

ӨОЖ 622.276.5

ГТАХР 52.47.27

DOI: <https://doi.org/10.54859/kjogi108800>

Қабылданды: 26.11.2024.

Мақұлданды: 19.12.2024.

Жарияланды: 31.12.2024.

## Ғылыми шолу

# Мұнай газ өндірісіндегі геология-техникалық шаралардың тиімділігін бағалаудың әдістеріне шолу

**Ж.К. Жантурин, Е.У. Арыстаналиев, Ж.К. Зайдемова, Ш.М. Медетов, М.Н. Әбишев**  
*Сафи Әтебаев атындағы Атырау мұнай және газ университеті, Атырау қаласы, Қазақстан*

### АННОТАЦИЯ

Мұнай және газ өндіру саласы еліміздің экономикасында жетекші орын алатыны белгілі. Мұнай және газды өндіру қаншалықты экономикалық тиімді салаға жатқызылса да оны өндіру кезінде өндірістік шығындардың көлемі айтарлықтай көп болады. Мұндай өндірістік шығындар мұнай кен орындарын геологиялық іздестіру жұмыстарынан бастап толық өндірістік игеру кезеңдерін толығымен қамтиды. Өндірістік шығындардың едәуір бөлігін мұнай бергіштікті арттыруға бағытталған әртүрлі шаралар жиынтығы құрайды. Геология-техникалық шараларды пайдаланудың тиімділігі, олардың түрлерін әртүрлі кен орындарында дәл тауып қолдану шығындардың азаюына септігін тигізетіні сөзсіз.

Ұсынылып отырған мақалада мұнай бергіштікті арттыруға бағытталған әртүрлі геология-техникалық шараларға (ГТШ) шолу жасалған. Шолу барысында көптеген ғалымдардың еңбегіне шолу жүргізілген. Мақалада өндірісте қолданылып ГТШ көпшілігі қамтылған және қолданылған шаралардың тиімділігі нақты кен орындары мысалында көрсетілген. Аталған мақаланы болашақта әртүрлі ГТШ үйлесімділігін нақты кен орындарында пайдалану сұрақтарына арналған зерттеулерге алғышарттар ретінде пайдалануға болады.

**Негізгі сөздер:** геология-техникалық шаралар, мұнай бергіштікті арттыру, қабатты гидравликалық жару, мұнай өндіруді қарқындату, ығыстыру сипаттамасы, «Баспротсипаттамалар», «Баспро-болжам», скин-фактор.

### Дәйексөз келтіру үшін:

*Жантурин Ж.К., Арыстаналиев Е.У., Зайдемова Ж.К., Медетов Ш.М., Әбишев М.Н.* Мұнай газ өндірісіндегі геология-техникалық шаралардың тиімділігін бағалаудың әдістеріне шолу // Қазақстанның мұнай-газ саласының хабаршысы. 2024. 6 том, №4. 78–86 б. DOI: <https://doi.org/10.54859/kjogi108800>.

**UDC 622.276.5**  
**CSCSTI 52.47.27**

DOI: <https://doi.org/10.54859/kjogi108800>

Received: 26.11.2024.

Accepted: 19.12.2024.

Published: 31.12.2024.

## Review article

# Overview of assessment methods for the effectiveness of geological and technical measures in oil and gas production

**Zhomart K. Zhanturin, Yessengeldi U. Arystanaliyev, Zhanylsyn K. Zaidemova, Shokhan M. Medetov, Murat N. Abishev**

*Atyrau Oil and Gas University named after Safi Utebaev, Atyrau, Kazakhstan*

### ABSTRACT

The oil and gas industry is well-known for being a leading sector in the economy of the country. Although this industry can be highly profitable, the costs associated oil and gas production is much higher. These production costs encompass all stages of oil field development, starting with geological exploration. A significant part of these costs involves various measures aimed at enhancing oil recovery. The precise application of efficient geological and technical measures at various fields will significantly contribute to cost reduction.

This article provides a review of various geological and engineering measures (GEMs) designed to enhance oil recovery. It examines the work of numerous and highlights the most commonly used geological and technological engineering (GTE) methods in production. Furthermore, the article demonstrate the effectiveness of the applied measures by presenting specific field examples. This article can be used in the future as a prerequisite for research on utilizing the compatibility of different GTEs in specific fields.

**Keywords:** *geological and technical measures; enhanced oil recovery; hydraulic fracturing; oil production intensification; displacement characteristic; Baspro-characteristic; Baspro-prognosis; skin factor.*

### To cite this article:

Zhanturin ZK, Arystanaliyev YU, Zaidemova ZK, Medetov SM, Abishev MN. Overview of assessment methods for the effectiveness of geological and technical measures in oil and gas production. *Kazakhstan journal for oil & gas industry*. 2024;6(4):78–86. DOI: <https://doi.org/10.54859/kjogi108800>.

УДК 622.276.5  
МРНТИ 52.47.27

DOI: <https://doi.org/10.54859/kjogi108800>

Получена: 26.11.2024.  
Одобрена: 19.12.2024.  
Опубликована: 31.12.2024.

## Научный обзор

# Обзор методов оценки эффективности геолого-технических мероприятий в нефтегазодобыче

**Ж.К. Жантурин, Е.У. Арыстаналиев, Ж.К. Зайдемова, Ш.М. Медетов, М.Н. Абишев**  
*Атырауский университет нефти и газа имени Сафи Утебаева, г. Атырау, Казахстан*

### АННОТАЦИЯ

Как известно, нефтегазодобывающая отрасль занимает лидирующие позиции в экономике страны. Независимо от того, насколько экономически выгодной отраслью является добыча нефти и газа, объём производственных затрат при её добыче значительно выше. Такие производственные затраты полностью охватывают этапы полной производственной разработки нефтяных месторождений, начиная с геологоразведочных работ. Значительную часть производственных затрат составляет комплекс различных мероприятий, направленных на повышение нефтеотдачи. Эффективность использования геолого-технических мероприятий, точное их применение на различных месторождениях, несомненно, будет способствовать снижению затрат.

