

УДК 553.982; <https://doi.org/10.37878/2708-0080/2024-3.05>
<https://orcid.org/0000-0002-3622-2356>
<https://orcid.org/0000-0002-6327-870X>
<https://orcid.org/0000-0003-1588-3144>
<https://orcid.org/0000-0002-5615-2711>
<https://orcid.org/0000-0003-1721-119X>
<https://orcid.org/0000-0002-4258-7933>

МЕТОДОЛОГИЯ ОЦЕНКИ ЭФФЕКТИВНОСТИ СИСТЕМНЫХ РЕШЕНИЙ В НЕФТЕГАЗОВОЙ ИНДУСТРИИ: ПОДХОДЫ И ПРАКТИКИ



М.К. УРАЗГАЛИЕВА¹,
докторант Yessenov
University,
mira_090578@mail.ru



Ж.Б. ШАХМЕТОВА¹,
кандидат технических
наук, ассоц. профессор,
zhanar6688@mail.ru



Р.У. БАЯМИРОВА²,
кандидат технических наук,
ассоц. профессор,
ryskol.bayamirova@yu.edu.kz



А.Р. ТОГАСHEВА²,
кандидат технических наук,
ассоц. профессор,
aliya.togasheva@yu.edu.kz



М.Д. САРБОПЕЕВА²,
PhD, ассоц. профессор,
manshuk.sarbopieeva@yu.edu.kz



А.Т. ЖОЛБАСАРОВА¹,
кандидат технических наук,
ассоц. профессор,
akshyryn.zholbassarova@yu.edu.kz

¹НАО «АТЫРАУСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ НЕФТИ И ГАЗА ИМ. САФИ УТЕБАЕВА»,
Республика Казахстан, 060027, г. Атырау, ул. М.Баймуханова, 45а

²КАСПИЙСКИЙ УНИВЕРСИТЕТ ТЕХНОЛОГИИ И ИНЖИНИРИНГА ИМ. Ш. ЕСЕНОВА,
Республика Казахстан, 130000, г. Актау, 32 мкр

Данная статья посвящена исследованию степени разработанности вопроса системного подхода в литературных источниках. В работе освещены вопросы о том, что системный подход и отдельные его элементы недостаточно и не в полной мере используются при деятельности, связанной с разработкой нефтяных пластов. Выявлена сущность системного подхода и определено, что системный подход является методом, который базируется на рассмотрении отдельных процессов и объектов при разработке нефтяного месторождения в формате взаимодействующих и тесно взаимосвязанных элементов. Объект исследования – системный подход и методология оценки в процессе его использования. Методология: исследование научно-методологической литературы, методы индукционно-дедукционного рассуждения, анализа, синтеза, абстрагирования и теоретического обобщения. В соответствии с исследованными литературными источниками сделаны следующие выводы: разработка и эксплуатация определенного месторождения осуществляется по типу двухконтурной системы – контролируется работниками предприятия и исследовательским институтом; определено, что наиболее перспективным подходом будет считаться использование 3D гидродинамических моделей, которые позволяют учитывать данные о вертикальных обменных процессах или фильтрационных течениях; предложенная ЭПП концепция минимизирует некорректности в области нефтегазовой науки и оказывает положительное влияние на стабильность иерархичности познания недр, формирования на основе этого 3D моделей и достоверности подсчета запасов залежей.

КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: системный подход, системный анализ, методология оценки, нефтяное месторождение, нефтяной пласт.

МҰНАЙГАЗ ИНДУСТРИЯСЫНДАҒЫ ЖҮЙЕЛІК ШЕШІМДЕРДІҢ ТИІМДІЛІГІН БАҒАЛАУ ӘДІСТЕМЕСІ: ТӘСІЛДЕР МЕН ТӘЖІРИБЕЛЕР

М.К. УРАЗҒАЛИЕВА¹, Yessenov University докторанты, mira_090578@mail.ru

Ж.Б. ШАЯХМЕТОВА¹, техника ғылымының кандидаты, қауымдастырылған профессор, zhanar6688@mail.ru

Р.У. БАЯМИРОВА², техника ғылымының кандидаты, қауымдастырылған профессор, ryskol.bayamirova@yu.edu.kz

А.Р. ТОҒАШЕВА², техника ғылымының кандидаты, қауымдастырылған профессор, aliya.togasheva@yu.edu.kz

М.Д. САРБОПЕЕВА², Phd докторы, қауымдастырылған профессор, manshuk.sarbopeyeva@yu.edu.kz

А.Т. ЖОЛБАСАРОВА², техника ғылымының кандидаты, қауымдастырылған профессор, akshyryn.zholbassarova@yu.edu.kz

¹С. ӨТЕБАЕВ АТЫНДАҒЫ АТЫРАУ МҰНАЙ ЖӘНЕ ГАЗ УНИВЕРСИТЕТІ,
Қазақстан Республикасы, 060027, Атырау қаласы, Баймұханов көшесі, 45а

²Ш. ЕСЕНОВ АТЫНДАҒЫ КАСПИЙ МЕМЛЕКЕТТІК ТЕХНОЛОГИЯ
ЖӘНЕ ИНЖИНИРИНГ УНИВЕРСИТЕТІ,
Қазақстан Республикасы, 130000, Ақтау қаласы, 32 мкр.

