

АННОТАЦИЯ

на диссертацию **Саурыкова Жанибека Жоламановича**
"Комплексные аэрогеофизические исследования при изучении
геологического строения и оценке рудоносности Сарысу-Тенизского
поднятия в Центральном Казахстане.

представленную на соискание степени доктора философии (PhD) по
образовательной программе **8D07104 - Нефтегазовая и рудная геофизика**

Актуальность исследования. В свете реализации Концепции развития геологической отрасли РК до 2030 года (Постановление Правительства РК от 13.08.2012 г., №1042), важная роль в которой отводится выполнению региональных, поисковых, поисково-оценочных и поисково-разведочных работ, в том числе геологическому доизучению площадей масштаба 1:200000, автором получены новые данные по особенностям геолого-структурного строения и перспективности на обнаружение новых месторождений полезных ископаемых слабоизученных площадей Сарысу-Тенизской структурно-формационной зоны Центрального Казахстана. Исследования проведены на основе комплекса опережающих аэрогеофизических методов с применением инновационных технологий обработки, интерпретации и геолого-геофизического моделирования рудных объектов.

Цель исследований. Разработка прогнозно-поисковых геофизических критериев локализации рудных объектов Центрального Казахстана на основе построения цифровых моделей физических полей по результатам аэрогеофизических исследований.

Задачи исследований. Исследования направлены на разработку геофизических критериев на основе подготовки качественной геофизической основы для обеспечения геологического доизучения площади исследований и прогнозирования орудинения включая:

- выявление геолого-структурных особенностей строения;
- выделение основных пликативных и разрывных нарушений;
- изучение распределения гамма-активности горных пород с целью геологического картирования и выделения зон метасоматоза потенциально перспективных на оруденение участков;
- выявление скрытых геологических объектов и, по возможности, определение их количественных параметров и характеристик.

Район исследований: Центральный Казахстан. Зона сочленения восточной части Сарысу-Тенизского поднятия, южной части Тенизской впадины и Сарысу-Тенизского сегмента девонского вулканоплутонического пояса.

Объект исследований: разнородные геологические объекты, опытно-экспериментального участка Степной, расположенного в Карагандинской области.

Фактический материал. В основу работы положены материалы по фундаментальным и прикладным исследованиям НПЦ «Геокен», Института Геологии и КазНИТУ им. К.И. Сатпаева МНВО РК по изучению глубинного строения и металлогении Центрального Казахстана, собранные и проанализированные диссертантом. Опытные экспериментальные результаты по полевым работам получены автором в процессе выполнения научно-производственных исследований по проектам НПЦ «Геокен», в которых автор являлся руководителем и ответственным исполнителем этих исследований, участвуя в работах на всех этапах от обоснования и подготовки полевых исследований до обработки, анализа и интерпретации комплексных геолого-геофизических данных.

Методика исследований. Обобщения и анализ результатов аэрогеофизических исследований последних лет, подготовка сводных цифровых моделей магнитного и гравитационного полей на основе новых данных и материалах прошлых лет; вычисление наборов трансформант магнитного и гравитационного полей; выполнение районирования физических полей площади исследований на основе анализа статистических характеристик магнитного, гравитационного и радиогеохимических полей; выделение и систематизация локальных радиогеохимических аномалий концентраций калия, урана, тория; построение результативных схем геологической интерпретации аэрогеофизических и гравиметрических данных; выявление закономерностей пространственного распределения геофизических полей и их связи с геологическим строением; установление закономерностей размещения зон благоприятных для локализации оруденения, перекрытых кайнозойскими отложениями.

Основные защищаемые положения, выносимые на защиту:

1. Геологическая эффективность исследований слабоизученных рудных районов Центрального Казахстана достигнута за счет применения комплекса современных аэрогеофизических методов, полевой гравиметрии и усовершенствованной методики автоматизированной системы обработки и интерпретации геолого-геофизических данных.

2. Высокий уровень геологической информативности, глубинности и достоверности геолого-прогнозных построений сложной зоны сочленения восточной части Сарысу-Тенизского поднятия, достигнут на основе построения сводных цифровых моделей геофизических полей, их трансформант, а также результатов комплексной интерпретации геолого-геофизических данных.

3. Сформирована объемная геолого-геофизическая модель исследуемого района, основанная на разработанных классификационных

критериях моделирования гравимагнитных полей и данных о содержании радиогеохимических элементов в геологических комплексах.

4. Выявлены дополнительные признаки локализации рудных зон. Радиогеохимические ореолы, связанные с рудными объектами, отличаются уровнем радиоактивности и различным соотношением урана, тория и калия. Рудные аномалии приурочены к областям резкого преобладания одного или двух радиоактивных элементов, в сравнении с типичными породными аномалиями, характеризующиеся равномерным содержанием урана, тория и калия.

Научная новизна исследований заключается в разработке алгоритма эффективного применения комплекса опережающих аэрогеофизических исследований, (аэромагнитной и аэрогамма-спектрометрической), включая высокоразрешающую наземную гравиметрическую съемку, для доизучения геологического строения слабоизученных рудных районов и оценки перспектив новых рудоносных структур. Предложенная методика применения результатов современных аэрогеофизических исследований значительно повышает достоверность прогноза рудоносных участков в слабоизученных районах и новых регионах Центрального Казахстана.

