

АННОТАЦИЯ

диссертации на соискание степени доктора философии (PhD) по образовательной программе 8D07104 – «Нефтегазовая и рудная геофизика»

Есиркеповой Шарбану Бахытовны

на тему: **«Рациональный комплекс геолого-геофизических методов при поисках месторождений углеводородов (на примере юго-восточной части Южно-Мангышлак - Устюртской системы прогибов)»**

Актуальность исследования. В условиях истощения действующих месторождений углеводородов восполнение минерально-сырьевой базы Республики Казахстан становится приоритетной задачей государственной энергетической политики. Согласно «Государственной программе геологической разведки на 2021–2025 годы», ключевое внимание уделяется поиску и разведке новых месторождений нефти и газа с использованием инновационных технологий и методов. Разработка экономически эффективных региональных геофизических подходов, обеспечивающих выявление перспективных площадей на ранних стадиях, представляет собой одно из наиболее перспективных направлений в решении задачи укрепления ресурсной базы и повышения энергетической безопасности страны.

Сегодня известны множество фактов, когда месторождения, находящиеся на поздней стадии разработки приобретало «новую жизнь» за счет построения детальных моделей разрабатываемого месторождения и выявления новых факторов структурно-формационных и фильтрационно-емкостных характеристик продуктивных коллекторов (Новый Кумколь, Узень).

Объекты исследований – отложения осадочного чехла и промежуточного структурного этажа юго-восточной части Южно-Мангышлак - Устюртской системы прогибов (ЮМУСП).

Предметы исследований – аномалии гравитационного, магнитного, радиоактивного и теплового полей, а также данные глубокого бурения и сейсморазведки МОГТ-2Д.

Методология исследований – системный анализ, переобработка и переинтерпретация, моделирование геолого-геофизических данных с применением искусственного интеллекта (ИИ) и машинного обучения (МО) на базе результатов комплексирования методов геофизических потенциальных полей и сейсморазведки МОГТ - 2Д.

Цель исследований – обоснование эффективности рационального комплекса геолого - геофизических методов на региональной стадии геологоразведочных работ по поиску месторождений углеводородов на слабо изученной территории юго-восточной части Южно-Мангышлак-Устюртской системы прогибов.

Решаемые задачи:

1. Разработка и обоснование методики интегрированного анализа геолого-геофизических данных с применением цифровых технологий и методов искусственного интеллекта для выявления региональных

структурно-тектонических и литолого-формационных особенностей и повышения достоверности прогноза нефтегазоносности, в том числе в регионах с ограниченной геологоразведочной изученностью;

2. Разработка и применение комплексной методики интерпретации и интеграции полимасштабных геофизических данных, включая аэрогаммаспектрометрию (K, U, Th), гравиметрию, магнитометрию, сейсмику и геотермию, с использованием нормализации, нейросетевой кластеризации, ГИС-анализа, трансформант потенциальных полей, методов инверсии и технологии SIGMA DVOP для уточнения тектонического строения Южно-Мангышлак-Устьюртской системы прогибов, выявления флюидной и температурной активности, вертикальной миграции углеводородов и потенциально продуктивных зон, а также повышения точности прогноза нефтегазоносности региона;

3. Разработка научно обоснованных рекомендаций по оптимизации геологоразведочных работ на основе интеграции гравиметрических, магнитных, сейсмических, аэрогаммаспектрометрических и геотермических данных для повышения точности геологической интерпретации и прогноза нефтегазоносности Южно-Мангышлак-Устьюртской системы прогибов.

Инструменты исследований – программное обеспечение Surfer, Didger (США, Golden Software), ArcGIS&Esri (США, модули 3D Analyst, Spatial Analyst Tools, Spatial Statistics Tools, Cartography Tools, Data Management Tools), Coscad 3D, Sigma, Geosoft Oasis montaj, IP Seismic (GraviMag Modeling Inversion, IP_Prediction 2D, SOM_Classtering) и т.д.

Научная новизна исследований – с применением новейших технологий в области ИИ и МО впервые для ЮУР разработан подход к прогнозу региональной нефтегазоносности, основанный на интеграции классических геофизических методов с современными цифровыми технологиями, включая методы МО, самоорганизующиеся карты Кохонена и моделирование геодинамических процессов.

Установлен ранее не описанный в регионе феномен сдвоенной земной коры, отражающий глубинные тектонические особенности, влияющие на нефтегазообразование. Обоснована новая модель углеводородной системы, учитывающая герметичность ловушек, тепловой режим и радиационный фон как ключевые факторы аккумуляции УВ.

Выявлены устойчивые пространственные связи между геофизическими аномалиями и зонами потенциального нефтегазоаккумуляции, что позволило сформулировать новые критерии оценки перспективности территорий.

Практическая значимость исследований – результаты регионального прогноза нефтегазоносности осадочного чехла и промежуточного структурного этажа ЮУР могут служить основой для планирования и оптимизации поисково-разведочных работ. Разработанная методология повышает эффективность геологоразведки за счёт интеграции многопараметрических геофизических данных, их интерпретации в геологически значимые признаки и применения алгоритмов МО.

Установленные корреляции между данными различных методов (гравиметрии, магнитометрии, радиогеохимии, сейсморазведки и геотермии) способствуют более точной локализации перспективных объектов и снижению геолого-геофизической неопределённости. Моделирование тектонической, термальной и флюидной истории региона повышает достоверность прогноза условий формирования ловушек углеводородов и позволяет оптимизировать размещение поисковых скважин.

Методология является масштабируемой и адаптируемой к другим нефтегазоносным регионам Казахстана, а её практическое применение может способствовать созданию интеллектуальных геоинформационных систем, стратегическому планированию и рациональному недропользованию.

Результаты исследования представляют практический интерес для геологоразведочных организаций при выявлении новых объектов и рациональном использовании ресурсного потенциала.

Результаты диссертации:

Разработанная методология обеспечивает повышение эффективности геологоразведки за счет интеграции многопараметрических геофизических данных, их трансформации в геологически значимые признаки и использования алгоритмов машинного обучения. Выявленные прямые и обратные корреляции между данными методов с различной физической основой (грави-, магниторазведки, аэрогаммаспектрометрии и сейсморазведки, геотермических методов) позволяют более точно локализовать перспективные объекты и снижать геолого-геофизическую неопределённость.