В предлагаемой статье представлен обзор различных геолого-технических мероприятий, направленных на повышение нефтеотдачи. В ходе обзора был проведен обзор работ многих ученых. В статье освещено большинство применяемых при проведении геолого-технических мероприятий и показана эффективность применяемых мер на примере конкретных месторождений. Данная статья может быть использована в будущем в качестве предпосылок для исследований по вопросам использования совместимости различных геолого-технических мероприятий на конкретных месторождениях.

**Ключевые слова:** геолого-технические мероприятия, повышение нефтеотдачи, гидроразрыв пласта, интенсификация добычи нефти, описание вытеснения, «Баспро-характеристики», «Баспро-прогноз», скин-фактор.

### Как цитировать:

Жантурин Ж.К., Арыстаналиев Е.У., Зайдемова Ж.К., Медетов Ш.М., Абишев М.Н. Обзор методов оценки эффективности геолого-технических мероприятий в нефтегазодобыче // Вестник нефтегазовой отрасли Казахстана. 2024. Том 6, №4. С. 78–86. DOI: <https://doi.org/10.54859/kjogi108800>.

### Кіріспе

Мұнайгаз саласындағы мұнай өндіруді арттыру жаңа технологияларды ендіру, жаңа ұңғымаларды қазу, қабатты гидравликалық жару, ұңғымалардың жұмыстарын оңтайландыру және басқа да шаралардың көмегімен жүзеге асырылатыны белгілі. Аталған шаралар жиынтығын бір сөзбен геология-техникалық шаралар (бұдан әрі – ГТШ) деп атайды.

Қазіргі уақытта, мұнай кен орындарын игеру барысында жаңа технологияларды және ГТШ қолдану арқылы тиімділікті арттыру сұрақтарына көп көңіл бөлінеді. Ол ер кезегінде, нақты өндірістік жағдайда, қажетті технологиялық-экономикалық тиімділікті қамтамасыз ететін ГТШ тиімді түрін таңдау проблемаларын алдыңғы қатарға қояды.

Қазіргі кезде нақты өндірістік жағдайларда ГТШ әртүрлі әдістерін салыстырмалы түрде бағалау белгілі бір дәрежеде қиындықтар туғызады. Ол әртүрлі себептермен кен орындарында ГТШ жүргізілмеген жағдайда ГТШ тиімділігін болжамды бағалауға мүмкіндік беретін зерттеулердің жеткіліксіздігімен байланысты.

Қазіргі кездегі ақпараттарды талдау әдістерінің және шешім қабылдаудың даму деңгейі осы проблемаларды кешенді геология-физикалық және технологиялық ақпараттар жеткілікті болған кезде шешуге мүмкіндік жасайды.

Сонымен қатар әртүрлі кен орындарындағы ГТШ енгізу тәжірибесі мұнай өндіру көрсеткіштерін арттыруда оның маңыздылығын көрсетеді, сонымен қатар қолда бар ақпараттардың потенциалды мүмкіндігін толық пайдалану жолдарын статистикалық және статистикалық емес сипаттағы белгісіздік жағдайында қолданудың қиындығын көрсетеді.

Айтылған жағдайлар қолдағы бар ақпараттардың сипаттамасы негізінде тиімділік көрсеткіштерін болжау моделін тұрғызатын әдістерді қолдануды және көрсеткіштердің көптігі жағдайында шешім қабылдауды талап етеді.

Сондықтан қазіргі уақытта кен орындарындағы қолданылатын ГТШ тиімділігін кешенді геология-физикалық және технологиялық ақпараттар негізінде арттыру және күрделі кен орындарында мұнай өндіру қарқындылығын арттыру шараларын енгізу күрделі проблема ретінде қарастырылып отыр.

Кен орындарын игеру кезінде, әсіресе игерудің соңғы кезеңдерінде кен орындарының тиімділігін арттыру мақсатында әртүрлі жаңа технологиялар мен ГТШ қолдануға көп көңіл бөлінеді. Қазіргі кезде мұнай кен орындарында ГТШ әр түрлі нұсқалары, атап айтқанда, забой маңы аймағын өңдеу, қабатты гидроүзу, көлденең ұңғымалы бұрғылау, тағы да басқа мұнай қарқындылығын арттыру тәсілдері мен қабаттың мұнай бергіштігін арттыру (бұдан әрі – МБА) әдістері қолданылады [1–4]. ГТШ кеңінен

қолдану, оның ішінде МБА кеңінен қолдану және оның технологияларының дамуы нақты кен орындағы жағдайларда қажетті технологиялық-экономикалық тиімділікті қамтамасыз ететін ең үздік әдістерді қателеспей таңдау білу сұрақтарын маңызды етеді.

### ГТШ түрлерінің мұнай бергіштікті арттыруға әсері

Мұнай өндірісінде жаңа әдістердің көптеп енгізілуі әлемнің мұнай өндіруші елдерінде қосымша мұнай өндірудің көлемінің едәуір артуына мүмкіндік берді [5]. Мысалы, АҚШ аталған әдістерді өндіру арқылы өндірілген мұнай көлемінің қоры жөнінен де, өндірістік масштабтағы жүзеге асырылған жобалар саны жағынан да алдыңғы орында келеді. Мұнай бергіштігін арттыру әдістерінің ішінде автор [5] бу және газды кері айдау әдісінің болашағы бар деп есептейді.

Экологиялық талаптардың қатандануына байланысты  $CO_2$  кері айдау арқылы қабаттың мұнай бергіштігін арттыру туралы зерттеулер де көбейді.

Уэйборн (Канада) кен орнында  $CO_2$  кері айдау арқылы мұнай өндіру 4100 т/тәу дейін арттырылды.

Шарон Ридж (АҚШ) кен орнында «Эксон» компаниясы  $CO_2$  кері айдау жұмыстарын ұйымдастырды.

Батыс Техастағы Спробэрри (АҚШ) кен орнында суландыру әдісі арқылы қосымша мұнай өндіру 12% артты.