Бұл мақала әдеби көздердегі жүйелік тәсіл мәселесінің даму дәрежесін зерттеуге арналған. Жұмыста жүйелік тәсіл мен оның жекелеген элементтері жеткіліксіз және мұнай қабаттарын игеруге байланысты қызмет кезінде толық пайдаланылмайды деген сұрақтар қамтылған. Жүйелік тәсілдің мәні және өзара әрекеттесетін пен өзара тығыз байланысты элементтер форматында мұнай кен орнын игеру кезінде жекелеген процестер мен объектілерді қарастыруға негізделген әдіс болып табылатыны анықталды. Зерттеу объектісі – жүйелік тәсілі мен оны пайдалану процесінде бағалаудың әдістемесі. Әдістеме: ғылыми-әдістемелік әдебиеттерді зерттеу, индукциялық-дедукциялық пайымдау, талдау, синтездеу, абстракциялау және теориялық жалпылау әдістері. Зерттелген әдеби дереккөздерге сәйкес келесі тұжырымдар жасалды: белгілі бір кен орнын игеру және пайдалану екі тізбекті жүйенің түріне сәйкес жүзеге асырылады – кәсіпорын қызметкерлері мен ғылыми-зерттеу институты бақылайды; тік айырбастау процестері немесе сүзу ағындары туралы деректерді ескеруге мүмкіндік беретін 3D гидродинамикалық модельдерді қолдану ең перспективалы тәсіл болып саналатыны анықталды; ТҚК ұсынған тұжырымдама мұнай-газ ғылымы саласындағы қателікті азайтады және жер қойнауын тану иерархиясының тұрақтылығына, осы 3D модельдердің негізінде қалыптасуына және кен орындарының қорларын есептеудің сенімділігіне оң әсер етеді.

ТҮЙІН СӨЗДЕР: жүйелік тәсіл, жүйелік талдау, бағалау әдістемесі, мұнай кен орны, мұнай қабаты.

METHODOLOGY FOR EVALUATING THE EFFECTIVENESS OF SYSTEM SOLUTIONS IN THE OIL AND GAS INDUSTRY: APPROACHES AND PRACTICES

M.K. URAZGALIYEVA¹, doctoral student, Yessenov University, mira_090578@mail.ru

J. B. SHAYAKHMETOVA¹, Ph. Sci, Associate Professor, zhanar6688@mail.ru

R.Y. BAYAMIROVA², Ph. Sci, Associate Professor, ryskol.bayamirova@yu.edu.kz

A.R. TOGASHEVA², Ph. Sci, Associate Professor, aliya.togasheva@yu.edu

M.D. SARBOPEYEVA², Ph. Sci, Associate Professor, manshuk.sarbopeyeva@yu.edu.kz

A.T. ZHOLBASAROVA², Ph. Sci, Associate Professor, akshyryn.zholbassarova@yu.edu.kz

¹ATYRAU UNIVERSITY OF OIL AND GAS NAMED AFTER S.UTEBAEV,
Baimukhanova st 45a, Atyrau, 060027, Republic Kazakhstan

²CASPIAN STATE UNIVERSITY OF TECHNOLOGIES AND ENGINEERING
NAMED AFTER S.YESSENOV,
32 md Aktau, 130000, Republic Kazakhstan

This article is dedicated to the study of the degree of development of the system approach in literary sources. The work highlights the issue that the system approach and its individual elements are not sufficiently and fully utilised in activities related to the development of oil reservoirs. The essence of the system approach is identified, stating that it is a method based on considering individual processes and objects in the development of an oil field as interacting and closely interrelated elements. The object of the study is the system approach and the methodology of assessment in its use. Methodology: research of scientific-methodological literature, methods of inductive-deductive reasoning, analysis, synthesis, abstraction, and theoretical generalization. In accordance with the reviewed sources, the following conclusions are drawn: the development and operation of a specific field are carried out according to the type of two-circuit system controlled by enterprise workers and a research institute; it is determined that the most promising approach would be the use of 3D hydrodynamic models, which allow for the consideration of data on vertical exchange processes or filtration flows; the proposed EPS concept minimises inaccuracies in the field of oil and gas science and has a positive impact on

the stability and hierarchy of knowledge of subsurface formations, the formation of 3D models based on this, and the accuracy of calculating reserves.

