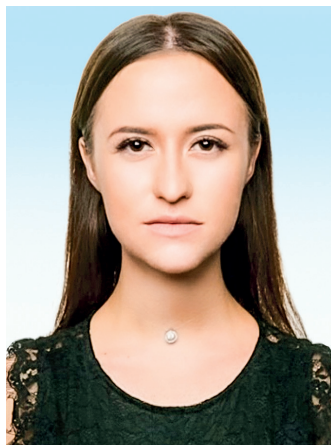


## ВЫБОР ОПТИМАЛЬНОГО РАСПОЛОЖЕНИЯ ДЛЯ ЗАБУРИВАНИЯ БОКОВЫХ СТВОЛОВ НА ОСНОВЕ РЕЗУЛЬТАТОВ ГЕОХИМИЧЕСКОГО И НЕЙРОСЕТЕВОГО АНАЛИЗА



**А.А. НАЗИПОВА\***,  
научный сотрудник,  
<https://orcid.org/0000-0001-9922-2479>



**В.И. ГАРИФУЛЛИНА**,  
научный сотрудник,  
<https://orcid.org/0000-0002-4603-1158>



**М.И. НОВИКОВ**,  
научный сотрудник,  
<https://orcid.org/0000-0002-2432-3010>



**В.А. СУДАКОВ**,  
заместитель директора по  
инновационной деятельности  
ИГиНГТ,  
<https://orcid.org/0000-0002-6865-7477>

\* Адрес для переписки. E-mail: [nazipovaaliya@yandex.ru](mailto:nazipovaaliya@yandex.ru)

КАЗАНСКИЙ (ПРИВОЛЖСКИЙ) ФЕДЕРАЛЬНЫЙ УНИВЕРСИТЕТ,  
Российская Федерация, 420008, Республика Татарстан, г. Казань, Кремлевская, 18

*В данной статье анализируются возможности повышения эффективности и стабилизации добычи месторождений Татарстана, вступивших в позднюю стадию разработки. Объектом исследования являются терригенные отложения кыновского и пашийского горизонтов.*

*Приводится анализ эффективности зарезки боковых стволов с целью вовлечения в разработку недренируемых частей залежи и увеличения нефтеотдачи. Для определения эффективного направления забуривания бокового ствола предложен комплексный метод нахождения участков, где в ходе разработки месторождения с применением заводнения сформировались зоны остаточных запасов нефти.*

*Исследование в работе проведено на основе материалов геофизических исследований скважин, проведенных геолого-технических мероприятий, данных о накопленной добыче, влияния нагнетательных скважин на окружающие добывающие. Скважины были проанализированы по картам распределения геохимических следов присутствия целиков, распределения прогнозных дебитов нейросетевого анализа, позволяющим локализовать перспективные участки восполнения запасов. Рассмотрены карты нефтенасыщенных толщин, где отмечены обводненные зоны, зоны дренирования вокруг скважин с целью определения эффективного направления забуривания бокового ствола.*

*Доказано, что зарезка боковых стволов – это эффективная технология, позволяющая совершенствовать систему разработки и увеличивать добычу нефти на старых месторождениях. Разработана методика выбора скважин-кандидатов для зарезки и определения оптимальной траектории бокового ствола, которая способствует наиболее целесообразному способу реанимации скважины бездействующего фонда. Благодаря этой технологии в разработку вводятся ранее не задействованные участки пласта, а также трудноизвлекаемые запасы углеводородов, добыча которых ранее не представлялась возможной.*

**КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА:** пашийский горизонт, кыновский горизонт, целики нефти, боковые стволы, фильтр Калмана, ПГИ.

## БҮЙІР ОҚПАНДАРДЫ БҮРҒЫЛАУ ҮШІН ГЕОХИМИЯЛЫҚ ЖӘНЕ НЕЙРОЖЕЛІЛІК ТАЛДАУ НЕГІЗІНДЕ ОҢТАЙЛЫ ОРНАЛАСУДЫ ТАҢДАУ

**А.А. НАЗИПОВА\***, ғылыми қызметкер, <https://orcid.org/0000-0001-9922-2479>

**В.И. ГАРИФУЛЛИНА**, ғылыми қызметкер, <https://orcid.org/0000-0002-4603-1158>

**М.И. НОВИКОВ**, ғылыми қызметкер, <https://orcid.org/0000-0002-2432-3010>

**В.А. СУДАКОВ**, директордың инновация жөніндегі орынбасары, <https://orcid.org/0000-0002-6865-7477>

ҚАЗАН ФЕДЕРАЛДЫ УНИВЕРСИТЕТІ,  
Ресей Федерациясы, 420008, Татарстан Республикасы, Қазан қ., Кремлевская, 18

*Осы жұмыста Татарстанның соңғы өндіру сатысындағы мұнай қорларларының тиімділігін арттыру және өндірісті тұрақтандыру мүмкіндіктері талданады. Зерттеу объекті – кино және паший горизонтының терригенді кен орындары.*

*Резервуардың өндірілмеген бөліктерін пайдаға қою үшін, бүйір бағана ұңғымалардың тиімділігі талданады. кен орындарын игеру кезінде, су тасқынын кейінгі мұнай қалдықтары бар аймақтарды табу үшін бүйір бағана бұрғылаудың тиімді бағытын анықтау әдістері ұсынылды.*

*Ұңғымалардың геофизикалық зерттеулері материалдары, геологиялық және техникалық шаралар, жинақталған өндіріс туралы мәліметтер, айдау ұңғымаларының қоршаған*

өндіруші ұңғымаларға әсері негізінде осы зерттеу жұмысы жүргізілді. Ұңғымалар тіректердің бар-жоқтығының геохимиялық іздерінің таралу картасы және нейрондық желінің анализінің болжамды ағынының таралуы карталары көмегімен талданды. Сол талдау арқасында, қорларды толықтырудың перспективасы аудандары оқшауланды. Мұнайға қаныққан қалыңдықтардың карталары қарастырылады, онда суды бұру аймақтары, ұңғымалардың айналасындағы дренаждық аймақтар белгіленеді.

