

УДК 550.34.01

## ГЕОФИЗИЧЕСКИЕ ПОЛЯ И СЕЙСМИЧНОСТЬ ЦЕНТРАЛЬНОГО КАЗАХСТАНА

<sup>1)</sup> Абетов А.Е., <sup>2)</sup> Узбеков А.Н.<sup>1)</sup> *Казахский Национальный исследовательский технический университет им. К.И. Сатпаева, Алматы, Казахстан*<sup>2)</sup> *РГП «Институт геофизических исследований» МЭ РК, Курчатов, Казахстан*

В статье дается характеристика использованных материалов; излагаются вопросы аппаратного обеспечения и методики составления карт аномального геомагнитного, гравитационного и тепловых полей и результаты интерпретации по полученным данным, исследуются вопросы увязки наблюдаемых геомагнитных, гравитационного и тепловых полей по отдельным разрозненным участкам. Также рассматриваются главные закономерности распределения аномального геомагнитного поля ( $\Delta T_a$ ) в пределах Центрального Казахстана, затрагиваются вопросы природы аномального магнитного поля отдельных районов, некоторых крупных геологических структур, аномальных полей и аномалий. Анализируются результаты исследований по выявлению корреляционных связей между аномальным геомагнитным, гравитационным и тепловым полем и сейсмичностью на территории Центрального Казахстана.

**Ключевые слова:** аномальное геомагнитное поле, методики составления карт, гравитационное поле, тепловое поле, корреляционные связи, сейсмичность Центрального Казахстана.

**ВВЕДЕНИЕ**

Историю проведения геомагнитной съемки на территории Центрального Казахстана можно условно разделить на несколько этапов.

Первые магнитные съемки магнитометрами Тиберга-Талена (М-1) проведены Д.Н. Редкиным в 1932 г. на участках Каражал (Устанынжал), Большой и Малый Ктай, где к тому времени были известны обнажения железных руд [1].

В 1934–1936 гг. в Центральном Казахстане выполнялась магнитная съемка Атасуйскими геофизическими партиями Казгеологуправления. В процессе последующего анализа и обобщения материалов по результатам площадных съемок аномального геомагнитного поля выявлен ряд скрытых интрузивных и субвулканических тел, разломов различных направлений и масштабов, перекрытых осадочными отложениями верхнедевонского и нижнекаменноугольного возрастов, погребенных горстов и грабенов различного порядка и других элементов тектоники [1].

Аэромагнитные исследования на территории Центрального Казахстана проводились в разных масштабах и различными организациями при решении региональных геологических задач в помощь геолого-съёмочным работам и поискам различных полезных ископаемых.

В результате этих работ были получены сведения об общей структуре магнитного поля Центрального Казахстана и открыт ряд железорудных месторождений на общей площади около 750 тыс. кв. км.

С 1950 года региональные (масштаба 1:1 000 000–1:500 000) и с 1951 года регионально-поисковые (масштаба 1:200 000–1:100 000) аэромагнитные съемки в Центральном Казахстане проводились с феррозондовыми аэромагнитометрами АЭМ-49 Всесоюзным научно-исследовательским институтом разведочной геофизики [1].

К концу 50-х годов среднемасштабными регионально-поисковыми аэромагнитными съемками с феррозондовыми аэромагнитометрами была заснята практически вся территория Центрального Казахстана. Материалы этих работ явились основой при составлении, подготовке к изданию полистных карт аномального геомагнитного поля Казахстана масштаба 1:200 000 и 1:1 000 000. Однако вследствие того, что эти съемки выполнялись в большинстве случаев с визуальной привязкой по устаревшим топокартам масштаба 1:200 000, точность результирующих карт признана невысокой.

В 1962–1966 гг. Казахским геофизическим трестом, КазВИРГом и Волковской экспедицией в Центральном Казахстане выполнялись крупномасштабные аэромагнитные съемки с фотопривязкой маршрутов с более современными феррозондовыми аэромагнитометрами АМФ-21 (станции АСГ-45, АСГ-46, АСГ-48, АСГ-48-М2 и АМ-13), что позволило повысить точность этих съемок ( $\pm 15$ – $25$  нТл). Для фотопривязки стали применяться широкоугольные аэрофотоаппараты и развиваться сети каркасных маршрутов [2].

В 1961 г. Казахским геофизическим трестом опробована радиогеодезическая привязка маршрутов, что позволило с 1963 г. перейти к аэромагнитным съемкам масштаба 1:10 000 с повышенными требованиями к точности привязки маршрутов ( $\pm 25$  м) и точности активного вождения самолета ( $\pm 30$  м). Точность этих съемок возросла до  $\pm 10$ – $20$  нТл.

В целом, разномасштабные аэромагнитные съемки в Центральном Казахстане за период 1955–1966 гг. имеют перекрытия как между собой, так и по каждому отдельно взятому участку. Иначе говоря, крупномасштабными съемками в большинстве случаев перекрыты площади мелко- и среднемасштабных съемок, проведенных в предыдущие годы с фер-

розондовыми аэромагнитометрами первых поколений [2].

В 1966–1968 гг. Казахским геофизическим трестом (В.Н. Григорьев) был проведен критический анализ материалов, выполненных в Казахстане (в т.ч. по Центральному Казахстану) аэромагнитных съемок по состоянию на 01.01.1967 года.