KEY WORDS: *system approach, system analysis, assessment methodology, oil field, oil reservoir.*

Введение. Одним из наиболее актуальных направлений экономики является нефтегазовая отрасль, что объясняется потребностью постоянного обеспечения населения топливно-энергетическими ресурсами. Особый интерес представляет именно этап разработки месторождений углеводородного сырья. Выявлено, что в современном мире системный подход и отдельные его элементы недостаточно используются при деятельности, связанной с разработкой нефтяных пластов. Предполагается, что практическое использование данного метода направлено в основном на облегчение и ускорение процесса проектирования работы, позволяющего рационально формировать систему оценки в методологической её интерпретации [1]. Иначе говоря, под системным подходом понимается метод, который базируется на рассмотрении отдельных процессов и объектов при разработке нефтяного месторождения в формате взаимодействующих и тесно взаимосвязанных элементов. Сущность внутренней структуры данного подхода базируется на том, что принцип системного подхода включает в себя: структурность, целостность и иерархическую структуру, множественность, а также необходимость поиска альтернативных решений для достижения основных поставленных целей [2]. В данном случае важно учитывать некоторые особенности подобного подхода, которые направлены на формулировку рациональных системных задач и формируют один из важнейших составных компонентов в изучении и разработке месторождений нефти [3].

Первоначальное зарождение системности в области нефтегазовой науки датируют 1936 годом и связывают с классическими дифференциальными уравнениями 3D многофазной фильтрации Маскета-Мереса [4]. Данные уравнения сформировали основу методологического инструментария, применяемого в некоторых других близких к данному направлению областях науки, что объяснялось основным спектром их требований, который включал в основном определение замыкающих соотношений и фильтрационно-емкостных свойств. Это послужило базисом для отражения в некоторых составных частях проводимых исследований. В данном случае очень важно понимать, что такой подход направлен на исследование структурного устройства пласта, анализ и представление в соответствующем виде результатов по данным геофизических исследований скважин, подсчет нефтегазовых запасов и формулирование модели методик, используемых для прогноза показателей разработки нефтяных пластов.

Одной из важнейших особенностей в современной нефтегазовой науке является то, что дифференциальные уравнения Маскета-Мереса основывались зачастую на коэффициентах открытой пористости и абсолютной проницаемости пород по воздуху. Таким образом, исследователями Института проблем нефти и газа Российской академии наук – Закировым С. Н. и другими установлено, что функции относительных фазовых проницаемостей использовались для гидродинамических расчетов. В условиях лабораторного эксперимента данные ОФП нормировались на проницаемость по остаточной водонасыщенности [5, 6]. Однако, в работе Закирова С. Н.,

Индрупского И. М., Закирова Э. С., Анিকেева Д. П. и Баганова М. Н. в соответствии с рисунками 1 и 2, было отражено, что в соответствии с самодостаточностью физики пласта сформировались условия потери базисных интересов и преемственности, что предопределило формирование корректного вида ОФП [5, 6, 7].

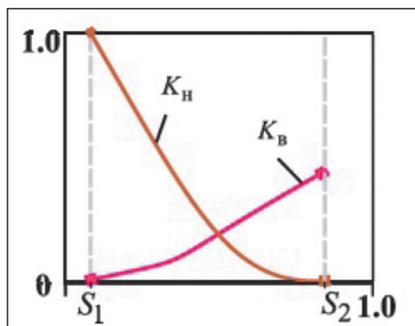


Рисунок 1 – Некорректные ОФП для системы нефть – вода (K_n – ОФП для нефти, K_v – ОФП для воды, S_1 – остаточная водонасыщенность, $1-S_2$ – остаточная нефтенасыщенность)

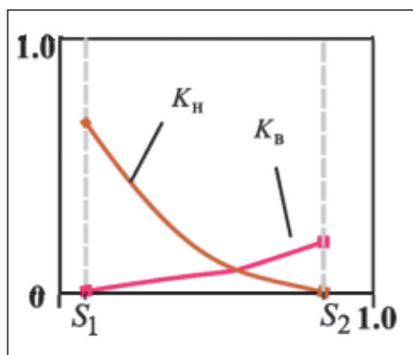


Рисунок 2 – Корректные ОФП для системы нефть – вода

Предполагается, что системный подход ориентирован на решение одной из наиболее актуальных задач, которая ставится перед системами разработки нефтяных месторождений. Решение данной задачи в основном достигается за счет повышения эффективности и совершенствования работы по добыче нефтяного сырья через эмпирическую реализацию системного подхода. Данный аспект в общей совокупности формирует актуальность изучения данной темы. В связи с этим, целью данной работы является исследование степени развитости вопроса относительно методологии оценки при системном подходе.