Бұрынғы кен орындарында игеру жүйесін жетілдіру мен мұнай өндіруді ұлғайтудың шеттетілген іздеу тиімді технология екендігі дәлелденді. Бос тұрған ұңғыманың қорын қайта тірілтудің неғұрлым орынды әдісіне ықпал ететін, ұңғымаларды біржола бақылауға және оңтайлы трассалық траекторияны анықтауға кандидаттық ұңғымаларды таңдау әдістемесі әзірленді. Осы технологияның арқасында су қоймасының бұрын пайдаланылмаған учаскелері, сондай-ақ бұрын өндіру мүмкін болмаған көмірсутектерді қалпына келтіруге қиын қорлар өңделуде.

**ТҮЙІН СӨЗДЕР:** паший горизонты, киноз горизонты, су қоймасының біртектілігі, бүйір бағана, Кальман сүзгісі, өндірістік ұңғымалардағы геофизикалық зерттеулер.

## OPTIMIZATION STUDY OF SIDETRACKING PERSPECTIVES ON THE BASIS OF GEOCHEMICAL DATA AND NEURAL NETWORK ANALYSIS

**A.A. NAZIPOVA**, researcher, <https://orcid.org/0000-0001-9922-2479>

**V.I. GARIFYLLINA**, researcher, <https://orcid.org/0000-0002-4603-1158>

**M.I. NOVIKOV**, researcher, <https://orcid.org/0000-0002-2432-3010>

**V.A. SUDAKOV**, executive director for innovation, <https://orcid.org/0000-0002-6865-7477>

KAZAN (VOLGA REGION) FEDERAL UNIVERSITY  
18, Kremlevskaya str., Kazan, 420008, Russia

*This article analyzes the possibilities of increasing the efficiency and stabilizing the production of fields in Tatarstan that have entered a late stage of development. The object of research is the terrigenous deposits of the Kynovsky and Pashsky horizons. An analysis of the efficiency of sidetracking is given in order to involve undrained parts of the reservoir in the development and increase oil recovery. To determine the effective direction of sidetracking, an integrated method was proposed for finding areas where zones of residual oil reserves were formed during field development by waterflooding. The study in the work was carried out on the basis of materials of well logging and geological and technical measures, production data, the effect of injection wells on surrounding producing wells. The wells were analyzed using geochemical traces of the presence of pillars maps, the distribution of predicted flow rates obtained through neural network analysis, which makes possible localization of promising areas of reserves replacement. The maps of oil-saturated reservoir thickness are considered, where the flooded zones, drainage zones around the wells are marked to determine the effective direction of sidetracking. It has been proven that sidetracking is an effective technology to improve the development system and increase oil production at old fields. A method has been developed for selecting candidate wells for sidetracking and determining the optimal sidetrack trajectory, which contributes to the most expedient way to reanimate an idle well stock. Due to this technology, previously unrecovered areas of the reservoir are involved into development, as well as hard-to-recover hydrocarbon reserves, the production of which was not previously possible.*

**KEY WORDS:** Kynovsky horizon, Pashsky horizon, bypassed oil, sidetracking, Kalman estimator, FT



приоритетным направлением развития нефтегазовой промышленности на современном этапе является повышение эффективности и стабилизация разработки крупных месторождений углеводородов на поздней стадии. Количество бездействующих и малодобитных скважин постоянно увеличивается, поэтому важным направ-

лением деятельности нефтегазодобывающих предприятий становится ремонт старых скважин, что несет за собой большие затраты [1]. Актуальной задачей для подобных залежей на позднем этапе разработки является определение локализации остаточных запасов нефти и вовлечение их в эксплуатацию при минимальных затратах [2].

Действующие месторождения Татарстана разрабатываются в основном посредством закачки воды с целью поддержания пластового давления и вытеснения нефти. Однако эта технология имеет свои «побочные эффекты». Вода из нагнетательной скважины прорывается к добывающей, что приводит к образованию недренируемых запасов нефти в межскважинном интервале [3]. Таким образом, значительная часть остаточных запасов находится в целиках, участках, ограниченных промытыми высокопроницаемыми зонами, и проблема состоит в оконтуривании этих участков и создании эффективных методов их разработки [4]. В работе И.Н. Плотниковой и Г.Т. Салахутдиновой [5] рассмотрены геолого-геохимические критерии, позволяющие локализовать участки, на которых предполагаются современные процессы переформирования залежей нефти и поступления новых порций углеводородов в залежь. Для изучения данного явления авторами предложена система мониторинговых исследований нефтей разрабатываемых залежей, которая позволит выявлять участки восполнения запасов, в дальнейшем – совершенствовать систему разработки и увеличивать величину конечного коэффициента нефтеизвлечения. В мировой практике разработаны различные методики локализации образовавшихся целиков нефти. Особую ветвь применяемых технологий занимает комплекс геохимических подходов не только нахождения, но и оценки недренируемых запасов нефти [6, 7].

