

DOI: 10.17122/ntj-oil-2018-6-42-50

УДК 622.276

А.В. Чибисов, В.Г. Уметбаев, Д.Ю. Чудинова, Р.К. Напольская, С.Л. Орловский  
(ГАНУ «Институт стратегических исследований Республики Башкортостан»,  
г. Уфа, Российская Федерация)

## МЕТОДИЧЕСКИЕ ОСНОВЫ ПЛАНИРОВАНИЯ ВЫБОРА СКВАЖИН ДЛЯ ПРОВЕДЕНИЯ ГЕОЛОГО-ТЕХНИЧЕСКИХ МЕРОПРИЯТИЙ НА МЕСТОРОЖДЕНИЯХ С ТРУДНОИЗВЛЕКАЕМЫМИ ЗАПАСАМИ

Aleksandr V. Chibisov, Vil G. Umetbaev, Darya Yu. Chudinova,  
Raisa K. Napolskaya, Sergey L. Orlovskiy (Institute of Strategic Researches  
of Republic of Bashkortostan, State Autonomous Scientific Department,  
Ufa, Russian Federation)

### MAIN PRINCIPLES OF WELLS SELECTION PLANNING FOR INTERVENTION AT OIL FIELDS WITH HARD-TO-RECOVER RESERVES

#### Введение

Месторождения России, в своем большинстве, находятся на поздней стадии разработки, характеризующейся снижением дебитов, темпов отбора извлекаемых запасов, неконтролируемым ростом обводненности, низкой эффективностью применяемых систем заводнения. Перспективы вовлечения в активную разработку оставшихся трудноизвлекаемых запасов нефти таких месторождений, приуроченных к участкам (зонам) и пропласткам, неохваченных воздействием при заводнении, тесно связаны с совершенствованием методики выбора и геолого-промыслового обоснования адресных технологий воздействия на пласт.

#### Цели и задачи

Совершенствование методики обоснования технологий воздействия на пласт на основе изучения геологического строения пластов, палеофациального анализа, геолого-гидродинамического моделирования и анализа выработки запасов.

#### Background

Most of the oil fields in Russia are at a late stage of development, characterized by a decrease in flow rates, selection rates of recoverable reserves, an uncontrolled increase in watering, and a low efficiency of waterflooding systems used. The prospects for engaging in the active development of the remaining hard-to-recover oil reserves of such fields, confined to areas (zones) and seams that are not covered by the impact of waterflooding, are closely connected with the improvement of the selection method and geological field substantiation of targeted technologies affecting the formation.

#### Aims and Objectives

Improving the methodology for the substantiation of the impact of the formation on the basis of the study of the geological structure of the layers, paleofacial analysis, geological and hydrodynamic modeling and analysis of the development of reserves.

### Результаты

Проведенные исследования с использованием методов математической статистики позволили оценить степень влияния различных геолого-промысловых факторов на эффективность геолого-технических мероприятий.

### Results

Conducted studies using the methods of mathematical statistics allowed to estimate the degree of influence of various geological and field factors on the effectiveness of geological and technical measures.

---

---

**Ключевые слова:** геолого-технические мероприятия, остаточная нефть, добыча нефти, технология, гидравлический разрыв пласта, обработка призабойной зоны пласта

**Key words:** intervention, residual oil, oil production, technology, hydraulic fracturing, bottomhole formation treatment

---

---

Объект исследования характеризуется сложным геологическим строением, обусловленным высокой зональной и послойной неоднородностью пластов-коллекторов, и находится в поздней стадии разработки. Начальные извлекаемые запасы отобраны на 80 %. Обводненность добываемой продукции превысила 95 %. Система поддержания пластового давления утратила свою эффективность, что подтверждается низким энергетическим состоянием по большей части залежи, пониженными дебитами скважин и высокой обводненностью [1-11].

Проведенные палеофациальные исследования показали, что отложения продуктивных отложений сформировались в мелко-водно-морском палеобассейне. Согласно результатам построения гидродинамической модели, остаточные запасы локализованы в целиках, в зонах высокой послойной неоднородности, в слабопроницаемых поропластах, не охваченных воздействием при заводнении.

Исследования эффективности геолого-технических мероприятий в различных геолого-промысловых условиях выполнены с помощью множественного линейно-регрессионного анализа.

Оценивалась *степень влияния геологических и промысловых показателей* (входящих признаков) на эффективность технологического воздействия на пласт и призабойную зону пласта, таких как: гидравлический разрыв

пласта (ГРП), потокоотклоняющие технологии, обработки призабойной зоны (ОПЗ) пласта.