Материалы и методы исследований. В качестве объекта исследования выбран системный подход и методология оценки в процессе его использования. Методологический инструментарий исследования представлен изучением научно-методологической литературы, направленной на выявление степени разработанности и изученности данного вопроса исследователями. Использованы также методы индукционно-дедукционного рассуждения, анализа, синтеза, абстрагирования и теоретического обобщения. Совокупность данных методов составляет методологию

ческую основу исследования и направлена в основном на произведение целостной разносторонней оценки системного подхода и формирование общего представления о сущности и актуальности данного метода в процессе разработки нефтяных пластов по данным литературных источников.

Результаты и обсуждение. Важно понимать, что примерно до середины прошлого столетия в процессе принятия наиболее важных решений в практической работе использовался прошлый опыт, в соответствии с которым особой актуальностью пользовался метод аналогий. В целом, данный метод как был актуальным в предыдущие времена так, скорее всего, и не утратит своей ценности в ближайшее время [8].

Однако, масштабные тенденции развития приводят к тому, что сегодня зачастую бывает довольно сложно оценить степень взаимодействия всех составных элементов в составе комплексных процессов при разработке месторождений нефти. Это связано с тем, что рост объема информации и необходимости учета разнообразных вариантов моделирования способов разработки нефтяных месторождений в целом и на этапе определенных стадий приводит к существенному увеличению имеющихся в этой сфере данных, что становится основанием для формирования потребности рационального учета и контроля всего объема этих показателей. Именно для этого и используется системный подход и отдельные его составляющие.

Системный подход базируется на произведении детального анализа каждого составного элемента процесса реализации любого проекта по разработке нефтяных месторождений. Ключевое внимание в данном случае уделяется каждодневному анализу получаемых данных. Закировым С. Н., Лапу Б. Б. и Бердиным Т. Г. акцентируется внимание на первичном анализе разработки. Получаемые в ходе первичного анализа результаты исследований позволяют определять:

- условия существования залежей;
- параметры режима работы скважин;
- характер насыщения залежей и их контактов различного вида;
- параметры пласта в соответствии с распределением залежей по разрезу и площади;
- определение характеристик скважин в соответствии с зависимостями их изменений [9].

Подробный анализ получаемых данных позволяет осуществлять стабильный контроль за данной скважиной и реализовывать мониторинг за степенью дренирования месторождений, характером миграции воды в пределах определенных пластов или залежей, а также определением режима месторождений. Проводимый периодический анализ дает возможность рациональной оценки и поэтапного корректирования разработки нефтяного месторождения или отдельного пласта.

Сущность системного анализа данных разработки месторождений состоит в том, что каждое месторождение точно так же, как и каждый отдельный нефтяной пласт является уникальным и непохожим друг на друга. Следовательно, каждый новый объект требует нового подхода и знаний, которые позволят подойти к оценке состояния каждого месторождения или пласта с объективной точки зрения [9].

Проблема разработки нефтяных месторождений может быть классифицирована как комплексная сложная система, требующая именно разностороннего и много-

гранного подхода, в данном случае системного. То есть, системный подход является способом решения проблемных ситуаций с наименьшими на это затратами и более высокими показателями эффективности [9].

Очевидно, что любое месторождение нефти является объектом познания для дальнейшего исследования и разработки, что рано или поздно требует систематизации всех имеющихся данных и проблемных вопросов. Такая модель изучения месторождения реализуется в соответствии с анализами структурных элементов, необходимых для исследования изучаемого объекта в области различных наук компетентными специалистами. Синтез всех этих данных осуществляется именно на основе системного подхода и разностороннего анализа в соответствии с его принципами.

При практическом внедрении системного подхода очень важно понимать сущность внутренней структуры данной модели. Необходимо принимать во внимание тот факт, что модель разработки нефтяных пластов не ограничивается только работой именно в пределах определенного нефтяного месторождения. Помимо работы экспертов и работников в пределах месторождения также осуществляется постоянный контроль за каждым этапом и элементом этапа работы разработки месторождения. Лапердиным А. Н., Холодновым К. С. и Ермиловым О. М. была предложена схема эмпирического применения системного анализа при разработке месторождений, в которой показана взаимосвязь различных составных элементов позволяют отразить информацию о методологии оценки [8].

