

**НАУЧНЫЙ И НАУЧНО-ОРГАНИЗАЦИОННЫЙ ОТЧЕТ**  
**отдела «Механика жидкости и газа»**  
**за 2018 год**

В отчетный период исследования выполнялись в соответствии с планом научных работ.

**Работа 1. Исследование пульсирующего режима при течении гетерогенных систем в трубах.**

**Исполнители:** член-корреспондент НАН Азербайджана, д.т.н. Гейлани Панахов, к.т.н. Эльдар Аббасов, д.ф.м.н. Гюльшан Агаева.

Основная причина изменения характера течения в трубопроводах заключается в том, что флюиды в трубах движутся в виде смесей. Неоднородность в движущихся системах приводит к различиям в скорости течения этих систем. Различные скорости могут быть вызваны ударами.

Такие пульсационные режимы также вызывают нестационарное течение газа в трубах.

В ходе исследований были изучены, прежде всего, неравновесные эффекты такого типа. Для этой цели использовались следующее термодинамическое выражение:

$$\frac{1}{C_0^2} \left( P - P_0 + \theta_1 \frac{\partial P}{\partial t} \right) = \rho - \rho_0 + \frac{C_\infty^2}{C_0^2} \theta_2 \frac{\partial P}{\partial t}$$

где,  $P$ ,  $\rho$  - текущие значения давления и плотности газа;  $P_0$ ,  $\rho_0$  - начальное давление и плотность газа;  $C$ ,  $C_0$  - распределение скорости волны, возникающих от воздействия медленных и быстропотекающих процессов;  $\theta_1$ ,  $\theta_2$  - давление газа и время релаксации.

Уравнения, описывающее условия неравновесия, при котором изменяется плотность смеси, записывается следующим образом:

$$\frac{1}{C_0^2} \left( P - P_0 + \theta_1 \frac{\partial P}{\partial t} \right) = \rho - \rho_0$$

Здесь можно записать следующее уравнение, взяв некоторое преобразование относительно  $P$ .

$$\frac{dP}{dt} + \frac{1}{\theta_1} P = \frac{P_0 + C_0^2(\rho_1 - \rho_1)}{\theta_1}$$

Приняв начальные условия в виде  $P(0) = P_0$

$$P = P_0 + C_0^2(\rho_1 - \rho_0) \left[ 1 - e^{-\frac{1}{\theta_1}} \right]$$

Параметры трубопровода:  $P_0 = 30$  атм,  $C_{\text{вол}} = 5$  м/с,  $\Delta P = 5$  кг/м<sup>3</sup>,  $\theta_{\text{realiz}} = 90$  с, было установлено, что давление пульсации, создаваемая жидкостью при  $t = 200$  с, увеличилось с 30 атм до 140 атм.

