



DOI 10.22363/2312-8143-2018-19-1-102-111

УДК 622.691.24:624.953 (470.26)

## АНАЛИЗ ЭФФЕКТИВНОСТИ НЕСТАЦИОНАРНОГО ОТБОРА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ОПТИЧЕСКИХ И ХРОМАТОГРАФИЧЕСКИХ МЕТОДОВ

И.А. Гуськова, Е.В. Леванова, И.Е. Белошапка

Альметьевский государственный нефтяной институт  
Российская Федерация, Республика Татарстан, 423452, Альметьевск, ул. Ленина, 2

Проблема рентабельной добычи нефти из карбонатных коллекторов с каждым годом приобретает все более актуальное значение в связи с уменьшением запасов нефти в терригенных коллекторах. Извлечение нефти из карбонатных коллекторов всегда связано с низкими фильтрационными свойствами матрицы породы и наличием густой сети трещин. К одному из наиболее эффективных методов на данном этапе разработки для карбонатных коллекторов можно отнести технологию нестационарного дренирования. Разработка технологии нестационарного дренирования продуктивных пластов путем определения эффективного времени воздействия с различными периодами работы и накопления скважины, за счет деформаций в трещинной системе, позволит снизить процент обводнения скважин. В результате перераспределения потоков жидкости в пласте вовлекаются не выработанные участки за счет капиллярной пропитки. Важным этапом при применении нестационарного воздействия является исследование оптических свойств нефти. Для оценки качества запасов вовлеченных в разработку в работе проводились лабораторные исследования эффективности нестационарного отбора 303-й залежи Ромашкинского нефтяного месторождения. Исследования проводились на спектрофотометре и хроматографе. Было установлено влияние нестационарного отбора на динамику работы скважин и на конечный КИН.

**Ключевые слова:** Нестационарный отбор, 303 залежь, Ромашкинское месторождение, коэффициент светопоглощения, хроматограф, спектрофотометр

В настоящее время, когда степень выработки начальных извлекаемых запасов терригенных отложений девона превышает 90%, все больше внимания уделяется трудноизвлекаемым запасам возвратных эксплуатационных объектов, к которым относятся карбонатные отложения нижнего и среднего карбона.

Извлечение нефти из карбонатных коллекторов всегда сопряжено с двумя факторами: низкими фильтрационными свойствами матрицы породы и наличием густой сети трещин, — что обусловлено условиями осадконакопления. На залежах 301—303 это усугубляется еще и тем, что нефтяная залежь подстилается достаточно активной подошвенной водой и имеются зоны разуплотнений коллекторов, так называемые зоны полного ухода бурового раствора [1—6]. Разработка технологии нестационарного дренирования продуктивных пластов 303-й залежи путем определения эффективного времени воздействия с различными периодами работы и накопления скважины, за счет деформаций в трещинной системе, позволит снизить процент обводнения скважин. В результате перераспределения по-

токов жидкости в пласте вовлекаются не выработанные участки за счет капиллярной пропитки.

Важным этапом при применении нестационарного воздействия является исследование оптических свойств нефти. Для оценки качества запасов вовлеченных в разработку необходимо применение оптических и хроматографических исследований

Хроматография — метод разделения, анализа и физико-химических исследований веществ, основанный на перемещении зоны вещества вдоль слоя сорбента в потоке подвижной фазы с многократным повторением сорбционных и десорбционных актов. При этом разделяемые вещества распределяются между двумя несмешивающимися фазами (в зависимости от их относительной растворимости в каждой фазе): подвижной и неподвижной [7]. Использование хроматографии позволяет определить содержание линейных алканов в исследуемых пробах нефти.