В качестве *выходных параметров* приняты: удельная дополнительная добыча нефти и прирост дебита по нефти [4, 7]. Расчет величин дополнительной добычи нефти по добывающим скважинам от закачки гелеобразующих составов в нагнетательные проводился по характеристикам вытеснения Г.С. Камбарова, А.М. Пирвердяна, Б.Ф. Сазонова, М.И. Максимова.

Гидравлический разрыв пласта на исследуемом объекте применяется с 1993 г. На сегодняшний день методом охвачено 77 % скважин добывающего фонда [2, 10]. Суммарная дополнительная добыча за счет применения ГРП за последние 6 лет составила 2,9 млн т нефти. Удельный технологический эффект составил 10,5 тыс. т.

Для проведения геологостатистического моделирования была составлена выборка из 276 событий (ГРП).

Выбрана одна критериальная переменная  $Y_1$  и одиннадцать регрессантов  $X_i, i = 1, \dots, 11$ .

В качестве регрессантов взяты следующие *геолого-промысловые* параметры:

- коэффициент пористости  $X_1$ , д.ед.;
- коэффициент проницаемости  $X_2$ , мкм<sup>2</sup>;
- коэффициент нефтенасыщенности  $X_3$ , д.ед.;
- коэффициент песчаности  $X_4$ , д.ед.;

коэффициент расчлененности  $X_5$ , д.ед.;  
 эффективная нефтенасыщенная толщина  
 $X_6$ , м;

*промысловые:*

обводненность до ГРП  $X_7$ , %;  
 дебит по жидкости до ГРП  $X_8$ , т/сут;  
 дебит по нефти до ГРП  $X_9$ , т/сут;  
 пластовое давление до ГРП  $X_{10}$ , МПа;  
 время работы скважины до ГРП  $X_{11}$ , сут.

На первом этапе моделирования данные выборки были нормированы, затем с помощью регрессионного анализа определено влияние указанных выше факторов на эффективность ГРП.

В результате получено уравнение множественной линейной регрессии, показывающее влияние различных признаков на критериальную переменную  $Y_1$ :

$$Y_1 = -1,16 + 0,12 \times X_1 - 0,11 \times X_2 - 0,02 \times X_3 + 0,09 \times X_4 + 0,52 \times X_5 + 0,41 \times X_6 + 0,03 \times X_7 - 0,28 \times X_8 - 0,21 \times X_9 + 0,38 \times X_{10} - 0,09 \times X_{11} \quad (1)$$

Множественный коэффициент регрессии геолого-статистической модели составил 0,75.

Адекватность расчетных показателей была оценена по критерию Фишера, а значимость оценок коэффициентов уравнения регрессии по критерию Стьюдента [1, 6].

Согласно полученному уравнению регрессии из геологических факторов наибольшее влияние на эффективность от проведения ГРП оказывают такие параметры, как количество пропластков в интервале воздействия, эффективная нефтенасыщенная толщина, проницаемость пласта. Из рассматриваемых промысловых показателей наибольшее влияние оказывают пластовое давление и дебит жидкости.

По признакам влияния все скважины генеральной выборки были условно разделены на три группы, характеризующиеся разной эффективностью. Усредненные значения геолого-технологических и промысловых параметров применения ГРП по группам эффективности приведены в таблице 1.

**Таблица 1.** Усредненные значения геолого-технологических и промысловых параметров по группам эффективности ГРП

Группы эффективности скважин с ГРП	1 группа	2 группа	3 группа
Количество ГРП, ед.	106	92	78
<i>Геологические характеристики пласта в интервале ГРП</i>			
Эффективная нефтенасыщенная толщина пласта, м	16,2	12,8	7,0
Проницаемость, $\text{мкм}^2 \times 10^{-3}$	131,7	57,8	39,5
Пористость, д.ед.	0,22	0,20	0,19
Песчанистость, д.ед.	0,44	0,41	0,39
Расчлененность, д.ед.	10	8	4
Нефтенасыщенность, д.ед.	0,61	0,61	0,58
<i>Технологические параметры процесса ГРП</i>			
Масса проппанта, т	8,4	19,5	35,6
Удельная масса проппанта, т/м	1,3	2,5	5,9
Максимальная концентрация проппанта, $\text{кг/м}^3$	718	814	1012
Темп закачки жидкости разрыва, $\text{м}^3/\text{мин}$	3,6	2,9	2,7
<i>Эксплуатационные показатели</i>			
Дебит жидкости до ГРП, т/сут	11,8	28,9	33,1
Дебит нефти ГРП, т/сут	10,6	16,3	16,1
Обводненность, %	68	76	86
Дополнительная добыча нефти, тыс. т	1477	1063	359
Средняя дополнительная добыча нефти, тыс. т/скв.	13,95	11,54	4,60