Достоверность полученных результатов подтверждается фактическими материалами по ЮУР и зарубежным аналогам, а также сравнительным анализом методик полевых работ, обработки и интерпретации данных, моделирования и оценки точности измерений. Особую роль играет глубоко интегрированный подход с применением методов ИИ и МО, позволяющий повысить объективность интерпретации, сократить влияние субъективного фактора и выявить скрытые закономерности.

Интеграция сейсмических, гравимагнитных, геотермических и геохимических данных с использованием самоорганизующейся карты (SOM), анализа главных компонент (PCA), нейросетей и стохастического моделирования доказала эффективность построения геологических моделей и прогнозирования зон насыщения.

Личный вклад автора:

Соискателем самостоятельно собраны и проанализированы масштабные геолого-геофизические данные по Южно-Мангышлак-Устюртской системы прогибов, на основе которых выполнена интерпретация с применением современных методов, включая машинное обучение и моделирование. Построены геологические модели, карты перспективных объектов и зон накопления углеводородов. Разработан подход по выявлению скрытых

корреляций между геофизическими параметрами и структурой коллекторов, что позволило сформулировать новые критерии прогноза. Все этапы работы, включая обобщения и выводы, выполнены лично соискателем.

Защищаемые положения:

1. Применение цифровых технологий и методов ИИ (глубокое обучение, нейросетевые регрессии, РСА, стохастическое моделирование) повысило точность интерпретации полимасштабных геофизических данных и, благодаря интеграции разнородной информации в единую модель, оптимизировало прогноз нефтегазоносности и расширило поисковые возможности в слабоизученных районах, подтвердив эффективность интеллектуальных подходов в геологоразведке.

2. Впервые для Южно-Мангышлак-Устюртской системы прогибов обоснована и апробирована комплексная и нетрадиционная система геофизических методов, объединяющая аэрогаммаспектрометрию, гравимагнитометрию и геотермию позволяет уточнить тектоническое строение региона, выявить глубинно-разломную обусловленность геофизических аномалий и их связь с флюидной активностью и вертикальной миграцией углеводородов.

3. Рекомендовано комплексное использование гравимагнитных, сейсмических, аэрогаммаспектрометрических и геотермических данных для обоснования поисково-разведочных работ в пределах Южно-Мангышлак-Устюртской системы прогибов.

3.1. В пределах ЮМУСП приоритетными объектами поисково-разведочных работ должны стать локальные структуры Утежан, Кожантай, Северный Кожантай и Отынши, Кызгурлы и Кызгурлы Южная. Среди них приоритетными считаются Отынши и Табын с потенциальной продуктивностью в средней юре.

3.2. Геометрия указанных структур определена по данным сейсморазведки ОГТ с межпрофильными расстояниями более 3 км и подлежит уточнению по результатам детализированных геофизических исследований, включая МОГТ-3D.

3.3. По результатам исследований рекомендовано бурение поисковой скважины на структуре Кызгурлы с применением современных технологий бурения для выявления газовых залежей в юрско-триасовых отложениях.

Связь диссертации с другими научно-исследовательскими работами:

Работа основана на материалах научно-исследовательских проектов НПЦ «ГЕОКЕН», в которых автор принимал активное участие, продолжая и развивая полученные результаты. Это обеспечило накопление необходимого научно-практического материала, впоследствии обобщённого и проанализированного в диссертации.

Автор также участвовал в подготовке отчётной документации по следующим проектам.

- «Отчет о результатах работ масштаба 1:100 000 по объекту: «Проведение аэрогеофизических и наземных гравиметрических работ на участке Самтыр», 2019 г (Коврижных П.Н., Ли Л.В, Петровский В.Б. и др.).

- Отчет о «Проведении опережающей аэрогеофизической съемки по листам ГМК-200 (на площади листов L-39-XXXIV, XXXV, K-39-V, K-39-VI, K-40-VII (Мангистауская область), выполненных в 2021-2023 гг.», 2023 г (коврижных п. н., Ли Л. В., Есиркепова ш. б. и др.).

Апробация. Основные научные положения диссертационной работы докладывались: на международной научно-практической конференции «Фундаментальные и прикладные аспекты геологии, экологии и химии с использованием современных образовательных технологий» (г. Алматы, февраль 2022г.), на Совете Молодых Ученых ИГиНГД, на внутренних кафедральных заседаниях и на сессиях группы «Geophysical Research Discussion Group» (2021-2025 гг.).

В период с 6 по 30 апреля 2022 года была пройдена научная стажировка в Erciyes University г. Кайсери, Турция, под руководством профессора, доктора Абдурахман Геймена.

Основные положения диссертационной работы опубликованы в 7 научных трудах, в т.ч. три статья опубликована в журнале, входящей в базу данных Scopus, в одном издании, рекомендованном ККСОН МОН РК, одна публикации – в трудах, изданных казахстанских конференций, одна публикации – в казахстанском журнале и одна в IntechOpen, параграф в монографии "GIS and Spatial Analysis", изданной в Лондоне (2023 г.).

Фактографическая база данных: 7 опубликованных научных работ, выполненных автором исследования; 183 опубликованных статьи и монографии, посвященные геологическим и геофизическим особенностям ЮУР и прилегающих регионов; 9 картографических источников; 15 архивных документов, имеющих непосредственное отношение к тематике диссертации.

Структура и объем диссертации. Диссертация состоит из введения, восьми разделов основного содержания, выводов по разделам, заключения и списка использованных источников, включающего 207 наименований. Работа содержит 165 страниц, 62 рисунка и 7 таблиц.

Список публикаций:

1. Abetov A.Ye., Essirkepova Sh.B., Kozhamsugirov D. Effectiveness of aerogamma-spectrometric research in solving applied problems of oil and gas geology // Геология и охрана недр. 2021. Т. 78. № 1. С. 55–62.