Наиболее чувствительны, достаточно быстро и точно определяемы интегральные параметры нефти — оптические характеристики, а именно, коэффициент светопоглощения ( $K_{\text{сп}}$ ) нефти. Спектрофотометрические методы анализа на протяжении нескольких десятилетий достаточно широко использовали в промышленной практике для решения ряда задач разработки нефтяных месторождений. Фотокolorиметры и спектрофотометры, работающие в видимой и ближней ультрафиолетовой и ближней инфракрасной областях светозлучения позволяют определить оптическую плотность — параметр, характеризующей способность вещества поглощать свет и затем получить пересчетный параметр. К настоящему моменту времени накоплен большой опыт применения этих методов для контроля процессов разработки нефтяных месторождений. Оптическим методам уделяется особое внимание в вопросах определения эффективности методов увеличения нефтеизвлечения. В качестве примера можно отметить такие работы как [8–15].

В лаборатории кафедры «Разработка и эксплуатация нефтяных и газовых месторождений» АГНИ в период с октября 2016 г. по август 2017 г. проводились исследования проб добываемой нефти 303-й залежи Ромашкинского месторождения на хроматографе Shimadzu GC 2010 Plus и спектрофотометре Shimadzu UV-1800. Предварительно проведено центрифугирование при постоянной температуре 20 °С.

В таблицах 1—3 представлены результаты оптических исследований нефти на скважинах 303-й залежи Ромашкинского месторождения.

Таблица 1

**Значения коэффициента светопоглощения по скважинам 303-й залежи Ромашкинского месторождения: октябрь 2016 г.**  
**[Light absorption coefficient values for wells of the deposit 303 of the Romashkinskoye field (10.2016)]**

Длина волны, нм [Wavelength, nm]	Скважина				
	***46	***43	***73	***60	***55Г
	$K_{\text{сп}}, 1/\text{см}$				
385	11357,7	11491,15	11502,76	11470,84	11357,7
410	11598,49	11583,99	11589,79	11496,95	11598,49
540	7322,309	8227,444	7864,81	7183,058	7322,309

Таблица 2

**Значения коэффициента светопоглощения по скважинам 303-й залежи  
Ромашкинского месторождения: июль 2017 г.**  
[Light absorption coefficient values for wells of the deposit 303  
of the Romashkinskoye field (07.2017)]

Длина волны, нм [Wavelength, nm]	Скважина				
	***46	***43	***73	***60	***55Г
	$K_{\text{сп}}, 1/\text{см}$				
385	11386,71	11575,28	11546,27	11528,87	11549,17
410	11537,57	11604,29	11569,48	11581,09	11453,44
540	6176,385	6794,314	7911,227	7940,238	7632,724

Таблица 3

**Значения коэффициента светопоглощения по скважинам 303-й залежи  
Ромашкинского месторождения: август 2017 г.**  
[Light absorption coefficient values for wells of the deposit 303  
of the Romashkinskoye field (08.2017)]

Длина волны, нм [Wavelength, nm]	Скважина				
	***46	***43	***73	***60	***55Г
	$K_{\text{сп}}, 1/\text{см}$				
385	4664,926	4551,784	6031,332	4934,726	5375,689
410	4160,139	4052,8	5340,876	4398,027	4786,771
540	800,6963	954,4531	1041,485	832,6081	1163,33

В результате были получены следующие результаты:

- 1) состав добываемой нефти исследуемых скважин отличается незначительно;
- 2) после применения технологии (табл. 3) коэффициент светопоглощения уменьшается в несколько раз, что свидетельствует об увеличении коэффициента охвата пласта и улучшении качества продукции;
- 3) реакция скважин на применение нестационарного отбора различна: коэффициент светопоглощения добываемой нефти по скважине \*\*\*73 уменьшился в 1,9 раз, по скважине \*\*\*43 в 2,5 раза.