В соответствии с представленной на *рисунке 3* схемой приведена модель передачи информации на предприятие и НИИ при разработке месторождения. Под цифрой 1 обозначена скважина, которая оснащена всем объемом необходимых датчиков для фиксирования важнейших показателей, а также контроля за состоянием объекта исследования. Под цифрой 2 представлена установка по подготовке, которая сообщается с базой данных под цифрой 3. Научное сопровождение состояния месторождения и мониторинг за отдельными его показателями осуществляет научно-исследовательский институт, предоставляющий научную базу для сопровождения работ 4. Установка по подготовке и основная база данных находятся в постоянной взаимосвязи с базами промысловой и геолого-физической информации 5. Непосредственный контроль между скважиной и установкой по подготовке реализует собственн исполнителный орган 6. Данная схема отражает своего рода взаимосвязь между составными элементами деятельности управления нефтегазодобывающим предприятием, которые реализуются в соответствии с элементами системного подхода. Важно учитывать, что разработка и эксплуатация определенного месторождения осуществляется по типу двухконтурной системы, то есть контролируется не только работниками предприятия, которое непосредственно занимается добычей и разработкой месторождения, но ещё и научными сотрудниками исследовательского института, осуществляющими научное сопровождение деятельности.

С реализуемой деятельностью нефтедобывающих предприятий осуществляется решение проблемы совершенствования процесса управления промышленностью, что решается согласно основным аспектам системного подхода. В соответствии с элементами системного подхода данная модель реализует такие принципы как: структурность, целостность и иерархия, множественность, а также необходимость

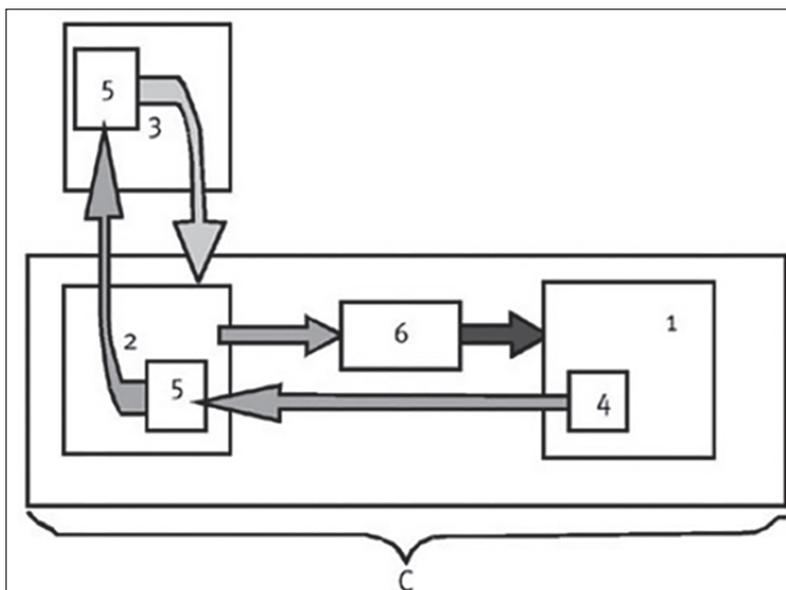


Рисунок 3 – Схема передачи информации в предприятие и НИИ при работе добывающей скважины

поиска альтернативных решений для достижения основных поставленных целей. Именно комплексность данного подхода и возможность оценки эффективности технологических комплексов формируют основную актуальность проводимых работ и применяемой методологии. Это дает основание считать, что повышения эффективности можно достичь путем практического применения системного анализа, позволяющего принимать и эффективно реализовывать решения, направленные на разработку нефтяных месторождений. В результате, такое внедрение позволяет существенно повысить уровень экономической и технологической эффективности реализуемых работ.

При этом необходимо помнить о том, что по мнению Афанасьева В. С., Афанасьева С. В., Закирова С. Н., Кожевникова Д. А. и Коваленко К. В., неотъемлемой частью системного подхода для повышения его эффективности можно считать некоторые современные подходы, среди которых наиболее передовыми считаются ГИС-технологии [15, 16, 17]. В рамках технологий данного формата широкое применение находит метод 3D моделирования. Это явилось основанием для выявления наиболее серьезных проблем в исследуемой области науки. На основании этого, возникла необходимость формирования новой концепционной модели, представляющей собой концепцию ЭПП (эффективного порового пространства) [5, 6].