«Пемекс» Мемлекеттік мұнай компаниясы (Мексика) Кампече бұғазындағы теңіз кен орны тобына  $N_2$  айдау арқылы қосымша 275 млн т мұнай алуды жоспарлауда.

Геология-техникалық шараларды қолданудың тиімділігі Қазақстан кен орындарының мысалында да кеңінен көрініс табады. Атап айтқанда, Теңіз және Батыс Прорва кен орындарында жұмыс режимдерін оңтайландыру, ұңғыманың түп маңы аймағына әсер ету, механикалық өндіруге ауыстыру, қабат суын оқшауландыру т.б. әдістер арқылы қосымша 12,673 мың т қосымша мұнай өндіруге қол жеткізілді [6].

Ботақан кен орнында 2018 жылдың өзінде 120 геология-техникалық шаралар өткізіліп, нәтижесінде қосымша 12,637 мың т мұнай өндірілді [7].

Қарсақ кен орнында орындалған геология-техникалық шаралар арқылы қосымша 2,227 мың тонна мұнай өндіру мүмкін болды [8].

Жоғарыда келтірілген мысалдар қабаттың мұнай бергіштігін арттыру бағытындағы жасалынатын зерттеулердің маңыздылығын көрсетеді.

Қазіргі уақытта мұнай бергіштікті арттырудың жаңа әдістері мен технологияларын қолдану аясын кеңейту кезінде міндетті түрде кен орындарын игерудің ғылыми негіздемелеріне сүйену қажет. Берілген кезеңде ең тиімді ГТШ

түрін анықтау және мұнай бергіштікті арттырудың алдыңғы қатарлы тәсілдерін дамыту үзіліссіз үрдіс болып табылады. Осы кезеңде әртүрлі әдістемелер жасақталады, қолданылатын технологияның тиімділік есептері жүргізіледі және ол есептер әрі қарай жетілдіріледі [9].

Тәжірибелік мақсаттағы және тікелей өндірісте қолданылатын ГТШ түрлері өте көп.

Әсерету түрлеріне байланысты ұңғымаларға жүргізілетін барлық шараларды төрт түрге бөлуге болады: техникалық, жөндеу, МБА және мұнай өндіруді қарқындату, забой маңы аймағын өңдеу.

Техникалық шаралардың өзіне бірнеше жұмыстар (ұңғыма жұмысының режимін өзгерту, пайдалану әдісін арттыру, жабдықтарды таңдауды оңтайландыру т.б.) кіреді. Жөндеу жұмыстары тиімділікті есептеу және тиімділікті есепке алмау жұмыс түрлеріне бөлінеді. Тиімділікті есептеу жұмыстарына әртүрлі апаттарды жою жұмыстары (мысалы, электр жетекті ортадан тепкіш сорап апатын жою, штангалы сорап апатын жою т.б.) жатады, тиімділікті есепке алмау жұмыс түрлеріне ұңғыманы игеру, ұңғыманы зерттеу, зерттеуші немесе пьезометрикалық ұңғымаға айналдыру т.б. жұмыстар кіреді.

МБА және мұнай өндіруді қарқындату әдістері бес топқа бөлінеді: жылулық, газдық, химиялық, физикалық және гидродинамикалық әдістер. Забой маңы аймағын өңдеу жұмыстары да бес топқа бөлініп әрбір топ өзіне қатысты қатысты жұмыстар жиынтығын (мысал, оқшаулау жұмыстары, химиялық реагенттермен өңдеу, перфорациялық әдістер т.б.) құрайды [10].

Әдебиеттерге талдау жасау ең тиімді ГТШ таңдау кезінде мұнай өндіруді болжау есептерін шешуге арналған әртүрлі модельдер қолданылатынын көрсетті. Болжамдық көрсеткіштер мұнай өндірудің қалыптасқан әдістеріне және жоспарланатын ГТШ тиімділігіне байланысты анықталады.

Мұнай өнеркәсібінің дамуы барысында әртүрлі геология-техникалық шаралардың технологиялық тиімділігін бағалаудағы негізгі әдіс болып экстраполяциялық әдіс есептелінді және есептелініп келеді. Әртүрлі геология-техникалық шаралардың, оның ішінде қабаттың мұнай бергіштігін арттыру әдістерінің технологиялық тиімділігін бағалаудың экстраполяциялық әдісінің мәніне мұнай өндірудің базальқ деңгейін тұрғызу жатады. Бұл сұрақ ГТШ жүргізу кезінде бұрынғы өндірілген мұнай көлемін экстраполяциялау және алынған болжамдық мәліметтерді нақты мұнай өндіру көлемімен салыстыру арқылы шешіледі.

ГТШ (оның ішінде МБА және мұнай өндіруді қарқындату) нақты тиімділігін бағалауды әдетте экстраполяциялық әдіспен немесе «ығыстырып шығару сипаттамасы» әдісімен жүргізеді. «Ығыстырып шығару сипаттамасы» әдісі деп мұнай, газ және сұйық сынамаларының шамаларының арасындағы

әртүрлі тәуелділіктерді айтады. Қазіргі уақытта «ығыстырып шығару сипаттамасы» әдісінің 70 астам түрлері белгілі. «Ығыстырып шығару сипаттамасы» әдісі екі үлкен топқа бөлінеді: сулану және құлау қисықтары. Сулану қисықтары дегеніміз жинақталған мұнай, су және (немесе) сұйықтар сынамасының арасындағы тәуелділік немесе жинақталған сынамалар мен өнімнің сулануының арасындағы тәуелділік. Сулану қисығы жинақталған сұйық өнім көлеміне тәуелді болатын ұңғымалардың (учаскелердің) сулану үрдісін сипаттайды. Құлау қисығы – бұл ағымдағы мұнай өндіру көлемінің уақыт факторына тәуелділігі, сонымен қатар, ағымдағы және жинақталған мұнай өнімі көлемдерінің арасындағы тәуелділік. Практикалық есептерді ұсынылған әдістеме [11, 12] бойынша жасақтау үшін бірнеше модульдерді, оның ішінде өндірудің тұрақты жағдайында бөлінген участок бойынша ығыстырып шығару сипаттамасы негізінде өнім көрсеткіштері бойынша болжам мәліметтерін есептеу модулін жүзеге асыру жоспарланған. Мұнай бергіштікті арттыру үрдісін автоматтандыру сұрақтарын жүзеге асыру барысында бірнеше принципалды әдістерді қарастыра отырып, авторлар [9] аталған әдістердің артықшылықтары мен кемшіліктерін көрсетеді. Олардың ішінде ығыстыру сипаттамасы негізінде жасақталған модельдердің де кемшіліктері көрсетілген. Оларға автор сенімділіктің төмендігін, қабаттың геологиялық көрсеткіштерін есепке алудың болмауын және есептелетін учаскеге қоршаған басқа ұңғымалардың жұмыс режимдерінің әсерін жатқызады [11, 12].

