в алифатической части циклических молекул.

В табл. 1 сопоставлены результаты определения структурно-группового состава начальной температурной фракции насыщенных углеводородов, полученные различными авторами методом масс-спектрометрии. Очевидно значительное расхождение в оценке количества отдельных циклических групп в усредненной молекуле фракции, которое, по всей видимости, связано с изучением различных по свойствам образцов нафталанской нефти.

Имеются также литературные данные об индивидуальном составе циклических углеводородов, в том числе биомаркеров – стерановых и тритерпановых.

Начальная стадия такого рода исследований имела общую схему, включающую хроматографическое выделение из нефти широкой фракции изопарафинафтеновых углеводородов и затем их разгонку под вакуумом. Концентрирование анализируемых углеводородов осуществлялось двумя способами: первый – термодиффузионное фракционирование с дополнительным жидкофазным делением концентрата на цеолитах марки СаХ [7]; второй – аддуктообразование с тиомочевинной с последующей очисткой от соизвлеченных компонентов хроматографией на Al_2O_3 [4]. Обнаружение углеводородов в концентратах осуществляли методами ГЖХ и хромато-масс-спектрометрии.

В работе И.М. Соколова и др. [8] показано, что среди бициклических структур в цикланах нафталанской нефти преобладают гомологи дримана.

Во фракции 180–250 °С изопарафино-нафтеновых углеводородов идентифицированы 15 трициклических структур рядов ундекана, додекана, тридекана и адамантана (C_{10} – C_{14}).

В насыщенной части фракции 250–350 °С нафталанской и русской нефтей идентифицированы диамантан, 4-метилдамантан. Содержание этих углеводородов в русской нефти значительно превышает их содержание в нафталанской нефти [9].

При исследовании фракции насыщенных углеводородов н.к. – 250 °С определен ряд углеводородов состава C_{10} – C_{13} , в котором наиболь-

Таблица 1

Содержание цикланов с различным числом циклов во фракциях насыщенных компонентов нафталанской нефти, % масс.

Число циклов в цикланах	Н.к. – 3000С	240 (н.к.) – 3000С	180 (н.к.) – 2500С
1	21,8	17,0	33,6
2	41,9	42,3	45,5
3	24,0	33,2	19,6
4	4,9	7,5	1,3

шие концентрации приходились на 1,1,3,4-тетраметилциклогексан; диметилпенталаны; мостиковые бициклические углеводороды; 1-метил-, 2-метил-, 1,3-диметиладамантаны; 3,8- и 3,9-диметилбициклодеканы. В отдельных термодиффузионных фракциях дистиллята 250–350 °С обнаружены заметные количества таких углеводородов ряда бициклогексана состава C_{14} – C_{16} : как дриман, гомодриман, метилдриман, содержащих геминально расположенные метильные группы. Было установлено также, что среди трициклических структур в заметных количествах присутствует пергидрофенантрен.

В работе [7] приведены сведения об обнаружении во фракции насыщенных углеводородов 420–500 °С стеранов состава C_{27} – C_{29} , а также адиантана, гопанов, α -ситостанов, причем преобладали изостераны, описанные в работе [10], что свидетельствовало о высокой химической превращенности нафтеновых углеводородов нафталанской нефти. Отмечалось также, что одноименные термодиффузионные фракции, выделенные из температурных фракций нафталанской нефти 420–500 °С и 350–420 °С, обладали оптической активностью.

Во фракции 450–520 °С нафтеновых углеводородов работы И.А. Мусаева и др. [4], применив комплексный метод исследования, идентифицировали пять тетрациклических углеводородов ряда стеранов (суммарное содержание в нефти – 0,03–0,05%) и пять пентациклических углеводородов ряда тритерпанов (суммарное содержание в нефти – 0,05–0,07%). Установлено, что нафталанская нефть относится к типу нафтеновых нефтей с низким содержанием стеранов и тритерпанов.

Впоследствии по результатам прямого масс-спектрометрического анализа фракций насыщенных углеводородов было оценено суммарное содержание углеводородов стерановой (1,32% в расчете на нефть) и тритерпановой структур (до 1% во фракции 450–

525 °С) [6]. Эти значения оказались завышенными по сравнению с данными аналогичных исследований, приведенными в других работах.