В результате этих работ были составлены картограммы аэромагнитной изученности по масштабам и технико-экономическим показателям аэроработ, проведено сравнение результатов аэромагнитных съемок различных типов между собой и с наземными съемками. Рассмотрены вопросы методики интерпретации аэромагнитных данных. На основании указанных материалов проведено отнесение аэромагнитных съемок к определенному масштабу исследований.

В 1965–1968 гг. в Казахском геофизическом тресте была составлена и подготовлена к изданию сводная карта изодинам аномального магнитного поля Казахстана масштаба 1:1 500 000 (М.В. Куминова, А.М. Шурунова, В.М. Сердюкова, Л.М. Крухмалева, А.Е. Васнецова) под общей редакцией М.Д. Морозова.

Эта сводная карта явилась первой обзорной картой аномального магнитного поля территории Казахстана, отражающей различные элементы его геологического строения. В дальнейшем она широко использовалась при планировании региональных и поисковых геолого-геофизических работ, при выполнении различных тематических исследований, составлении сводных карт различного геологического содержания: металлогенических, тектонических, магматических формаций и т.п.

Крупномасштабные аэромагнитные съемки с феррозондовыми аэромагнитометрами последних поколений в помощь геолого-съёмочным и поисковым работам продолжились до 1978 года. С 1964 г. они выполнялись параллельно с дискретными измерениями величины полного вектора геомагнитного поля. Это позволило привести относительные измерения к абсолютным значениям магнитного поля Земли.

В 1978 году КазИМСом (Н.Я. Екидина) были выполнены работы по оценке качества завершающихся в Казахстане (по Центральному Казахстану) аэромагнитных исследований с феррозондовыми аэромагнитометрами и начавшихся на качественно новом уровне съемок с протонными и квантовыми аэромагнитометрами. В результате работ в масштабах 1:500 000 и 1:3 000 000 составлены картограммы аэромагнитной изученности за этот период, на которых те или иные отчетные карты отнесены к определенному масштабу по кондиционности [3].

Кроме поисково-съёмочных работ материалы крупномасштабных аэромагнитных съемок использовались при продолжавшемся составлении, подго-

товке к изданию и изданию комплектов полистных карт аномального магнитного поля масштаба 1:200 000 в графиках и изолиниях, а также масштаба 1:1 000 000 в изолиниях.

В 1974 г. под научной редакцией З.А. Макаровой была издана сводная карта аномального геомагнитного поля территории Казахстана масштабов 1:1 000 000–1:200 000, а в 1978 г. ею была опубликована пояснительная записка к этой карте, которая явилась завершающим этапом многолетнего труда картосоставительских партий по составлению и подготовке к изданию комплектов магнитных карт масштаба 1:200 000 и 1:1 000 000 [3].

В 2004 г. была издана карта аномального магнитного поля ( $\Delta T_a$ ) Казахстана масштаба 1:1 000 000 под редакцией Б.С. Ужкенова и др. [4].

#### РЕЗУЛЬТАТЫ ИССЛЕДОВАНИЯ

В поле региональных геомагнитных аномалий ( $\Delta T_a$ ) территории Центрального Казахстана преимущественно отражаются неоднородно намагнитченные горные породы консолидированной земной коры, залегающие на разных глубинах.

Дифференцированность горных пород по степени намагнитченности, их физической структуре, глубинам залегания определяют морфологию аномального геомагнитного поля Центрального Казахстана, в структуре которого преимущественно отражаются неоднородно намагнитченные горные породы консолидированной земной коры, залегающие на разных глубинах.

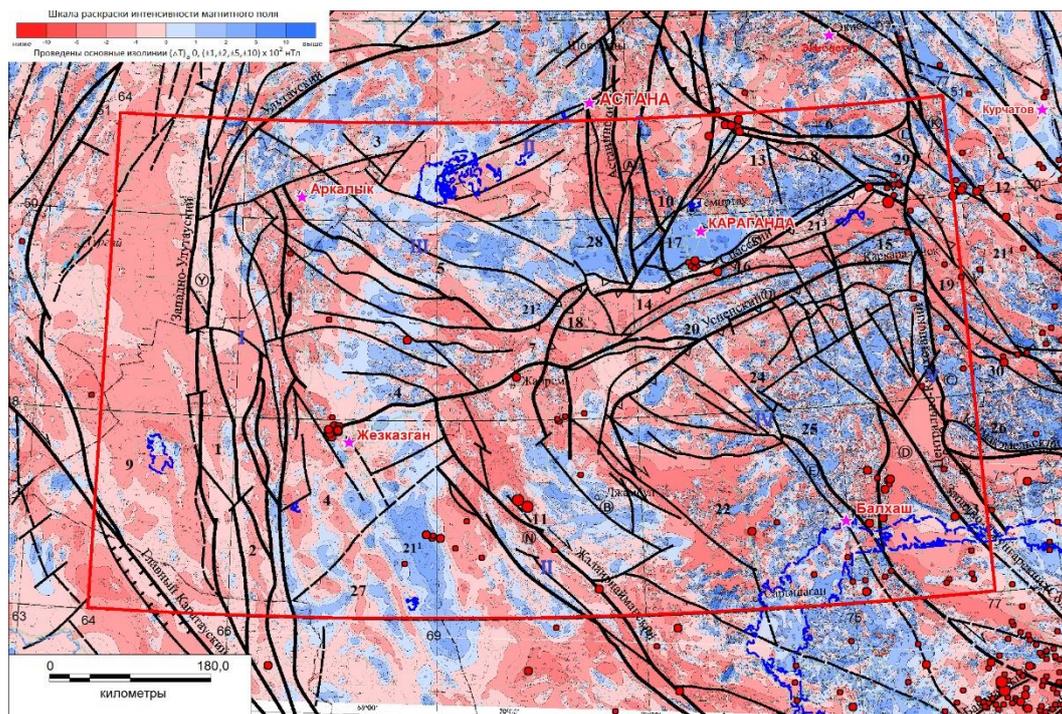
Осадочный чехол, будучи практически немагнитным или слабомагнитным, не изменяет картины поля, создаваемой погруженными частями палеозойских структур.