Басқа еңбектерде [13] АҚШ қабатқа үштік әдістің әсерінің тиімділігін бағалау үшін көп жағдайда құлау қисығы (мұнай өндірудің уақыт бойынша өзгеруі) қолданылатыны айтылады.

Ығыстыру сипаттамасын қолданудың көп жылғы тәжірибесі сипаттамаларды шектелген уақыт интервалында ғана қолданылуға болатынын және әрбір қабатқа жеке сипаттамалардың таңдалынуы қажеттілігін көрсетті. Одан басқа болжамның сенімділігі болжамалды кезеңдегі уақыт интервалына тәуелді болады. Ығыстыру сипаттамасы бойынша болжамдық көрсеткіштер нақты көрсеткіштерден 20% ауытқуы байқалады, себебі қосымша мұнай өндіру көрсеткіші әдетте 1–2% құрайды, сондықтан болжамның дәлдігі өте жоғары маңызға ие.

Қабаттың мұнай бергіштігін арттыру шараларының тиімділігін бағалаудың сенімділігі мен дәлдігі әсерсіз (қалыпты сулану кезіндегі) мұнай қабатын өндірудің көрсеткіштерінің динамикасын болжау дәлдігімен тікелей байланысты болады.

Тәжірибеде ГТШ нақты тиімділігін судағы мұнай сипаттамасы әдісімен, яғни,  $V_n = f(V_{nc})$  типтес тәуелділік болатын сулану қисығы бойынша және мұнай өндірудің өзгерісі қисығымен, яғни  $V_n = f(V_n)$  тәуелділігімен бағалау қалыптасқан.

Мұндағы  $V_n$  және  $V_{ж}$  – сәйкесінше мұнай және сұйықтың жинақталған сынамасы;  $t$  – уақыт. Кейбір зерттеулерде [14] көрсетілгендей жалпы тиімділікті мұнайды ығыстыру сипаттамасының өзгерісіне негізделген тиімділікке және сұйық сынамасын қарқындатумен байланысты болатын тиімділікке бөлуге болады. Ілеспе жолмен алынатын судың қосымша көлемі есептелінеді. Мұнай дебитінің құлау қисығы, яғни  $V_n=f(V_{ж})$  тәуелділігі бойынша ГТШ жалпы тиімділігі анықталады.

Қазіргі уақытта ығыстыру сипаттамасының ондаған әртүрлі нұсқалары бар [15, 16] және қазіргі кездегі басты проблема ретінде зерттелетін кен орнының игеру тарихымен ең жақсы үйлесетін және жобалау кезінде ең дәл экстраполяцияны қамтамасыз ететін [17] ығыстыру сипаттамасын таңдау проблемасы қарастырылады.

Кейбір еңбектерде [18] автор геология-техникалық шараларды бағалаудың ең дәл әдістерін таңдауға арналған кейбір сұрақтарды қарастырады, сонымен қатар мұнай бергіштікті арттыру тәсілдерінің технологиялық диімділігін дифференциалдаудың мүмкін жағдайларын көрсететін тәуелділіктерді көрсетеді. Автордың пікірінше, сипаттама әдісін қолдана отырып нақты және базалық мұнай өндіру қисығын экстраполяциялауға негізделген ГТШ тиімділігін болжау (яғни күтілетін тиімділікті есептеу) кей жағдайларда сенімді емес. Автордың пікірінше ГТШ кейбір түрлерін (мысалы, қабатты гидрожару) қолданудың тиімділігінің ұзақтығы 5–7 жыл аралығында болғандықтан, ұзақ мерзімді болжаулар үшін сулану қисығын қолдану, жоғару ұсыны (50–70%) кезінде ғана сенімді болуы мүмкін. Суланудың төмендігі кезінде (ерте кезеңдерде) болжау ұзақтығы 3–6 айдан аспауы керек.

Басқа еңбектерде [16] болжау нысаны ретінде ұңғымалар, ұңғымалар шоғыры, учаскелер (ұңғымалар тобы), цех, қабат, мұнайгаз өндіру мекемесі т.б., ал болжау уақыты ретінде ай, квартал, жыл қарастырылады. Жоспарланған шаралардың сипаттамасы және кезектілігіне байланысты көпнұсқаулы есептеулерді жүргізудің қажеттілігі туындайды, ол өз кезегінде қазіргі заманға математикалық аппараттарды талап ететін ақпараттық бағдарламаларды қажет етеді.

Осыған байланысты, аталған еңбекте [19] «Баспро-аналитик» интегралды ақпараттық кешенде жасақталған болжамдық көрсеткіштерді есептеу технологиясы қарастырылған.

Есептеулерді шешу үшін екі бағдарламалық модульді пайдалану ұсынылады:

- «Баспро-сипаттамалар» игерудің қалыптасқан жүйесінде базалық өндіруді есептеу және жүргізілген ГТШ тиімділігін бағалау;

- «Баспро-болжам» жоспарланған ГТШ мүмкін болатын тиімділігін ескере отырып болжамдық мұнай өндіруді есептейді.