Сообщалось об идентификации во фракции 350–420 °С нафталанской нефти 17 индивидуальных стеранов, начиная с андростана (C_{19}) и заканчивая перегруппированным 24-этилхолестаном (C_{29}). Установлено, что среди изомеров андростана и прегнана (C_{21}) преобладают термодинамически наиболее устойчивые, имеющие циклопропанное кольцо. Отмечалась также относительно высокая концентрация так называемых перегруппированных стеранов, обычно не характерных для стеранов промышленных нефтей Азербайджана, но найденных в нефтях других регионов, например в нефтях Западной Сибири [10].

В соответствии с литературными данными нафталанская нефть по качественному и количественному распределению нафтеновых структур относится к глубоко биodeградированным нефтям химического типа Б-16 [8].

Как считают Т.В. Шепелева и А.М. Левшина [11], среди биodeградированных нефтей такого типа нафталанская нефть имеет ряд особенностей: в бициклических структурах преобладают гомологи дримана, в трициклических – адамантаны (с высоким содержанием), а в тетрациклических – много перегруппированных андростанов и прегнана. Кроме того, в нафталанской нефти отсутствуют изопреноиды.

Последнее утверждение не согласуется с данными работы И.А. Мусаева и др. [4], в которой идентифицированы в составе нафталанской нефти фитан и пристан. Причину этого разногласия следует искать, по-видимому, в использовании различными авторами неодинаковых по плотности образцов нафталанской нефти.

Совокупность обнаруженных в насыщенных компонентах нафталанской нефти специфических признаков: наличие перегруппированных стеранов,

характер соотношения адиантан/гопан, а также очень высокий коэффициент созревания, равный ~6 (в нефтях Апшерона – 1,7–1,9), как считает А.А. Петров [12] является результатом воздействия терригенных (глинистых) пород в процессе формирования этой нефти.

С учетом характеристики нефтеносной части в работе И.М. Соколова и др. [8] рассмотрены геохимические аспекты проблемы лечебной нафталанской нефти. Сделан вывод о том, что нафталанская нефть генерирована в других толщах (по сравнению с близкими по свойствам тяжелыми нефтями Апшерона, а также месторождений Банка Дарвина и Грязевая Сопка); и генерация ее, по всей видимости, произошла в глинистых породах. Это заключение полностью подтверждает предположение об условиях генерации лечебной нефти, сделанное по итогам геологических разработок, проводившихся на Нафталанском месторождении.

Особенности химического состава нефтяных углеводородов нафталанской нефти обуславливают универсальность и многообразие ее лечебного действия. Это действие вызывает не один какой-либо тип углеводородов (например, циклопентанопергидрофенантеновой структуры, как предполагалось ранее), а совокупность содержащихся в нефти различных соединений нефтяного характера, к которым могут быть отнесены как стерановые, так и тритерпановые углеводороды, а также углеводороды мостикового типа сочленения [5].

Учитывая результаты исследований, авторы работ также высказывали предположения о взаимосвязи уникальной физиологической активности нафталанской нефти и своеобразного состава ее насыщенных углеводородов.

Углубленным анализом концентрата высокомолекулярных углеводородов,

выделенных из нафталанской нефти и ее вакуумного остатка (<450 °С), в их составе обнаружены фрагменты реликтовых углеводородов, которые, как считают исследователи, и являются основным источником высокой биологической активности лечебной нефти [1]. Эти фрагменты обнаружены не только в нафтенно-парафиновой части концентрата, но и в составе аренов, имеющих нафтенно-ароматический характер.

Оригинальное предположение о возможном механизме физиологического действия нафталанской нефти высказано в работе [13]. Установив, что общая ингибирующая активность (по содержанию и типам природных антиоксидантов) лечебной нефти в 3–4 раза больше, чем в промышленной, авторы связывают высокий биологический потенциал лечебной нефти с ее антирадикальными ингибирующими свойствами. Определено также, что с глубиной залегания нафталанской нефти (от верхней к нижней, промышленной части месторождения) уменьшаются величины ее показателей ингибирования. На этом основании авторы устанавливают корреляцию ингибирующей активности и лечебных свойств нафталанской нефти.

Однако они утверждают, что среди исследованных нефтяных компонентов максимальная брутто-ингибирующая активность приходится на асфальтены и смолы.