В аномальном геомагнитном поле Центрального Казахстана (выделяемого в границах одноименного щита) наблюдаются самые различные по морфологии геомагнитные аномалии: линейно-вытянутые и дугообразные, извилистые с четко выраженным преобладанием большей оси, чередующиеся с субизометричными, кольцевыми, мозаичными и сложными по конфигурации в плане аномалиями (рисунок 1).

Напряженность геомагнитного поля здесь также испытывает резкие вариации. Встречаются крупные и небольшие по размерам, интенсивные и малоинтенсивные аномалии, с низким и высоким градиентом изменения значений напряженности.

#### Линейные аномальные зоны

Образуют протяженные линейно-вытянутые или дугообразные аномалии. Однако нередки случаи, когда в составе этих зон выделяются изометричные и полигональной формы аномалии  $\Delta T_a$  с повышенными или пониженными значениями, располагающимися цепочками, кулисообразно или четковидно и ориентированные в определенном направлении [5].



**I – Выступы метаморфического фундамента:** 1–2 – Улутауский; **II – Каледонские складчатые зоны:** *Антиклинории:* 6 – Ерментауский, 8 – Боцекульский, 12 – Чингизский мегантиклинорий, 27 – Бетпақдалинский, 28 – Майкаинский; *Синклинории:* 9 – Байқонурский, 10 – Селетинский, 11 – Жалаир-Найманский, 29 – Баянаульский; **III – Наложённые герцинские структуры в каледонидах:** 3 – Тенизская впадина, 4 – Джекзказганская (Чу-Джекзказганская) впадина, 5 – Сарысу-Тенизская зона глыбовых складок, 7 – Каражальский прогиб, 13 – Шидертинская впадина, 17 – Карагандинский прогиб, 21<sup>1</sup> – 21<sup>2</sup> – 21<sup>3</sup> – 21<sup>4</sup> – девонский краевой вулканический пояс; **IV – Герцинская Джунгаро-Балхашская система:** *Антиклинории:* 14 – Спасский, 16 – Тектурмасский, 18 – Атасуйский, 22 – Актау-Моинтинский, 23 – Северо-Балхашский; *Синклинории:* 15 – Нуринский, 19 – Карасорский, 20 – Успенский (с одноименной зоной смятия), 24 – Жаман-Сарысуйский; **V – Балхаш-Илийский позднепалеозойский вулканический пояс:** *Впадины:* 25 – Токрауская, 26 – Калмакэмельская, 30 – Баканасская; *Глубинные разломы:* (А) – Астанинский, (Б) – Западно-Балхашский, (С) – Центрально-Казахстанский, (Д) – Западно-Джунгарский, (Е) – Коунрад-Борлинский, (К) – Калба-Чингизкий, (Л) – Чингизкий надвиг, (N) – Жалаир-Найманский, (С) – Спасский, (У) – Успенский, (У) – Западно-Улутауский.  
 ● – очаги землетрясений, — — — тектонические разломы, — — — исследуемый контур, 1–30 – тектонические элементы

Рисунок 1. Фрагмент карты аномального магнитного поля по Центральному Казахстану с элементами тектоники и сейсмичности

Этот тип аномалий приурочен к крупным по размерам антиклинальным структурам, глубинным разломам региона исследований.

Наибольшая контрастность, выраженность или информативность аномалий  $\Delta T_a$  наблюдается над выходами на дневную поверхность домезозойского фундамента, где в структуре аномального геомагнитного поля четко проявляются такие элементы геологического строения, как магматические образования среднего и основного состава, глубинные разломы, блоки осадочно-вулканогенных формаций, места проявления вторичных изменений горных пород, а также приуроченные к ним некоторые месторождения полезных ископаемых [6].

Примером контрастного отображения разрывной тектоники в положительном аномальном геомагнитном поле с напряженностью от +150 до +600 нТл и более (АГМП) Центрального Казахстана является меридиональный тектонический блок, содержащий интрузивы магнитных верхнекарбонных лейкогранитов и расположенный в юго-восточной его части

блок немагнитных осадочных пород. Приурочен он к фрагменту Центрально-Казахстанского разлома, трассирующегося в юго-восток северо-западном направлении (рисунок 1, С).