В таких случаях следует рассмотреть бурение боковых стволов как один из эффективных методов увеличения нефтеотдачи пластов [8] в условиях падающей добычи нефти и перехода многих месторождений на позднюю стадию разработки. Необходимо отметить, что при незначительных остаточных запасах бурение новых скважин приводит к чрезмерному увеличению затрат, что делает дальнейшую разработку месторождений нерентабельной. Поэтому в данных условиях наиболее приемлемыми являются мероприятия по восстановлению малодобитных, обводненных, бездействующих, аварийных скважин с помощью бурения боковых стволов (БС) [9]. Боковые стволы позволяют обойти зоны обводнения и загрязнения в пласте, а также вскрыть пропущенные пласты [10, 11].

### МЕТОДЫ И РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЙ

Объектом исследования являются терригенные отложения кыновского (Д0) и пашийского (Д1) горизонтов. Изученность горизонтов Д0 и Д1 месторождения N в целом является весьма высокой. Почти все площади разработки месторождения разбурены эксплуатационной сеткой скважин согласно утвержденных проектов разработки.

В процессе написания данной работы был проведен поиск участков запасов нефти (целиков) на одной из площадей месторождения N с целью обеспечения эффективного управления разработкой целиков и достижения высокого коэффициента извлечения нефти (КИН).

На рассматриваемом объекте проведено забуривание 12 БС, четыре из которых на данный момент находятся в бездействии по техническим причинам и технологическому ограничению по жидкости (таблица 1).

Таблица 1 – Показатели текущего состояния работы БС

№ скв-ны	Дата ввода	Длина ГС	НАЧАЛЬНЫЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ (за 2-й месяц после ввода)				ТЕКУЩИЕ ПОКАЗАТЕЛИ РАБОТЫ				С НАЧАЛА ГОДА		С НАЧАЛА ЭКСПЛУАТАЦИИ									
			ДОБЫЧА		Рпб	обв-сть	ДЕБИТ		ДОБЫЧА		Рпб	Разб	ДОБЫЧА		ДОБЫЧА							
			нефти	жид-ти			нефти	жид-ти	нефти	жид-ти			нефти	жид-ти	нефти	жид-ти						
т	т/с	т/с	%	атм	т	т/с	%	атм	т	т/с	т	т/с	т	т/с								
994	05.11.1997	19,1	0	1,6	1,8	11,9			0	0	0	0	0	0	81814,05	255864,9						
992	28.08.1998	37,7	6	2,1	2,7	23,3			0	0	0	0	0	0	97473,51	131649,9						
983	19.06.1999	45,4	0	0	0	0			0	0	0	0	0	0	19732,83	146721,3						
964	14.07.1999	27,6	0	543	0	94,4	100	173	200	0	8155,2	0	263,1	100	171	154	0	23760	0	540679,1	0	
726	25.09.2001	43	0	0	0	0	0	180	0	0	0	0	0	0	166	143	0	0	70727,4	0	153456,7	0
654	19.11.2010	31,6	230	256	9,4	10,5	10,3				152,6	614,0	4,9	19,9				371,5	1691,9	51728,7	84506,2	
438	26.01.2018	40	15	65	9,7	41,5	76,5	186	163	163	149,7	182,7	5,2	6,2	132	88	88	405,2	488,0	9863,2	19477,7	
1164	31.01.2018	19	0	0	0	0	0	174	66	66	109,5	4645,3	3,5	149,8	174	66	66	321,0	13163,2	59631,2	180230,0	
1206	01.02.2018	14	336	789	13,7	32,1	57,4	175	147	147	73,9	128,4	2,8	4,9	164	57	57	191,6	349,4	48343,8	259828,0	
948	31.05.2018	55,9	0	0	0,0	0,1	86,3	169	0	0	38,1	48,9	1,2	1,6	160	0	0	109,0	152,4	16317,7	41600,9	
1291	30.10.2018	14	15	178	2,3	28,1	91,8	166	60	60	15,6	118,3	1,3	9,7	166	60	60	26,8	251,0	8720,5	67703,3	
1690	07.12.2018	9,5	540	1148	18,0	38,3	53,0	0	0	0	29,3	488,2	1,0	15,8	124	0	0	109,2	1379,1	29135,8	59926,0	

Среди представленных скважин по одной накопленным показателем нет, так как добыча нефти не велась, скважина введена в 1999 году сразу под нагнетание, на текущий момент скважина является водозаборной – дающей техническую воду. Забуривание боковых и боковых горизонтальных стволов велось преимущественно на пласты Д0, Д1а и Д1б.