Практическая значимость:

1. Методика применения результатов современных методов аэрогеофизических исследований значительно повысит достоверность прогноза рудоносных участков в слабоизученных районах и новых регионах Центрального Казахстана.

2. Технология широкого применения цифровых геофизических данных, построение цифровых моделей физических полей, районирование и типизация геофизических аномалий будет рекомендована при исследовании рудных регионов Казахстана, близких по геологическому строению, генезису и условиям локализации оруденения.

3. Предложенные поисковые критерии будут объективным дополнением к установленному ранее комплексу геологических, геохимических, геофизических признаков и предпосылок для оценки перспектив рудных полей участка Степной и соседних площадей Центрального Казахстана.

Структура и объем диссертации. Диссертация изложена на 147 страницах компьютерного текста и состоит из введения, 6 разделов, заключения и списка использованных источников, состоящего из 85 наименований. Диссертация включает 48 рисунков и 7 таблицы.

Краткое содержание и выводы по главам диссертации

Глава 1. Обзор представлений геологического развития Сарысу-Тенизкого поднятия по геолого-геофизическим данным.

Обзор и анализ многолетних геологических исследований в пределах Сарысу-Тенизской депрессии Центрального Казахстана показал, что современное тектоническое районирование и тектонические схемы региона выполнены на геодинамических принципах новой глобальной тектоники с учетом современных представлений о развитии и эволюции земной коры. Установлено, что главными структурными элементами изученной площади являются грабен-синклинали и разделяющие их горст-антиклинали. В горст-антиклиналях обнажаются комплексы окраинного моря (задугового бассейна), островной вулканической дуги, а также вулканогенные и интрузивные комплексы вулканоплутонического пояса; в грабен-синклиналиях – рифтогенные образования континентальной и морской стадий развития рифта.

Глава 2. Геолого-геофизическая характеристика объекта исследований.

Оценка эффективности опережающих геофизических работ показана на примере участка Степной, характеризующегося сложным геологическим строением, за счет развития разнородных по возрасту и структурно-тектоническому состоянию геологических объектов. Территория и пролегающие к ней районы хорошо изучены геологическими и геофизическими методами. Все обобщенные и проанализированные материалы положены автором диссертации в основу интерпретации результатов комплексных аэрогеофизических исследований для доизучения геологического строения и оценки рудоносности Сарысу-Тенизского поднятия.

Глава 3. Методика исследований.

Основной методический принцип исследований заключается в оптимизации опережающих аэрогеофизических исследований для подготовки основы, обеспечивающей дополнительные возможности повышения геологической информативности, глубинности и достоверности геолого-прогнозных построений при геологическом доизучении площадей. Подготовка сводных цифровых моделей магнитного и гравитационного полей, вычисление наборов трансформант магнитного и гравитационного полей; районирования физических полей на основе анализа статистических характеристик магнитного, гравитационного и радиогеохимических полей; применение современного программного комплекса Geosoft Oasis Montaj обеспечили качественно новый уровень точности и скорости обработки и интерпретации геофизической информации при изучении геологического разреза и выявления поисковых критериев золоторудного, медного, полиметаллического и редко металльного оруденения.

Глава 4. Создание цифровых массивов аэрогеофизических данных.

Построены интегрированные цифровые модели геофизических полей. В результате комплексной интерпретации данных трех методов – гравиразведки, магниторазведки и гамма-спектрометрии – выделены группы аномалий, которые легли в основу геологического доизучения участка Степной.

Сводным итогом их анализа являются схемы геологической интерпретации по исследуемой площади. На схемах нашли отображение контуры интрузивных массивов и стратифицируемых комплексов, их вещественный состав, положение разрывных нарушений первого и второго ранга определенные на основе анализа геофизических данных, для сопоставления вынесены геологические объекты по данным материалов геологического картирования. По данным гамма-спектрометрии выделены аномалии калия, урана, тория, значками показана радиогеохимическая специализация каждой из них, определены участки аномальных радиогеохимических полей для оценки их поисковой значимости.

Глава 5. Закономерности пространственного распределения геофизических полей и их взаимосвязь с геологическим строением участка Степной.

Достоверность интерпретации достигнута за счет применения детальных карт масштаба 1:50 000 магнитного и гравитационного полей, их трансформантов, карт гамма-активности и содержаний калия, урана и тория масштабов 1:50000 и 1:200000, схем районирования по параметрам гравитационного и магнитного полей, по параметрам распределения калия, урана, тория с широким применением результатов анализа карт трансформаций наблюденного грави -и магнитного полей. Установлено: на характер гравитационного поля влияют факторы – структурное положение, состав интрузивных и субвулканических тел, литология и др. Все отрицательные аномалии связаны с интрузиями кислого и среднего (в меньшей степени) состава, причем, с повышением основности, возрастает значение плотности. Интрузивные массивы отчетливо выделяются и прослеживаются аэромагнитной съемкой. По характеру поля сильно отличаются девонские гранодиоритовые интрузивы от ордовикских, хотя и те и другие характеризуются положительными аномалиями, интенсивность их различна. Критериями картирования разрывных нарушений являются: прямолинейные зоны повышенных градиентов магнитного поля; резкие изменения характера магнитного поля по какой-либо линии; смещение аномалий в плане; прямолинейные уступы в рельефе палеозойского фундамента.