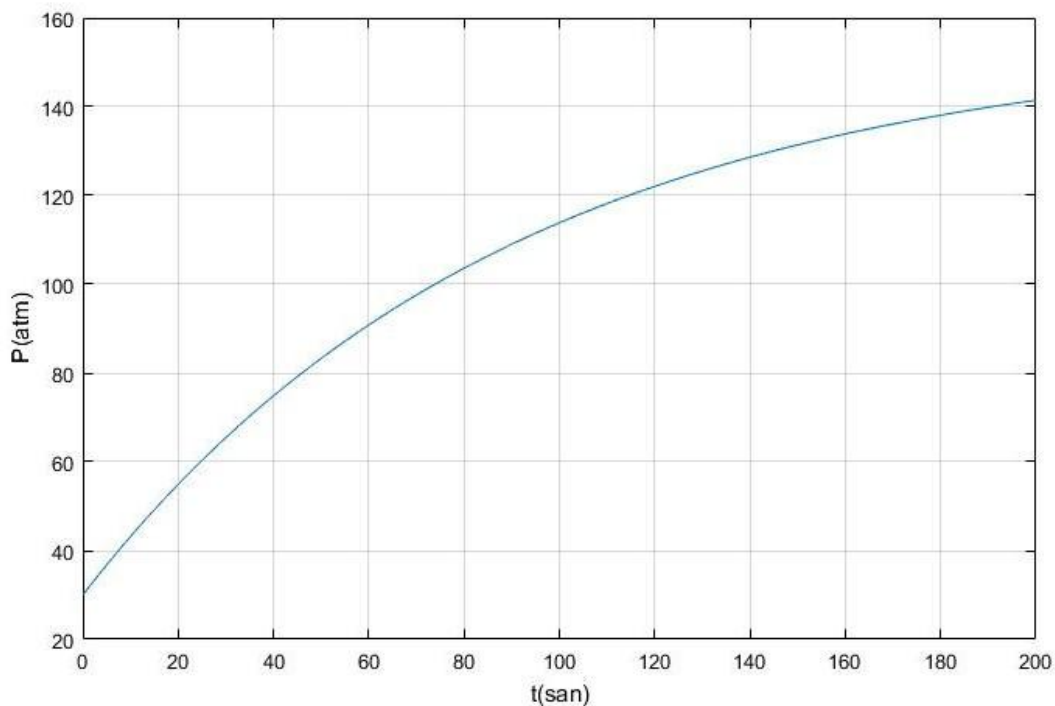


Рис. 1

По результатам исследований были подготовлены две статьи:

1. Pənahov Q.M., Abbasov E.M., İsmaylov S.Z., Hüseynov V.H. Asfalten-gatranparafin çöküntülərinə qarşı yeni mübarizə üsullarının işlənməsi // Azərbaycan Neft Təsərrüfatı, №12. – S. 34 – 40.
2. Нагиев Ф.Б., Агаева Г.Р. Амплитудно-частотные характеристики колебаний газовых пузырьков метана в нефти // "Ученые записки" НИИ "Геотехнологические проблемы нефти, газа и химии", 2018.

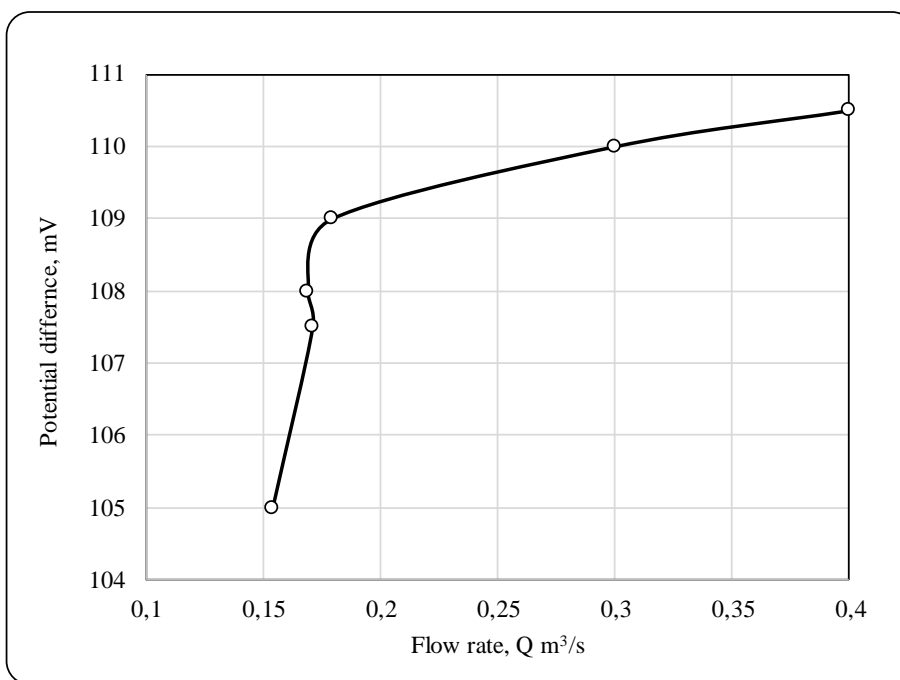
### Тезисы

1. Panahov G.M., Yuzbashiyeva A.O., Panahova S.G. Pulsating flow of heterophase systems in pipes // Proceedings of the International conference dedicated to the 90th anniversary of academician Azad Mirzajanzade, Baku, Azerbaijan, December 13-14, 2018.

## Работа 2. Моделирование электрокинетических и нестационарных процессов в пограничном слое.

**Исполнители:** член-корреспондент НАНА, к.т.н. Панахов К.М., к.т.н. Аббасов Е.М., д.ф.м.н. Юзбашиева А.О., Муσειбли П.Т.