С глубиной по разрезу месторождения в составе нафталанской нефти убывает концентрация асфальтосмолистых веществ. Не исключено, что именно это изменение состава в большей степени влияет на снижение ингибирующих свойств нафталанской нефти.

Таким образом, несмотря на то, что вопрос «действующего начала» лечебной нафталанской нефти активно изучается, результаты этих исследований представляются весьма проблематичными. В них, к сожалению,

отсутствует четкий биологический критерий, подтверждающий выводы химического анализа.

Сомнений не вызывает лишь установленный экспериментальными работами факт благоприятного действия на различные функции живого организма суммы нафтяных углеводородов лечебной нафталанской нефти: как широкой фракции, так и узких температурных фракций, полученных после вакуумной разгонки ее.

На основании результатов опытов, проведенных на экспериментальных животных, было установлено также, что нафтеносные углеводороды нафталанской нефти малотоксичны. Они успешно испытаны при лечении язвенной болезни желудка и двенадцатиперстной кишки [14].

В связи с тем, что эффективность биологического действия нафтяных углеводородов оказалась намного выше действия самой нефти, проведены исследования [15] по разработке технологии концентрирования этих углеводородов в нефти за счет удаления асфальто-смолистых компонентов (получение «обессмоленного нафталана»). Разработана также технология [16] обессмоливания и полной ее деароматизации (получение нафтяных углеводородов). Показано преимущество обессмоливания и деароматизации контактной обработкой адсорбентом (или обессмоливание в растворе жидкого пропана) по сравнению с кислотно-контактным методом. Обессмоленный нафталан и нафтеносные углеводороды, полученные на опытной установке СТБ (ОП «Присадка» ИХН АН АЗССР), при применении в бальнеологических процедурах оказывали меньше побочных воздействий, чем природная лечебная нефть [15]. Разработаны методические рекомендации по применению «обессмоленного нафталана» и нафтяных углеводородов для лечебных процедур [17, 18, 19]. [НГХ](#)

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Ашумов Г.Г., Агаева Р.И. Исследование углеводородного состава нафталанской нефти // *Азерб. хим. журн.* 1971. № 1. С. 88.
2. Бабаев Р.М., Ашумов Г.М., Агаева Р.А. и др. Сравнение нафталанской лечебной нефти с нефтями других районов Азербайджана // *Сб. тр. ИНХП АН Азерб. ССР.* – Баку, 1973. Вып. 4. С. 149–156.
3. Самедова Ф.И., Агаева Р.М. О выявлении возможности расширения ресурсов биологически активных нефтей // *Азерб. нефт. хозяйство.* 1987. № 10. С. 41.
4. Мусаев И.А., Ушакова И.Б., Курашова Э.Х. и др. О химическом составе нафталанской нефти // *Нефтехимия.* 1980. № 1. С. 14–20.
5. Кулиев А.М., Бузова Н.Г., Мурадов А.Н. и др. Исследование нафтяных углеводородов нафталанской нефти // *Республиканская конференция «Химия и технологии присадок к маслам, топливам и смазочно-охлаждающим жидкостям»*: Тез. докл. – Баку: ИХП АН Азерб. ССР, 1978. С. 94.
6. Курашова Э.Х., Бродский Е.С., Мусаев И.А. и др. Цикланы нафталанской нефти // *Нефтехимия.* 1983. Т. 23. № 2. С. 147.
7. Кулиев А.М., Левшина А.М., Шепелева Т.В. Исследование нафтяных углеводородов фракции 450–500 °С нафталанской нефти // *Докл. АН Азерб. ССР.* 1980. № 10. С. 50–53.
8. Соколова И.М., Абриотина Н.Н., Левшина А.М. и др. Химическая типизация нафтяных нефтей // *Нефтехимия.* 1989. Т. 29, № 5. С. 605.
9. Мусаев И.А., Багрий Е.И., Курашова Э.Х. и др. Диамантан и 4-метилдиамантан в нафталанской и русской нефтях // *Нефтехимия.* 1983. Т. 23, № 5. С. 600.
10. Кулиев А.М., Петров А.А., Левшина А.М. и др. Стераны нафталанской нефти // *Азерб. хим. журн.* 1984. № 2. С. 48.
11. Шепелева Т.В., Левшина А.М. Исследование состава некоторых фракций насыщенных углеводородов лечебной нафталанской и других нафтеносных нефтей // *Нефтехимия.* 1983. Т. 23, № 5. С. 600.