Глава 6. Роль комплексных геофизических исследований при геологическом доизучении и металлогеническом районировании участка Степной.

По площади исследований Степной, предложены дополнительные факторы контроля оруденения (поисковые критерии и признаки).

Радиогеохимические ореолы, ассоциирующие с орудинением, отличаются от повышенно-радиоактивных горных пород не интенсивностью аномалий, а их "спектральным" составом - соотношением радиоактивных элементов. Общей закономерностью является приуроченность радиогеохимического поля "рудных" аномалий к областям резкого

преобладания одного или двух радиоактивных элементов, в то время как типичные "породные" аномалии имеют трехэлементный состав с примерно равным соотношением урана, тория и калия.

Для эпигенетических месторождений цветных, благородных и большинства редких металлов характерно разновременное формирование рудных и радиоактивных концентраций, основная масса радиоактивных элементов привносится и перераспределяется в предрудную стадию минерализации, обогащая соответствующие фации метасоматической колонки на удалении десятков, иногда сотен метров от рудных тел.

Список публикаций:

1. Zh.Saurykov, S.Istekova, A.Sirazhev. Predicted resource assessment of Central Kazakhstan ore districts based on airborne geophysical methods. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*. 2023, (5): 019 – 026. <https://doi.org/10.33271/nvngu/2023-5/019>
2. S.Istekova, Zh.Saurykov, K.Togizov Lithophysical characteristics of productive strata of cupriferous sandstone within Zhezkazgan ore district in the Central Kazakhstan. September 2024 *Mining of Mineral Deposits*18(3):9-17 . DOI: 10.33271/mining18.03.009
3. D.Talgarbayeva, A.Vilayev, Zh.Saurykov. Integrated Prospectivity Mapping for Copper Mineralization in the Koldar Massif, Kazakhstan. *Minerals* 2025, 15(8), 805; <https://doi.org/10.3390/min15080805>

АННОТАЦИЯ

Саурыков Жанибек Жоламановичтің диссертациясына
«Кешенді аэрогеофизикалық зерттеулермен Орталық Қазақстандағы Сарысу-
Теңіз көтерілімінің рудалылығын бағалау және геологиялық құрылымын
зерттеу »

8D07104 – Мұнай-газ және рудалық геофизика білім беру бағдарламасы
бойынша философия докторы (PhD) ғылыми дәрежесін алуға ұсынылған.

Зерттеудің өзектілігі.

Қазақстан Республикасының геология саласын дамытудың 2030 жылға дейінгі тұжырымдамасын іске асыру аясында (ҚР Үкіметінің 13.08.2012 ж. №1042 қаулысы) аймақтық, іздеу, іздеу-бағалау және іздеу-барлау жұмыстарына, соның ішінде масштабы 1:200 000 геологиялық тұрғыдан қосымша зерттеуге ерекше мән беріледі. Осы тұрғыда автор Орталық Қазақстандағы Сарысу–Теңіз құрылымдық-формациялық аймағының аз зерттелген аумақтарында геологиялық-құрылымдық ерекшеліктер мен жаңа пайдалы қазбалар кен орындарын ашу перспективасы бойынша жаңа деректер алды. Зерттеулер озық аэрогеофизикалық әдістер кешеніне, рудалық объектілерді өңдеу, интерпретациялау және геологиялық-геофизикалық модельдеудің инновациялық технологияларын қолдану негізінде жүргізілді.

Зерттеудің мақсаты.

Аэрогеофизикалық зерттеу нәтижелері бойынша физикалық өрістердің цифрлық модельдерін құру негізінде Орталық Қазақстан аумағындағы рудалық объектілердің локализациясына арналған болжамдық-іздеу геофизикалық критерийлерін әзірлеу.

Зерттеу міндеттері.

Зерттеулер зерттелетін аумақты геологиялық тұрғыдан қосымша зерделеуді және рудалылықты болжауды қамтамасыз етуге арналған сапалы геофизикалық негіз дайындау арқылы геофизикалық критерийлерді әзірлеуге бағытталған, соның ішінде:

- геологиялық-құрылымдық құрылыстың ерекшеліктерін анықтау;
- негізгі пликвативті және жарылымдық бұзылыстарды бөліп көрсету;
- геологиялық карталау және потенциалды рудалылығы бар метасоматоз аймақтарын бөлу мақсатында тау жыныстарының гамма-белсенділігінің таралуын зерттеу;
- жасырын геологиялық объектілерді анықтау және мүмкіндігінше олардың сандық параметрлері мен сипаттамаларын белгілеу.

Зерттеу ауданы:

Орталық Қазақстан. Сарысу–Теңіз көтерілімінің шығыс бөлігінің, Теңіз ойпатының оңтүстік бөлігінің және девондық вулканоплутоникалық белдеудің Сарысу–Теңіз сегментінің түйісу аймағы.

Зерттеу нысаны:

Қарағанды облысында орналасқан Степной тәжірибелік-эксперименттік учаскесіндегі әртектес геологиялық объектілер.

Қолданылған мәліметтер.