В отчетный период были проведены работы по изучению нестационарных процессов, возникающих в результате течения сложных реологических систем в пограничном слое и возникающего при этом электрокинетического потенциала трения. Здесь значение электрокинетического потенциала оценивалось в зависимости от скорости потока в трубах в дисперсных системах газовых смесей и их отдельного и совместного влияния на фазовые превращения. Рассмотрены условия регулирования гидродинамических параметров при движении этих систем.



**Рис. 2** Зависимость электрического потенциала течения от расхода жидкости

Также исследовано влияние электрокинетических процессов на распространение нелинейных волн. Нелинейное дифференциальное уравнение Кортвега де Вриза, описывающее диффузию нелинейных волн, было решено численным методом при различных значениях радиуса пузырьков газа и разности потенциалов.

$$\frac{\partial U}{\partial t} + U \frac{\partial U}{\partial z} - \eta \frac{\partial^2 U}{\partial z^2} + \beta \frac{\partial^3 U}{\partial z^3} = 0$$

$$\text{Здесь, } \eta = \frac{\left(\frac{4\mu}{R_0} + \frac{2}{3}\sigma ER_0\right)R_0}{6\alpha_1\alpha_2\rho_1^0}; \beta = \frac{R_0^2 C_e}{6\alpha_1\alpha_2}$$

Полученные данные показывают, что с увеличением разности потенциалов распространение волн в газожидкостной системе постепенно уменьшается.

Полученные результаты картины показаны на рис. 3 - 5.