В таблицах 4–6 представлены результаты хроматографических исследований за период с октября 2016 г. по август 2017 г. на скважинах 303-й залежи Ромашкинского месторождения, по результатам которого было установлено:

- 1) по всем анализируемым скважинам максимум содержания линейных алканов изменяется в сторону более легких фракций;
- 2) по скважинам \*\*\*55Г, \*\*\*60 изменение максимальной концентрации линейных алканов зафиксировано по хроматографическим исследованиям в июле 2017 г., по скважинам \*\*\*73, \*\*\*43 и \*\*\*46 — в августе 2017 г.;
- 3) данные результаты подтверждают результаты оптических исследований и свидетельствуют об эффективности проводимого мероприятия.

Таблица 4

**Концентрация линейных алканов на скважинах 303-й залежи  
Ромашкинского месторождения: октябрь 2016 г.**  
[Linear alkanes concentration at wells of the deposit 303 of the Romashkinskoye field (10.2016)]

Линейные алканы [Linear alkanes]	Концентрация по скважинам [Concentration]				
	***55Г	***60	***73	***43	***46
C5	2,398525	1,07542	0,604265	1,695	0,22718

Окончание табл. 4

Линейные алканы [Linear alkanes]	Концентрация по скважинам [Concentration]				
	***55Г	***60	***73	***43	***46
C6	1,890065	0,52349	1,044135	1,654495	0,8025
C7	2,841745	1,288247	1,313355	2,39456	1,91946
C8	5,491575	4,009283	3,954715	4,619725	5,33922
C9	6,290275	5,80696	5,76342	5,51443	7,28411
C10	6,472565	6,69737	6,53934	6,141235	7,95264
C11	7,098505	7,635503	7,388445	7,012105	8,61328
C12	5,895725	6,474563	6,18825	5,92247	6,83732
C13	5,148945	5,838317	5,540615	5,19022	5,52318
C14	6,86935	8,011813	7,428655	7,397535	7,52682
C15	5,97898	6,472013	6,433925	6,03538	6,00185
C16	4,53429	4,907023	4,892055	5,29028	4,99331
C17	3,65475	4,072477	3,943545	3,762665	3,42143
C18	3,706315	4,170253	3,82799	3,733305	3,37987
C19	3,806625	4,218607	4,189855	3,97997	3,35893
C20	3,386295	3,668447	3,75132	3,55607	2,98593
C21	2,77241	2,971567	3,09983	2,9399	2,44976
C22	2,535895	2,642687	2,812415	2,711675	2,25861
C23	2,1623	2,252443	2,430695	2,32333	1,93738
C24	1,768805	1,803457	2,023015	1,907585	1,60969
C25	2,005705	2,021373	2,29032	2,15564	1,88793
C26	1,55706	1,45968	1,70919	1,63448	1,52146
C27	1,301915	1,175517	1,42702	1,323645	1,34791
C28	1,281775	1,043193	1,270025	1,278535	1,40738
C29	0,98968	0,767297	1,103945	0,957655	1,14888
C30	0,58352	0,439873	0,62571	0,54124	0,75199
C31	0,529175	0,58816	0,708455	0,7018	0,74907
C32	0,350525	0,383313	0,468075	0,447085	0,4409
C33	0,20025	0,198203	0,258465	0,25517	0,20891
C34	0,155025	0,161293	0,184575	0,1834	0,14178
C35	0,205565	0,253823	0,34138	0,25294	0,19106
C36	0,18468	0,181127	0,23621	0,19961	0,19848
C37	0,157935	0,161573	0,192585	0,18325	0,17694
C38	0,10088	0,08183	0,119875	0,122175	0,09659
C39	0,063465	0,042827	0,039345	0,024335	0,05556
C40	0,042615	0,081107	0,031545	0,026275	0,02511

Таблица 5

**Концентрация линейных алканов на скважинах 303-й залежи  
Ромашкинского месторождения: июль 2017 г.  
[Linear alkanes concentration at wells of the deposit 303 of the Romashkinskoye field (07.2017)]**