2. Abetov A.E., Yessirkepova Sh.B., Curto Ma J. Geomagnetic field transforms and their interpretation at exploration for hydrocarbon field in the southern part of the Ustyurt region. News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences, 6(450), 2021, 6-14, Almaty, NAS RK, ISSN 2518-170X (Online), ISSN 2224-5278 (Print), <https://doi.org/10.32014/2021.2518-170X.113>

3. Abetov A.E., Yessirkepova Sh.B., Curto Ma J. Gravity field transforms at the exploration for hydrocarbon field in the southern part of the Ustyurt region. News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences, 3(453), 2022, 17-31, Almaty, NAS RK, ISSN 2518-170X (Online), ISSN 2224-5278 (Print), <https://doi.org/10.32014/2022.2518-170X.177>

4. Абетов А.Е., Есиркепова Ш.Б. Трансформанты геомагнитного поля и их интерпретация, обработка и анализ при поиске месторождений углеводородов в Южной части Устюртского региона // Сборник материалов Международной научно-практической конференции «Фундаментальные и прикладные аспекты геологии, экологии и химии с использованием современных образовательных технологий», посвященной 55-летию Жаркынбеку Т.Н. Алматы: КазНИТУ имени Сатпаева, 2022. - стр. 3-7. ISBN 978-601-08-1906-1.

5. Abetov A.E., Yessirkepova Sh.B., Curto Ma J. Remote sensing in the study of the thermal field of the South Ustyurt region in order to find hydrocarbon deposits. News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences, 2(458), 2023, 6-16, Almaty, NAS RK, ISSN 2518-170X (Online), ISSN 2224-5278 (Print), <https://doi.org/10.32014/2023.2518-170X.275>

6. Abetov A.E., Yessirkepova Sh.B., Curto Ma J. The Geomagnetic Field Transformants and Their Complexing with Data of Gravitational, Thermal and Radioactive Fields: During the Exploration of Hydrocarbon Fields at the Southern Part of the Ustyurt Region. IntechOpen, OPEN ACCESS PEER-REVIEWED CHAPTER, GIS and Spatial Analysis, 2023, с 1-26. DOI: <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.111560>

7. Абетов А.Е., Есиркепова Ш.Б. Искусственный интеллект при региональном прогнозе нефтегазоносности в Южно-Устюртском регионе по комплексу геолого- геофизических данных. Журнал НЕФТЬ И ГАЗ, выпуск 2(146) 2025, стр. 17-37. ISSN 1562-2932 (Print) / ISSN 2708-0080 (Online) DOI: <https://doi.org/10.37878/2708-0080/2025-2.02>

ABSTRACT

of the dissertation for the degree of Doctor of Philosophy (PhD) in educational programme 8D07104 – ‘Petroleum and Ore Geophysics’

by **Yessirkepova Sharbanu Bakhytovna**

Subject: ‘Rational multidiscipline geological and geophysical study at the search of hydrocarbon deposits (based on the example of the South-East part of the South-Mangyshlak-Ustyurt system of depression)’

Relevance of the Research. Under conditions of depletion of producing hydrocarbon fields, replenishment of the mineral resource base of the Republic of Kazakhstan has become a priority task of the state energy policy. According to the State Program for Geological Exploration for 2021–2025, special emphasis is placed on the exploration and prospecting of new oil and gas fields using innovative technologies and methods. The development of economically efficient regional geophysical approaches that ensure identification of promising areas at early exploration stages represents one of the most promising directions for strengthening the resource base and enhancing the country’s energy security.

Numerous examples are known where fields at a late stage of development have gained a “new life” due to the construction of detailed reservoir models and the identification of new structural–formational and reservoir–petrophysical characteristics of productive formations (Novo-Kumkol, Uzen).

Objects of the Research. Sedimentary cover deposits and the intermediate structural level of the southeastern part of the South Mangyshlak–Ustyurt System of Depressions (SMUSD).

Subject of the Research. Anomalies of gravity, magnetic, radioactive, and thermal fields, as well as deep drilling data and 2D CMP seismic data.

Research Methodology. The research is based on a systemic analysis, reprocessing, reinterpretation, and modeling of geological and geophysical data using artificial intelligence (AI) and machine learning (ML), integrating potential field geophysics with 2D CMP seismic data.

The purpose of the research. To substantiate the effectiveness of a rational integrated complex of geological and geophysical methods at the regional stage of geological exploration for hydrocarbon prospecting in the poorly studied southeastern part of the South Mangyshlak–Ustyurt System of Depressions.

Research Objectives.

1. To develop and justify a methodology for integrated analysis of geological and geophysical data using digital technologies and artificial intelligence methods to identify regional structural–tectonic and lithological–formational features and to improve the reliability of hydrocarbon potential forecasting, including in regions with limited exploration coverage.

2. To develop and apply a comprehensive methodology for interpretation and integration of multi-scale geophysical data, including aerogamma spectrometry (K, U, Th), gravimetry, magnetometry, seismic data, and geothermal studies, using normalization, neural network clustering, GIS analysis, potential field transforms,

inversion methods, and SIGMA DVOP technology to refine the tectonic structure of the South Mangyshlak–Ustyurt System of Depressions, identify fluid and thermal activity, vertical hydrocarbon migration pathways, and potentially productive zones, and improve regional hydrocarbon forecasting accuracy.

3. To develop scientifically grounded recommendations for optimizing geological exploration based on integrated gravity, magnetic, seismic, aerogamma spectrometric, and geothermal data to enhance geological interpretation and hydrocarbon potential assessment of the South Mangyshlak–Ustyurt System of Depressions.

Research Tools. Software packages: Surfer, Didger (Golden Software, USA), ArcGIS & Esri (USA; 3D Analyst, Spatial Analyst, Spatial Statistics, Cartography, Data Management Tools), Coscad3D, Sigma, Geosoft Oasis montaj, IP Seismic (GraviMag Modeling Inversion, IP_Prediction 2D, SOM_Clustering), etc.

Scientific Novelty. Using advanced AI and ML technologies, a regional hydrocarbon potential forecasting approach was developed for the first time for the South Mangyshlak–Ustyurt region, based on integration of classical geophysical methods with modern digital technologies, including machine learning, Kohonen self-organizing maps, and geodynamic modeling.

A previously undescribed phenomenon of a “double crust” was identified in the region, reflecting deep tectonic features affecting hydrocarbon generation. A new hydrocarbon system model was substantiated, considering trap sealing integrity, thermal regime, and radiation background as key factors of hydrocarbon accumulation.