Довольно уверенно коррелируются с характерными понижениями АГМП Спасский надвиг (рисунок 1, С), северо-западные оконечности Чингизского надвига и Калба-Чингизский надвиг-сдвиг (рисунок 1, Л и К) а также Балхашский и Жалаир-Найманский разломы северо-западного направления, обособляющиеся резкими отрицательными линейными аномалиями  $\Delta T_a$  [7].

В структурном элементе Жалаир-Найманской синклинория структурно-тектонической зоной, вдоль одноименного разлома наблюдаются очаги землетрясений, зафиксированные в интервале глубин 18–22 км по данным станций ИГИ МЭ РК.

Линейная аномальная зона магнитного поля Спасского антиклинория, приуроченного к одноименному разлому, ориентирована с севера-востока на юго-запад. Напряженность аномалий варьирует в

диапазоне  $-50 \div -650$  нТл и более. Местами наблюдаются спорадически развитые линейные аномалии положительного знака ( $+50 \div +600$  нТл и более). Простирание аномалий  $\Delta T_a$  полностью согласуется с пространственным позиционированием Спасского антиклинория.

На отдельных площадях, расположенных в зоне сочленения последнего с Карагандинской впадиной наблюдаются очаги землетрясений, зафиксированные в интервале глубин 18–24 км.

В структурном элементе Улутаусского метаморфического выступа субмеридионального простирания и коррелирующиеся с ним аномалии  $\Delta T_a$  генетически связаны с интрузиями основного-среднего состава и/или блоками ультрамафитов и эффузивов основного-среднего составов.

Отрицательные аномалии геомагнитного поля здесь ориентированы субмеридионально, с юго-востока на северо-запад. Напряженность этих аномалий изменяется в диапазоне  $-50 \div -500$  нТл и более. Местами наблюдаются спорадически развитые линейные аномалии положительного знака ( $+50 \div +600$  нТл).

Ориентация аномалий  $\Delta T_a$  совпадает с простиранием Улутаусского метаморфического выступа. На отдельных площадях этого выступа, расположенных в зоне его сочленения с Джезказганской впадиной, наблюдаются очаги землетрясений, зафиксированные в интервале глубин 14–16 км.

В южной части девонского краевого вулканического пояса положительные аномалии геомагнитного поля ориентированы субмеридионально. Их интенсивность изменяется в широком диапазоне ( $+50 \div +550$  нТл и более). Не наблюдается согласованность в простирании южной части девонского краевого вулканического пояса и обособляющихся здесь аномалий  $\Delta T_a$ . Гипоцентры сейсмических события зафиксированы в интервале глубин  $h=1-15$  км.

Аномалии девонского краевого вулканического пояса ориентированы дугообразно. На южном фланге этого пояса наблюдается северо-западная их ориентация, на южном – северо-восточная. Простирание аномалий геомагнитного поля согласуется с простиранием девонского краевого вулканического пояса.

Напряженность отрицательных аномалий  $\Delta T_a$  здесь варьирует в диапазоне  $-50 \div -650$  нТл и более. Местами наблюдаются спорадически развитые линейные аномалии положительного знака ( $+50 \div +550$  нТл и более).

На отдельных площадях наблюдаются очаги землетрясений, зафиксированные в интервале глубин 18–20 км. Сейсмичность в районе Центрального Казахстана обнаружена в последние десятилетия по данным сети станций Института геофизических исследований МЭ РК.

В северо-западной части девонского краевого вулканического пояса и Майкаинского антиклинория обособляются ареалы повышенных значений аномалий сложной, полигональной формы с напряженно-

стью до 600 нТл и более, чаще вытянутые в северо-западном и субширотном направлениях. Ориентация аномалий совпадает со структурными элементами девонского краевого вулканического пояса.

Генезис этих аномалий может быть связан с обнажающимися севернее скрытыми интрузивами основного-среднего состава и метасоматическими и метаморфическими изменениями.

На северо-востоке Карагандинской впадины, на фоне положительных вариаций АГМП ( $+500 \div +600$  нТл), выделяются ареалы инверсии этого поля со значением аномалий геомагнитного поля до  $-100 \div -300$  нТл. [1] (рисунок 1, зона III).

Обращает на себя особое внимание площади на севере Карагандинской впадины, где над немагнитными породами карбона и юры наблюдается повышение интенсивности АГМП до  $+500$  нТл и более, интерпретируемое сравнительно неглубоким залегающим посткарбонных интрузивов, представителем которых могут быть выходы гранодиоритов в 60 км к северо-западу от п. Шахтинск.

На отдельных площадях, расположенных в зоне сочленения Карагандинской впадины, наблюдаются очаги землетрясений, зафиксированные в интервале глубин 14–22 км. Эти землетрясения также выявлены по данным станций ИГИ МЭ РК.

#### Изометричные и овальные аномалии

Изометричные, кольцевые и овальные аномалии различных размеров соответствуют штокам, батолитам интрузивных пород, жерлам вулканов и другим локальным геологическим образованиям.

Над этими телами наблюдаются локальные изометрические отрицательные аномалии интенсивностью от нескольких сотен до тысячи нТл на фоне индифферентного отрицательного или слабopоложительного магнитного поля [7].