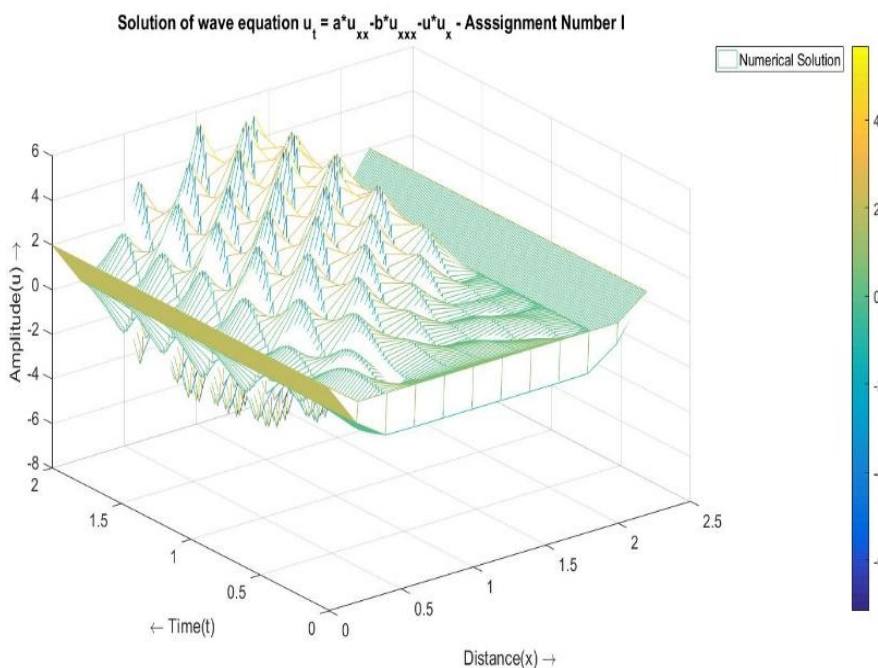


Рис. 3. Нелинейное распространение волн  $R_0 = 0,0001$  м,  $E = 0,002$  В,

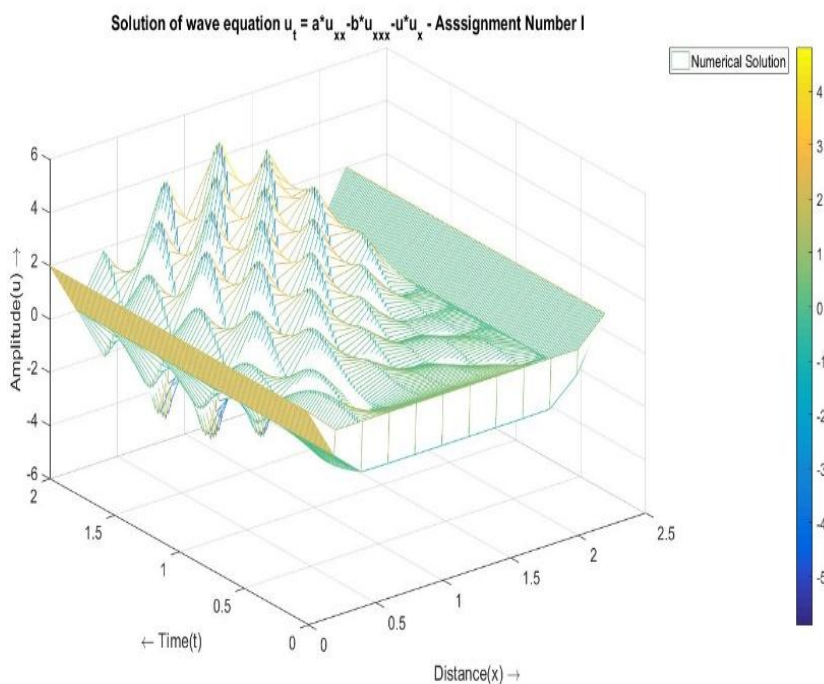


Рис. 4. Распространение нелинейных волн при  $R_0 = 0,00008$  м,  $E = 0,003$  В

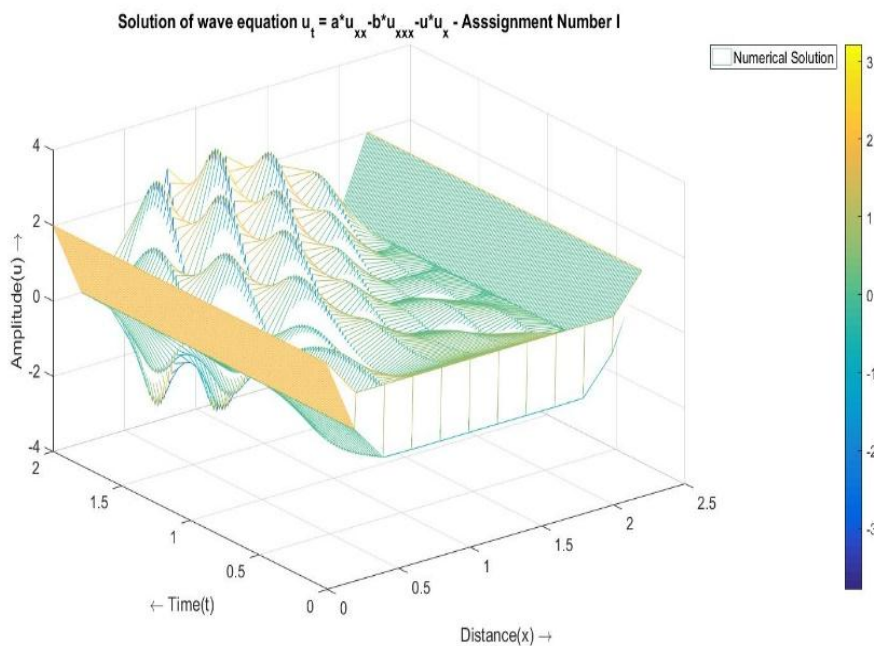


Рис. 5. Распространение нелинейных волн при  $R_0 = 0,00006$  м,  $E = 0,005$  В

Была опубликована статья на этот счет, одна из которых:

1. Панахов Г.М., Аббасов Э.М., Юзбашиева А.О., Балакчи В.Д. Нестационарная конвекция Марангони в капилляре с жидкостью // Нефтегазовое дело, №6, 2018. – С. 35-46.

2. Panahov G.M., Abbasov E.M., Museibli P.T. Influence of electrokinetic processes on the propagation of nonlinear waves in liquid with gas bubbles / Pramana – Journal of Physics.