Диссертациялық жұмыстың негізін диссертант жинақтап, талдаған Орталық Қазақстанның терең құрылымы мен металлогениясын зерттеу бойынша ҚР БҒМ ҒК-нің «Геокен» ҒӨО, Геология институты және Қ.И. Сәтбаев атындағы ҚазҰТЗУ-дың іргелі және қолданбалы зерттеулер материалдары құрайды. Далалық жұмыстар бойынша тәжірибелік-эксперименттік нәтижелер автор тарапынан «Геокен» ҒӨО жобалары аясында жүргізілген ғылыми-өндірістік зерттеулер барысында алынған. Бұл жобаларда автор зерттеулердің ғылыми жетекшісі әрі жауапты орындаушы болып, далалық зерттеулерді негіздеу мен дайындаудан бастап кешенді геологиялық-геофизикалық деректерді өңдеу, талдау және интерпретациялауға дейінгі барлық кезеңдерге тікелей қатысты.

Зерттеу әдістемесі.

Соңғы жылдардағы аэрогеофизикалық зерттеулер нәтижелерін жалпылау және талдау; жаңа деректер мен өткен жылдар материалдары негізінде магниттік және гравитациялық өрістердің жинақталған цифрлық модельдерін дайындау; магниттік және гравитациялық өрістер трансформанттарының жиынтықтарын есептеу; магниттік, гравитациялық және радиогеохимиялық өрістердің статистикалық сипаттамаларын талдау негізінде зерттеу аумағын физикалық өрістер бойынша аудандастыру; калий, уран және торий концентрацияларының жергілікті радиогеохимиялық аномалияларын бөліп көрсету және жүйелеу; аэрогеофизикалық және гравиметриялық деректерді геологиялық интерпретациялаудың нәтижелік сұлбаларын құру; геофизикалық өрістердің кеңістіктік таралу заңдылықтарын және олардың геологиялық құрылыммен байланысын анықтау; кайнозойлық шөгінділермен жабылған рудалылықтың локализациясына қолайлы аймақтардың орналасу заңдылықтарын белгілеу.

Қорғауға ұсынылатын негізгі тұжырымдар:

1. Орталық Қазақстанның аз зерттелген рудалы аудандарын зерттеудегі геологиялық тиімділік заманауи аэрогеофизикалық әдістер кешенін, далалық гравиметрияны және геологиялық-геофизикалық деректерді өңдеу мен интерпретациялаудың жетілдірілген автоматтандырылған жүйесін қолдану арқылы қамтамасыз етілді.

2. Сарысу–Теңіз көтерілімінің шығыс бөлігінің күрделі түйісу аймағы бойынша геологиялық-болжамдық тұрғызбалардың жоғары ақпараттылығы, тереңдігі мен сенімділігі геофизикалық өрістердің жинақталған цифрлық модельдерін, олардың трансформанттарын және

геологиялық-геофизикалық деректерді кешенді интерпретациялау нәтижелерін пайдалану негізінде қамтамасыз етілді.

3. Гравимагниттік өрістерді модельдеудің әзірленген жіктеу критерийлеріне және геологиялық кешендердегі радиогеохимиялық элементтердің құрамына қатысты деректерге сүйене отырып, зерттелетін ауданның көлемдік геологиялық-геофизикалық моделі құрылды.

4. Рудалық аймақтардың локализациясының қосымша белгілері анықталды. Рудалық объектілермен байланысты радиогеохимиялық ореолдар радиоактивтілік деңгейімен және уран, торий мен калийдің әртүрлі арақатынасымен сипатталады. Рудалық аномалиялар уран, торий немесе калий элементтерінің біреуінің немесе екеуінің айқын басымдығы байқалатын аймақтарға тән, бұл уран, торий және калийдің біркелкі мөлшерімен сипатталатын типтік жыныстық аномалиялардан ерекшеленеді.

Зерттеудің ғылыми жаңалығы.

Зерттеудің ғылыми жаңалығы – аз зерттелген рудалы аудандардың геологиялық құрылысын қосымша зерделеу және жаңа рудалылығы бар құрылымдардың перспективаларын бағалау мақсатында озық аэрогеофизикалық зерттеулер кешенін (аэромагниттік және аэрогамма-спектрометриялық), соның ішінде жоғары айырымды жерүсті гравиметриялық түсірілімді тиімді қолдану алгоритмін әзірлеуде болып табылады. Ұсынылған заманауи аэрогеофизикалық зерттеу нәтижелерін қолдану әдістемесі Орталық Қазақстанның аз зерттелген аудандары мен жаңа өңірлеріндегі рудалы учаскелерді болжаудың сенімділігін едәуір арттырады.

Практикалық маңыздылығы:

1. Заманауи аэрогеофизикалық зерттеу әдістерінің нәтижелерін қолдану әдістемесі Орталық Қазақстанның аз зерттелген аудандары мен жаңа өңірлеріндегі рудалылығы бар учаскелерді болжаудың сенімділігін айтарлықтай арттырады.

2. Цифрлық геофизикалық деректерді кеңінен қолдану технологиясы, физикалық өрістердің цифрлық модельдерін құру, геофизикалық аномалияларды аудандастыру және типтендіру Қазақстанның геологиялық құрылысы, генезисі және рудалылықтың локализация жағдайлары ұқсас рудалы аймақтарын зерттеу кезінде қолдануға ұсынылады.