Формирование данной концепции послужило основой для возвращения к истокам дифференциальных уравнений теории фильтрации. В результате этого анализ литературных источников продемонстрировал, что внешний вид уравнений остается в той же форме, которая соответствует форме уравнений Маскета-Мереса. Однако выявлено, что базис уравнений и замыкающих отношений меняется. Таким образом, в качестве базисных параметров по мнению Закирова С. Н., Индрупского

И. М., Закирова Э. С., Анিকেева Д. П. и Баганова М. Н. необходимо рассматривать эффективную пористость и эффективную проницаемость. В результате, эффективность перехода к концепции ЭПП была интерпретирована авторами через модель на рисунке 4.

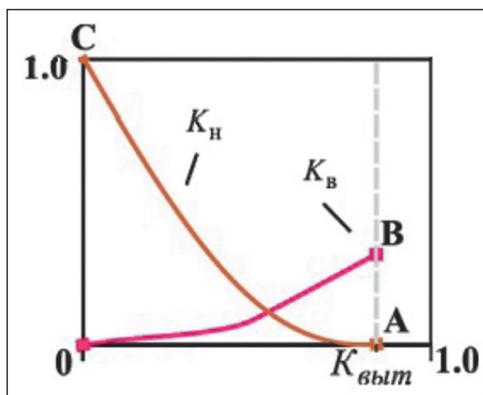


Рисунок 4 – ОФП для нефти и воды в концепции ЭПП

Также авторы подчеркивают, что концепция ЭПП имеет определенные последствия, которые обычно выступают в роли искажения 3D модели продуктивного пласта за счет того, что в исследуемом продуктивном пласте отсутствуют данные о вертикальных обменных процессах или фильтрационных течениях. Решение такой проблемы по мнению исследователей возможно посредством 3D гидродинамических моделей, которые могут отражать весь спектр важнейшей для исследований информации [7, 10-19].

Таким образом, методология оценки при реализации системного подхода ориентирована на разностороннее изучение и интеграцию различных составляющих элементов в составе процессов разработки нефтяных месторождений. Сущность производимой оценки в данном случае заключается в комплексном подходе к каждому составляющему компоненту системы элементов, анализируемых в процессе системного подхода, что минимизирует степень вероятности упущения наиболее важных составных компонентов в процессе применения системного подхода при разработке месторождений нефтяных пластов [10-19].

Выводы и рекомендации. В соответствии с проведенным исследованием вопроса системного подхода при разработке нефтяных пластов, были сделаны следующие выводы:

- системный подход представляет собой комплексную систему, которая основывается на таких элементах как: структурность, целостность, иерархия, множественность, необходимость поиска альтернативных решений для достижения основных поставленных целей;
- системный подход направлен на формулировку рациональных системных задач и использования их в качестве одного из важнейших составных компонентов в изучении и разработке месторождений нефти;
- разработка и эксплуатация определенного месторождения осуществляется по типу двухконтурной системы – иначе говоря, контролируется не только работ-

никами предприятия, которое непосредственно занимается добычей и разработкой месторождения, но ещё и научными сотрудниками исследовательского института, осуществляющими научное сопровождение производимой деятельности. Это позволяет полноценно управлять нефтедобывающей деятельностью и решать проблемы совершенствования процесса управления промышленностью на основе системного подхода. Установлено, что комплексность данного подхода и возможность оценки эффективности технологических комплексов формируют основную актуальность проводимых работ и применяемой методологии;

- определено, что наиболее перспективным подходом будет считаться использование 3D гидродинамических моделей, которые позволяют учитывать данные о вертикальных обменных процессах или фильтрационных течениях;

- предложенная ЭПП концепция минимизирует некорректности в области нефтегазовой науки и оказывает положительное влияние на стабильность иерархичности познания недр, формирования на основе этого 3D моделей и достоверности подсчета запасов залежей. Комплексный подход рассматривается исследователями как один из перспективных способов принятия технологических решений и оценки эффективности нефтегазового недропользования.

Заключение и выводы. Рассмотрение системных решений в нефтегазовой индустрии: подходы и практики системного подхода в контексте разработки нефтяных месторождений выявило его значимость и перспективность для индустрии нефтегазового сектора. В рамках нашего исследования были сделаны следующие ключевые выводы:

1. Системный подход представляет собой комплексную систему, основанную на принципах структурности, целостности, иерархии, множественности и поиска альтернативных решений. Эти элементы системного подхода играют важную роль в формулировании рациональных системных задач, что становится критическим аспектом в разработке нефтяных месторождений.

2. Разработка и эксплуатация месторождений нефти представляет собой сложную двухконтурную систему, где научное сопровождение играет ключевую роль в управлении и оптимизации добычи.