### Тезисы

1. Panahov G.M., Balakchi V.J., Abbasova N.N. Control of water flooding of heterogeneous reservoirs by periodically increasing injection pressure // Proceedings of the International conference dedicated to the 90th anniversary of academician Azad Mirzajanzade, Baku, Azerbaijan, December 13-14, 2018

2. Parviz Museibli, Geylani Panahov Effect of Electrokinetic / Processes on the Propagation of Non-Linear Waves in Gas Saturated Liquid // IX International Conference of the Georgian Mathematical Union dedicated to 100-th Anniversary of Ivane Javakhishvili, Tbilisi State University. Batumi – Tbilisi, September 3 – 8, 2018.

### Работа 3. Исследование влияния газовыделения на волновые параметры.

**Исполнители:** член-корреспондент НАНА, к.т.н. Панахов К.М., Мусебли П.Т.

Здесь было рассмотрено распределение волн, возникающих при транспортировке газожидкостных смесей, и влияние газовых пузырьков на процесс гидроудара. Учитывая математическое выражение уравнений движения жидкости и уравнения неразрывности, было найдено уравнение, описывающее амплитуду волны:

$$A = \frac{f(R_0)}{f(R_q)} \frac{1}{1 + C \int_{R_{q0}}^{R_q} \frac{1}{\sqrt{f(R_q)}} dR_q}$$

Здесь:  $C = \frac{\lambda \sqrt{\pi} w_0}{8c} \sqrt{1 + \frac{KM}{p}}$   $M = \rho f w$ ;  $w$  - средняя скорость жидкости,  $\rho$  - плотность жидкости;  $K$  - модуль упругости;  $D$  - диаметр;  $\lambda$  - коэффициент гидравлического сопротивления. Придавая радиусу пузырька различные значения при постоянных термобарических условиях было определено, что значения изменяются в зависимости от амплитуды волны от радиуса пузырька. Этот график показан на следующем рисунке

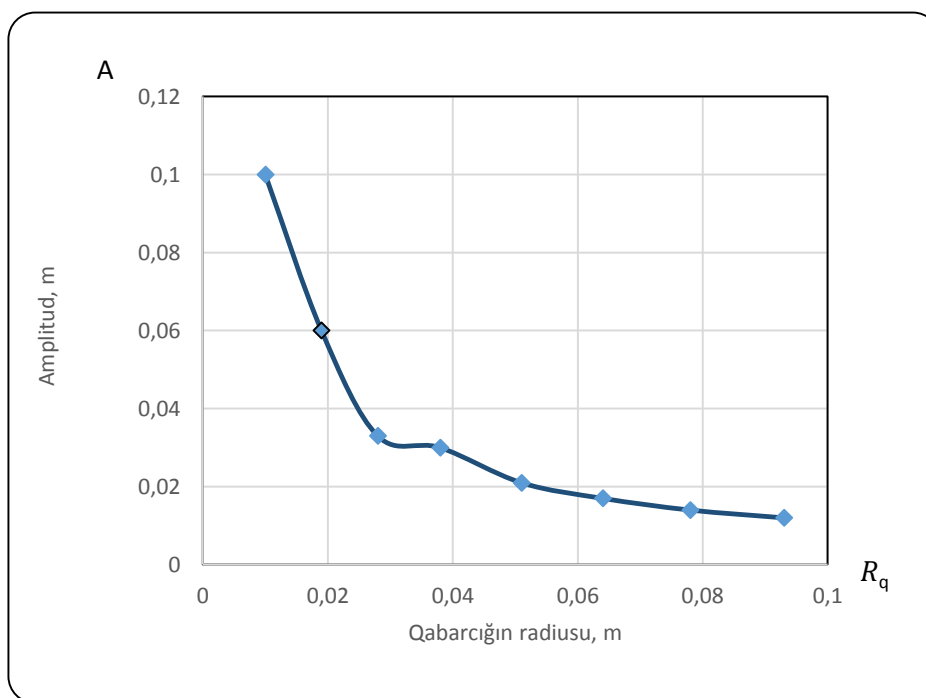


Рис. 6 Изменение амплитуды волны в зависимости от радиуса пузырька

По итогам исследований опубликована следующая статья:

1. Pənahov Q.M., Müseyibli P.T. Qaz qabarcıqlarının yaranma dinamikasının hidrozərbə dalğalarının yayılmasına təsiri // “BDU-nun Xəbərləri” Jurnalı, 2018. – С. 89 – 94.