- вых нефтей // Международная конференция по химии нефти: Тез. докл. – Томск, 1991. С. 163–174.
12. Петров А.А. Углеводороды нефти. – М.: Наука, 1984. 263 с.
 13. Шахтахтинский Т.Н., Зейналов Э.Б., Мамедова Х.А., Алиева Н.И. Связь биологической активности нафталановых нефтей с ингибирующей особенностью // Докл. АН СССР. 1991. Т. 317. № 3. С. 658–660.
 14. Баладжаева С.С. Патогенетические принципы лечения язвенной болезни нафталановыми углеводородами нафталанской нефти // Матер. 4-й науч. конф. по проблеме нафталан. – Баку: Изд-во Минздрава Азерб. ССР, 1968. С. 55.
 15. Кулиев А.М., Левшина А.М., Аталяев А.А., Мурадов А.Н. Исследование углеводородного состава обессмоленной различными методами нафталанской нефти // Азерб. хим. журн. 1969. № 3. С. 66.
 16. Кулиев А.М., Левшина А.М., Бузова Н.Г., Мурадов А.Н. Исследование состава нафтеновых углеводородов нафталанской нефти и разработка технологии их выделения // Тр. респ. науч. конф. по нафталану «Актуальные вопросы нафталанотерапии». – Баку, 1982. С. 14.
 17. Методические рекомендации по комплексному применению курортных факторов Азербайджанской ССР при лечении различных заболеваний (утв. Минздравом Азерб. ССР). – Баку: Азернешр, 1984. С. 69–82.
 18. Полякова Л.П., Джафаров С.И., Адигезалова В.А., Мовсумзаде Э.М. Химический состав и свойства нефтей различных горизонтов Нафталанского месторождения. – Уфа: Реактив, 2001. 124 с.
 19. Адигезалова В.А. Нафталанское месторождение и биологически активные компоненты нафталанской нефти // Башкир. хим. журн. 2009. Т. 16, № 1. С. 96–98.

A STUDY OF SATURATED HYDROCARBONS AND OPPORTUNITIES OF THEIR USAGE

Adigozalova V.A., Cand. Sci. (Biol.), Associate Prof., Department of Normal Physiology Azerbaijan State Academy of Physical Culture and Sport. (98, Fatali Khan Khoyski ave., AZ1072, Baku, Azerbaijan)

ABSTRACT

This paper discusses study on physical and chemical properties and chemical composition of oils of Naftalan field to find the peculiarities of its biological effect. A comparative study on structure-group composition of saturated hydrocarbons isolated from differed by the properties samples of Natalan oil was done to find their «working start».

Keywords: naftalan oil, physical and chemical characteristics, biological activity.