3. Применение 3D гидродинамических моделей является перспективным подходом, который позволяет учитывать вертикальные обменные процессы и фильтрационные течения, улучшая точность оценки месторождений.

4. Концепция ЭПП (экологической и природоохранной) способствует минимизации некорректностей в научных исследованиях нефтегазовой отрасли, что благоприятно сказывается на стабильности иерархичности познания недр и формирования достоверных 3D моделей.

Исходя из вышесказанного, системный подход представляет собой не только теоретическую концепцию, но и практический инструмент, способствующий более эффективной и устойчивой разработке и управлению нефтяными месторождениями. Дальнейшее развитие и применение системного подхода в нефтегазовой индустрии представляет собой важное направление для повышения эффективности добычи углеводородов и обеспечения энергетической безопасности. 🌐

Работа выполнена при поддержке Комитета науки Министерства науки и высшего образования Республики Казахстан (грант № AP19679430).

ЛИТЕРАТУРА

- 1 Лапердин А. Н., Холоднов К. С., Ермилов О. М. Применение системного подхода при разработке месторождений углеводородного сырья // Экспозиция Нефть Газ. – 2013. – №1 (26). – С. 16-18. [Laperdin A. N., Holodnov K. S., Ermilov O. M. Primenenie sistemnogo podhoda pri razrabotke mestorozhdenij uglevodorodnogo syr'ya // Ekspozitsiya Neft' Gaz. – 2013. – №1 (26). – S. 16-18.]
- 2 Pavlov S. Yu., Kulov N. N., Kerimov R. M. Improvement of Chemical Engineering Processes Using Systems Analysis // Theoretical Foundations of Chemical Engineering. – 2016. – Vol. 53. – № 2. – P. 117-133.
- 3 Мирзаджанзаде И.М. Системные методы в нефтедобыче // М.: Недра, 2019. – 2 изд. – 328 с. [Mirzadzhanzade I.M. Sistemnyye metody v neftedobyche // M.: Nedra, 2019. – 2 izd. – 328 s.]
- 4 Маскет М. Физические основы технологии добычи нефти: пер. с англ. // М.: Гостоптехиздат, 1953. – 606 с. [Masket M. Fizicheskie osnovy tekhnologii dobychi nefiti: per. s angl. // M.: Gostoptekhizdat, 1953. – 606 s.]
- 5 Закиров С. Н., Закиров Э. С., Закиров И. С., Баганова М. Н., Спиридонов А. В. Новые принципы и технологии разработки месторождений нефти и газа // М., 2004. – 520 с. [Zakirov S. N., Zakirov E. S., Zakirov I. S., Baganova M. N., Spiridonov A. V. Novye principy i tekhnologii razrabotki mestorozhdenij nefiti i gaza // M., 2004. – 520 s.]
- 6 Закиров С. Н., Закиров Э. С., Индрупский И. М. Новые представления в 3D геологическом и гидродинамическом моделировании // Нефтяное хозяйство. – 2006. – № 1. – С. 34-41. [Zakirov S. N., Zakirov E. S., Indrupskij I. M. Novye predstavleniya v 3D geologicheskom i gidrodinamicheskom modelirovanii // Neftyanoe hozyajstvo. – 2006. – № 1. – S. 34-41.]
- 7 Закиров С. Н., Индрупский И. М., Закиров Э. С., Аникеев Д. П., Баганова М. Н. Системный подход в нефтегазовой науке. проблемы и решения // Георесурсы, геознергетика, геополитика. – 2010. – № 1 (1). – 26 с. [Zakirov S. N., Indrupskij I. M., Zakirov E. S., Anikeev D. P., Baganova M. N. Sistemnyj podhod v neftegazovoj nauke. problemy i resheniya // Georesursy, geoenergetika, geopolitika. – 2010. – № 1 (1). – 26 s.]
- 8 Лапердин А. Н., Холоднов К. С., Ермилов О. М. Применение системного подхода при разработке месторождений углеводородного сырья // Экспозиция Нефть Газ. – 2013. – № 1 (26). – С. 16-18. [Laperdin A. N., Holodnov K. S., Ermilov O. M. Primenenie sistemnogo podhoda pri razrabotke mestorozhdenij uglevodorodnogo syr'ya // Ekspozitsiya Neft' Gaz. – 2013. – № 1 (26). – S. 16-18.]
- 9 Закиров С. Н., Лапук Б. В. Проектирование и разработка газовых месторождений // М.: Недра, 1974. – 376 с. [Zakirov S. N., Lapuk B. V. Proektirovanie i razrabotka gazovyh mestorozhdenij // M.: Nedra, 1974. – 376 s.]
- 10 Bissengaliev M., Bayamirova R., Togasheva A., Zholbasarova A., Zaydemova Zh. Analysis of complications associated with the paraffinization of borehole equipment and measures to prevent them // News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of geology and technical sciences. – 2022. – № 3(453). – С. 76-88. <https://doi.org/10.32014/2022.2518-170X.181>.
- 11 Бисенгалиев М.Д., Баямирова Р.У., Жолбасарова А.Т., Тогашева А.Р., Сарбопеева М.Д. Мероприятия по улучшению эффективности гидравлического разрыва пласта и скин-ГРП // Нефть и газ. – 2023. – №1. – 2023. – С. 81-93. <https://doi.org/10.37878/2708-0080/2023-1.07> [Bisengaliev M.D., Bayamirova R.U., Zholbasarova A.T., Togasheva A.R., Sarbopееva M.D. Meropriyatiya po uluchsheniyu effektivnosti gidravlicheskogo razryva plasta i skin-GRP // Neft' i gaz. – 2023. – №1. – 2023. – S. 81-93. <https://doi.org/10.37878/2708-0080/2023-1.07>]