В структурных элементах Бошекульского антиклинория и Шидертинской впадины аномальные геомагнитные поля с напряженностью от  $-200$  до  $-650$  нТл и более представлены локальными изометричными (в том числе кольцевыми) аномалиями  $\Delta T_a$  приуроченными к закартированным штокам и массивам нижне-пермских сиенодиоритов (восточнее поселков Торгай, Еремтау, Аршалы), аляскитов (например у п. Кокдомбак и Баянаул), гранодиоритов (в 40 км к западу от ж.с. Акадыр).

В структурных элементах Тенизкой впадины и Сарысу-Тенизкой зоны глыбовых складок, сложенные палеозойскими образованиями, выделяются изометричными либо полигональными положительными аномалиями с напряженностью  $+100$  и  $+500$  нТл и более. Местами интенсивность аномалий здесь увеличивается до  $+600 \div +700$  нТл, реже более.

Генезис аномалий  $\Delta T_a$  связывается со штоками и массивами нижнепермских сиенодиоритов. Простирание аномалий или аномальных зон можно группировать на северо-восточное, северо-западное и мери-

диональное направления, не согласующиеся с общей ориентацией Тенизкой впадины и Сарысу-Тенизской зоны глыбовых складок.

В структурном элементе Успенского антиклинория в АГМП представляет собой относительно узкую зону субширотной ориентации с напряженностью аномалий  $+100 \div +550$  нТл и более. Наблюдается совпадение структурного плана данного антиклинория и обособляющихся здесь аномалий. Успенский антиклинорий в АГМП представляет собой зону субширотной ориентации с напряженностью аномалий  $-200 \div -600$  и  $+100 \div +550$  нТл. Выделяется совпадением простирающихся магнитных аномалий и тектонических элементов.

#### Мозаичные системы аномалий знакопеременного геомагнитного поля

Образуются в основном мелкими изометричными и неправильными по форме аномальными областями и участками, представляющие совокупность хаотически расположенных положительных и отрицательных аномалий различной интенсивности [7].

Сложный характер АГМП практически не меняется в Северо-Балхашском антиклинорий. Интенсивные геомагнитные аномалии переменных значений (от  $-200 \div -500$  нТл до  $+500$  нТл и более) знаков образуют здесь сложной конфигурации в плане аномальные поля, которые связываются с интрузивами Северо-Балхашского (Коунрадского) и Саякского рудных районов.

К востоку и северо-востоку от Центрально-Казахстанского и Чингизского тектонических разрывов в аномальном геомагнитном поле обособляется область резко дифференцированных («пестрых») аномалии с четкой тенденцией к северо-западному простираю. Вся эта территория по магнитным данным может быть отнесена уже к Иртышско-Алтайскому складчатому поясу.

В аномальном геомагнитном поле Джекказганской впадины представляется возможным проследить четко выраженное смыкание (и частично глубинное продолжение) крупных геологических структур Казахстана. В её северо-западной части закартированы выходы кристаллического фундамента Улутау (Карсакпая); в юго-западной части - северное окончание Большого Каратау; а северо-восточнее и восточнее отмечаются сегменты Атасуской, Чу-Илийской и Жалаир-Найманской зон складчатости [7].

В аномальном геомагнитном поле центральной части этой впадины наблюдается четко выраженная аномалия  $\Delta T_a$ , вытянутая в северо-западном направлении и состоящая из трех максимумов в  $+200 \div +400$  нТл (в 20 км к юго-западу от городов Жезказган и Сатбаев). Эта аномалия вероятно, вызвана скрытым (неэродированным) интрузивом основ-

ного-среднего составов, сыгравшим важную роль в метаморфогенных процессах.

На отдельных площадях, приуроченных к зонам разломов и расположенных в зоне сочленения Джекказганской впадины с Улутауским метаморфическим выступом в интервале глубин 14–16 км зафиксированы очаги землетрясений.

Джунгаро-Балхашская область обособляется сложным характером АГМП с интенсивностью аномалий обеих знаков от  $-200 \div -500$  до  $+50 \div +400$  нТл и более. Простирающиеся этих аномалий здесь слабо коррелируются с ориентацией тектонических элементов. В зонах разломов этой области зарегистрированы очаги землетрясений глубиной 15–22 км по данным станций ИГИ МЭ РК.

#### Гравитационное поле

В поле региональной составляющей гравитационных аномалий обособляются три крупных литосферных блока, ограниченные зонами высокоградиентных ступеней:

а) Центрально-Казахстанский гравитационный минимум (от  $-105$  до  $-270$  мгл);

б) область переменных значений аномалий гравитационного поля (от  $+15$  до  $-70$  мгл), приуроченная к зонам каледонской складчатости и частично к наложенным герцинским структурам в каледонидах;

в) Улутауский относительный гравитационный максимум ( $+25 \div +40$  мгл);

С поверхности этим блокам отвечают разнородные геологические структуры: блоки докембрийских пород, ранние и поздние каледониды, ранние и поздние герциниды верхнепалеозойские вулканоплутонический пояса (рисунок 2).

На ранних стадиях изучения Центрального Казахстана генезис гравитационных аномалий увязывался с прогибом поверхности Мохо, проявлением позднепалеозойского орогенеза, удвоением мощности земной коры при масштабных надвигах и др. Концепциями [8].