Stable spatial relationships between geophysical anomalies and potential hydrocarbon accumulation zones were identified, enabling formulation of new criteria for prospectivity assessment.

Practical Significance. The results of the regional hydrocarbon potential forecast of the sedimentary cover and intermediate structural level of the SMUSD can be used for planning and optimization of exploration activities. The developed methodology improves exploration efficiency through integration of multiparametric geophysical data, transformation into geologically meaningful indicators, and application of machine learning algorithms.

Established correlations among gravity, magnetic, radiogeochemical, seismic, and geothermal data improve localization of promising targets and reduce geological uncertainty. Modeling of tectonic, thermal, and fluid evolution enhances reliability of hydrocarbon trap formation forecasts and optimizes exploration well placement.

The methodology is scalable and adaptable to other hydrocarbon-bearing regions of Kazakhstan and can contribute to the development of intelligent geoinformation systems, strategic planning, and rational subsoil use.

Results of the dissertation: The developed methodology improves the efficiency of geological exploration by integrating multi-parameter geophysical data, transforming it into geologically significant features, and using machine learning algorithms. The identified direct and inverse correlations between data from methods with different physical bases (gravity, magnetic, aerogamma

spectrometry and seismic surveys, geothermal methods) allow for more accurate localisation of promising objects and reduce geological and geophysical uncertainty.

Reliability of Results. The reliability of the results is confirmed by extensive factual data from the SMUSD and international analogs, comparative analysis of field methods, data processing and interpretation techniques, modeling, and accuracy assessment. A deeply integrated AI and ML-based approach significantly reduces subjectivity and reveals hidden patterns.

Integration of seismic, gravity-magnetic, geothermal, and geochemical data using SOM, PCA, neural networks, and stochastic modeling demonstrated high efficiency in geological modeling and saturation zone prediction.

Author's Contribution. The author independently collected and analyzed large-scale geological and geophysical datasets of the South Mangyshlak–Ustyurt System of Depressions. Interpretation was performed using modern methods including machine learning and modeling. Geological models, prospectivity maps, and hydrocarbon accumulation zones were constructed. A new approach for identifying hidden correlations between geophysical parameters and reservoir structures was developed. All research stages, synthesis, and conclusions were carried out personally by the author.

Defended Provisions

1. The application of digital technologies and artificial intelligence methods (deep learning, neural network regression, principal component analysis (PCA), and stochastic modeling) increased the accuracy of interpretation of multi-scale geophysical data and, through the integration of heterogeneous information into a unified model, optimized hydrocarbon prospectivity forecasting and expanded exploration capabilities in poorly studied areas, thereby confirming the effectiveness of intelligent approaches in geological exploration.

2. For the first time for the South Mangyshlak–Ustyurt System of Depressions, a comprehensive and non-traditional system of geophysical methods integrating aerogamma spectrometry, gravimagnetometry, and geothermal studies has been substantiated and tested. This system allows refinement of the regional tectonic structure, identification of deep fault-controlled geophysical anomalies, and determination of their relationship with fluid activity and vertical hydrocarbon migration.

3. Integrated use of gravity–magnetic, seismic, aerogamma spectrometric, and geothermal data is recommended to substantiate exploration activities within the South Mangyshlak–Ustyurt System of Depressions.

3.1. Within the South Mangyshlak–Ustyurt System of Depressions, priority exploration targets should include the local structures Utezhn, Kozhantai, North Kozhantai, Otyynshi, Kyzgurly, and South Kyzgurly. Among them, Otyynshi and Tabyn are considered the most promising, with potential productivity in the Middle Jurassic.

3.2. The geometry of the identified structures has been defined based on CDP seismic data with inter-profile spacing exceeding 3 km and requires

refinement through detailed geophysical investigations, including 3D CDP seismic surveys.

3.3. Based on the study results, exploratory drilling is recommended on the Kyzgurly structure using modern drilling technologies to identify gas accumulations in Jurassic–Triassic deposits.

Relationship of the Dissertation to Other Research Projects.

The dissertation is based on materials obtained from research projects conducted by the Scientific and Production Center “GEOKEN”, in which the author actively participated, continuing and developing the results achieved. This involvement ensured the accumulation of the necessary scientific and practical data, which were subsequently systematized, generalized, and analyzed in the dissertation.

The author also participated in the preparation of reporting documentation for the following projects:

- “Report on the results of works at a scale of 1:100,000 for the project: ‘Conducting aerogeophysical and ground-based gravimetric surveys in the Samtyr area’,” 2019 (Kovrizhnykh P.N., Li L.V., Petrovskiy V.B., et al.).
- “Report on the implementation of advanced aerogeophysical surveys for GMK-200 map sheets (covering sheets L-39-XXXIV, L-39-XXXV, K-39-V, K-39-VI, and K-40-VII, Mangystau Region), carried out in 2021–2023,” 2023 (Kovrizhnykh P.N., Li L.V., Essirkepova Sh.B., et al.).

Approbation. The main scientific findings of the dissertation were presented at the international scientific and practical conference “Fundamental and Applied Aspects of Geology, Ecology, and Chemistry Using Modern Educational Technologies” (Almaty, February 2022), at meetings of the Council of Young Scientists of the Institute of Geology and Oil and Gas Development, at internal departmental seminars, and during sessions of the Geophysical Research Discussion Group (2021–2025).

From April 6 to April 30, 2022, the author completed a scientific internship at Erciyes University (Kayseri, Turkey) under the supervision of Professor Dr. Abdurrahman Geymen.

The main results of the dissertation have been published in seven scientific works, including three articles in journals indexed in the Scopus database, one publication in a journal recommended by the Committee for Quality Assurance in Science and Higher Education of the Ministry of Education and Science of the Republic of Kazakhstan, one publication in proceedings of Kazakhstani conferences, one publication in a Kazakhstani journal, and one peer-reviewed chapter published by IntechOpen in the monograph “*GIS and Spatial Analysis*” (London, 2023).

Factual Database. The factual database of the study includes seven published scientific works authored by the researcher, 183 published articles and monographs devoted to the geological and geophysical features of the South Ustyurt Region and adjacent areas, nine cartographic sources, and 15 archival documents directly related to the subject of the dissertation.