На основе полученных результатов моделирования прогнозной эффективности ГРП установлены оптимальные критерии выбора скважин-кандидатов. Помимо существующих требований и условий успешного применения ГРП определены следующие геолого-промысловые параметры: коэффициент пористости более 0,185 д.ед.; коэффициент начальной нефтенасыщенности более 0,55 д.ед.; коэффициент проницаемости более  $28 \times 10^3$  мкм<sup>2</sup>; коэффициент песчаности более 0,44; количество нефтенасыщенных пропластков не более 13; эффективная нефтенасыщенная толщина должна быть не менее 5 м; дебит жидкости не менее 73 м<sup>3</sup>/сут; дебит по нефти до ГРП более 3,7 т/сут; обводненность должна быть менее 68 %.

*Обоснование критериев применения методов ОПЗ*

На объекте исследования с целью интенсификации добычи нефти применялись обработки призабойной зоны с использованием таких химических реагентов-кислот, как «Алдинол-20», «Элтинокс», «КСПЭО», «Гелий», «МКС-2+СН», «ДКВС» [1, 6, 7]. Как показал анализ эффективности геолого-технологических мероприятий (ГТМ), применение технологий интенсификации добычи нефти позволило стабилизировать добычу нефти. Наибольшая эффективность отмечена в 2012 г. за счет применения

технологий на основе реагентов «Алдинол-20» и «Гелий».

Задачи оценки эффективности и определения критериев успешного применения технологий ОПЗ также выполнены путем регрессионного анализа. Оценка технологической эффективности проводилась по величине дополнительно добытой нефти, полученной за период наблюдения 1 год и по изменению коэффициента продуктивности [5-8].

Для проведения геолого-статистического моделирования была составлена выборка данных, включающая 120 событий. Выбраны две критериальные переменные  $Y_1$  (технологический эффект от проведения ОПЗ),  $Y_2$  (дополнительная добыча нефти) и девять регрессантов  $X_i$ ,  $i = 1, \dots, 9$ .

В качестве *регрессантов* взяты следующие геолого-промысловые параметры:

- дебит нефти до ОПЗ  $X_1$ , т/сут;
- продуктивность скважины по жидкости до ОПЗ  $X_2$ , (м<sup>3</sup>/сут)/атм;
- обводненность до ОПЗ  $X_3$ , %;
- коэффициент пористости  $X_4$ , д.ед.;
- коэффициент проницаемости  $X_5$ , мкм<sup>2</sup>;
- коэффициент нефтенасыщенности  $X_6$ , д.ед.;
- коэффициент песчаности  $X_7$ , д.ед.;
- коэффициент расчлененности  $X_8$ , д.ед.;
- эффективная нефтенасыщенная толщина  $X_9$ , м.

Данные полученной выборки были нормированы. Пример матрицы полученных исходных данных приведен на рисунке 1.

скважина	X1	X2	X3	X4	X5	X6	X7	X8	X9	X10	X11	X12	Y1	Y2
232	0,8214	-0,3211	-0,4013	0,6919	0,0035	-0,2373	1,3447	2,1888	0,6289	0,7915	-0,3063	-0,2074	-0,4973	-0,6377
244	-0,5502	-0,2245	-0,6625	-0,0885	-1,4304	-0,5667	-1,8500	-0,5683	-2,8181	-0,9838	-0,5874	-1,1394	-0,3412	-0,5220
304	-0,0466	0,8144	-0,3867	0,1960	0,1180	-0,5321	-0,5216	-0,5145	-0,2931	-1,2722	-0,7279	0,3418	-0,5999	-0,6177
2014	-0,2529	-0,5797	-0,6170	-0,0567	-0,0472	-0,5667	0,3893	0,5462	0,2367	-0,6991	1,2394	0,5416	-0,5967	-0,5692
2087	-1,4724	-1,7867	-0,7036	-0,2101	-1,6153	-0,5248	0,7309	0,2322	1,4682	-0,3108	-0,7279	-0,4903	-0,2710	-0,2620
5632	-1,1889	0,7055	5,3777	0,4729	-1,9083	-0,5890	0,1236	0,1140	0,0509	-1,7148	-0,5874	-0,5902	-0,1110	-0,6120
5643	-0,3767	0,3619	-0,3731	-1,2675	1,0091	-0,1084	0,0097	-0,4472	0,3743	-1,3001	0,9584	0,7080	-0,2371	-0,5506
6451	-0,5058	0,3810	-0,4483	-0,1559	0,1207	-0,3608	0,4652	2,9675	0,7183	-0,4878	-0,4469	-0,7899	-0,1824	-0,3263
6467	1,0025	-0,9843	-0,5201	1,3600	-1,3445	-0,6110	-0,9012	-0,5584	-0,8917	1,5375	-0,0253	0,4584	-0,5580	-0,5020
6522	1,9965	0,1605	0,0404	2,3912	-0,3150	0,0113	-0,1421	-0,5333	-0,1211	1,0353	-0,4469	-0,9230	-0,4745	-0,4406
6809	0,5027	0,3376	0,5223	0,3083	0,2666	0,4830	0,1236	-0,4846	0,1610	0,0888	-0,3063	-0,2240	-0,6384	-0,6477
6809	-1,2608	1,3764	-0,0410	-1,6249	1,2619	-0,1100	0,1236	-0,4846	0,1610	0,0888	-0,3063	-0,2240	-0,5785	-0,6463