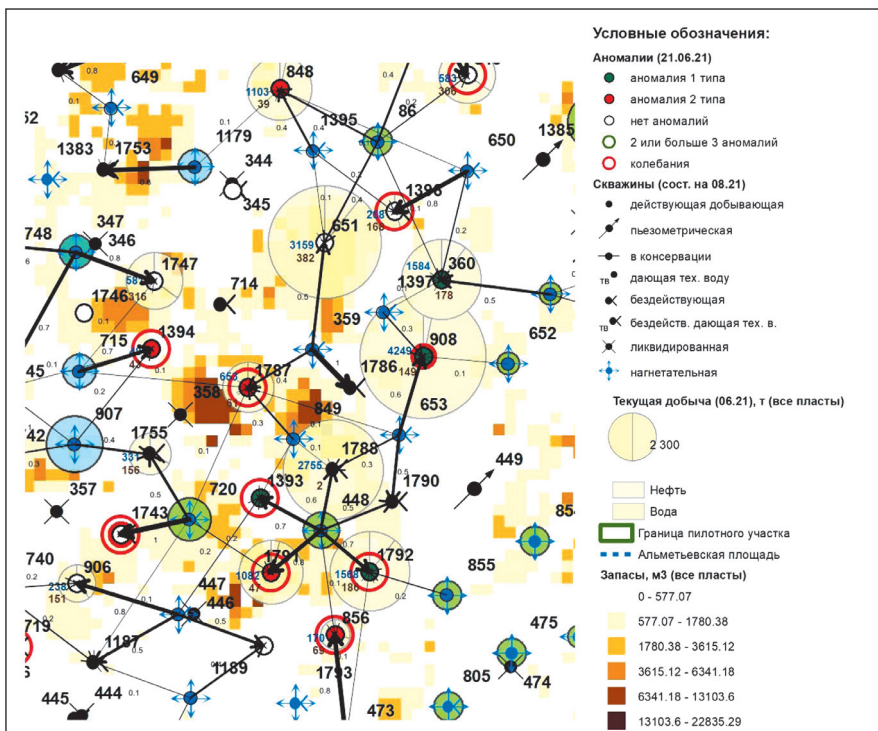
В среднем на одну скважину приходится более 44 тыс. тонн накопленной нефти. После забуривания БС средний дебит нефти составлял 4,7 т/сут; на текущий момент в эксплуатации находятся семь скважин, средний дебит нефти находится на уровне 2,9 т/сут, обводненность – 62%.

Таким образом, забуривание боковых и боковых горизонтальных стволов в большинстве случаев позволяет увеличить дебит нефти и вовлечь в разработку неохваченные пласты.

Для вовлечения таких запасов в разработку первоначально нужно установить их месторасположение.

Первоначальный этап заключался в рассмотрении бездействующего фонда, состоящего из 56 скважин на предмет внедрения БС. На основе анализа продуктивности и показателей разработки окружающих скважин, а также изучения влияния нагнетательных скважин на добывающие были определены 7 опытных участков со скважинами-кандидатами для забуривания БС.

На следующем этапе скважины анализировались по картам распределения геохимических следов присутствия целиков (рисунок 1).



**Рисунок 1 – Комплексная карта наличия аномалий «изобутан/бутан» и распределения прогнозных дебитов**

Основой для построения данного вида карт являются результаты еженедельного отбора проб и выявление аномалий в динамике изменения состава попутного газа. На данных картах отмечены два типа аномалий: аномалии 1-го типа, связанные с ростом содержания тяжелых компонентов, и аномалии 2-го типа, приуроченные к росту содержания метана. Наибольший интерес представляют аномалии 1-го типа, отмеченные зелёным кругом, которые могут свидетельствовать о наличии вблизи скважины недринируемой слабо выработанной зоны.

Приоритетные направления бурения БС на опытных участках выбраны также на основе анализа карты прогнозных дебитов, созданной при помощи нейронных сетей, а также на основе результатов описанного выше геохимического анализа. Стоит отметить, что геохимический мониторинг позволяет с высокой вероятностью определять расположение остаточных запасов нефти в пластах, исходя из чего можно подобрать оптимальные направления для внедрения БС на участках.