3. Ұсынылған іздеу критерийлері бұған дейін анықталған геологиялық, геохимиялық, геофизикалық белгілер мен алғышарттар кешенін объективті түрде толықтырып, Орталық Қазақстандағы Степной учаскесінің және оған іргелес аумақтардың рудалы алаңдарының перспективаларын бағалауда пайдаланылуы мүмкін.

Диссертацияның құрылымы мен көлемі.

Диссертация компьютерде терілген 147 беттен тұрады және кіріспеден, 6 бөлімнен, қорытындыдан және 85 атаудан тұратын пайдаланылған әдебиеттер тізімінен құралған. Диссертацияда 48 сурет және 7 кесте берілген.

Диссертация тараулары бойынша қысқаша мазмұны мен қорытындылары

1-тарау. Геологиялық-геофизикалық деректер бойынша Сарысу–Теңіз көтерілімінің геологиялық дамуы туралы түсініктерге шолу.

Орталық Қазақстандағы Сарысу–Теңіз ойысы шегінде жүргізілген көпжылдық геологиялық зерттеулерге жасалған шолу және талдау өңірдің қазіргі тектоникалық аудандастырылуы мен тектоникалық сұлбалары жер қыртысының дамуы мен эволюциясы туралы заманауи көзқарастарды ескере отырып, жаңа жаһандық тектониканың геодинамикалық қағидаттарына негізделіп жасалғанын көрсетті. Зерттелген аумақтағы басты құрылымдық элементтер грабен-синклинальдар және оларды бөліп тұратын горст-антиклинальдар екені анықталды. Горст-антиклинальдарда шеттік теңіздің (артқы доғалық бассейнінің), аралдық вулкандық доғаның кешендері, сондай-ақ вулканоплутоникалық белдеудің жанартаутекті және интрузивтік кешендері жалаңаштанады; ал грабен-синклинальдарда рифт дамуының континенттік және теңіздік сатыларына тән рифтогендік түзілімдер таралған.

2-тарау. Зерттеу нысанының геологиялық-геофизикалық сипаттамасы.

Озық геофизикалық жұмыстардың тиімділігі геологиялық құрылысы күрделі, жасы мен құрылымдық-тектоникалық күйі әртүрлі геологиялық объектілердің дамуымен сипатталатын Степной учаскесінің мысалында көрсетілді. Участке және оған іргелес аумақтар геологиялық және геофизикалық әдістермен жақсы зерттелген. Жинақталып, талданған барлық материалдар диссертация авторы тарапынан Сарысу–Теңіз көтерілімінің геологиялық құрылысын қосымша зерделеу және оның рудалылығын бағалау мақсатында жүргізілген кешенді аэрогеофизикалық зерттеулер нәтижелерін интерпретациялаудың негізі ретінде қолданылды.

3-тарау. Зерттеу әдістемесі.

Зерттеудің негізгі әдістемелік қағидаты – аумақтарды геологиялық тұрғыдан қосымша зерделеу кезінде геологиялық-болжамдық тұрғызбалардың ақпараттылығын, тереңдігін және сенімділігін арттыруға қосымша мүмкіндіктер беретін негізді дайындау үшін озық аэрогеофизикалық зерттеулерді оңтайландыру болып табылады. Магниттік және гравитациялық өрістердің жинақталған цифрлық модельдерін дайындау, магниттік және гравитациялық өрістердің трансформанттар жиынтықтарын есептеу; магниттік, гравитациялық және радиогеохимиялық өрістердің статистикалық сипаттамаларын талдау негізінде физикалық өрістерді аудандастыру; Geosoft Oasis Montaj заманауи бағдарламалық кешенін қолдану геологиялық қиманы зерттеу және алтынрудалы, мыс, полиметалл және сирек металды рудалану үшін іздеу критерийлерін анықтау кезінде геофизикалық ақпаратты өңдеу мен интерпретациялаудың дәлдігі мен жылдамдығының сапалы жаңа деңгейін қамтамасыз етті.

4-тарау. Аэрогеофизикалық деректердің цифрлық массивтерін құру.

Геофизикалық өрістердің интегралданған цифрлық модельдері жасалды. Гравитарлау, магнитобарлау және гамма-спектрометрияның үш әдісі деректерін кешенді интерпретациялау нәтижесінде Степной учаскесін геологиялық тұрғыдан қосымша зерттеудің негізін қалаған аномалиялар топтары бөлініп көрсетілді. Оларды талдаудың жинақталған нәтижесі зерттелетін аумақ бойынша геологиялық интерпретация сұлбалары болып табылады.

Сұлбаларда интрузивтік массивтер мен стратификацияланатын кешендердің контурлары, олардың заттық құрамы, геофизикалық деректерді талдау негізінде анықталған бірінші және екінші рангідегі жарылымдық бұзылыстардың орналасуы көрсетілді; салыстыру үшін геологиялық карталау материалдары бойынша геологиялық объектілер енгізілді. Гамма-спектрометрия деректері бойынша калий, уран және торий аномалиялары анықталып, олардың әрқайсысының радиогеохимиялық мамандануы шартты белгілермен көрсетілді, сондай-ақ олардың іздеу тұрғысынан маңыздылығын бағалау үшін аномальды радиогеохимиялық өрістер аймақтары белгіленді.