REFERENCES

1. Ashumov G.G., Agayeva R.I. *Azerb. khim. zhurn.* 1971, no. 1, p. 88. (In Russian).
2. Babayev R.M., Ashumov G.M., Agayeva R.A. and etc. Sravneniye naftalanskoj lechebnoy nefiti s neftyami drugikh rayonov Azerbaydzhana [Comparison of Naftalan therapeutic oil with oil from other regions of Azerbaijan]. *Sb. tr. INKHP AN Azerb. SSR* [Proc. Institute of Petrochemical Processes of the Azerbaijan National Academy of Sciences]. Baku, 1973, vol. 4, pp. 149–156.
3. Samedova F.I., Agayeva R.M. *Azerb. neft. khozyaystvo.* 1987, no. 10, p. 41. (In Russian).
4. Musayev I.A., Ushakova I.B., Kurashova E.Kh. and etc. *Neftekhimiya* (Petroleum Chemistry). 1980, no. 1, pp. 14–20. (In Russian).
5. Kuliyeв A.M., Buzova N.G., Muradov A.N. and etc. Issledovaniye naftenovykh uglevodorodov naftalanskoj nefiti [Research naphthenes Naftalan oil]. *Tez. dokl. Respublikanskoy konferentsii «Khimiya i tekhnologii prisadok k maslam, toplivam i smazochno-okhlazhdayushchim zhidkostyam»* [Abstract rep. of Republican Conference “Chemistry and technology of additives to oils, fuels and cutting fluids”]. Baku: Institute of Chemistry of the Azerbaijan Academy of Sciences, 1978, p. 94.
6. Kurashova E.Kh., Brodskiy Ye.S., Musayev I.A. and etc. *Neftekhimiya* (Petroleum Chemistry), 1983, vol. 23, no. 2, p. 147. (In Russian).
7. Kuliyeв A.M., Levshina A.M., Shepeleva T.V. *Dokl. AN Azerb. SSR.* 1980, no. 10, pp. 50–53. (In Russian).
8. Sokolova I.M., Abryutina N.N., Levshina A.M. and etc. *Neftekhimiya* (Petroleum Chemistry). 1989, vol. 29, no. 5, p. 605. (In Russian).
9. Musayev I.A., Bagriy Ye.I., Kurashova E.Kh. and etc. *Neftekhimiya* (Petroleum Chemistry). 1983, vol. 23, no. 5, p. 600. (In Russian).
10. Kuliyeв A.M., Petrov A.A., Levshina A.M. and etc. *Azerb. khim. zhurn.* 1984, no. 2, p. 48. (In Russian).
11. Shepeleva T.V., Levshina A.M. Issledovaniye sostava nekotorykh fraktsiy nasyshchennykh uglevodorodov lechebnoy naftalanskoj i drugikh naftenovykh neftey [Investigation of the composition of some fractions of saturated hydrocarbons therapeutic Naftalan and other naphthenic oils]. *Tez. dokl. Mezhdunarodnoy konferentsii po khimii nefiti* [Abstract rep. of International Conference on oil chemistry]. Tomsk, 1991, pp. 163–174.
12. Petrov A.A. *Uglevodorody nefiti* [Hydrocarbons of oil]. Moscow, Nauka Publ., 1984, 263 p.
13. Shakhtakhtinskiy T.N., Zeynalov E.B., Mamedova Kh.A., Aliyeva N.I. *Dokl. AN SSSR.* 1991, vol. 317, no. 3, pp. 658–660. (In Russian).
14. Baladzhayeva S.S. Patogeneticheskiye printsipy lecheniya yavzennoy bolezni naftenovyimi uglevodorodami naftalanskoj nefiti [Pathogenetic principles of treatment of peptic ulcer naphthenic hydrocarbons Naftalan oil]. *Mater. 4-y nauch. konf. Po problem naftalana* [Proc. of 4th Scientific Conf. by Naftalan problem]. Baku, Minzdrav Azerb. SSR Publ., 1968, p. 55.
15. Kuliyeв A.M., Levshina A.M., Atal'yev A.A., Muradov A.N. *Azerb. khim. zhurn.* 1969, no. 3, p. 66. (In Russian).
16. Kuliyeв A.M., Levshina A.M., Buzova N.G., Muradov A.N. Issledovaniye sostava naftenovykh uglevodorodov naftalanskoj nefiti i razrabotka tekhnologii ikh vydeleniya [The study of the naphthenic hydrocarbons Naftalan oil and development of their isolation technology]. *Tr. resp. nauch. konf. po naftalanu «Aktual'nyye voprosy naftalanoterapii»* [Proc. Resp. Scientific Conf. “Actual problems of therapy naftalan”]. Baku, 1982, p. 14.
17. *Metodicheskiye rekomendatsii po kompleksnomu primeneniyu kurortnykh faktorov Azerbaydzhanskoj SSR pri lechenii razlichnykh zabolevaniy* [Guidelines for the integrated use of resort factors of the Azerbaijan SSR in the treatment of various diseases]. Baku, Azerneshr Publ., 1984, pp. 69–82.
18. Polyakova L.P., Dzhafarov S.I., Adigezalova V.A., Movsumzade E.M. *Khimicheskiy sostav i svoystva neftey razlichnykh gorizontov Naftalanskog omestorozhdeniya* [The chemical composition and properties of oils of different horizons Naftalan field]. Ufa, Reaktiv Publ., 2001, 124 p.
19. Adigezalova V.A. *Bashkir. khim. zhurn.* 2009, vol. 16, no. 1, pp. 96–98. (In Russian).