«Баспро-сипаттамалар» – базалық деңгейді, ГТШ тиімділігін есептеу модулі болып

табылады, кез-келген геология-кәсіпшілік нысандар, мысалы, кен орны, қабат, ұңғыма, ұңғымалар тобы т.б. үшін игеру тарихы негізінде мұнай өндірудің базалық сипаттамасын есептеуге мүмкіндік береді. Алынған ақпараттар яғни сипаттамалар, болжамдық өндіру, ГТШ тиімділігі мәліметтер базасында сақталады.

Бағдарламада қолданылатын әдіс мұнай өндіру тарихының нақты мәліметтеріне жақын келетін (аппроксимация әдісі) ығыстыру сипаттамасын анықтауға негізделген. «Баспро-сипаттамалар» тиімділігі автоматты түрде екі құрамдас бөлікке бөлінеді: мұнай беру тиімділігі және қарқындалу (интенсификация) тиімділігі.

Екі негізгі тиімділікпен қатар ілеспе өндірілетін судың көлемінің төмендеуінен болатын тиімділік те есептеледі. Егер негізгі өндіру сипаттамасы алдын-ала есептелінсе және «болжамдық өндіру» базасында сақталса, «Баспро-сипаттамалар» осы мәліметтер мен нақты өндірілген өнім көлемін салыстыра отырып тиімділікті есептеуге мүмкіндік береді [20–24].

Кен орындарын игерудің соңғы кезеңдерінде мұнай бергіштікті арттыруда қолданылатын әдістердің тиімділігіне қойылатын талаптар жоғарылайды, учаскелермен жеке жұмыс жасау қажеттілігі артады. Мұнай бергіштікті арттыру жаңа технологияларды тиімді қолдану және әсер ету нысандарын дұрыс таңдаумен байланысты болады. Оған игерілетін мұнай қоры таусылған бірақ суланумен қамтылмаған мұнай қоры бар қабатты анықтау жатады. Үшөлшемді геологиялық ерекшеліктері бойынша дифференциалданған сүзгілік модельдерді қолдану әсер етудің тиімді технологиясын негіздеуге мүмкіндік береді.

Нұсқаулық құжаттардың [25, 26] ұсыныстарына сәйкес қабатты бірінші және екінші рет жару, өндіруші ұңғымаларды ұңғы маңын өңдеу тиімділіктерін бағалау үшін өлшемсіз көрсеткіш-скин-факторды қолдану ұсынылады. Скин-фактор ұңғы маңы аумағындағы қабаттық флюидті сүзу кезіндегі әртүрлі себептер әсерінен болатын қысымның жоғалуын сипаттайды. Скин-факторды есептеуге арналған формула Дюпюи теңдеуі негізінде алынған және келесідей түрде болады (1):

$$S = 1,151 \left[ \frac{\Delta p(t)}{i} - \log \frac{2,25\chi t}{r_c^2} \right] \quad (1)$$

мұндағы  $\Delta p(t)$  – ұңғыманы тоқтатқан уақыттан бастап  $t$  уақыт кезеңіндегі жазық радиалды ағынды сипаттайтын жартылай логарифмдік координатадағы қысымды қалпына келтіру қисығы учаскесінде жүргізілген аралық белгісіз мәнді табу түзуі бойынша қысымның өзгерісі (формуланы қарапайымдандыру үшін кейбір еңбектерде [27]  $t = 1$  сағ тең деп алады);

$i$  – қысымды қалпына келтіру қисығыткіе сызықты учаскесінің жартылай логарифмдік координаталарындағы көлбеуі;

$\chi = k / (\mu\beta)^l$  – қабаттың пьезоөткізгіштігі;

$k / \mu$  – қарастырылатын қысымды қалпына келтіру қисығы бойынша есептелінетін қозғалғыштық;

$\beta$  – кернді зертханалық зерттеу қортындысы негізіндегі қабаттық жүйенің серпімді сиымдылығы;

$r_c$  – ұңғыма радиусы.

Жоғарыда келтірілген скин-факторды қолдану арқылы ұңғымаларды термогидродинамикалық зерттеу технологиясы бұрғылау және жөндеуден кейінгі игеру кезеңінде бұрғылау ертіңділерінің қабаттық ұңғы маңын аумағына әсер ету деңгейін, қабатты бірінші және екінші жару сапасын анықтауға, ағынды қарқындалу бойынша ГТШ тиімділігін бағалауға мүмкіндік береді [28].

### Қортынды

Жоғарыдағы берілген шолу ГТШ тиімділігін бағалау сұрақтарына, ғылыми негізделген

әдістемелік тәсілдерді жасақтауға, талдау және ең үздік шешімдерді таңдау сұрақтарына зерттеушілердің жоғары қызығушылығын көрсетеді, осылайша ГТШ тиімділігін арттыру шешімдерін іздеудің маңыздылығын және өзектілігін растайды.

ГТШ тиімділігіне болжам жасау нақты кен орындарында немесе нақты қабаттардағы жасалынатын ГТШ тиімділігін бағалауға мүмкіндік береді, әртүрлі геология-физикалық және техника-технологиялық талаптарға сәйкес ГТШ түрлерінің салыстырмалы тиімділіктерін болжауға қол жеткізіледі.

ГТШ тиімділігін бағалау нәтижесінде тиімділік көрсеткіштерінің болжамдық есептерін жүргізіп нақты қабатқа – нақты ГТШ тиімді нұсқаларын таңдауға мүмкіндік туады.

ГТШ тиімділігі көрсеткіштері нәтижесінде ақпарат жеткіліксіздігі жағдайында ең тиімді нұсқаны таңдап алу ықтималдылығы жоғарылайды.

### ҚОСЫМША

**Қаржыландыру көзі.** Авторлар зерттеу жүргізу кезінде сыртқы қаржыландырудың жоқтығын мәлімдейді.

**Мүдделер қайшылығы.** Авторлар осы мақаланы жариялауға байланысты айқын және ықтимал мүдделер қайшылығының жоқтығын жариялайды.