Рисунок 1. Пример матрицы полученных исходных данных

Множественный коэффициент регрессии геолого-статистической модели составил 0,68, что указывает на достоверность модели.

Адекватность расчетных показателей была оценена по критерию Фишера.

Значимость оценок коэффициентов уравнения регрессии оценивалась по критерию Стьюдента [1, 6, 10].

Получены уравнения регрессии следующего вида:

$$Y_1 = -0,00238 + 0,156 \times X_1 + 0,210 \times X_2 - 0,153 \times X_3 - 0,220 \times X_4 - 0,107 \times X_5 + 0,239 \times X_6 - 0,128 \times X_7 - 0,157 \times X_8 - 0,165 \times X_9, \quad (2)$$

$$Y_2 = -0,00252 + 0,352 \times X_1 + 0,091 \times X_2 - 0,162 \times X_3 - 0,093 \times X_4 + 0,065 \times X_5 - 0,084 \times X_6 - 0,207 \times X_7 - 0,043 \times X_8 - 0,189 \times X_9. \quad (3)$$

Согласно полученным уравнениям регрессии, наибольшее влияние на эффективность ОПЗ оказывают такие параметры, как: количество пропластков в интервале воздействия, эффективная нефтенасыщенная толщина, проницаемость пласта, обводненность до ОПЗ.

Величина дополнительной добычи нефти зависит от эффективной нефтенасыщенной толщины пласта, коэффициента песчаности, коэффициента пористости, коэффициента продуктивности до ОПЗ, дебита нефти до ОПЗ.

В результате определены критерии эффективного применения методов ОПЗ. Высокая эффективность обработок призабойной зоны скважин (ПЗС) зависит от фильтрационно-емкостных характеристик пластов.

Наибольший эффект наблюдался по скважинам, эксплуатирующим пласты-коллекторы с повышенными фильтрационно-емкостными свойствами (ФЕС): эффективная нефтенасыщенная толщина в среднем - 8,4 м; коэффициент начальной нефтенасыщенности в среднем - 0,5 д.ед.; коэффициент пористости - 0,186 д.ед.; расчлененность в среднем - 7 пропластков; обводненность - 42,2 %; коэффициент песчаности - 0,50 д.ед.

Относительно промысловых показателей, наибольший эффект получен по скважи-

нам с дебитом по нефти более 9,5 т/сут, коэффициентом продуктивности до ОПЗ более 0,26 (м<sup>3</sup>/сут)/атм.

Низкая эффективность обработок или снижение продуктивности (отрицательный эффект) получены по обводненным скважинам, расположенным в центральной и западной зонах пласта, характеризующихся более низкими фильтрационными характеристиками и высокой расчлененностью.

#### Обоснование критериев применения потокоотклоняющих технологий

На объекте исследования широко применяются потокоотклоняющие технологии на основе осадкогелеобразующих составов. Наиболее эффективными на месторождении являются технологии ЭСС и ГОС-1АС. За период 2013-2017 гг. было выполнено 117 скважино-операций. Большинство скважино-операций производились по несколько раз в одной скважине в течение нескольких лет. Эффективность опытно-промышленных работ оценивалась по величине дополнительной нефти, рассчитанной по участкам воздействия с использованием характеристик вытеснения Б.Ф. Сазонова, Г.С. Камбарова, М.И. Максимова А.М. Пирвердяна [11, 12].