### **Тезисы**

1. Geylani M. Panahov, Eldar M. Abbasov, Afet O. Yuzbashieva Capillary instability adjustment in hydrodynamic impact on the oil-saturated reservoir // Proceedings of the International conference dedicated to the 90th anniversary of academician Azad Mirzajanzade, Baku, Azerbaijan, December 13-14, 2018

2. Geylani M. Panahov, Parviz T. Museyibli / The influence of the gas bubbles formation dynamics on the propagation of hydraulic shock waves // Proceedings of the International conference dedicated to the 90th anniversary of academician Azad Mirzajanzade, Baku, Azerbaijan, December 13-14, 2018.

### **НАУЧНО-ОРГАНИЗАЦИОННЫЕ РАБОТЫ**

Сотрудники отдела член-корреспондент НАНА, д.т.н. Гейлани Панахов, доцент, к.т.н. Эльдар Аббасов, д.ф.м.н., доц. Афет Юзбашиева, Парвиз Мусеибли принимали участие в научных семинарах, проводимых в отделе.

В отчетный период сотрудники отдела приняли участие в конкурсе, объявленном Фондом развития науки при Президенте Республики Азербайджан для поддержки фундаментальных и инновационных научно-исследовательских проектов. Представленная на конкурс работа на тему «Разработка нового гидродинамического метода для оптимизации процесса вытеснения нефти в неоднородных пластах» получила финансовую поддержку со стороны Фонда.

Наряду с этим сотрудники отдела участвовали в конкурсе проектов фундаментальных и прикладных исследований «Интеграция науки и образования», объявленном Фондом развития науки при Президенте Азербайджанской Республики совместно с сотрудниками кафедры «Теоретическая механика и механика сплошной среды» БДУ на тему «Исследование и регулирование осложнений, возникающих вследствие пульсационного режима течения в трубопроводе».

В отчетный период руководитель отдела Гейлани Панахов принял участие в научно-исследовательской программе «Углеводородные системы и грязевой вулканизм на больших глубинах», объявленной решением Президиума НАНА на 2018–2020 годы.

В течение отчетного периода член-корреспондент НАНА, д-р Гейлани Панахов и доцент Эльдар Аббасов подготовили и опубликовали четвертый выпуск Transactions ANAS в качестве главного редактора и ответственного секретаря.

Член-корреспондент НАНА Гейлани Панахов посетил с научной командировкой Уфимский государственный нефтяной технический университет в г. Уфе, Россия. Он принял участие в обсуждении перспектив совместного научно-технического сотрудничества с ректором проф. Рамилем Бахтизиным. Были намечены планы по применению новых технологий, созданных в отделе «Механика жидкости и газа» Института математики и механики на нефтегазовых месторождениях Башкортостана. Было намечено включение нескольких исследований в план научных исследований Университета 2019 год.

Эти работы:

1. Разработка и применение метода целевого воздействия на пласты для извлечения остаточных запасов углеводородов;
2. Разработка технологии на основе внутрислового генерирования углекислого газа для десорбции газа;
3. Разработка технологий добычи нефти и газа с применением вязко-упругих композитных систем.

Член-корреспондент НАНА Гейлани Панахов и доцент Эльдар Аббасов совместно с Уфимским государственным нефтяным и техническим университетом 20 сентября провели онлайн-презентацию инновационных технологических решений, разработанных в отделе, с участием ведущих специалистов ААК «Газпромнефть». На презентации были обсуждены вопросы, представляющие взаимный интерес, и предложены разработанные в отделе технологии для применения в процессах добычи нефти и газа.



Результаты исследований, проведенных в отделе, также привлекли внимание нефтяной компании «Сургутнефтегаз». Была организована online презентация технологии закачки в пласт газожидкостных систем на основе двуокиси углерода ( $\text{CO}_2$ ) при участии руководителей соответствующих производственных подразделений компании.