На более поздних стадиях изучения – доминируют представления о прямых связях характера распределения гравитационных аномалий с процессами палеозойского внутриконтинентального рифтогенеза, что подтверждается присутствием здесь региональных разуплотненных объектов в верхней мантии, пространственно совпадающих с зонами пониженных скоростей, низких электрических сопротивлений и повышенных тепловых параметров.

Формированием региональных разуплотненных объектов в верхней мантии увязывается, по видимому, с подъемом мантийного вещества и внедрением его в земную кору. Эти процессы сопровождалась потоками восстановленного мантийного флюида, раскрытием рифтовых зон, изолиниями базальтов повышенной щелочности [8].

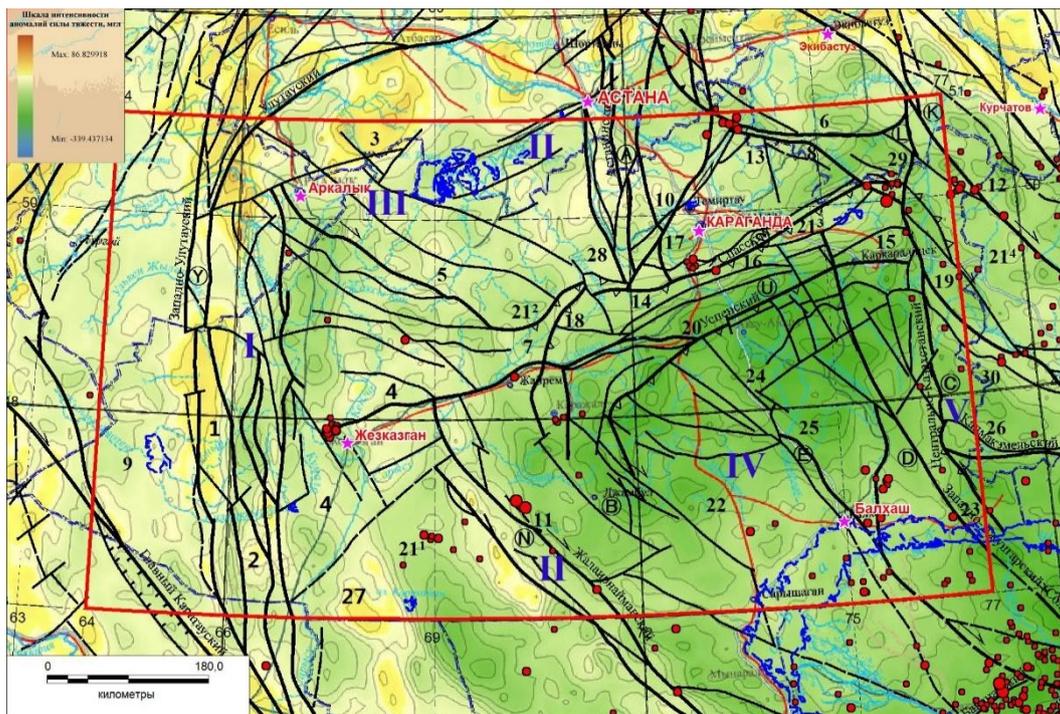


Рисунок 2. Схема региональной составляющей поля силы тяжести, совмещенная с очагами землетрясений [8]

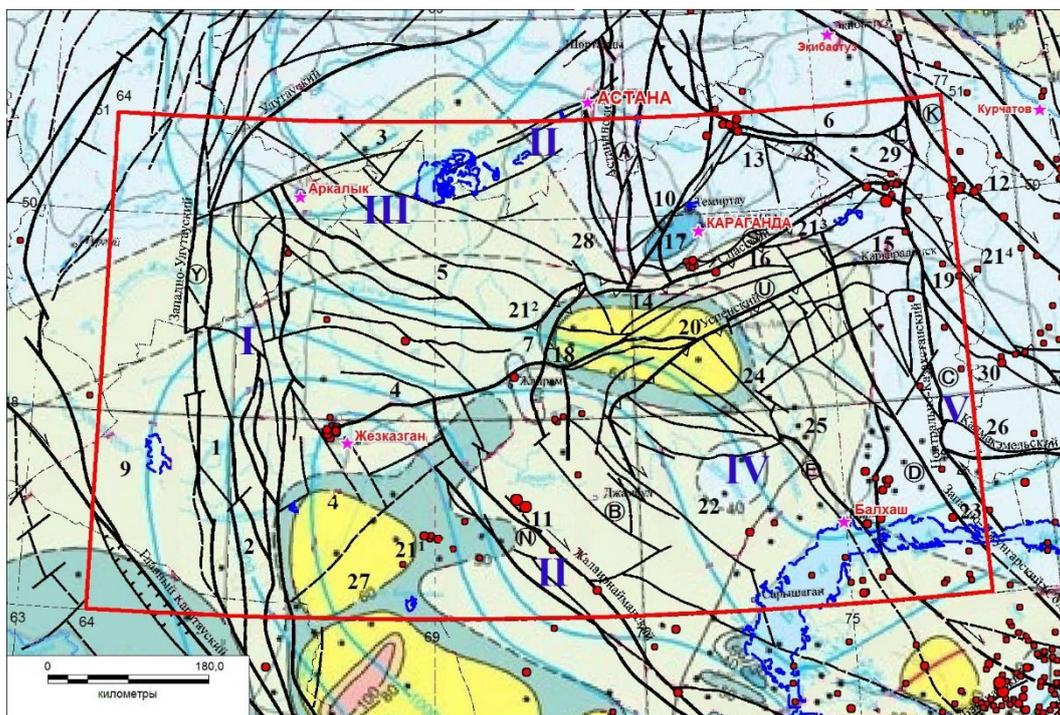


Рисунок 3. Схема теплового потока и активных разломов на территории Центрального Казахстана [9]

Тепловое поле

На срезе консолидированной коры 30 км наблюдается тренд увеличения значений геотермических аномалий в западном направлении, что коррелируется с возможным изменением теплопроводности пород консолидированной коры (рисунок 3).