**Авторлардың қосқан үлесі.** Барлық авторлар өздерінің авторлығының ICMJE халықаралық критерийлеріне сәйкестігін растайды (барлық авторлар тұжырымдаманы әзірлеуге, зерттеу жүргізуге және мақаланы дайындауға айтарлықтай үлес қосты, жарияланғанға дейін соңғы нұсқасын оқып, мақұлдады). Ең үлкен үлес келесідей бөлінді: Жантурин Ж.К., Зайдемова Ж.К. – мәтін жазу, аналитика, дереккөздермен жұмыс, қолжазбаны редакциялау; Арыстаналиев Е.У., Абишев М.Н. – дайындыққа жалпы басшылық жасау, мәтінді құрылымдау; Медетов Ш.М. – дереккөздермен жұмыс, әдеби шолуды дайындау, формулалар мен анықтамалық деректерді дайындау.

### ADDITIONAL INFORMATION

**Funding source.** This study was not supported by any external sources of funding.

**Competing interests.** The authors declare that they have no competing interests.

**Authors' contribution.** All authors made a substantial contribution to the conception of the work, acquisition, analysis, interpretation of data for the work, drafting and revising the work, final approval of the version to be published and agree to be accountable for all aspects of the work. The greatest contribution is distributed as follows: Zhomart K. Zhanturin, Zhanylysyn K. Zaidemova – text writing, analytics, work with sources, manuscript editing; Yessengeldi U. Arystanaliyev, Murat N. Abishev – general management of preparation, text structuring; Shokhan M. Medetov – work with sources, preparation of literature review, preparation of formulas and reference data.

### ӘДЕБИЕТТЕР ТІЗІМІ

1. Дябин А.Г., Сорокин А.Я., Ступоченко В.Е. Применение технологий повышения нефтеотдачи научно-производственным центром ОАО РМНТК «Нефтеотдача» // Нефтяное хозяйство. 2000. №12. С. 16–18.
2. Гумерский Х.Х., Горбунов А.Т., Жданов С.А., Петраков А.М. Повышение нефтеотдачи пластов с применением системной технологии воздействия // Нефтяное хозяйство. 2000. №12. С. 12–15.
3. Сафонов Е.Н., Исхаков И.А., Гайнуллин К.Х., и др. Применение новых методов увеличения нефтеотдачи на месторождениях Башкортостана // Нефтяное хозяйство. 2002. №4. С. 38–40.
4. Хусаинов З.М., Чирков В.Л., Шешуков А.И. Применение методов повышения нефтеотдачи и интенсификации добычи нефти на месторождениях НГДУ «Нижнесортымскнефть» // Нефтяное хозяйство. 2001. № 9. С. 83–85.
5. Байков Н.М. Добыча нефти за счет внедрения новых методов повышения нефтеотдачи // Нефтяное хозяйство. 2000. № 6. С. 53–54.
6. Саттаров Р.М., Ермаков М.М., Жантурин Ж.К., Рзаев П.О. Статистический анализ и принятие решений по выбору геолого-технических мероприятий в условиях Казахстана // Международная научно-практическая конференция

- «Проблемы научно-технического и кадрового обеспечения нефтегазовой промышленности Казахстана». 2008. С. 287–294.
7. Абдрахманова А.С. Обоснование мероприятий по повышению нефтеотдачи пластов и регулированию процесса разработки месторождения Ботахан // Международная научно-практическая конференция «Казахстанская нефть: Прошлое, настоящее и будущее», посвященная 120-летию казахстанской нефти. 2019. С. 39–45.
  8. Смаилов С.Н. Обоснование мероприятий по текущему состоянию и регулированию процесса разработки месторождения Карсак // Международная научно-практическая конференция «Казахстанская нефть: Прошлое, настоящее и будущее», посвященная 120-летию казахстанской нефти. 2019. С. 77–84.
  9. Мякинник Н. Повышение нефтеотдачи – основной резерв увеличения добычи // Нефть России. 2000. № 8. С. 34–39.
  10. Жантурин Ж.К., Канбетов А.Ш., Мусрепова А.Т. Методы оценки эффективности геолого-технических мероприятий // Universum: Технические науки. 2020. 3.1 (72.1). С. 24–29.
  11. Фахретдинов Р.Н., Каледин Ю.А., Житкова М.В. Потенциал современных информационных технологий при оценке эффективности методов увеличения нефтеотдачи // Нефтяное хозяйство. 2001. № 10. С. 65–71.
  12. Фахретдинов Р.Н., Масленников Д.В. Программный комплекс EOR-Office Analyst Express (Новый «Analyst» для новых русских аналитиков) // Нефтяное хозяйство. 2001. № 3. С. 13–14.
  13. Швецов И.А., Киселева Е.Ю., Ахмедов Б.Ф. Методики прогноза показателей разработки месторождений и оценки эффективности методов увеличения нефтеотдачи // Нефтяное хозяйство. 2002. № 7. С. 100–103.
  14. Казаков А.А. Гиперболический закон в методах характеристик вытеснения // Научно-технические достижения и передовой опыт, рекомендуемые для внедрения в нефтяной промышленности. 1991. Вып. 3. С. 6–10.
  15. Методическое руководство по оценке технологической эффективности применения методов увеличения нефтеотдачи пластов. Москва: Минтопэнерго РФ, РМНТК «Нефтеотдача», «Вниинетфть», 1993. 130 с.
  16. Шахвердиев А.Х. Унифицированная методика расчета эффективности геолого-технических мероприятий // Нефтяное хозяйство. 2001. № 5. С. 44–50.
  17. Сыртланов В.Р., Кадочникова Л.М., Трушников О.М. Методики оценки эффективности геолого-технологических мероприятий на основе трехмерного гидродинамического моделирования // Нефтяное хозяйство. 2002. № 6. С. 38–40.
  18. Казаков А.А. Некоторые замечания по поводу методов оценки технологической эффективности различных геолого-технических мероприятий // Нефтяное хозяйство. 1999. № 5. С. 39–43.
  19. Шпуров А.В., Пьянков В.Н., Клочков А.А., Бриллиант Л.С. Планирование эффективности геолого-технических мероприятий при прогнозировании добычи нефти // Нефтяное хозяйство. 2000. № 9. С. 105–108.
  20. Пьянков В.Н., Филев А.И. Интегральный программный комплекс «Баспро-аналитик» // Нефтяное хозяйство. 2000. № 9. С. 109–114.
  21. Эфендиев Г.М., Джанзаков И.И., Жантурин Ж.К., Мусрепова А.Т. К вопросам принятия решений по выбору ГТМ в условиях месторождения западного Казахстана на основе стратегического анализа. // Мультидисциплинарный научный журнал «Архивариус». 2019. №11 (44). С. 13–14.
  22. Ишбулатов И.А. Обзор подходов к экономической оценке эффективности геолого-технических мероприятий // Научный лидер. 2022. №23 (68) С. 192–195.
  23. Рамазанов Р.Р., Харламов К.А., Летко И.И. Анализ эффективности геолого-технических мероприятий // Нефтяное хозяйство. 2019. №6. С. 79–86.
  24. Толстоногов А.А. Оценка эффективности геолого-технических мероприятий в области нефтедобычи // Фундаментальные исследования. 2014. №11. С. 150–154.
  25. РД 153-39.0-110-01. Методические указания по геолого-промысловому анализу разработки нефтяных и газонефтяных месторождений. Москва, 2001.
  26. РД 153-39.0-109-01. Методические указания «Комплексирование и этапность выполнения геофизических, гидродинамических и геохимических исследований нефтяных и нефтегазовых месторождений». Москва, 2000.
  27. Шагиев Р.Г., Шагиев Р.Р. Значение скин-фактора при выборе скважин для обработок // Нефтяное хозяйство. 2002. № 5. С. 60–63.
  28. Федоров В. Н., Мешков В. М. Оценка эффективности геолого-технических мероприятий на основе скин-фактора. Нефтяное хозяйство. 2003. №12. С. 50–51.