Structure and Volume of the Dissertation. The dissertation consists of an introduction, eight chapters of the main content, chapter conclusions, a general conclusion, and a reference list comprising 207 sources. The dissertation comprises 165 pages, including 62 figures and 7 tables.

List of publications:

1. Abetov A.Ye., Essirkepova Sh.B., Kozhamsugirov D. Effectiveness of aerogamma-spectrometric research in solving applied problems of oil and gas geology // *Geologiya i Okhrana Nedr*, 2021, Vol. 78, No. 1, pp. 55–62.

2. Abetov A.E., Yessirkepova Sh.B., Curto Ma J. Geomagnetic field transforms and their interpretation at exploration for hydrocarbon field in the southern part of the Ustyurt region. News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences, 6(450), 2021, 6-14, Almaty, NAS RK, ISSN 2518-170X (Online), ISSN 2224-5278 (Print), <https://doi.org/10.32014/2021.2518-170X.113>

3. Abetov A.E., Yessirkepova Sh.B., Curto Ma J. Gravity field transforms at the exploration for hydrocarbon field in the southern part of the Ustyurt region. News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan, Series of Geology and Technical Sciences, 3(453), 2022, 17-31, Almaty, NAS RK, ISSN 2518-170X (Online), ISSN 2224-5278 (Print), <https://doi.org/10.32014/2022.2518-170X.177>

4. Abetov A.E., Essirkepova Sh.B. Transformanty geomagnitnogo polya i ikh interpretatsiya, obrabotka i analiz pri poiskakh mestorozhdeniy uglevodorodov v yuzhnoy chasti Ustyurtskogo regiona // Sbornik materialov Mezhdunarodnoy nauchno-prakticheskoy konferentsii “Fundamental’nye i prikladnye aspekty geologii, ekologii i khimii s ispol’zovaniem sovremennykh obrazovatel’nykh tekhnologiy”, posvyashchennoy 55-letiyu Zharkynbeku T.N. Almaty: KazNITU imeni Satpaeva, 2022, pp. 3–7. ISBN 978-601-08-1906-1.

5. Abetov A.E., Essirkepova Sh.B. Iskusstvennyy intellekt pri regional’nom prognoze neftegazonosnosti v Yuzhno-Ustyurtskom regione po kompleksu geologo-geofizicheskikh dannykh // *Zhurnal “Neft’ i Gaz”*, Issue 2(146), 2025, pp. 17–37. ISSN 1562-2932 (Print) / ISSN 2708-0080 (Online). DOI: <https://doi.org/10.37878/2708-0080/2025-2.02>

6. Abetov A.E., Yessirkepova Sh.B., Curto Ma J. The Geomagnetic Field Transformants and Their Complexing with Data of Gravitational, Thermal and Radioactive Fields: During the Exploration of Hydrocarbon Fields at the Southern Part of the Ustyurt Region. IntechOpen, OPEN ACCESS PEER-REVIEWED CHAPTER, GIS and Spatial Analysis, 2023, c 1-26. DOI: <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.111560>

7. Абетов А.Е., Есиркепова Ш.Б. Искусственный интеллект при региональном прогнозе нефтегазоносности в Южно-Устюртском регионе по комплексу геолого- геофизических данных. Журнал НЕФТЬ И ГАЗ, выпуск 2(146) 2025, стр. 17-37. ISSN 1562-2932 (Print) / ISSN 2708-0080 (Online) DOI: <https://doi.org/10.37878/2708-0080/2025-2.02>

АННОТАЦИЯ

8D07104 – «Мұнай-газ және кен геофизикасы» білім беру бағдарламасы
бойынша

философия докторы (PhD) дәрежесін алу үшін ұсынылған

Есиркепова Шарбану Бахытовнаның

диссертациялық жұмысына

тақырыбы:

**«Көмірсутек кен орындарын іздеуге арналған геологиялық-
геофизикалық әдістерінің тиімді кешені (Оңтүстік-Маңғышлақ-Үстірт
жүйесінің оңтүстік-шығыс бөлігі мысалында)»**

Зерттеудің өзектілігі. Көмірсутек шикізатының игеріліп жатқан кен орындарының сарқылу жағдайында Қазақстан Республикасының минералдық-шикізаттық базасын толықтыру мемлекеттік энергетикалық саясаттың басым міндеттерінің біріне айналып отыр. «2021–2025 жылдарға арналған геологиялық барлау жөніндегі мемлекеттік бағдарламаға» сәйкес, мұнай мен газдың жаңа кен орындарын іздеу мен барлау барысында инновациялық технологиялар мен әдістерді қолдануға ерекше назар аударылуда. Ерте кезеңдерде перспективалы аумақтарды анықтауға мүмкіндік беретін экономикалық тұрғыдан тиімді өңірлік геофизикалық тәсілдерді әзірлеу елдің ресурстық базасын нығайту және энергетикалық қауіпсіздігін арттыру мәселелерін шешудің ең перспективалы бағыттарының бірі болып табылады.

Қазіргі таңда игерудің соңғы сатысындағы көптеген кен орындарының егжей-тегжейлі геологиялық модельдерін құру және өнімді коллекторлардың құрылымдық-формациялық, сүзгілік-сыйымдылық қасиеттерін айқындайтын жаңа факторларды анықтау арқылы «екінші өмірге» ие болғаны жөнінде көптеген мысалдар белгілі (Новый Кумколь, Өзен кен орындары).

Зерттеу нысандары. Зерттеу нысандары ретінде Оңтүстік-Маңғыстау – Үстірт ойыстар жүйесінің (ЮМҮОЖ) оңтүстік-шығыс бөлігіндегі шөгінді жамылғының шөгінділері мен аралық құрылымдық қабаты қарастырылады.

Зерттеу заты. Зерттеу пәніне гравитациялық, магниттік, радиоактивтік және жылулық өрістердің аномалиялары, сондай-ақ терең бұрғылау деректері мен МОГТ-2D сейсмикалық барлау мәліметтері жатады.