Областям с увеличенными значениями геотермических аномалий присущи линейно - вытянутые геомагнитного поля обоих знаков и субмеридиональной ориентации, тогда как районам с пониженными значениями геотермических аномалий на срезах консолидированной коры 10 и 30 км – мозаичные, овальные и кольцевые аномалии [9].

Областям с минимальными значениями температур в консолидированной коре отвечает широкий диапазон изменения аномалий и знака геомагнитного поля. Здесь оно не стабильно и вариабельно.

Областям с минимальными значениями температур отвечает широкий интервал изменений значения гравитационного поля, тогда как в направлении областей с увеличенными значениями температур интервал изменений значений аномалий силы тяжести сокращается.

По периферии Центрально-Казахстанского гравитационного минимума и на стыке областей с разным возрастом консолидации фундамента концентрируется очаги землетрясения. Большая часть сейсмических очагов сосредоточена в градиентных зонах изменений значений геотермических, геомагнитных и плотностных аномалий консолидированной коры [9].

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

На основании вышеизложенного, представляется возможным сформулировать следующие выводы:

Аномальное геомагнитное поле Центрального Казахстана (АГМП) обусловлено неоднородно намагниченными горными породами, залегающими на разной глубине в консолидированной земной коре.

Высокая дифференцированность АГМП отражает геологическую структуру Казахского щита и, в целом, индицирует генетические и тектоно-магматические аспекты его геологического строения;

Морфология, напряженность и размеры геомагнитных аномалий предоставляют возможность проведения идентификации и геологического прогноза, тогда как форма, размеры, протяженность и дифференцированность этих аномалий, их градиентность характеризуют качественные (структурные) признаки магнитовозмущающих тел.

На территории Казахского щита наблюдаются самые различные по своим параметрам магнитные аномалии: линейно-вытянутые и дугообразные, извилистые с четко выраженным преобладанием большей оси, полигональные, субизометрические, овальные, кольцевые, мозаичные и сложные по конфигурации в плане; интенсивные и малоинтенсивные; низко- и высокоградиентные (контрастные); наконец, крупные и весьма незначительные по площади.

АГМП Казахского щита отображает разную степень намагниченности горных пород, а также их относительное взаиморасположение, структуру и глубину залегания. Кроме того, через изменения магнитных свойств, вызванных контактово-метасоматическими, метаморфическими и гидротермальными процессами, аномалии этого поля до некоторой степени включают в себя последствия рудообразовательного, магматического и литологического последствий становления площадей.

Аномальное геомагнитное поле Центрального Казахстана коррелируется с сейсмической активностью

и современными движениями земной коры. Очаги землетрясений приурочены к глубинным разломам или узлам разломов, такие области характеризуются резкой сменой знаков напряженности и ориентации магнитных аномалий. Наибольшее количество сейсмических событий приурочено к разломам, разграничивающим тектонические блоки с разными по интенсивности и знаку аномалии геомагнитного поля. В поле региональной составляющей гравитационных аномалий обособляются три крупных литосферных блока, ограниченные зонами высокоградиентных ступеней: а) Центрально-Казахстанский гравитационный минимум (от  $-105$  до  $-270$  мгл); б) область переменных значений аномалий гравитационного поля (от  $+15$  до  $-70$  мгл), приуроченная к зонам каледонской складчатости и частично к наложенным герцинским структурам в каледонидах; в) Улугауский относительный гравитационный максимум (до  $+25 \div +40$  мгл);

С поверхности этим блокам отвечают разнородные геологические структуры: блоки докембрийских пород, ранние и поздние каледониды, ранние и поздние герциниды верхнепалеозойские вулcano-плутонический пояса.

На ранних стадиях изучения Центрального Казахстана генезис гравитационных аномалий увязывался с прогибом поверхности Мохо, проявлением позднепалеозойского орогенеза, удвоением мощности земной коры при масштабных надвигах и др. концепциями.

На более поздних стадиях изучения – доминируют представления о прямых связях характера распределения гравитационных аномалий с процессами палеозойского внутриконтинентального рифтогенеза, что подтверждается присутствием здесь региональных разуплотненных объектов в верхней мантии, пространственно совпадающих с зонами пониженных скоростей, низких электрических сопротивлений и повышенных тепловых параметров.

Формированием региональных разуплотненных объектов в верхней мантии увязывается, по-видимому, с подъемом мантийного вещества и внедрением его в земную кору. Эти процессы сопровождалась потоками восстановленного мантийного флюида, раскрытием рифтовых зон, излияниями базальтов повышенной щелочности.