Оценка эффективности и определение критериев успешного применения потокоотклоняющих технологий выполнены с помощью геолого-математического моделирования. Полученная выборка скважин представлена 76 событиями. Выбрана одна критериальная переменная  $Y_1$  (дополнительная добыча нефти) и регрессанты  $X_i$ ,  $i = 1, \dots, 16$ .

В качестве *регрессантов* использованы следующие геолого-промысловые показатели:

- коэффициент пористости  $X_1$ , д.ед.;
- коэффициент проницаемости  $X_2$ , мкм<sup>2</sup>;
- коэффициент нефтенасыщенности  $X_3$ , д.ед.;
- коэффициент песчаности  $X_4$ , д.ед.;
- коэффициент расчлененности  $X_5$ , д.ед.;
- эффективная нефтенасыщенная толщина  $X_6$ , м;
- средняя толщина пропластков  $X_7$ , м;

приемистость до воздействия  $X_8$ , м<sup>3</sup>/сут;  
 закачка до водоизоляционных работ (ВИР)  
 нагнетательной скважины  $X_9$ , м<sup>3</sup>;  
 пластовое давление в добывающих сква-  
 жинах участка  $X_{10}$ , атм;  
 забойное давление добывающих скважин  
 участка  $X_{11}$ , атм;  
 обводненность по участку до ВИР  $X_{12}$ , %;  
 дебит жидкости по участку до ВИР  $X_{13}$ ,  
 т/сут;  
 коэффициент охвата по участку  $X_{14}$ , д.ед.;  
 коэффициент вскрытия по участку  $X_{15}$ ,  
 д.ед.;  
 остаточные запасы нефти по участку  $X_{16}$ ,  
 тыс. т.

Полученное уравнение регрессии ( $Y$  -  
 сумма дополнительной добычи нефти по уча-  
 сткам):

$$Y_1 = 0,032 - 0,377 \times X_1 + 0,423 \times X_2 + 0,278 \times X_3 - \\ - 0,062 \times X_4 - 0,195 \times X_5 - 0,148 \times X_6 - 0,047 \times X_7 + \\ + 0,07 \times X_8 - 0,208 \times X_9. \quad (4)$$

Коэффициент детерминации по полу-  
 ченному уравнению регрессии составляет  
 0,58. Согласно уравнению множественной  
 линейной регрессии (4), максимальный эф-  
 фект от водоизоляционных работ в нагнета-  
 тельных скважинах находится в прямой зави-  
 симости от величин остаточных запасов по  
 участку воздействия, ФЕС (начальной нефте-  
 насыщенности, пористости), текущих дебитов  
 жидкости по скважинам участка.

Эффективность снижается на участках  
 с невысокой обводненностью, менее  
 60 %. Наибольшая эффективность отмечена  
 на участках со следующими геолого-  
 промысловыми характеристиками: порис-  
 тость - 18,5 %, фазовая проницаемость -  
 40 мкм<sup>2</sup> × 10<sup>-3</sup>, начальная нефтенасыщен-  
 ность - 60 %, средняя обводненность по сква-  
 жинам участка - не более 65 %, средний де-

бит по жидкости по скважинам участка - не  
 менее 50 м<sup>3</sup>/сут, остаточные запасы - 15 тыс.  
 т/га.

Важным показателем успешного при-  
 менения потокоотклоняющих технологий яв-  
 ляется средняя толщина пропластков по уча-  
 стку. Чем выше данный показатель, тем вы-  
 ше вероятность вовлечения остаточных запас-  
 ов в разработку [1].

#### Выводы

Проведенные исследования позволили  
 оценить степень влияния различных геолого-  
 промысловых факторов на эффективность  
 геолого-технических мероприятий.

Как показали результаты многофак-  
 торного анализа и полученные уравнения  
 множественной линейной регрессии, на эф-  
 фект от проведения ГРП оказывают влияние  
 повышенные значения расчлененности пла-  
 ста, эффективной нефтенасыщенной толщи-  
 ны и пластового давления, при этом скважи-  
 ны характеризуются низкими дебитами по  
 жидкости.

Прямое влияние на эффективность ме-  
 тодов ОПЗ оказывают величина дебита неф-  
 ти, коэффициент песчаности, эффектив-  
 ная нефтенасыщенная толщина. Отрицатель-  
 ное влияние оказывает такой показатель как  
 обводненность. Чем ниже показатель, тем  
 эффективность ОПЗ выше.

Выделены геолого-промысловые усло-  
 вия успешного применения потоко-  
 отклоняющих технологий.