Зерттеу әдістемесі. Зерттеу әдістемесі жүйелік талдау, деректерді қайта өңдеу және қайта интерпретациялау, сондай-ақ геологиялық-геофизикалық деректерді жасанды интеллект (ЖИ) пен машиналық оқыту (МО) әдістерін қолдана отырып модельдеуге негізделген. Әдістеме геофизикалық потенциалдық өрістер әдістері мен МОГТ-2D сейсмикалық барлау нәтижелерін кешенді түрде біріктіру арқылы жүзеге асырылады.

Зерттеудің мақсаты. Зерттеудің мақсаты – Оңтүстік-Маңғыстау–Үстірт ойыстар жүйесінің оңтүстік-шығыс бөлігіндегі аз зерттелген аумақта көмірсутек кен орындарын іздеу бойынша геологиялық-барлау жұмыстарының өңірлік сатысында геологиялық-геофизикалық әдістердің рационалды кешенінің тиімділігін ғылыми тұрғыда негіздеу.

Қойылған міндеттер:

1. Сандық технологиялар мен жасанды интеллект әдістерін қолдана отырып, геологиялық-геофизикалық деректерді интеграцияланған талдау әдістемесін әзірлеу және негіздеу, өңірлік құрылымдық-тектоникалық және литологиялық-формациялық ерекшеліктерді анықтау, сондай-ақ геологиялық барлау деңгейі шектеулі аймақтарды қоса алғанда, мұнай-газдылықты болжаудың сенімділігін арттыру;

2. Аэрогамма-спектрометрия (K, U, Th), гравиметрия, магнитометрия, сейсмика және геотермия деректерін қамтитын полимасштабты геофизикалық деректерді интерпретациялау мен интеграциялаудың кешенді әдістемесін әзірлеу және қолдану. Бұл ретте нормализациялау, нейрожелілік кластерлеу, ГАЗ-талдау, потенциалдық өрістердің трансформанттары, инверсия әдістері және SIGMA DVOP технологиясы пайдаланылады. Аталған әдістер Оңтүстік-Маңғыстау–Үстірт ойыстар жүйесінің тектоникалық құрылымын нақтылауға, флюидтік және жылулық белсенділікті, көмірсутектердің тік миграциясын және әлеуетті өнімді аймақтарды анықтауға, сондай-ақ өңірдің мұнай-газдылығын болжау дәлдігін арттыруға мүмкіндік береді;

3. Оңтүстік-Маңғыстау–Үстірт ойыстар жүйесі шегінде геологиялық интерпретация мен мұнай-газдылықты болжау дәлдігін арттыру мақсатында гравиметриялық, магниттік, сейсмикалық, аэрогамма-спектрометриялық және геотермиялық деректерді интеграциялау негізінде геологиялық-барлау жұмыстарын оңтайландыру бойынша ғылыми негізделген ұсынымдар әзірлеу.

Зерттеу құралдары. Зерттеу барысында келесі бағдарламалық қамтамасыз ету қолданылды: Surfer, Didger (АҚШ, Golden Software), ArcGIS (Esri, АҚШ) (3D Analyst, Spatial Analyst Tools, Spatial Statistics Tools, Cartography Tools, Data Management Tools модульдері), Coscad 3D, Sigma, Geosoft Oasis montaj, IP Seismic (GraviMag Modeling Inversion, IP_Prediction 2D, SOM_Clustering) және басқа да бағдарламалар.

Зерттеудің ғылыми жаңалығы. Жасанды интеллект (ЖИ) және машиналық оқыту (МО) саласындағы заманауи технологияларды қолдану арқылы алғаш рет Оңтүстік Үстірт өңірі (ОҮӨ) үшін өңірлік мұнай-газдылықты болжауға арналған жаңа тәсіл әзірленді. Бұл тәсіл классикалық геофизикалық әдістерді заманауи сандық технологиялармен, соның ішінде машиналық оқыту әдістерімен, Кохоненнің өзін-өзі ұйымдастыратын карталарымен және геодинамикалық үдерістерді модельдеумен біріктіруге негізделген.

Зерттеу нәтижесінде өңірде бұрын сипатталмаған қосарланған жер қыртысы феномені анықталды, ол мұнай-газ түзілуіне әсер ететін терең тектоникалық ерекшеліктерді көрсетеді. Сонымен қатар көмірсутек жүйесінің жаңа моделі негізделді, онда тұзақтардың герметикалығы, жылулық режим және радиациялық фон көмірсутектердің аккумуляциясының негізгі факторлары ретінде қарастырылды.

Геофизикалық аномалиялар мен әлеуетті мұнай-газ жинақталу аймақтары арасындағы тұрақты кеңістіктік байланыстар анықталып, бұл аумақтардың перспективалылығын бағалаудың жаңа критерийлерін қалыптастыруға мүмкіндік берді.

Зерттеудің практикалық маңыздылығы – шөгінді жамылғы мен ОҮӨ аралық құрылымдық қабатының өңірлік мұнай-газдылығын болжау нәтижелері іздестіру-барлау жұмыстарын жоспарлау мен оңтайландыру үшін негіз бола алады. Әзірленген әдістеме көппараметрлі геофизикалық деректерді интеграциялау, оларды геологиялық тұрғыдан маңызды белгілерге интерпретациялау және машиналық оқыту алгоритмдерін қолдану арқылы геологиялық барлау тиімділігін арттырады.

Әртүрлі әдістер деректері (гравиметрия, магнитометрия, радиогеохимия, сейсмикалық барлау және геотермия) арасындағы анықталған корреляциялар перспективалы нысандарды неғұрлым дәл локализациялауға және геологиялық-геофизикалық белгісіздікті азайтуға ықпал етеді. Өңірдің тектоникалық, жылулық және флюидтік эволюциясын модельдеу көмірсутек тұзақтарының қалыптасу жағдайларын болжаудың сенімділігін арттырып, іздестіру ұңғымаларын орналастыруды оңтайландыруға мүмкіндік береді.

Әдістеме ауқымдауға және Қазақстанның басқа да мұнай-газды өңірлеріне бейімдеуге жарамды болып табылады, ал оның практикалық қолданылуы зияткерлік геоақпараттық жүйелерді дамытуға, стратегиялық жоспарлауға және жер қойнауын ұтымды пайдалануға ықпал ете алады.