10 октября 2018 член-корреспондентом НАНА, доктором технических наук Гейлани Панахов, к.т.н., доцентом Эльдар Аббасов, вице-президентом SOCAR Яшар Латифов при участии сотрудников отделов науки, разработки месторождений нефти и газа, добычи нефти и газа проведены широкие консультации в главном офисе SOCAR были. На совещании были представлены результаты теоретических и прикладных исследований отдела, проведены обсуждения по применению ряда инновационных работ на месторождениях SOCAR.

03-08 сентября 2018 года научный сотрудник отдела Парвиз Мусеибли выступил с докладом «Влияние электрокинетических процессов на распространение нелинейных волн в газированных жидкостях» на третьей международной конференции Грузинского математического общества, посвященной 100-летию Тбилисского государственного университета им. Иване Джавахишвили, в Батуми, Грузия.

Член-корреспондент НАНА Гейлани Панахов руководил научными семинарами при Специализированных советах по защите диссертаций. Он является членом советов в ИММ НАН Азербайджана и АДНСУ.

Член-корреспондент НАНА Гейлани Панахов является председателем Государственной экзаменационной комиссии при кафедре «Теоретическая механика и механика сплошной среды» БГУ и читает лекции на этой же кафедре.

Член-корреспондент НАНА Гейлани Панахов является членом редколлегии журналов «Азербайджанское нефтяное хозяйство» и «Нефтегазовое дело».

Член-корреспондент НАНА Гейлани Панахов является членом Ученого совета Института нефти и газа НАНА.

В 2018 году член-корреспондент НАНА Гейлани Панахов продолжил научное руководство научными работами аспирантов: Парвиза Мусеибли, Вусали Балакчи и Назрин Нагиевой.

Один из диссертантов Гусейнов Вусал защитил диссертацию на соискание ученой степени доктора философии по математике.

В 2018 году член-корреспондент НАНА Гейлани Панахов выступил официальным оппонентом трех докторов наук и четырех докторов философии. Эльдар Аббасов был официальным оппонентом одной научной работы на соискание ученой степени доктора философии. Член-корреспондент НАНА Гейлани Панахов и к.т.н. Эльдар Аббасов преподает магистрантам НАНА по дисциплине «Подземная гидродинамика», «Современные проблемы механики» и «Механика и история методологии».

Доцент Эльдар Аббасов является членом научных семинаров при Диссертационных Советах D2.02.141 в АГУНП и Института геологии и геофизики D.01.081. Доцент Афат Юзбашиева преподает на кафедре прикладной математики и информатики в Бакинском государственном университете.

За отчетный период было опубликовано 4 статьи и 5 материалов конференции, 2 статьи были приняты к публикации.

### **Прикладные работы**

Член-корреспондент НАНА, к.т.н. Гейлани Панахов и ведущий научный сотрудник отдела, кандидат технических наук, доц. Эльдар Аббасов находились в командировке в Китайской Народной Республике по приглашению научного центра «New Horizon». Целью визита было обсуждение совместных исследований со специалистами Китайской Народной Республики и поиск новых технологий добычи полезных ископаемых.

По предложению этой компании, Гейлани Панахов и Эльдар Аббасов участвовали в применении метода гидродинамического воздействия и технологии внутрислоевой газогенерации. В осложненных условиях шельфовой нефтедобычи был успешно реализован технологический процесс

на скважине C12ST01. Результаты внедрения нового метода анализируются совместно с представителями нефтяной компании.