5-тарау. Степной учаскесіндегі геофизикалық өрістердің кеңістіктік таралу заңдылықтары және олардың геологиялық құрылыммен өзара байланысы.

Интерпретацияның сенімділігі 1:50 000 масштабтағы магниттік және гравитациялық өрістер карталарын, олардың трансформанттарын, 1:50 000 және 1:200 000 масштабтағы гамма-активтілік пен калий, уран және торий құрамдарының карталарын, гравитациялық және магниттік өрістер параметрлері, сондай-ақ калий, уран, торий таралу параметрлері бойынша аудандастыру сұлбаларын қолдану арқылы, бақылаудағы гравитациялық және магниттік өрістер трансформациялары карталарын талдау нәтижелерін кеңінен пайдалану есебінен қамтамасыз етілді.

Анықталғаны: гравитациялық өрістің сипатына құрылымдық орны, интрузивтік және субвулкандық денелердің құрамы, литология және басқа да факторлар әсер етеді. Барлық теріс аномалиялар қышқыл және орташа (азағырақ деңгейде) құрамды интрузиялармен байланысты, негізгілік артқан сайын тығыздықтың маңызы өседі. Интрузивтік массивтер аэромагниттік түсірілімдерде айқын бөлініп, жақсы қадағаланады. Өріс сипаты бойынша девон жастағы гранодиориттік интрузиялар ордовик жастағылардан едәуір ерекшеленеді, екеуі де оң аномалиялармен сипатталғанымен, олардың интенсивтілігі әртүрлі.

Жарылымдық бұзылыстарды карталаудың критерийлері ретінде: магниттік өріс градиенттерінің жоғарылаған түзусызықты аймақтары; белгілі бір сызық бойында магниттік өріс сипатының күрт өзгеруі; аномалиялардың планда ығысуы; палеозой іргетасының бедеріндегі түзусызықты уступтер қабылданды.

6-тарау. Степной учаскесін геологиялық тұрғыдан қосымша зерттеу және металлогендік аудандастыру кезінде кешенді геофизикалық зерттеулердің рөлі.

Зерттеу аумағы – Степной учаскесі бойынша рудалылықты бақылаудың қосымша факторлары (іздеу критерийлері мен белгілері) ұсынылды. Рудалануымен байланысты радиогеохимиялық ореолдар жоғары радиоактивті жыныстардан аномалиялардың интенсивтілігімен емес, олардың «спектрлік» құрамымен, яғни радиоактивті элементтердің арақатынасымен ерекшеленеді. Жалпы заңдылық ретінде «рудалы» аномалиялардың радиогеохимиялық өрістері бір немесе екі радиоактивті элементтің айқын басымдылығы байқалатын аймақтарға тән, ал типтік «жыныстық» аномалиялар уран, торий және калийдің шамамен бірдей қатынасымен сипатталатын үшэлементті құрамға ие.

Түсті, асыл және сирек металдардың көпшілігіне тән эпигенетикалық кен орындары үшін рудалық және радиоактивті шоғырланулардың әр кезеңде қалыптасуы тән: радиоактивті элементтердің негізгі массасы минералданудың рудалану алдындағы сатысында енгізіліп, қайта таралады да, рудалық денелерден ондаған, кейде жүздеген метр қашықтықта метасоматтық бағананың сәйкес фацияларын байытады.

Жарияланымдар тізімі:

1. Zh.Saurykov, S.Istekova, A.Sirazhev. Predicted resource assessment of Central Kazakhstan ore districts based on airborne geophysical methods. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*. 2023, (5): 019 – 026. <https://doi.org/10.33271/nvngu/2023-5/019>
2. S.Istekova, Zh.Saurykov, K.Togizov Lithophysical characteristics of productive strata of cupriferous sandstone within Zhezkazgan ore district in the Central Kazakhstan. September 2024 *Mining of Mineral Deposits*18(3):9-17 . DOI: 10.33271/mining18.03.009
3. D.Talgarbayeva, A.Vilayev, Zh.Saurykov. Integrated Prospectivity Mapping for Copper Mineralization in the Koldar Massif, Kazakhstan. *Minerals* 2025, 15(8), 805; <https://doi.org/10.3390/min15080805>

ABSTRACT

of the dissertation by **Zhanibek Zholamanovich Saurykov**
«Integrated airborne geophysical survey in the research of the geological structure
and assessment of the ore content of the Sarysu-Tengiz uplift in Central
Kazakhstan»

submitted for the degree of Doctor of Philosophy (PhD)
under the educational program **8D07104 – Oil and Gas and Mineral Geophysics**

Relevance of the research.

In the context of the implementation of the Concept for the Development of the Geological Industry of the Republic of Kazakhstan until 2030 (Resolution of the Government of the Republic of Kazakhstan dated August 13, 2012, No. 1042), which assigns an important role to regional, prospecting, prospecting–evaluation, and exploration works, including additional geological survey at a scale of 1:200,000, the author obtained new data on the geological–structural features and mineral resource potential of poorly studied areas of the Sarysu–Teniz structural–formational zone in Central Kazakhstan. The studies were carried out based on an integrated set of advanced airborne geophysical methods using innovative technologies for data processing, interpretation, and geological–geophysical modeling of ore objects.