Зерттеу нәтижелері жаңа нысандарды анықтау және ресурстық әлеуетті ұтымды пайдалану барысында геологиялық барлау ұйымдары үшін практикалық қызығушылық тудырады.

Диссертация нәтижелері. Әзірленген әдістеме көппараметрлі геофизикалық деректерді интеграциялау, оларды геологиялық тұрғыдан маңызды белгілерге түрлендіру және машиналық оқыту алгоритмдерін қолдану арқылы геологиялық барлау жұмыстарының тиімділігін арттыруды қамтамасыз етеді. Әртүрлі физикалық негізге ие әдістердің деректері (гравитациялық және магниттік барлау, аэрогамма-спектрометрия, сейсмикалық барлау және геотермиялық әдістер) арасындағы анықталған тікелей және кері корреляциялар перспективалы нысандарды неғұрлым дәл локализациялауға және геологиялық-геофизикалық белгісіздікті азайтуға мүмкіндік береді.

Алынған нәтижелердің сенімділігі ОҮӨ бойынша нақты деректермен және шетелдік аналогтармен, сондай-ақ далалық жұмыстар әдістемелерін, деректерді өңдеу мен интерпретациялау тәсілдерін, модельдеу әдістерін және өлшеу дәлдігін бағалауды салыстырмалы талдау арқылы расталады. Жасанды

интеллект (ЖИ) пен машиналық оқыту (МО) әдістерін қолдануға негізделген терең интеграцияланған тәсіл интерпретацияның объективтілігін арттыруға, субъективті фактордың ықпалын азайтуға және жасырын заңдылықтарды анықтауға мүмкіндік береді.

Сейсмикалық, гравимагниттік, геотермиялық және геохимиялық деректерді өзін-өзі ұйымдастыратын карталар (SOM), негізгі компоненттерді талдау (PCA), нейрожелілер және стохастикалық модельдеу әдістерін қолдана отырып біріктіру геологиялық модельдерді құрудың және қанығу аймақтарын болжаудың тиімділігін дәлелдеді.

Автордың жеке үлесі:

Ізденуші Оңтүстік-Маңғыстау–Үстірт ойыстар жүйесі бойынша ауқымды геологиялық-геофизикалық деректерді дербес жинап, талдады. Осы деректер негізінде заманауи әдістерді, соның ішінде машиналық оқыту мен модельдеуді қолдана отырып интерпретация жүргізілді. Геологиялық модельдер, перспективалы нысандардың карталары және көмірсутектердің жинақталу аймақтары жасалды. Геофизикалық параметрлер мен коллекторлардың құрылымы арасындағы жасырын корреляцияларды анықтауға бағытталған тәсіл әзірленіп, бұл болжаудың жаңа критерийлерін қалыптастыруға мүмкіндік берді. Зерттеудің барлық кезеңдері, оның ішінде қорытындылар мен тұжырымдар, ізденушінің жеке өзі тарапынан орындалды.

Қорғалатын қағидалар:

1. Сандық технологиялар мен жасанды интеллект (ЖИ) әдістерін (терең оқыту, нейрожелілік регрессиялар, PCA, стохастикалық модельдеу) қолдану полимасштабты геофизикалық деректерді интерпретациялау дәлдігін арттырып, әртекті ақпаратты бірыңғай модельге біріктіру арқылы мұнай-газдылықты болжауды оңтайландырды және аз зерттелген аумақтардағы іздестіру мүмкіндіктерін кеңейтті, бұл геологиялық барлауда зияткерлік тәсілдердің тиімділігін растады.

2. Оңтүстік-Маңғыстау–Үстірт ойыстар жүйесі үшін алғаш рет аэрогамма-спектрометрияны, гравимагнитометрияны және геотермияны біріктіретін геофизикалық әдістердің кешенді әрі дәстүрлі емес жүйесі ғылыми тұрғыда негізделіп, сынақтан өткізілді. Аталған жүйе өңірдің тектоникалық құрылымын нақтылауға, геофизикалық аномалиялардың терең жарылымдық табиғатын және олардың флюидтік белсенділік пен көмірсутектердің тік миграциясымен байланысын анықтауға мүмкіндік береді.

3. Оңтүстік-Маңғыстау–Үстірт ойыстар жүйесі шегінде іздестіру-барлау жұмыстарын негіздеу үшін гравимагниттік, сейсмикалық, аэрогамма-спектрометриялық және геотермиялық деректерді кешенді пайдалану ұсынылады.

3.1. ОМҮОЖ аумағында іздестіру-барлау жұмыстарының басым нысандары ретінде Утежан, Кожантай, Солтүстік Кожантай, Отыншы, Кызгурлы және Оңтүстік Кызгурлы жергілікті құрылымдары ұсынылады.

Олардың ішінде Отыншы мен Табын орта юра шөгінділерінде әлеуетті өнімділігі жоғары перспективалы нысандар ретінде қарастырылады.

3.2. Аталған құрылымдардың геометриясы профильаралық кашықтығы 3 км-ден асатын ОГТ сейсмикалық барлау деректері бойынша анықталған және МОГТ-3D қоса алғанда, детальдандырылған геофизикалық зерттеулер нәтижелерімен нақтылануы тиіс.

3.3. Зерттеу нәтижелері бойынша Кызгурлы құрылымында юра-триас шөгінділеріндегі газ шоғырларын анықтау мақсатында заманауи бұрғылау технологияларын қолдана отырып іздестіру ұңғымасын бұрғылау ұсынылады.

Диссертацияның басқа ғылыми-зерттеу жұмыстарымен байланысы:

Диссертациялық жұмыс автор белсенді түрде қатысқан «ГЕОКЕН» ғылыми-өндірістік орталығының ғылыми-зерттеу жобаларының материалдарына негізделген. Бұл жобалар аясында алынған нәтижелер жалғастырылып, дамытылды, соның нәтижесінде диссертацияда кейіннен жинақталып, жүйеленіп және талданған қажетті ғылыми-практикалық материал қалыптастырылды.