Линейные алканы [Linear alkanes]	Концентрация по скважинам [Concentration]				
	***55Г	***60	***73	***43	***46
C5	1,29133	10,91702	1,66597	0,37327	0,92044
C6	6,95113	6,57495	0,81560	0,21672	0,44198
C7	18,91217	13,71253	5,89832	5,16694	5,23109
C8	14,89222	11,40848	4,84621	6,14726	4,82899
C9	11,86014	9,81732	5,44710	6,93135	5,64044

Окончание табл. 5

Линейные алканы [Linear alkanes]	Концентрация по скважинам [Concentration]				
	***5Г	***60	***73	***43	***46
C10	7,95788	7,93107	5,65470	6,63591	5,95195
C11	6,15813	6,95973	6,29633	7,03610	6,69025
C12	4,02376	4,69062	5,23370	5,85779	5,60141
C13	3,27527	4,08004	5,08326	5,41927	5,26672
C14	3,88271	4,93812	7,91429	8,02806	7,86559
C15	2,50796	3,20473	4,85386	4,89742	5,24366
C16	2,72893	3,22944	5,34147	5,34817	5,42982
C17	0,88258	1,13891	2,07748	2,08667	2,41553
C18	1,61948	1,76627	3,70265	3,68807	3,84799
C19	1,78542	1,66662	3,91862	3,78978	3,98235
C20	1,51127	1,13465	3,46479	3,29667	3,48195
C21	1,08930	0,65414	2,82476	2,68476	2,83749
C22	0,94423	0,46895	2,69250	2,49207	2,66469
C23	0,76494	0,36735	2,33939	2,09240	2,23854
C24	0,57717	0,32477	1,96870	1,69741	1,84090
C25	0,53328	0,32982	1,95589	1,65056	1,79661
C26	0,44098	0,25507	1,70942	1,42233	1,61336
C27	0,44605	0,18081	1,36330	1,11613	1,32084
C28	0,37620	0,17837	1,28862	1,04148	1,27264
C29	0,27626	—	0,97397	0,77890	0,97554
C30	0,16102	—	0,55604	0,41695	0,56752
C31	0,15232	—	0,61351	0,50900	0,57185
C32	0,11827	—	0,40053	0,33694	0,37043
C33	0,13913	—	0,23424	0,14321	0,21693
C34	—	—	0,18316	0,15164	0,16410
C35	—	—	0,44242	0,34641	0,09853
C36	—	—	0,10170	0,05700	0,09297
C37	—	—	0,17753	0,11884	0,13012
C38	—	—	0,08781	0,06117	0,06689
C39	—	—	0,04640	0,03203	0,08495
C40	—	—	0,04792	0,26301	0,28886

Таблица 6

**Концентрация линейных алканов на скважинах 303-й залежи  
Ромашкинского месторождения: август 2017 г.  
[Linear alkanes concentration at wells of the deposit 303 of the Romashkinskoye field (08.2017)]**

Линейные алканы [Linear alkanes]	Концентрация по скважинам [Concentration]				
	***5Г	***60	***73	***43	***46
C5	—	—	—	—	—
C6	—	0,66028	0,36750	1,75730	0,56370
C7	2,23674	1,08337	1,52642	4,25763	1,42245
C8	24,26208	19,78441	18,80998	24,60159	27,77366
C9	13,48171	9,20603	10,43769	14,39752	11,99449
C10	6,16914	5,65361	5,13486	5,50514	5,96859
C11	3,79953	4,55310	4,18367	3,34282	4,04048
C12	3,18300	3,67776	2,89767	1,43121	3,47505
C13	5,24944	3,90836	5,71516	4,91225	3,87857