Согласно уравнению множественной  
 линейной регрессии, на успешность обрабо-  
 ток нагнетательных скважин оказывает влия-  
 ние величина остаточных запасов по участку  
 воздействия (более 15 тыс. т), пористость -  
 более 18,5 %, фазовая проницаемость - не  
 менее 40 мкм<sup>2</sup> × 10<sup>-3</sup>, обводненность - не более  
 65 %.

#### Список литературы

1. Чудинова Д.Ю. Обоснование выделения  
 различных категорий остаточных запасов нефти  
 и технологий их выработки (на примере группы  
 пластов БС сортымской свиты): дисс. ... канд.  
 геол.-минерал. наук. Уфа, 2018. 134 с.

#### References

1. Chudinova D.Yu. *Obosnovanie vydeleniya  
 razlichnykh kategorii ostatochnykh zasposov nefti i  
 tekhnologii ikh vyrabotki (na primere gruppy plastov  
 BS sortymskoj svity): diss. ... kand. geol.-mineral.  
 nauk* [Justification of the Allocation of Various Cate-  
 gories of Residual Oil Reserves and Technologies of

2. Султанов Ш.Х. Системный подход к разработке крупных нефтяных месторождений с трудноизвлекаемыми запасами // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. 2009. Вып. 1 (75). С. 17-21.

3. Андреев В.Е., Чудинова Д.Ю., Чижов А.П., Чибисов А.В., Ефимов Е.Р. Геологические условия эффективного применения ГРП неокомских отложений // Геология. Известия отделения наук о земле и природных ресурсов Академия наук Республики Башкортостан. 2015. № 21. С. 63-69.

4. Андреев В.Е., Котенев Ю.А., Чижов А.П., Чибисов А.В., Федоров К.М., Галимов Ш.С. Обоснование комплексирования физико-химических и гидродинамических методов увеличения нефтеотдачи на Вать-Еганском месторождении // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. 2010. Вып. 3 (81). С. 5-14.

5. Чижов А.П., Султанов Ш.Х., Вафин Р.И., Нугайбеков А.Г. Группирование объектов разработки месторождений Бирской седловины // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. 2007. Вып. 2 (68). С. 16-21.

6. Котенев Ю.А., Чижов А.П., Федоров К.М., Андреев А.В., Хузин Р.Р. Совершенствование солянокислотного воздействия на карбонатные коллекторы и прогнозирование его результатов // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. 2009. Вып. 2 (76). С. 5-9.

7. Котенев Ю.А., Андреев В.Е., Чижов А.П. Геология и разработка нефтяных месторождений при заводнении. Уфа: УГНТУ, 2003. 188 с.

8. Иванов Д.В., Чижов А.П. Одновременно-раздельная эксплуатация мелких залежей в условиях месторождений Мелекесской впадины // Проблемы сбора, подготовки и транспорта нефти и нефтепродуктов. 2013. Вып. 4 (94). С. 5-11.

9. Поляков В.Н., Постников С.А., Чижов А.П., Блинов С.А. Технология изоляции поглощающих пластов при гидравлически совершенных режимах нагнетания тампонажных смесей // Строительство нефтяных и газовых скважин на суше и на море. 2013. № 10. С. 14-18.

10. Тимофеева М.А., Чижов А.П. Технологии воздействия на пласт и призабойную зону скважин в условиях Ай-Пимского вала // Нефтегазовые технологии и новые материалы. Проблемы и решения: сб. науч. тр. Уфа, 2014. С. 204-208.

11. Андреев В.Е., Котенев Ю.А., Чижов А.П., Пташко О.А., Галимов Ш.С. Лабораторные исследования композиций на основе термотропных составов для гелевого воздействия на пласт // Проблемы и методы обеспечения надежности и безопасности систем транспорта нефти, нефтепродуктов и газа: матер. научн.-практ. конф. Уфа, 2010. С. 79-80.

12. Поляков В.Н., Блинов С.А., Чижов А.П. Научные подходы и технологические решения по долговременной селективной изоляции продуктивных пластов от водоносных // Нефтегазовые технологии и новые материалы. Проблемы и решения: сб. науч. тр. Уфа: ООО «Монография», 2012. Вып. 1 (6). С. 53-58.

Their Development (on the Example of BS Reservoirs Group of the Sortymyskaya Suite): Cand. Geol.-Mineral. Sci. Diss.]. Ufa, 2018. 134 p. [in Russian].

2. Sultanov Sh.Kh. Sistemnyi podkhod k razrabotke krupnykh neftyanykh mestorozhdenii s trudnoizlekaemymi zapasami [System Approach to Development of Large Oil Deposits with Reserves Hard to Recover]. *Problemy sbora, podgotovki i transporta nefi i nefteproduktov - Problems of Gathering, Treatment and Transportation of Oil and Oil Products*, 2009, Issue 1 (75), pp. 17-21. [in Russian].