Автор төмендегі жобалар бойынша есептік құжаттамаларды дайындауға да қатысқан:

- «Самтыр учаскесінде аэрогеофизикалық және жерүсті гравиметриялық жұмыстарды жүргізу» нысаны бойынша 1:100 000 масштабтағы жұмыстардың нәтижелері туралы есеп, 2019 жыл (Коврижных П.Н., Ли Л.В., Петровский В.Б. және т.б.).

- «ГМК-200 парақтары бойынша (L-39-XXXIV, L-39-XXXV, K-39-V, K-39-VI, K-40-VII, Маңғыстау облысы аумағында) 2021–2023 жылдары жүргізілген ілгерілете аэрогеофизикалық түсірілім нәтижелері туралы есеп», 2023 жыл (Коврижных П.Н., Ли Л.В., Есіркепова Ш.Б. және т.б.).

Апробация. Диссертациялық жұмыстың негізгі ғылыми тұжырымдары «Қазіргі заманғы білім беру технологияларын қолдана отырып геология, экология және химияның іргелі және қолданбалы аспектілері» атты халықаралық ғылыми-практикалық конференцияда (Алматы қ., 2022 жылғы ақпан), Геология және мұнай-газ дамуы институтының Жас ғалымдар кеңесінде, кафедраішілік отырыстарда, сондай-ақ «Geophysical Research Discussion Group» тобының сессияларында (2021–2025 жж.) баяндалды. 2022 жылғы 6–30 сәуір аралығында ізденуші Erciyes University (Кайсери қ., Түркия) базасында профессор, доктор Абдурахман Гейменнің жетекшілігімен ғылыми тағылымдамадан өтті.

Диссертациялық жұмыстың негізгі нәтижелері 7 ғылыми еңбекте жарияланған, оның ішінде үш мақала Scopus деректер базасына кіретін журналдарда, бір мақала ҚР БҒМ Ғылым және жоғары білім сапасын қамтамасыз ету комитеті (ККСОН) ұсынған басылымда, бір жарияланым қазақстандық конференциялар еңбектерінде, бір мақала қазақстандық ғылыми журналда, сондай-ақ IntechOpen баспасынан шыққан “GIS and Spatial Analysis” монографиясының бір тарауында (Лондон, 2023 ж.) жарық көрді.

Фактографиялық деректер базасы. Зерттеудің фактографиялық деректер базасына автордың 7 жарияланған ғылыми еңбегі, ЮУР және оған іргелес өңірлердің геологиялық және геофизикалық ерекшеліктеріне арналған 183 жарияланған мақала мен монография, 9 картографиялық дереккөз, сондай-ақ диссертация тақырыбына тікелей қатысты 15 архивтік құжат кіреді.

Диссертацияның құрылымы мен көлемі. Диссертация кіріспеден, негізгі мазмұнның сегіз бөлімінен, әр бөлім бойынша қорытындылардан, жалпы қорытындыдан және 207 атауды қамтитын пайдаланылған дереккөздер тізімінен тұрады. Жұмыстың жалпы көлемі 165 бет, онда 62 сурет пен 7 кесте қамтылған.

Жарияланымдар тізімі

1. Abetov A.Ye., Essirkepova Sh.B., Kozhamsugirov D. Effectiveness of aerogamma-spectrometric research in solving applied problems of oil and gas geology // *Geologiya i okhrana nedr*, 2021, T. 78, № 1, 55–62–бб.
2. Abetov A.E., Yessirkepova Sh.B., Curto Ma J. Geomagnetic field transforms and their interpretation at exploration for hydrocarbon field in the southern part of the Ustyurt region // *News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of Geology and Technical Sciences*, 6(450), 2021, 6–14. ISSN 2518-170X (Online), ISSN 2224-5278 (Print). DOI: <https://doi.org/10.32014/2021.2518-170X.113>
3. Abetov A.E., Yessirkepova Sh.B., Curto Ma J. Gravity field transforms at the exploration for hydrocarbon field in the southern part of the Ustyurt region // *News of the National Academy of Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of Geology and Technical Sciences*, 3(453), 2022, 17–31. ISSN 2518-170X (Online), ISSN 2224-5278 (Print). DOI: <https://doi.org/10.32014/2022.2518-170X.177>
4. Abetov A.E., Essirkepova Sh.B. Оңтүстік Үстірт өңірінде көмірсутек кен орындарын іздеу кезіндегі геомагниттік өріс трансформанттары, оларды интерпретациялау, өңдеу және талдау // «Қазіргі заманғы білім беру технологияларын қолдана отырып геология, экология және химияның іргелі және қолданбалы аспектілері» атты халықаралық ғылыми-практикалық конференция материалдарының жинағы (Т.Н. Жарқынбектің 55 жылдығына арналған). Алматы: Қ.И. Сәтбаев атындағы ҚазҰТЗУ, 2022. – 3–7-бб. ISBN 978-601-08-1906-1.
5. Abetov A.E., Yessirkepova Sh.B., Curto Ma J. Remote sensing in the study of the thermal field of the South Ustyurt region in order to find hydrocarbon deposits // *News of the National Academy of*

Sciences of the Republic of Kazakhstan. Series of Geology and Technical Sciences, 2(458), 2023, 6–16.
ISSN 2518-170X (Online), ISSN 2224-5278 (Print).
DOI: <https://doi.org/10.32014/2023.2518-170X.275>

6. Abetov A.E., Yessirkepova Sh.B., Curto Ma J.
The Geomagnetic Field Transformants and Their Complexing with Data of Gravitational, Thermal and Radioactive Fields: During the Exploration of Hydrocarbon Fields at the Southern Part of the Ustyurt Region // *IntechOpen. OPEN ACCESS PEER-REVIEWED CHAPTER. GIS and Spatial Analysis*, 2023, 1–26.
DOI: <http://dx.doi.org/10.5772/intechopen.111560>
7. Abetov A.E., Esirkepova Sh.B.
Оңтүстік Үстірт өңірінде геологиялық-геофизикалық деректер кешені негізінде мұнай-газдылықты өңірлік болжауда жасанды интеллектті қолдану // *«Мұнай және газ» журналы*, 2(146), 2025, 17–37-бб.
ISSN 1562-2932 (Print) / ISSN 2708-0080 (Online).
DOI: <https://doi.org/10.37878/2708-0080/2025-2.02>