Линейные алканы [Linear alkanes]	Концентрация по скважинам [Concentration]				
	***5Г	***60	***73	***43	***46
C14	7,68164	5,46010	7,43504	6,28022	6,55156
C15	5,14725	4,07139	4,97726	4,03129	4,21341
C16	4,55401	5,50699	4,75387	3,94614	3,56259
C17	2,10496	1,54045	3,06103	2,52027	2,18405
C18	2,78490	2,68419	3,89440	3,20336	3,00588
C19	3,74228	3,43068	3,71228	3,06867	2,97594
C20	3,09629	3,11768	3,24654	2,49371	2,46252
C21	2,61441	2,44287	2,52807	2,02853	2,01779
C22	2,38837	2,39395	2,33915	1,86914	1,80800
C23	1,95859	2,03932	1,91578	1,51129	1,46838
C24	1,55380	1,64331	1,51056	1,16540	1,12124
C25	1,56500	1,70920	1,55742	1,17275	1,03457
C26	1,32752	1,25744	1,27367	0,97614	0,91559
C27	1,09934	1,29984	1,04208	—	0,75732
C28	—	1,76576	0,99414	—	0,73362
C29	—	1,51225	—	—	—
C30	—	0,96435	—	—	—
C31	—	0,93053	—	—	—
C32	—	0,56878	—	—	—

### Выводы

1. Хроматографические и оптические исследования свидетельствуют о первоначально схожем составе добываемой нефти до применения нестационарного отбора.

2. По результатам хроматографических и оптических исследований добываемой нефти можно судить об увеличении коэффициента охвата в результате применения нестационарного отбора жидкости на 303-й залежи.

3. Для детального анализа влияния технологических параметров нестационарного отбора жидкости подтверждения полученных выводов необходимо дополнить лабораторные исследования.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

- [1] *Хамидулина А.Н., Яминова Л.Н.* Уточнение геологического строения и особенности разработки карбонатных отложений залежей 301—303 Ромашкинского месторождения // Нефтяное хозяйство. 2015. № 7. С. 30—33.
- [2] *Ибатуллин Р.Р., Низаев Р.Х., Евдокимов А.М.* Совершенствование системы разработки на основе моделирования карбонатных отложений залежи 302—303 Ромашкинского нефтяного месторождения // Сб. науч. тр. ТатНИПИнефть. 2012. № LXXX. С. 75—77.
- [3] *Хамидулина А.Н., Яминова Л.Н.* Особенности геологического строения и эксплуатации карбонатных коллекторов с высокой трещиноватостью // Нефтяное хозяйство. 2015. № 3. С. 47—52.
- [4] *Шайдуллин Р.Г., Гуськов Д.В.* Модель трещинообразования в карбонатном массиве 302, 303 залежей нефти Ромашкинского месторождения // Научный журнал «Георесурсы». 2006. № 4. С. 14—17.