3. Andreev V.E., Chudinova D.Yu., Chizhov A.P., Chibisov A.V., Efimov E.R. Geologicheskie usloviya effektivnogo primeneniya GRP neokomskikh otlozhenii [Geological Conditions for the Effective Use of fracturing Neocomian Sediments]. *Geologiya. Izvestiya otdeleniya nauk o zemle i prirodnykh resursov Akademiyi nauk Respubliki Bashkortostan - Geology. Proceedings of the Department of Earth Science and Natural Resources Academy of Sciences of the Republic of Bashkortostan*, 2015, No. 21, pp. 63-69. [in Russian].

4. Andreev V.E., Kotenev Yu.A., Chizhov A.P., Chibisov A.V., Fedorov K.M., Galimov Sh.S. Obosnovanie kompleksirovaniya fiziko-khimicheskikh i gidrodinamicheskikh metodov uvelicheniya nefteotdachi na Vat'-Eganskom mestorozhdenii [Substantiation of Combining Physical-Chemical and Hydrodynamic Methods to Enhance Oil Recovery at Vat'-Yoganskoye Field]. *Problemy sbora, podgotovki i transporta nefi i nefteproduktov - Problems of Gathering, Treatment and Transportation of Oil and Oil Products*, 2010, Issue 3 (81), pp. 5-14. [in Russian].

5. Chizhov A.P., Sultanov Sh.Kh., Vafin R.I., Nugaibekov A.G. Gruppирование ob'ektov razrabotki mestorozhdenii Birskei sedloviny [Grouping of Development Objects of Birskaia Saddle Field]. *Problemy sbora, podgotovki i transporta nefi i nefteproduktov - Problems of Gathering, Treatment and Transportation of Oil and Oil Products*, 2007, Issue 2 (68), pp. 16-21. [in Russian].

6. Kotenev Yu.A., Chizhov A.P., Fedorov K.M., Andreev A.V., Khuzin R.R. Sovershenstvovanie solyanokislotoogo vozdeistviya na karbonatnye kollektory i prognozirovaniye ego rezul'tatov [Development of Hydrochloric Acid Stimulation of Carbonate Reservoir and Prediction of Its Results]. *Problemy sbora, podgotovki i transporta nefi i nefteproduktov - Problems of Gathering, Treatment and Transportation of Oil and Oil Products*, 2009, Issue 2 (76), pp. 5-9. [in Russian].

7. Kotenev Yu.A., Andreev V.E., Chizhov A.P. *Geologiya i razrabotka neftyanykh mestorozhdenii pri zavodnenii* [Geology and Development of Oil Fields under Water Flooding]. Ufa, UGNTU Publ., 2003. 188 p. [in Russian].

8. Ivanov D.V., Chizhov A.P. Odnovremennorazdel'naya ekspluatatsiya melkikh zalezhei v usloviyakh mestorozhdenii Melekesskoi vpadiny [Dual Completion of Small Deposits in Melekess Basin Fields]. *Problemy sbora, podgotovki i transporta nefi i nefteproduktov - Problems of Gathering, Treatment and Transportation of Oil and Oil Products*, 2013, Issue 4 (94), pp. 5-11. [in Russian].

9. Polyakov V.N., Postnikov S.A., Chizhov A.P., Blinov S.A. Tekhnologiya izolyatsii pogloshchayushchikh plastov pri gidravlicheski sovershennykh rezhimakh nagnetaniya tamponazhnykh smesei [Technology of Absorbing Layers Isolation in Case of Hydraulically Perfect Modes of Cement Mixtures Injection]. *Stroitel'stvo nefyanykh i gazovykh skvazhin na sush'i i na more - Construction of Oil and Gas Wells on Land and at Sea*, 2013, No. 10, pp. 14-18. [in Russian].

10. Timofeeva M.A., Chizhov A.P. Tekhnologii vozdeistviya na plast i prizaboinuyu zonu skvazhin v usloviyakh Ai-Pimskogo vala [Technologies of Reservoir and the Bottom Zone Impact of Wells in the Conditions of the Ay-Pimsky Shaft]. *Sbornik nauchnykh trudov «Neftegazovye tekhnologi i inovye materialy. Problemy i resheniya»* [Collection of Scientific Works «Oil and Gas Technologies and New Materials. Problems and Solutions»]. Ufa, 2014, pp. 204-208. [in Russian].