- 12 Бисенгалиев М.Д., Досказиева Г., Тогашева А.Р., Баямирова Р.У., Сарбопеева М.Д., Жолбасарова А.Т. Разработка технологии очистки призабойной зоны пласта от асфальтено-смолистых отложений // Нефть и газ. – 2023. – №1 (133). – С. 55-66. <https://doi.org/10.37878/2708-0080/2023-1.05> [Bisengaliev M.D., Doskazieva G., Togasheva A.R., Bayamirova R.U., Sarbopeeveva M.D., Zholbasarova A.T. Razrabotka tekhnologii ochistki prizabojnoj zony plasta ot asfal'teno-smolistyh otlozhenij // Neft' i gaz. – 2023. – №1 (133). – S. 55-66. <https://doi.org/10.37878/2708-0080/2023-1.05>]
- 13 Togasheva A.R., Bayamirova R.Y., Zholbassarova A.T., Sarbopeeveva, M.D., Arshidinova M.T. (2023). Pilot field tests of shock-wave treatment of wells at the fields of JSC Ozenmunaigas. International Multidisciplinary Scientific GeoConference Surveying Geology and Mining Ecology Management, SGEM. – 23(1.1). Pp.719–727. doi 10.5593/sgem2023/1.1/s06.86.
- 14 Togasheva A., Bayamirova R., Sarbopeyeveva M., Bisengaliev M., Khomenko V.L. Measures to prevent and combat complications in the operation of high-viscosity oils of western Kazakhstan. News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences. Volume 1. Number 463 (2024), Pp.257–270. <https://doi.org/10.32014/2024.2518-170X.379>
- 15 Билецкий М.Т., Ратов Б.Т., Бораш А.Р., Муратова С.К. Разработка нового устройства для осуществления имплозионного метода освоения скважин // Нефть и газ. – 2023. – 1(133). – С. 29-42. <https://doi.org/10.37878/2708-0080/2023-1.03> [Bileckij M.T., Ratov B.T., Borash A.R., Muratova S.K. Razrabotka novogo ustrojstva dlya osushchestvleniya implozionnogo metoda osvoeniya skvazhin // Neft' i Gaz. – 2023. – 1(133). – S. 29-42. <https://doi.org/10.37878/2708-0080/2023-1.03>]
- 16 Biletskiy M. T., Ratov B. T., Sudakov A. K., Sudakova D., & Borash B. R. Modeling of drilling water supply wells with airlift reverse flush agent circulation // Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu. – 2023a. – № 1. – С. 53–60. <https://doi.org/10.33271/nvngu/2023-1/053>
- 17 Cher nova M., Kuntsyak Y., Ratov B., Sudakov A., Nuranbayeva, B. Substantiation of the use of polymer-composite materials, which reduce the influence of dynamic friction forces of macrostructural surfaces, when drilling wells / SGEM International Multidisciplinary Scientific GeoConference EXPO Proceedings. – 2022. – <https://doi.org/10.5593/sgem2022/1.1/s03.049>
- 18 Sudakov A., Dreus A., Ratov B. Substantiation of thermomechanical technology parameters of absorbing levels isolation of the boreholes // NEWS of National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. – 2020. – № 2(440). – P. 63–71. <https://doi.org/10.32014/2020.2518-170x.32>
- 19 Ratov B.T., Sudakov A.K., Sudakova D.A., Borash B.R., (2023). Modeling of drilling water supply wells with airlift reverse flush agent circulation // Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu. – 2023. – № 1. – P. 53-60. <https://doi.org/10.33271/nvngu/2023-1/053>.