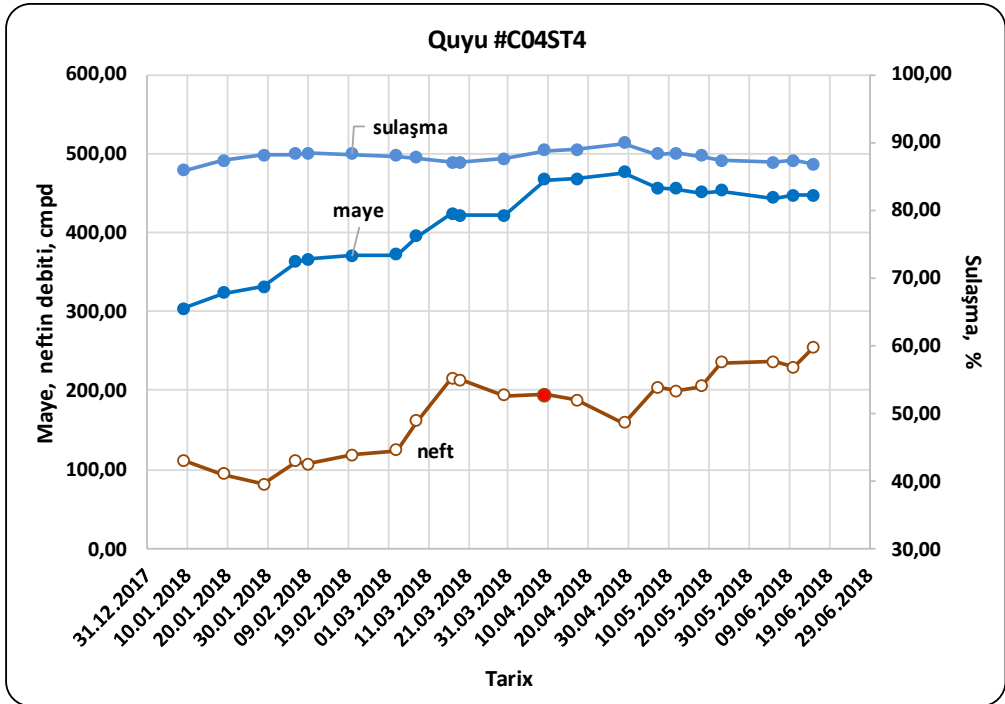
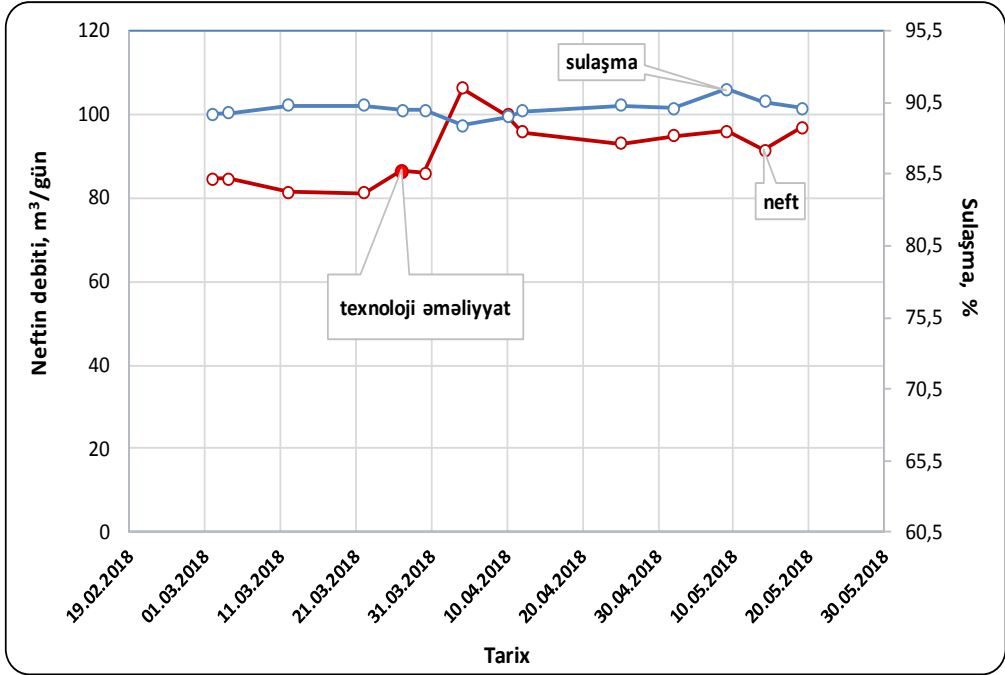


Рис. 7. Индикаторы скважин C54ST2 (а) и C04ST4 (б) после применения новой технологии на месторождении

Сотрудники отдела также принимали участие в реализации прикладных промысловых исследований на месторождениях «Бинагади Ойл Компани»

для интенсификации добычи нефти на 4 эксплуатационных скважинах и получили положительные результаты.

Соответствующие акты и протоколы прилагаются.

Руководитель отдела,  
член-корреспондент НАН Азербайджана

Гейлани Панахов