Изменения характера аномалии геомагнитного поля. Контрастность и выразительность и значения аномального гравитационного поля. Здесь же установлены увеличенные значения тепловых потоков и значения аномалии тепловых полей.

Областям с минимальными значениями температур отвечает широкий диапазон изменения аномалии магнитного поля (магнитное поле не стабильно и вариабельно) равно, как интервал изменения значения гравитационного поля.

ЛИТЕРАТУРА

1. Белкин В.А., Миронченко Ю.А., Одинцов С.Д. Аномальное магнитное поле (АМП) на высотах 30 км// В сб.: Исследование структуры геомагнитного поля. – М.: ИЗМИРАН, 1983. – С. 178–184.
2. Бекжанов Г.Р. Основные этапы изучения глубинного строения и металлогении Казахстана. Алматы, 1997. – С. 8–19.
3. Карта аномального магнитного поля ( $\Delta T_a$ ) Казахстана. Масштаб 1:1 000 000. Объяснительная записка. – Алматы 2002. 120 с.
4. Глубинное строение и минеральные ресурсы Казахстана. / Даукеев С.Ж., Ужкенов Б.С., Любецкий В.Н., Мирошниченко Л.А., Воцалевский Э.С. и др. – Алматы, 2002. – Т.1 216с.
5. Луговенко В.Н. Статистический анализ аномального поля СССР. – М. Наука. 1974. 250 с.
6. Луговенко В.Н., Одинцов С.Д. К вопросу о пространственной структуре аномального магнитного поля континентов// В сб.: Экспериментальные исследования геомагнитного поля / Под ред. Луговенко В.Н. – М.:ИЗМИРАН, 1984. – С. 65–72.
7. Abetov A.E., Uzbekov A.N. Abnormal magnetic field of Central Kazakhstan // Геология и охрана недр. - Алматы. – С. 47–52.
8. Абетов А.Е., Узбеков А.Н. Аномалии гравитационного поля Центрального Казахстана. // Геология и охрана недр. – Алматы. – С. 51–61.
9. Абетов А.Е., Узбеков А.Н., Ахметов А.А. Тепловые поля Центрального Казахстана // Вестник КазНУТУ. – Алматы. 2019. – С. 355–360.

ОРТАЛЫҚ ҚАЗАҚСТАННЫҢ ГЕОФИЗИКАЛЫҚ ӨРІСТЕРІ ЖӘНЕ СЕЙСМИКАЛЫҒЫ

<sup>1)</sup>А.Е. Абетов, <sup>2)</sup>А.Н. Узбеков

<sup>1)</sup> Қ.И. Сәтбаев атындағы Қазақ Ұлттық зерттеу техникалық университеті, Алматы, Қазақстан

<sup>2)</sup> Геофизикалық зерттеулер институты, Курчатов, Қазақстан

Мақалада қолданылған материалдардың сипаттамасы келтірілген; аномалдық Жердің геомагниттік, гравитациялық, жылулық өрістерінің көрсетуі үшін аппараттық және әдістерін мәселелерді ұсынады және алынған деректердің түрлі түсіндіру нәтижелері, магнит өрістері байланыстырушы қалыпты Жердің геомагниттік, гравитациялық, жылулық өрісі, есепке жекелеген бөліктерін шашыраңқы байқалады қарайды. аномалдық магнит өрісінің бөлу негізгі заңдылықтарын, сондай-ақ Орталық Қазақстанның ішінде ( $\Delta T_a$ ) саналады, жекелеген аймақтарда, ірі геологиялық құрылымдар, аномалдық кен және ауытқулар кейбір кросс магнит өрісінің сипаттағы мәселелерін шешеді. Аномалдық геомагниттік, гравитациялық, жылулық өрістерінің арасындағы корреляция және Орталық Қазақстан аумағында сейсмикалық белсенділікті анықтау үшін зерттеу нәтижелерін талдады.

**Түйін сөздер:** аномалды геомагнитті өріс, карта жасау әдістемесі, гравитациялық өріс, жылу өрісі, корреляциялық байланыстар, Орталық Қазақстанның сейсмикалығы.

GRAVITATIONAL FIELDS AND EARTHQUAKES IN CENTRAL KAZAKHSTAN

<sup>1)</sup>A.E. Abetov, <sup>2)</sup>A.N. Uzbekov

<sup>1)</sup> Kazakh National Technical University named after Satpayev, Almaty, Kazakhstan

<sup>2)</sup> Institute of Geophysical Research, Kurchatov, Kazakhstan

The article gave a characteristic of used materials; outline of issues of hardware support and methods for mapping the anomalous geomagnetic, gravitational, geothermal fields of various and the interpretation results from the data obtained, the research of linking the observed magnetic fields to separate isolated areas, registered the normal of magnetic field of the Earth. The main regularities of the distribution of the anomalous geomagnetic field ( $\Delta T_a$ ) within the Central Kazakhstan, issues of nature of anomalous of the geomagnetic, gravitational, thermal fields in some regions, some large geological structures, of anomalous fields and anomalies. The results of investigations on revealing correlations between anomalous geomagnetic, gravitational, thermal fields and seismicity in the territory of Central Kazakhstan are analyzed.

**Keywords:** abnormal geomagnetic field, map drawing approaches, gravity field, thermal field, correlation relationships, seismicity of Central Kazakhstan.