Purpose of the research.

Development of predictive and prospecting geophysical criteria for the localization of ore objects in Central Kazakhstan based on the construction of digital models of physical fields using the results of airborne geophysical surveys.

Research objectives.

The research is aimed at developing geophysical criteria through the preparation of a high-quality geophysical framework to support detailed geological investigation of the study area and prediction of mineralization, including:

- identification of geological and structural features.
- delineation of major fold-related and fault structures.
- study of the distribution of gamma activity of rocks for geological mapping and identification of metasomatic zones potentially prospective for mineralization.
- detection of concealed geological objects and, where possible, determination of their quantitative parameters and characteristics.

Research area.

Central Kazakhstan, within the junction zone of the eastern part of the Sarysu–Teniz uplift, the southern part of the Teniz depression, and the Sarysu–Teniz segment of the Devonian volcanoplutonic belt.

Object of research.

Heterogeneous geological objects within the Stepnoy experimental test site, located in the Karaganda Region.

Factual material.

The study is based on materials from fundamental and applied research conducted by the Scientific and Production Center “Geoken,” the Institute of Geology, and Satbayev University (KazNITU named after K.I. Satpayev) of the Ministry of Science and Higher Education of the Republic of Kazakhstan on the deep structure and metallogeny of Central Kazakhstan, collected and analyzed by the author. Experimental field data were obtained by the author during scientific and industrial research projects carried out by SPC “Geoken,” in which the author served as the project leader and responsible executor, participating at all stages—from justification and preparation of field surveys to processing, analysis, and interpretation of integrated geological and geophysical data.

Research methodology.

Generalization and analysis of recent airborne geophysical survey results; preparation of integrated digital models of magnetic and gravity fields based on new data and archival materials; calculation of sets of magnetic and gravity field transforms; zoning of the study area’s physical fields based on analysis of statistical characteristics of magnetic, gravity, and radiogeochemical fields; identification and systematization of local radiogeochemical anomalies of potassium, uranium, and thorium concentrations; construction of interpretative geological schemes based on airborne geophysical and gravimetric data; identification of spatial distribution patterns of geophysical fields and their relationship with geological structure; determination of regularities in the distribution of zones favorable for ore localization beneath Cenozoic cover.

Main provisions submitted for defense:

1. The geological effectiveness of investigations in poorly studied ore districts of Central Kazakhstan has been achieved through the application of an integrated set of modern airborne geophysical methods, field gravimetry, and an improved methodology of an automated system for processing and interpretation of geological and geophysical data.

2. A high level of geological informativeness, depth penetration, and reliability of geological–predictive models for the complex junction zone of the eastern part of the Sarysu–Teniz uplift has been achieved through the construction of integrated digital models of geophysical fields, their transforms, and the results of comprehensive interpretation of geological and geophysical data.

3. A three-dimensional geological–geophysical model of the study area has been developed based on the proposed classification criteria for gravity and magnetic field modeling and data on radiogeochemical element content in geological complexes.

4. Additional indicators for the localization of ore zones have been identified. Radiogeochemical halos associated with ore bodies are characterized by higher levels of radioactivity and varying ratios of uranium, thorium, and potassium. Ore-related anomalies are confined to areas of pronounced dominance of one or two radioactive elements, in contrast to typical lithological anomalies characterized by a more uniform distribution of uranium, thorium, and potassium.

Scientific novelty of the research lies in the development of an algorithm for the effective application of a set of advanced airborne geophysical surveys (aeromagnetic and airborne gamma-spectrometric), including high-resolution ground gravity surveying, aimed at refining the geological structure of poorly studied ore districts and assessing the prospects of new ore-bearing structures. The proposed methodology for applying the results of modern airborne geophysical investigations significantly increases the reliability of forecasting ore-bearing areas in poorly studied regions and new territories of Central Kazakhstan.

Practical significance:

1. The methodology for applying the results of modern airborne geophysical methods will significantly improve the reliability of forecasting ore-bearing zones in poorly studied districts and new regions of Central Kazakhstan.

2. The technology of broad application of digital geophysical data, construction of digital models of physical fields, zoning, and typification of geophysical anomalies is recommended for studies of ore regions of Kazakhstan that are similar in geological structure, genesis, and conditions of ore localization.

3. The proposed prospecting criteria will serve as an objective addition to the previously established set of geological, geochemical, and geophysical indicators and prerequisites for assessing the ore potential of the Stepnoy area and adjacent territories of Central Kazakhstan.

Structure and volume of the dissertation.

The dissertation is presented on 147 pages of typewritten text and consists of an introduction, six chapters, conclusions, and a list of references comprising 85 sources. The dissertation includes 48 figures and 7 tables.

Brief content and conclusions by dissertation chapters.

Chapter 1. Review of concepts of geological evolution of the Sarysu–Teniz uplift based on geological and geophysical data.

A review and analysis of long-term geological studies within the Sarysu–Teniz depression of Central Kazakhstan showed that the modern tectonic zoning and tectonic schemes of the region are based on geodynamic principles of the new global tectonics, considering current concepts of the development and evolution of the Earth's crust. It was established that the main structural elements of the studied area are graben–synclines and the horst–anticlines separating them. In the horst–anticlines, complexes of a marginal sea (back-arc basin), island volcanic arc, as well

as volcanic and intrusive complexes of the volcanoplutonic belt are exposed; in the graben–synclines, riftogenic formations of continental and marine stages of rift development are present.