## REFERENCES

1. Dyabin AG, Sorokin AY, Stupochenko VY. Primeneniye tekhnologii povysheniya nefteotdachi nauchno-proizvodstvennym tsentrom ОАО РМНТК «Нефтеотдача». *Oil industry*. 2000;12:16–18. (In Russ).
2. Gumersky KK, Gorbunov AT, Zhdanov SA, Petrakov AM. Povysheniye nefteotdachi plastov s primeneniyyem sistemnoy tekhnologii vozdeistviya. *Oil industry*. 2000;12:12–15. (In Russ).
3. Saphonov YN, Iskhakov IA, Gainullin KH, et al. Primeneniye novykh metodov uvelicheniya nefteotdachi na mestorozhdeniyakh Bashkortostana. *Oil industry*. 2002;4:38–40. (In Russ).
4. Khussainov ZM, Chirkov VL, Sheshukov AI. Primeneniye metodov povysheniya nefteotdachi i intensifikatsii dobychi nefli na mestorozhdeniyah NGDU «Nizhnesorotyskneft». *Oil industry*. 2001;9:83–85. (In Russ).
5. Baikov NM. Dobycha nefli za schet vnedreniya novykh metodov povysheniya nefteotdachi. *Oil industry*. 2000;6:53–54. (In Russ).
6. Sattarov RM, Yermekov MM, Zhanturin ZK, Rzayev PO. Statisticheskii analiz i prinyatiye resheniy po vyboru geologo-tekhnicheskikh meropriyatiy v usloviyakh Kazahstana. *International Scientific and Practical Conference "Problems of scientific, technical and personnel support of oil and gas industry of Kazakhstan"*. 2008;287–294. (In Russ).
7. Abdrakhmanova AS. Obosnovanie meropriyatiy po povysheniyyu nefteotdachi plastov i regulirovaniyu protsessy razrabotki mestorozhdeniya Botahan. *International scientific-practical conference "Kazakhstan oil: Past, present and future", dedicated to the 120th anniversary of Kazakhstan oil*. 2019;39–45. (In Russ).
8. Smailov SN. Obosnovaniye meropriyatiy po tekushchemu sostoyaniyu i regulirovaniyu protsessy razrabotki mestorozhdeniya Karsak. *International Scientific and Practical Conference "Kazakhstan oil: Past, present and future", dedicated to the 120th anniversary of Kazakh oil*. 2019;77–84. (In Russ).
9. Myakinnik N. Povysheniye nefteotdachi — osnovnoy rezerv uvelicheniya dobychi. *Oil of Russia*. 2000;8:34–39. (In Russ).