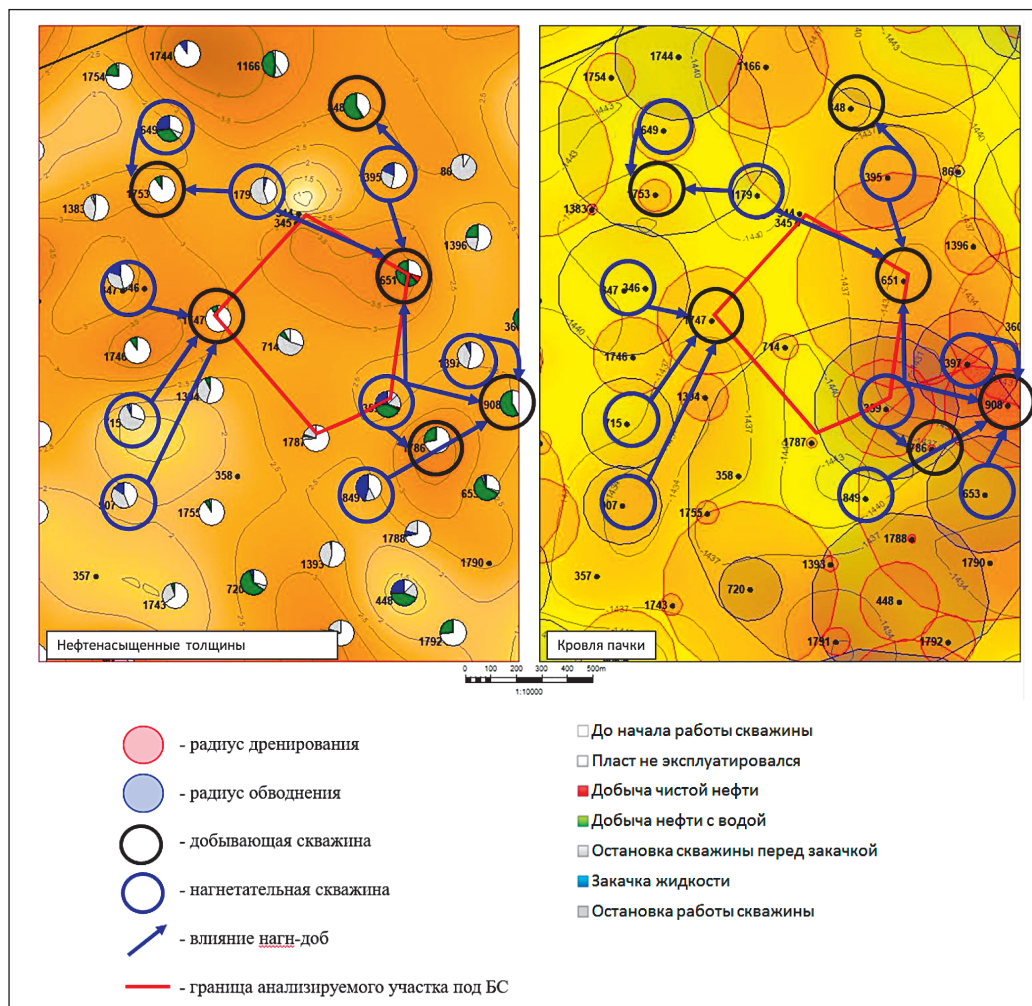
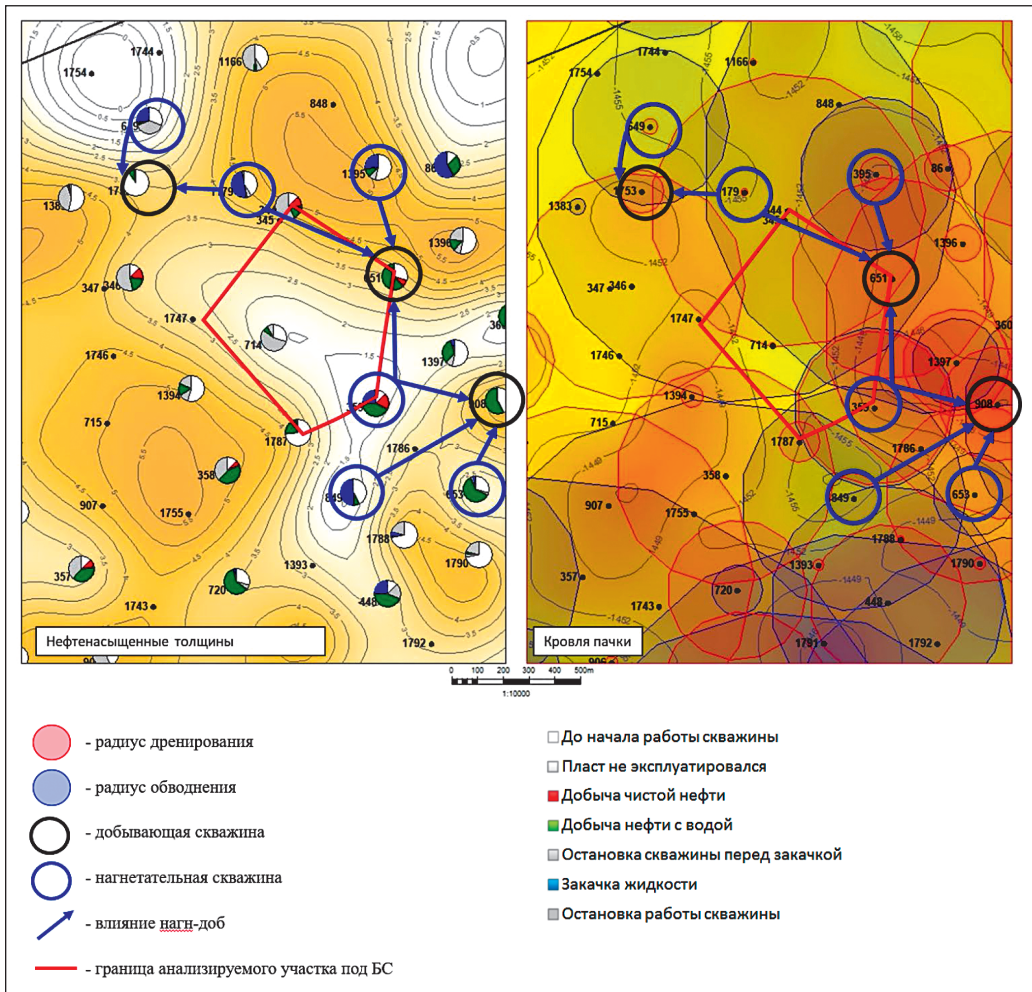


Рисунок 2 – Зависимость добывающих скважин от нагнетательных по пласту D0



**Рисунок 3 – Зависимость добывающих скважин от нагнетательных по пласту Д1а**

Для подробного анализа работы был подобран участок скважины №714 (рисунки 2, 3). Данный участок является перспективным по геохимическому и по нейросетевому анализу, по участку невысокие накопленные показатели по добыче нефти.

Рядом со скважиной – кандидатом окружающие скважины: №№1747, 651, 345, 359, 1787.