- [5] *Хамидуллин М.М.* Повышение эффективности разработки сложнопостроенных карбонатных коллекторов (на примере разработки залежей 302—303 Ромашкинского месторождения): автореф. дисс. ... канд. техн. наук. Бугульма, 2006. С. 6—21.
- [6] *Хисамов Р.С.* Проблемы выработки трудноизвлекаемых запасов нефти на поздней стадии разработки и инновационные технологии их решения // *Георесурсы.* 2012. № 3(45). С. 8—13.
- [7] *Царев Н.И., Царев В.И., Катраков И.Б.* Практическая газовая хроматография: учебно-метод. пособие для студентов хим. ф-та по спецкурсу «Газохроматографические методы анализа». Барнаул: Изд-во Алт. ун-та, 2000. 156 с.
- [8] *Девликамов В.В., Мархасин И.Л., Бабалян Г.А.* Оптические методы контроля за разработкой нефтяных месторождений. М.: Недра, 1970. 160 с.
- [9] *Евдокимов И.Н., Лосев А.П.* Возможности оптических методов исследований в системах контроля разработки нефтяных месторождений: монография. М.: Изд-во «Нефть и газ», 2007. 228 с.
- [10] *Габдрахманов, А.Т., Гарипова Л.И., Леванова Е.В.* Обзор фотоколориметрических и спектрофотометрических исследований нефтей для решения геолого-промысловых задач // *Ученые записки Альметьевского гос. нефтяного ин-та.* Т. VII. 2009. С. 112—118.
- [11] *Фаррахов, И.М.* Методика лабораторных и статистических исследований оптических свойств высоковязкой нефти // *Ученые записки АГНИ.* 2010. Т. VIII. С. 9—16.
- [12] *Гуськова И.А., Габдрахманов А.Т.* Исследование влияния применения методов увеличения нефтеотдачи пластов на изменение свойств добываемой нефти // *Нефтяное хозяйство.* 2011. № 4. С. 101—103.
- [13] *Янаева О.В., Барская Е.Е., Ганеева Ю.М., Гуськова И.А., Габдрахманов А.Т., Юсупова Т.Н.* Анализ изменения состава и свойств добываемой нефти в результате проведения ГРП // *Вестник Казанского технологического университета.* 2014. Т. 17. № 3. С. 265—267.
- [14] *Янаева О.В., Барская Е.Е., Ганеева Ю.М., Охотникова Е.С., Гуськова И.А., Габдрахманов А.Т., Юсупова Т.Н.* Оценка действия гидроразрыва карбонатного пласта с закачкой кислото-содержащего реагента по изменению состава и свойств добываемой нефти // *Вестник Казанского технологического университета.* 2014. Т. 17. № 7. С. 263—265.
- [15] *Габдрахманов А.Т.* Контроль процессов воздействия на пласты с применением комплексного метода анализа спектров видимого оптического поглощения образцов добываемой нефти: дисс. ... канд. техн. наук. Бугульма, 2011.

© Гуськова И.А., Леванова Е.В., Белошапка И.Е., 2017

#### **История статьи:**

Дата поступления в редакцию: 10 декабря 2017

Дата принятия к печати: 14 января 2018

#### **Для цитирования:**

*Гуськова И.А., Леванова Е.В., Белошапка И.Е.* Анализ эффективности нестационарного отбора с использованием оптических и хроматографических методов // *Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Инженерные исследования.* 2018. Т. 19. № 1. С. 102—111. DOI 10.22363/2312-8143-2018-19-1-102-111

#### **Сведения об авторах:**

*Ирина Алексеевна Гуськова* — доктор технических наук, проректор по научной работе, зав. кафедрой, профессор кафедры разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений Альметьевского государственного нефтяного института. *Область научных интересов:* научные разработки в области добычи нефти в осложненных условиях, проблем добычи трудноизвлекаемых запасов. *Контактная информация:* e-mail: guskovaagn1@rambler.ru

*Евгения Васильевна Леванова* — кандидат технических наук, доцент кафедры разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений Альметьевского государственного нефтяного института. *Область научных интересов*: особенности применения методов увеличения нефтеизвлечения и обработки призабойной зоны пластов на поздней стадии разработки нефтяных месторождений. *Контактная информация*: e-mail: evgeniyalevanova@rambler.ru

*Белашапка Иван Евгеньевич* — аспирант кафедры разработки и эксплуатации нефтяных и газовых месторождений Альметьевского государственного нефтяного института. *Область научных интересов*: повышение эффективности разработки месторождений с трудноизвлекаемыми запасами нефти, фильтрационные исследования. *Контактная информация*: e-mail: i.e.beloshapka@gmail.com

## **OPTICAL AND CHROMATOGRAPHIC METHODS FOR EFFICIENCY ANALYSIS OF NON-STATIONARY PRODUCTION**

**I.A. Guskova, E.V. Levanova, I.E. Beloshapka**

Almetyevsk State Oil Institute  
2, Lenina str., Almetyevsk, 423452, Tatarstan Republic, Russian Federation