11. Andreev V.E., Kotenev Yu.A., Chizhov A.P., Ptashko O.A., Galimov Sh.S. Laboratornye issledovaniya kompozitsii na osnove termotropnykh sostavov dlya gelevogo vozdeistviya na plast [Laboratory Studies of Compositions Based on Thermotropic Compositions for Gel Action on the Formation]. *Materialy nauchno-prakticheskoy konferentsii «Problemy i metody obespecheniya nadezhnosti i bezopasnosti system transporta nefi, nefteproduktov i gaza»* [Proceedings of Scientific and Practical Conference «Problems and Ways of Ensuring Safety and Reliability of Oil/Product/Gas Transporting Systems»]. Ufa, 2010, pp. 79-80. [in Russian].

12. Polyakov V.N., Blinov S.A., Chizhov A.P. Nauchnye podkhody i tekhnologicheskie resheniya po dolgovremennoi selektivnoi izolyatsii produktivnykh plastov ot vodonosnykh [Scientific Approaches and Technological Solutions for the Long-Term Selective Isolation of Productive Strata from Aquifers]. *Sbornik nauchnykh trudov «Neftegazovye tekhnologi i inovye materialy. Problemy i resheniya»* [Collection of Scientific Works «Oil and Gas Technologies and New Materials. Problems and Solutions»]. Ufa, Monografiya Publ., 2012, Issue 1 (6), pp. 53-58. [in Russian].

#### Авторы

• Чибисов Александр Вячеславович, канд. техн. наук  
Государственное автономное научное учреждение «Институт стратегических исследований Республики Башкортостан»  
Старший научный сотрудник  
Российская Федерация, 450075, Республика Башкортостан, г. Уфа, пр. Октября, 129/3  
тел. (347) 235-77-19  
e-mail: z077@mail.ru

#### The Authors

• Chibisov Aleksandr V., Candidate of Engineering Sciences  
Institute of Strategic Researches of the Republic of Bashkortostan, State Autonomous Scientific Department  
Senior Researcher  
129/3, October ave., Ufa, 450075,  
Russian Federation  
tel: (347) 235-78-32  
e-mail: z077@mail.ru

• Уметбаев Виль Гайсович, доктор технических наук, профессор  
Уфимский государственный нефтяной технический университет  
Профессор кафедры «Геология»  
Российская Федерация, 450062, г. Уфа,  
ул. Космонавтов, 1  
e-mail: kafedragl@yandex.ru

• Umetbaev Vil G., Doctor of Engineering Sciences, Professor  
Ufa State Petroleum Technological University  
Professor of Geology Department  
1, Kosmonavtov str., Ufa, 450062,  
Russian Federation  
e-mail: kafedragl@yandex.ru

• Чудинова Дарья Юрьевна  
Уфимский государственный нефтяной технический университет  
Старший преподаватель кафедры «Геология и разведка нефтяных и газовых месторождений»  
Российская Федерация, 450062, г. Уфа,  
ул. Космонавтов, 1  
e-mail: miracle77@mail.ru

• Chudinova Darya Yu.  
Ufa State Petroleum Technological University  
Senior Lecturer of Geology and Exploration of Oil and Gas Fields Department  
1, Kosmonavtov str, Ufa, 450062.  
Russian Federation  
e-mail: miracle77@mail.ru

• Напольская Раиса Калеевна  
Государственное автономное научное учреждение «Институт стратегических исследований Республики Башкортостан»  
Старший научный сотрудник  
Российская Федерация, 450075, г. Уфа,  
пр. Октября, 129/3  
тел. (347) 244-57-64  
e-mail: intnm@yandex.ru

• Napolskaya Raisa K.  
Institute of Strategic Researches of the Republic of Bashkortostan, State Autonomous Scientific Department  
Senior Researcher  
129/3, October ave., Ufa, 450075,  
Russian Federation  
tel: (347) 244-57-64  
e-mail: intnm@yandex.ru

• Орловский Сергей Леонидович  
Государственное автономное научное учреждение «Институт стратегических исследований Республики Башкортостан»  
Старший научный сотрудник  
Российская Федерация, 450075, Республика Башкортостан, г. Уфа, пр. Октября, 129/3  
тел. (347) 235-78-32  
e-mail: eaglesas@mail.ru

• Orlovskiy Sergey L.  
Institute of Strategic Researches of the Republic of Bashkortostan, State Autonomous Scientific Department  
Senior Researcher  
129/3, October ave., Ufa, 450075,  
Russian Federation  
tel: (347) 235-78-32  
e-mail: eaglesas@mail.ru