Рассмотрены карты нефтенасыщенных толщин, где отмечены обводненные зоны, зоны дренирования вокруг скважин с целью определения перспективного направления забуривания и рассмотрено взаимовлияние нагнетательных скважин на добывающие скважины в разрезе пластов (рисунки. 2, 3). Для определения влияния нагнетательных скважин на добывающие использовались карты, построенные на основе подхода с использованием фильтра Калмана (рисунок 1). Взаимовлияние скважин рассчитывалось для каждого пласта в отдельности. Рассчитанное влияние скважин нанесено на карты прогнозных дебитов по каждому пласту. Стрелками



указано влияние нагнетательной скважины на добывающую. Толщина стрелки прямо пропорциональна коэффициенту влияния, рассчитанному по фильтру Калмана.

Следующим этапом проведен детальный анализ всех скважин, расположенных на исследуемом участке, и рекомендации по забуриванию боковых стволов подобраны на основе анализа истории работы скважин по пластам, результатов ПГИ, результатов проведенных ГТМ. При подборе скважин-кандидатов для ЗБС учтена общая динамика показателей разработки скважин на участке и определено наличие зависимости добычи скважины и обводненности продукции от нарушения конструкции (з/циркуляция, нарушения э/колонны), изменения режима работы скважины, дострела/перестрела пластов и проведенных ГТМ (рисунок 4, таблица 3).

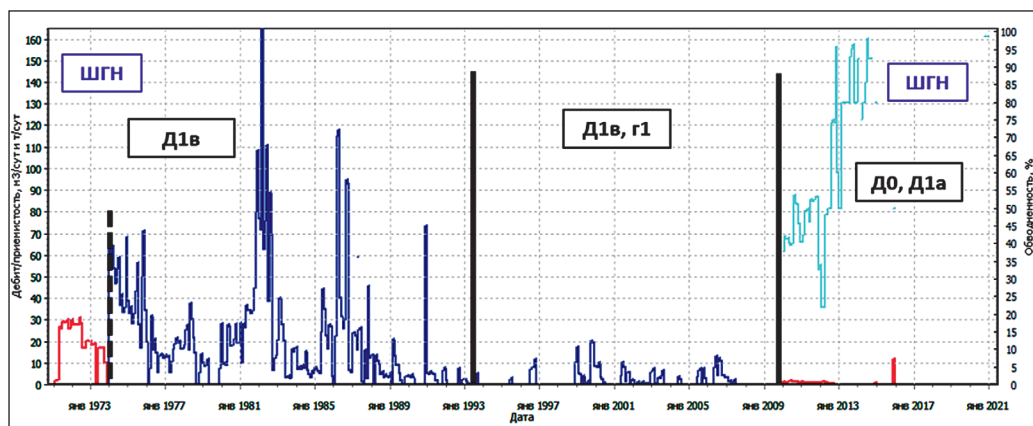


Рисунок 4 – Динамика показателей разработки скважины №714

После проведения подробного анализа всех скважин, по каждому пласту на участке сформированы обобщенные таблицы основных показателей (таблицы 2, 4), в которых отражаются минимальные и максимальные остаточные подвижные запасы нефти, обводненность и продуктивность пластов для оценки перспектив участка.

Таблица 2 – Основные показатели скважин, работающих по пласту Д0

Пачка	Участок	Скважина	Год / Период	ГИС пачки			Qнак, тыс. т.	Перспективы участка		
				ННТ, м	Кп, д.е.	Кн, д.е.		Безводная зона	Остат. запасы	Продуктивность
Д0	714	651	1971	3,5	0,187	0,85	150	⚠	✘	✔
Д0	714	359	1959	2,5	0,153	0,88	13	⚠	✔	⚠
Д0	714	1718	2002	2,7	0,174	0,82	0,2	⚠	✔	✔
Д0	714	714	1971	2,5	0,215	0,91	1	⚠	✔	✔
Д0	714	1747	2014	3,2	0,196	0,83	27	✔	⚠	✔
ИТОГО по пласту Д0 на участке скважины 714			Нач. подвижн. запасы нефти				60,4			
			Макс. добыча с участка, 30% от площади дрен-ия				45			
			Мин. добыча с участка, 10% от площади дрен-ия				15			
			Мин. ост.подв.зап., тыс. т.				15,4			
			Макс. ост.подв.зап., тыс. т.				45,4			

Таблица 3 – Описание периодов работы скважины по пластам

Скв	Год / Период	Периоды работы скв.			ГИС пачки			Добыча скв. за период			Вклад пачки в добычу скважины			Перспективы участка		
		ННТ, м	Кп, д.е.	Кн, д.е.	ННТ, м	Кп, д.е.	Кн, д.е.	Дебит нефти, т/сут	Обв.%	Онак тыс. т.	Онак тыс. т.	События/ Интерпретация	Безводная зона	Ост. запасы	Продуктивность	
714	1971	2,5	0,21	0,91						19,6	1					
	1971-1974	Д1в: безводная добыча, высокие дебиты														
	1974-1993	20-30														
	1993-2009	Д1в: закачка														
2009-н.в.	Д1в, Г1: закачка															
	0															
Д0, Д1а: высокая обводненность, низкая добыча																
0-10																
45-100																
1																
09.2009 - зумпф негерметичен, решено спустить ВПШ-92 на гл.1764 м; Высокая обводненность может быть связана с влиянием скважины №359. В 2015 остановка из-за высокой обводненности																
08.1985 - Нарушение на гл.1340 м. в 2002 ОПЗ солянокислотная.																
пласт Д1в не затронут обводнением																
!																
✓																
✓																