The problem of cost-effective oil production from carbonate reservoirs becomes more and more important every year due to a decrease in oil reserves in terrigenous reservoirs. Oil extraction from carbonate reservoirs is always associated with the low filtration properties of the rock matrix and the dense fracture network presence. One of the most effective methods at this development stage for carbonate reservoirs is the non-stationary drainage technology. The development of non-stationary deposit drainage technology by determining the effective action time with different work periods and well accumulation, due to deformations in the fracture system, will allow reducing wells watering percentage. As a result of fluid flows redistribution in the formation, unprocessed areas are attracted by capillary impregnation. An important stage in the application of non-stationary action is the study of oil optical properties. To assess the quality of the reserves involved in the development, laboratory studies of the deposit non-stationary production efficiency of the Romashkinskoye oil field were carried out. The investigations were carried out using a spectrophotometer and a chromatograph. The influence of non-stationary selection on the wells operation dynamics and on the final ORC was determined.

**Key words:** non-stationary production, deposit 303, Romashkinskoye field, light absorption coefficient, chromatograph, spectrophotometer

### **REFERENCES**

- [1] Khamidullina A.N., Yaminova L.N. Geological structure refinement and special considerations for the development of carbonate reservoirs of the deposits 301–303 in the Romashkinskoye oil field. *Oil Industry*. 2015. No. 7. Pp. 30–33. (In Russ.).
- [2] Ibatullin R.R., Nizayev R.Kh., Evdokimov A.M. Sovershenstvovanie sistemy razrabotki na osnove modelirovaniya karbonatnykh otlozhenii zalezhi 302–303 Romashkinskogo neflyanogo mestorozhdeniya [Production system improvement based on the carbonate deposits modeling of the deposit 302-303 of the Romashkinskoye oil field]. TatNIPIneft scientific works collection. 2012. No. LXXX. Pp. 75–77. (In Russ.).