Chapter 2. Geological and geophysical characteristics of the study object.

The effectiveness of advanced geophysical surveys is demonstrated using the Stepnoy area as an example, characterized by a complex geological structure due to the presence of geological objects of different ages and structural–tectonic settings. The territory and adjacent areas are well studied by geological and geophysical methods. All generalized and analyzed materials were used by the dissertation author as the basis for interpreting the results of integrated airborne geophysical studies aimed at refining the geological structure and assessing the ore potential of the Sarysu–Teniz uplift.

Chapter 3. Research methodology.

The main methodological principle of the research is the optimization of advanced airborne geophysical surveys to prepare a framework that provides additional opportunities to enhance geological informativeness, depth penetration, and reliability of geological and predictive models during detailed geological investigations. The preparation of integrated digital models of magnetic and gravity fields, calculation of sets of magnetic and gravity field transforms, zoning of physical fields based on statistical analysis of magnetic, gravity, and radiogeochemical fields, and the application of the modern software package *Geosoft Oasis montaj* ensured a qualitatively new level of accuracy and speed in processing and interpreting geophysical information in the study of the geological section and identification of prospecting criteria for gold, copper, polymetallic, and rare-metal mineralization.

Chapter 4. Creation of digital airborne geophysical datasets.

Integrated digital models of geophysical fields were constructed. As a result of the integrated interpretation of data from three methods—gravity surveying, magnetic surveying, and gamma spectrometry—groups of anomalies were identified, forming the basis for detailed geological investigation of the Stepnoy area. The summary result of their analysis consists of geological interpretation schemes for the study area. These schemes show the outlines of intrusive bodies and stratified complexes, their material composition, and the positions of first- and second-order faults identified through geophysical data analysis; geological objects from geological mapping materials are shown for comparison. Based on gamma-spectrometric data, potassium, uranium, and thorium anomalies were identified; symbols indicate the radiogeochemical specialization of each anomaly, and areas of anomalous radiogeochemical fields were delineated to assess their prospecting significance.

Chapter 5. Patterns of spatial distribution of geophysical fields and their relationship with the geological structure of the Stepnoy area.

The reliability of interpretation was achieved through the use of detailed maps at a scale of 1:50,000 of magnetic and gravity fields and their transforms; maps of gamma activity and potassium, uranium, and thorium content at scales of 1:50,000 and 1:200,000; zoning schemes based on gravity and magnetic field parameters and on distribution parameters of potassium, uranium, and thorium, with extensive use of transformation maps of observed gravity and magnetic fields. It was established that the gravity field is influenced by factors such as structural setting, composition of intrusive and subvolcanic bodies, and lithology. All negative anomalies are associated with intrusions of acidic and, to a lesser extent, intermediate composition, with increasing basicity, the role of density increases. Intrusive massifs are clearly delineated and traced by aeromagnetic surveys. Devonian granodiorite intrusions differ significantly in field characteristics from Ordovician ones, although both are characterized by positive anomalies with differing intensities. Criteria for mapping fault structures include linear zones of increased magnetic field gradients, abrupt changes in the magnetic field along a line, plan-view displacement of anomalies, and linear scarps in the relief of the Paleozoic basement.

Chapter 6. The role of integrated geophysical investigations in detailed geological study and metallogenic zoning of the Stepnoy area.

Additional ore-controlling factors (prospecting criteria and indicators) were proposed for the Stepnoy study area. Radiogeochemical halos associated with mineralization differ from highly radioactive rocks not by anomaly intensity, but by their “spectral” composition—that is, by the ratios of radioactive elements. A general regularity is the confinement of radiogeochemical fields of “ore” anomalies to areas with sharp dominance of one or two radioactive elements, whereas typical “lithological” anomalies have a three-component composition with approximately equal contents of uranium, thorium, and potassium. Epigenetic deposits of base, precious, and most rare metals are characterized by non-simultaneous formation of ore and radioactive concentrations; the main mass of radioactive elements is introduced and redistributed during the pre-ore stage of mineralization, enriching the corresponding facies of the metasomatic column at distances of tens, and sometimes hundreds, of meters from ore bodies.

List of publications.

1. Zh.Saurykov, S.Istekova, A.Sirazhev. Predicted resource assessment of Central Kazakhstan ore districts based on airborne geophysical methods. *Naukovyi Visnyk Natsionalnoho Hirnychoho Universytetu*. 2023, (5): 019 – 026. <https://doi.org/10.33271/nvngu/2023-5/019>
2. S.Istekova, Zh.Saurykov, K.Togizov Lithophysical characteristics of productive strata of cupriferous sandstone within Zhezkazgan ore district in the Central Kazakhstan. September 2024 *Mining of Mineral Deposits*18(3):9-17 . DOI: 10.33271/mining18.03.009
3. D.Talgarbayeva, A.Vilayev, Zh.Saurykov. Integrated Prospectivity Mapping for Copper Mineralization in the Koldar Massif, Kazakhstan. *Minerals* 2025, 15(8), 805; <https://doi.org/10.3390/min15080805>