Таблица 4 – Сводная таблица оценки перспектив участка скважины №11230

Участок	Пласт/ пачка	Площадь, тыс. м²	Нэфф. нн.ср, м	Кп, д.е.	Кн, д.е.	НГЗ, тыс. т.	НИЗ, тыс т	Мин. добыча с участка, тыс. т.	Макс. добыча с участка, тыс. т.	Мин. ост. запасы, тыс. т.	Макс. ост. запасы, тыс. т.	Перспективы участка, %		
												Безводная зона	Остат. запасы	Продуктивность
714	Д0	347,2	3,2	0,17	0,82	117,7	60,4	15,0	45,0	15,4	45,4	60	70	90
	Д1а	347,2	2,4	0,16	0,81	81,7	41,9	22,8	33,9	8,0	19,1	37,5	62,5	62,5
	Д162	347,2	1,1	0,18	0,78	38,5	19,8	2,0	8,8	11,1	17,8	50	50	100
	Д163	347,2	1,4	0,19	0,75	51,2	26,3	1,1	1,7	24,7	25,2	16,7	66,7	83,3
	Д1в	347,2	2,1	0,18	0,82	77,5	39,8	18,3	42,7	-2,9	21,5	25	62,5	62,5
	Д1Г1	347,2	2,9	0,16	0,69	84,3	43,2	4,4	8,8	34,4	38,8	33,3	83,3	16,7
	Д1Г3	347,2	2,4	0,15	0,69	64,6	33,2	8,4	14,0	19,2	24,8	100	50	50

В результате по скважинам-кандидатам на каждом участке исследований были выбраны приоритетные пласты-интервалы, а также определены перспективные направления для забуривания БС/БГС с целью довыработки выделенных запасов. По скважине №714 предлагается рассмотреть пласты Д0, Д1б3 как зоны для разбуривания. Доказательством является рассматриваемые окружающие скважины, данные скважины по Д0 работали с хорошей добычей (№№1747,651), для пласта Д1б3 хорошие показатели относятся к скважине №651, 1787 (таблица 5).

Таблица 5 – Добыча по пластам


№ Скви	Период								
		d0_Oil	do_Water	d1a_Oil	d1a_Water	d1b_Oil	d1b_Water	d1vgd_Oil	d1vgd_Water
714	накоп	961	1240	62	81	0	0	18601	0
	2020	0	0	0	0	0	0	0	0
1747	накоп	27446	89534	0	0	0	0	0	0
	2020	2550	4012	0	0	0	0	0	0
651	накоп	88612	129210	85034	123992	18834	27464	157415	229535
	2020	462	5988	443	5747	98	1272	820	10639
345	накоп	0	0	0	0	1935	23094	1036	11795
	2020	0	0	0	0	0	0	0	0
359	накоп	10947	3232	9774	1458	0	0	202852	30258
	2020	0	0	0	0	0	0	0	0
1787	накоп	184	1979	3058	4378	16326	11706	0	0
	2020	76	931	96	1184	215	2643	0	0

## ВЫВОДЫ

В процессе разработки возможны также случаи концентрации подвижных запасов нефти в неохваченных дренированием участках, данное обстоятельство приводит к снижению проектной величины нефтедобычи. Бурение боковых стволов позволяет «дотянуться» до данных локализованных участков и вовлечь в разработку слабодренируемые цели нефти.

Зарезка боковых стволов позволяет восстановить продуктивность высокообводненных, низкодебитных и аварийных скважин, которые не могут эксплуатироваться по техническим причинам, что приводит к увеличению добычи и коэффициента извлечения нефти.

Описываемый метод определения участков с остаточными запасами нефти, основанный на комплексном анализе карт геохимического мониторинга, карт нефтенасыщенных толщин, а также карт прогнозных дебитов, созданных при помощи нейронных сетей, позволяет определить оптимальные участки и перспективные направления для зарезки БС. Одним из определяющих факторов присутствия целиков нефти является геохимическая аномалия в динамике изменения состава попутного газа, выявляемая на основе результатов еженедельного отбора проб. Выявленные аномалии подкрепляются закономерностями влияния нагнетательных скважин, установленными на основе промысловых данных добычи и закачки жидкости.

Разработанная методика выбора скважин-кандидатов для зарезки БС и определения оптимальной траектории БС минимизирует риск неэффективного ГТМ, и приводит к наиболее целесообразному способу реанимации скважины бездействующего фонда. 

**БЛАГОДАРНОСТИ.** Работа выполнена при финансовой поддержке Министерства науки и высшего образования РФ в соответствии с Соглашением № 075-11-2019-032 от 26.11.2019 г в рамках проекта «Создание высокотехнологичного программно-аппаратного комплекса на основе нейросетевых алгоритмов для повышения эффективности разработки крупных месторождений углеводородов на поздней стадии».