- [3] Khamidullina A.N., Yaminova L.N. Geological and production aspects of extensively fractured carbonate reservoirs. *Oil Industry*. 2015. No. 3. Pp. 47—52. (In Russ.).
- [4] Shaydullin R.G., Guskov D.V. Model' treshchinoobrazovaniya v karbonatnom massive 302, 303 zalezhi nefti Romashkinskogo mestorozhdeniya [Crack formation model in the carbonate massif deposit 302, 303 of the Romashkinskoye field]. *Scientific and technical journal "Georesursy"*. 2006. No. 4. Pp. 14—17. (In Russ.).
- [5] Khamidullin M.M. Povyshenie effektivnosti razrabotki slozhnopostroennykh karbonatnykh kollektorov (na primere razrabotki zalezhei 302—303 Romashkinskogo mestorozhdeniya) [Increase in the production efficiency of complexly built carbonate reservoirs (by example of the development of the deposits 302—303 of the Romashkinskoye field)]: author's abstract thesis (25.00.17) Hamidullin Marat Madarisovich; TatNIPIneft PC Tatneft. Bugulma, 2006. Pp. 6—21. (In Russ.).
- [6] Khisamov R.S. Production of oil reserves difficult to recover issues on the late stage of development and innovative technologies of their solution. *Georesursy*. 2012. № 3 (45). Pp. 8—13. (In Russ.).
- [7] Tsarev N.I., Tsarev V.I., Katrakov I.B. Prakticheskaya gazovaya khromatografiya [Practical gas chromatography]: Educational and methodological manual for students of the chemical faculty on a special course «Gas chromatography methods of analysis». Barnaul: Publishing house Alt. University Publ., 2000. 156 p. (In Russ.).
- [8] Devlikamov V.V., Marhasin I.L., Babalyan G.A. Opticheskie metody kontrolya za razrabotkoi neftnykh mestorozhdenii [Optical methods of control over the oil deposits production]. Moscow: Nedra Publ., 1970. 160 p. (In Russ.).
- [9] Evdokimov I.N., Losev A.P. Vozmozhnosti opticheskikh metodov issledovaniya v sistemakh kontrolya razrabotki neftnykh mestorozhdenii [Opportunities of optical research methods in control systems for the oil deposits development]: monograph. Moscow: Publishing house «OIL and GAS», 2007. 228 p. (In Russ.).
- [10] Gabdrakhmanov A.T., Garipova L.I., Levanova E.V. The review of photocolorimetric and spectrophotometric oil researches for the geological and field problems solution // *Almetyevsk State Oil Institute scientific notes*. Vol. VII. 2009. Pp. 112—118. (In Russ.).
- [11] Farrakhov I.M. Methods of laboratory and static researches of optical properties of high-viscosity oil // *ASOI scientific notes*. 2010. Vol. VIII. 2010. Pp. 9—16. (In Russ.).
- [12] Guskova I.A., Gabdrakhmanov A.T. Assessment of EOR methods' effect on oil properties. *Oil Industry*. 2011. No. 4. Pp. 101—103. (In Russ.).
- [13] Yanaeva O.V., Barskaya E.E., Ganeeva Y.M., Guskova I.A., Gabdrakhmanov A.T., Yusupova T.N. Analiz izmeneniya sostava i svoystv dobyvaemoi nefti v rezul'tate provedeniya GRP [Analysis of changes in the composition and properties of oil produced as a result of the hydraulic fracturing]. *Herald of Kazan Technological University*. 2014. 17(3). Pp. 265—267. (In Russ.).
- [14] Yanaeva O.V., Barskaya E.E., Ganeeva Y.M., Okhotnikova E.S., Guskova I.A., Gabdrakhmanov A.T., Yusupova T.N. Otsenka deistviya gidrorazryva karbonatnogo plasta s zakachkoi kislotosoderzhashchego reagenta po izmeneniyu sostava i svoystv dobyvaemoi nefti [Evaluation of the action of hydraulic fracturing of a carbonate formation with the acid-containing reagent injection to change the composition and properties of extracted oil]. *Herald of Kazan Technological University*. 2014. 17(7). Pp. 263—265. (In Russ.).
- [15] Gabdrakhmanov A.T. Kontrol' protsessov vozdeistviya na plasty s primeneniem kompleksnogo metoda analiza spektrov vidimogo opticheskogo pogloshcheniya obraztsov dobyvaemoi nefti [Control of the processes of impact on the seams using a complex method of analyzing the specters of visible optical absorption of extracted oil samples]. Thesis for obtaining the scientific degree of Candidate of Technical Sciences (25.00.17) Gabdrakhmanov Artur Tagirovich; TatNIPIneft PC Tatneft. Bugulma, 2011. (In Russ.).

#### Article history:

Received: December 10, 2017

Accepted: January 14, 2018

**For citation:**

Guskova I.A., Levanova E.V., Beloshapka I.E. (2018). Optical and chromatographic methods for efficiency analysis of non-stationary production. *RUDN Journal of Engeneering Researches*, 19(1), 102–111. DOI 10.22363/2312-8143-2018-19-1-102-111

**Bio Note:**

*Irina A. Guskova* — Doctor of Technical Sciences, Scientific work chancellor, Head of the Department of Development and Operation of Oil and Gas Fields, Almet'yevsk State Oil Institute. *Research interests:* Scientific developments in the field of oil production in complicated conditions, difficult reserves extraction problems. *Contact information:* e-mail: guskovaagni1@rambler.ru

*Evgeniya V. Levanova* — Candidate of Technical Sciences, Associate Professor in the Department of Development and Operation of Oil and Gas Fields, Almet'yevsk State Oil Institute. *Research interests:* Special features about application of methods for increasing oil recovery and processing the bottomhole formation zone at the late stage of oil field development. *Contact information:* e-mail: evgeniyalevanova@rambler.ru

*Ivan E. Beloshapka* — post-graduate student in the Department of Development and Operation of Oil and Gas Fields, Almet'yevsk State Oil Institute. *Research interests:* Increasing efficiency of developing deposits with difficult oil reserves, filtration studies. *Contact information:* e-mail: i.e.beloshapka@gmail.com