10. Zhanturin ZK, Kanbetov AS, Musrepova AT. Metody otsenki effektivnosti geologo-tehnicheskikh meropriyatiy. *Universum: Tekhnicheskoye nauki*. 2020;3.1(72.1):24-29 (In Russ).
11. Fakhretidinov RN, Kaledin YA, Zhitkova MV. Potentsial sovremennykh informacionnykh tekhnologiy pri otsenke effektivnosti metodov uvelicheniya nefteotdachi. *Oil industry*. 2001;10:65–71. (In Russ).
12. Fakhretidinov RN, Maslennikov DV. Programmnyy kompleks EOR-Office Analyst Express (Novyy «Analyst» dlya novykh russkikh analitikov). *Oil industry*. 2001;3:13–14. (In Russ).
13. Shvetsov IA, Kiseleva EY, Akhmedov BF. Metodiki prognoza pokazatelye razrabotki mestorozhdeniy i otsenki effektivnosti metodov uvelicheniya nefteotdachi. *Oil industry*. 2002;7:100–103. (In Russ).
14. Kazakov AA. Giperbolicheskyy zakon v metodakh kharakteristik vytesneniya. *Scientific and technical achievements and best practices recommended for implementation in the oil industry*. 1991;3:6–10. (In Russ).
15. *Metodicheskoye rukovodstvo po otsenke tekhnologicheskoy effektivnosti primeneniya metodov uvelicheniya nefteotdachi plastov*. Moscow: Mintopenergo RF, RMNTC "Nefteotdacha", "Vniyanef"; 1993;130 p. (In Russ).
16. Shakhverdiyev AH. Unificirovannaya metodika rascheta effektivnosti geologo-tehnicheskikh meropriyatiy. *Oil industry*. 2001;5:44–50. (In Russ).
17. Syrtlanov VR, Kadochnikova LM, Trushnikova OM. Metodiki otsenki effektivnosti geologo-tehnologicheskikh meropriyatiy na osnove trekhmernogo gidrodinamicheskogo modelirovaniya. *Oil industry*. 2002;6:38–40. (In Russ).
18. Kazakov AA. Nekotorye zamechaniya po povodu metodov otsenki tekhnologicheskoy effektivnosti razlichnykh geologo-tehnicheskikh meropriyatiy. *Oil industry*. 1999;5:39–43. (In Russ).
19. Shpurov AV, Pyankov VN, Klochkov AA, Brilliant LS. Planirovaniye effektivnosti geologo-tehnicheskikh meropriyatiy pri prognozirovaniy dobychi nefii. *Oil Industry*. 2000;9:105–108. (In Russ).
20. Pyankov VN, Filev AI. Integral'nyy programmnyy kompleks «Baspro-analitik». *Oil industry*. 2000;9:109–114. (In Russ).
21. Efendiyev GM, Dzhanzakov II, Zhanturin ZHK, Musrepova AT. K voprosam priyatiye resheniy po vyboru GTM v usloviyakh mestorozhdeniya zapadnogo Kazakhstana na osnove strategicheskogo analiza. *Mul'tidistsiplinarnyy nauchnyy zhurnal «Arkhivarius»*. 2019;11(44):13–14. (In Russ).
22. Ishbulatov IA. Obzor podkhodov k ekonomicheskoy otsenke effektivnosti geologo-tehnicheskikh meropriyatiy. *Nauchnyy lider*. 2022;23(68):192–195. (In Russ).
23. Ramazanov RR, Kharlamov KA, Letko II. Analiz effektivnosti geologo-tehnicheskikh meropriyatiy. *Oil industry*. 2019;6:79–86. (In Russ).
24. Tolstonogov AA. Otsenka effektivnosti geologo-tehnicheskikh meropriyatiy v oblasti nefteodobychi. *Fundamental'nyye issledovaniya*. 2014;11:150–154. (In Russ).
25. RD 153-39.0-110-01. Metodicheskiye ukazaniya po geologo-promyslovomu analizu razrabotki neftyanykh i gazoneftyanykh mestorozhdeniy. Moscow; 2001. (In Russ).
26. RD 153-39.0-109-01. Metodicheskiye ukazaniya «Kompleksirovaniye i etapnost' vypolneniya geofizicheskikh, gidrodinamicheskikh i geokhimicheskikh issledovaniy neftyanykh i neftegazovykh mestorozhdeniy». Moscow; 2000.
27. Shagiyevev RG, Shagiyevev RR. Znacheniyey skin-faktora pri vybore skvazhin dlya obrabotok. *Oil industry*. 2002;5:60–63. (In Russ).
28. Fedorov VN, Meshkov VM. Otsenka effektivnosti geologo-tehnicheskikh meropriyatiy na osnove skin-faktora. *Neftyanoye khozyaystvo*. 2003;12:50–51. (In Russ).

## АВТОРЛАР ТУРАЛЫ АҚПАРАТ

### \*Жантурин Жомарт Кайржанович

канд. техн. наук

ORCID [0009-0007-4944-1850](https://orcid.org/0009-0007-4944-1850)

e-mail: [aing-zhomart@mail.ru](mailto:aing-zhomart@mail.ru).

### Арыстаналиев Есенгелді Утешович

канд. техн. наук

ORCID [0000-0001-7219-2038](https://orcid.org/0000-0001-7219-2038)

e-mail: [esen-65@mail.ru](mailto:esen-65@mail.ru).

### Зайдемова Жанылсын Калидуллаевна

канд. техн. наук

ORCID [0000-0002-6628-024X](https://orcid.org/0000-0002-6628-024X)

e-mail: [b.n.m.99@list.ru](mailto:b.n.m.99@list.ru).

### Медетов Шокан Медетович

канд. техн. наук

ORCID [0009-0002-0137-228X](https://orcid.org/0009-0002-0137-228X)

e-mail: [medetov.76@mail.ru](mailto:medetov.76@mail.ru).

### Абишев Мурат Николаевич

канд. техн. наук

ORCID [0009-0001-5793-3800](https://orcid.org/0009-0001-5793-3800)

e-mail: [m\\_abishev\\_nik@mail.ru](mailto:m_abishev_nik@mail.ru).

## AUTHORS' INFO

### \*Zhomart K. Zhanturin

Cand. Sc. (Engineering)

ORCID [0009-0007-4944-1850](https://orcid.org/0009-0007-4944-1850)

e-mail: [aing-zhomart@mail.ru](mailto:aing-zhomart@mail.ru).

### Yessengeldi U. Arystanaliev

Cand. Sc. (Engineering)

ORCID [0000-0001-7219-2038](https://orcid.org/0000-0001-7219-2038)

e-mail: [esen-65@mail.ru](mailto:esen-65@mail.ru).

### Zhanylsyn K. Zaidemova

Cand. Sc. (Engineering)

ORCID [0000-0002-6628-024X](https://orcid.org/0000-0002-6628-024X)

e-mail: [b.n.m.99@list.ru](mailto:b.n.m.99@list.ru).

### Shokhan M. Medetov

Cand. Sc. (Engineering)

ORCID [0009-0002-0137-228X](https://orcid.org/0009-0002-0137-228X)

e-mail: [medetov.76@mail.ru](mailto:medetov.76@mail.ru).

### Murat N. Abishev

Cand. Sc. (Engineering)

ORCID [0009-0001-5793-3800](https://orcid.org/0009-0001-5793-3800)

e-mail: [m\\_abishev\\_nik@mail.ru](mailto:m_abishev_nik@mail.ru).

\*Автор, ответственный за переписку/Corresponding Author