## ЛИТЕРАТУРА

- 1 Антонова Е.Н. Бурение боковых стволов на примере Уренгойского газоконденсатного месторождения // Технические науки: традиции и инновации: материалы II Междунар. науч. конференции. – Челябинск: Два комсомольца, 2013. – С. 79-82. [Antonova E.N. Burenie bokovykh stvolov na primere Urengoj'skogo gazokondensatnogo mestorozhdeniya // Tekhnicheskie nauki: tradicii i innovacii: materialy II Mezhdunar. nauch. konferencii. – Chelyabinsk: Dvakomsomol'ca, 2013. – S. 79-82.]
- 2 Баталов Д.А., Хусайнов А.Т. Методика прогнозирования до извлечения остаточных запасов на водоплавающих нефтяных залежах, находящихся на поздних стадиях // Электронный научный журнал «Нефтегазовое дело». – 2013. – №2.– С. 161-167. [Batalov D.A., Husainov A.T. Metodika prognozirovaniya doizvlecheniya ostatochnyh zapasov na vodoplavayushchih neftyanyh zalezah, nahodyashchihsya na pozdnih stadiyah // Elektronnyj nauchnyj zhurnal «Neftegazovoe delo». – 2013. – №2.– S. 161-167.]
- 3 Абасов М.Т., Переформирование запасов в истощенных залежах нефти // Геология, геофизика и разработка нефтяных месторождений. – 2007. - №5. - С. 28-30. [Abasov M.T., Pereformirovanie zapasov v istoshchennyh zalezah nefti // Geologiya, geofizika i razrabotka neftyanyh mestorozhdenij. – 2007. - №5. - S. 28-30.]
- 4 Баталов Д.А. Разработка метода локализации остаточных запасов нефти на поздних стадиях разработки: дис. на соиск. учен. степ. канд. технич. наук. ТюмГНГУ. – Тюмень, 2015. – 159 с. [Batalov D.A., Razrabotka metoda lokalizacii ostatochnyh zapasov nefti na pozdnih stadiyah razrabotki: dis. nasoisk. uchen. step. kand. tekhnich. Nauk. TyumGNGU. – Tyumen', 2015. – 159 s.]
- 5 Плотникова И.Н., Салахидинова Г.Т. Геохимические критерии идентификации невыработанных участков нефтяных залежей на поздней стадии их разработки // Нефть и газ. — 2017. – № 5. – С. 83-102. [Plotnikova I.N., Salahidinova G.T. Geohimicheskie kriterii identifikacii nevyrabotannykh uchastkov neftyanyh zalezhej na pozdnej stadia ih razrabotki // Neft' igaz. – 2017. – № 5.– S. 83-102.]
- 6 Maende, A., Jarvie, D. Finding Bypassed or Overlooked Pay Zones Using Geochemistry Techniques. International Petroleum Technology Conference <https://doi.org/10.2523/IPTC-12918-MS>
- 7 Jarvie, D.M., Senftle, J.T., Hughes, W., Dzou, L., Emme, J., and Slinger, R.J., 1995, Examples and new applications in applying organic geochemistry for detection and qualitative assessment of overlooked petroleum reservoirs, in Organic Geochemistry: Developments and Applications to Energy, Climate, Environment, and Human History, J.O. Grimalt and C. Dorransoro, eds., 17th International Meeting on Organic Geochemistry, pp.380-382.

- 8 Газизов Т.Р. Анализ опыта использования горизонтальных скважин при разработке неоднородных низкопроницаемых коллекторов // Тезисы докладов 72-ой Межд. Молод. Науч. Конференции «Нефть и газ -2018», Т.1., - Москва, 2018. - с. 167. [Gazizov T.R., Analiz opyta ispol'zovaniya gorizontal'nyh skvazhin pri razrabotke neodnorodnyh nizkopronicaemyh kollektorov // Tezisy dokladov 72-oyMezhd. Molod. Nauch. Konferencii «Nef' i gaz -2018», Т.1., - Moskva, 2018. - s. 167.]
- 9 Семенов А.В. Оценка эффективности применения боковых стволов и боковых горизонтальных стволов в условиях залежи №8 Ромашкинского месторождения НГДУ «АЛЪМЕТЬЕВНЕФТЬ» Молодая нефть: сб. статей. Всерос. молодежной науч.-техн. конф. нефтегазовой отрасли. – Красноярск: Сиб. федер. ун-т, 2015. – 351 [Semenov A.V. Ocenka effektivnosti primineniya bokovyh stvolovibokovyh gorizonta'l'nyh stvolov v uslvoiyah zalezhi №8 Romashkinskogo mestorozhdeniya NGDU «AL'MET'EVNEFT'» // Molodayaneft': sb. statej. Vseros. molodezhnojnauch.-tekh. konf. neftegazovojotrasli / otv. zavypuskO.P. Kalyakina. – Krasnoyarsk: Sib. feder. un-t, 2015. – 351]
- 10 Мирсаетов О.М., Повышение эффективности управления параметрами состояния природно-техногенных систем в условиях выработки трудноизвлекаемых запасов нефти: дис. на соиск. учен. степ. докт. технич. наук. ФГБОУ ВО «УдГУ». – Ижевск, 2020. – 313 с. [Mirsae'tov O.M., Povyshenie effektivnosti upravleniya parametrami sostoyaniya prirodno-tekhnogennyh system vusloviyah vyrabotki trudnoizvlekaemyh zapasovnefti: dis. nasoisk. uchen. step. dokt. tehnic. nauk. FGBOUVO «UdGU». – Izhevsk, 2020. – 313 s.]
- 11 Barge, D., Tran, T., Al-Shaarawy, O., Jha M., B. Hagtvedt, M. Al-Haimer, M. Al-Harbi Successful Use of Horizontal Well Technology in Mitigating Water Production and Increasing Oil Recovery in the South Umm Gudair Field, PNZ, Kuwait.<https://doi.org/10.2118/93379-MS>