

NEWS

OF THE NATIONAL ACADEMY OF SCIENCES OF THE REPUBLIC OF KAZAKHSTAN
SERIES OF GEOLOGY AND TECHNICAL SCIENCES

ISSN 2224-5278

Volume 6, Number 426 (2017), 171 – 177

A. Abetov¹, A. Niyazova¹, Zh. Saurikov²

¹Kazakh National Research Technical University named after K. I. Satpayev, Almaty, Kazakhstan,

²“Geoken” SPC” LLP, Almaty, Kazakhstan.

E-mail: abetov.alez@mail.ru, niyazova.akma@mail.ru, zhanibek_saurikov@mail.ru

**3D MODELING OF EULER’S POINTS FOR GEODENSITY
AND GEOMAGNETIC MODELS OF NORTH USTYURT REGION
IN GEOSOFT OASIS MONTAJ™ SOFTWARE**

Abstract. The article describes the results of calculations of Euler’s 3D deconvolution for geodensity and geomagnetic models of Northern Ustyurt, which, in the first approximation, allow estimating the occurrence depth of gravity and magnetic source bodies. In the density model, the main gravity-disturbing boundary is the zone of transition from Cretaceous to Jurassic sediments. In the geomagnetic field, the upper edge of magnetic source bodies, presumably, is confined to Permian-Triassic volcanogenic sedimentary deposits. It is recommended to consider these results when planning and carrying out geological prospecting works.

Key words: Euler’s points, deconvolution, North Ustyurt basin, density model, geomagnetic model.

УДК 550.3 (574)

А. Е. Абетов¹, А. Т. Ниязова¹, Ж. Ж. Саурыков²

¹Казахский национальный исследовательский технический университет им. К. И. Сатпаева,
Алматы, Казахстан,

²ТОО “НПЦ “Геокен”, Алматы, Казахстан

**ОБЪЕМНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ТОЧЕК ЭЙЛЕРА
ДЛЯ ГЕОПЛОТНОСТНЫХ И ГЕОМАГНИТНЫХ МОДЕЛЕЙ
СЕВЕРО-УСТЮРТСКОГО РЕГИОНА
В ПРОГРАММНОМ ПАКЕТЕ GEOSOFT OASIS MONTAJ™**

Аннотация. В статье рассмотрены результаты расчетов деконволюции Эйлера для геоплотностной и геомагнитной моделей Северного Устюрта, которые позволяют в первом приближении оценить глубину залегания гравито-магнитовозмущающих масс. В геоплотностной модели основной гравитовозмущающей границей выступает зона перехода от меловых к юрским отложениям. В геомагнитном поле верхняя кромка магнитовозмущающих масс предположительно приурочена к вулканогенно-осадочным отложениям перм-триаса. Эти результаты рекомендуется учитывать при планировании и проведении геологоразведочных работ.

Ключевые слова: точки Эйлера, деконволюция, Северо-Устюртская впадина, геоплотностная модель, геомагнитная модель.

Изучением морфологии, напряженности и глубины залегания аномалеобразующих объектов в гравитационных и геомагнитных полях Северо-Устюртского региона в разные годы занимались Абетов А.Е., Бабаджанов Т.Л., Башаев В.Н., Гарецкий Р.Г., Закиров А.Ш., Коврижных П.Н., Кунин Н.Я., Лук-Зильберман В.И., Макарова З.А., Матусевич А.В., Неволин Н.В., Фузайлов И.А., Таль-Вирский Б.Б., Шрайбман В.И. и др.

Вместе с тем, число работ, посвященных количественному моделированию потенциальных полей Северо-Устьюртского региона, крайне ограничено. Среди них можно назвать диссертационное исследование Закирова А.Ш., посвященная моделированию Узбекской части Северо-Устьюртского региона (2011).

Количественное моделирование геофизических потенциальных полей Северо-Устьюртского региона до настоящего времени не проводилось.

В целях предварительной оценки глубины залегания аномалеобразующих объектов в геомагнитном и гравитационном полях Северного Устьюрта авторами настоящей работы выполнена пространственная деконволюция Эйлера, которая базируется на анализе амплитудного спектра этих полей в скользящих окнах.

В основу данного метода положена зависимость однородной плотности или намагниченности от глубины [1-3].

Деконволюция Эйлера или способ локализации особых точек, впервые была предложена американцем Д. Томпсоном в 1982 г. в профильном варианте. В 1990 г. А. Рэйдом и др. разработан ее трёхмерный вариант, нашедший широкое практическое применение. Основой методики является так называемое уравнение Эйлера для однородных функций [4].

Надо отметить, что способ деконволюции Эйлера является достаточно эффективным и легко реализуемым на современных компьютерах, что и послужило причиной его широкого распространения для решения разнообразных геологических задач [4].

Данный метод позволяет получить оценки местоположения и глубины эквивалентных источников (эйлеровых решений) аномалий потенциальных геофизических полей. Все расчеты реализованы в модуле Grav/Mag Interpretation пакета Geosoft Oasis MontajTM.

Результаты расчетов точек Эйлера (лентообразной формы) визуализированы в виде цветных точек, цвет которых характеризует глубину источника.

При этом особые точки гравитационного и магнитного полей приурочены к изломам поверхности магнитоактивных объектов, контактам блоков пород с разной намагниченностью и дифференциацией плотностных масс.

Положительным фактором при построении интерпретационных моделей способом деконволюции Эйлера можно считать эффективность технологии при минимуме априорной информации о параметрах среды.

Полученные результаты свидетельствуют, что источники гравитационного и магнитного полей расположены в разных структурно-формационных этажах и на разных глубинах.

При этом, одной из основных задач, требующих решения при геологической интерпретации, является задача разделение полей от разных источников по глубине. Именно привязка аномалеобразующих объектов по глубине остается все еще наиболее критичным фактором в деконволюции Эйлера и требует дополнительного осмысления.

На первом этапе исследований глубины эквивалентных источников (эйлеровых решений) были рассчитаны для Северо-Устьюртского региона в целом, а полученные результаты носят интегрированный характер.

При этом расчеты точек Эйлера были выполнены в диапазоне глубин 0.5–13.0 км (максимальная глубина погружения фундамента) с шагом через 500 м (рисунок 1).

Наибольшее количество точек Эйлера в магнитном поле приходится на интервал глубин 2000–2500 м, тогда как в гравитационном поле они концентрируются на глубинах 1500–2000 м. Следовательно, можно предположить, что в Северо-Устьюртском регионе в интегрированном виде верхние кромки магнитовозмущающих масс не совпадают с «геоплотностными максимумами».

Далее, по мере заглубления характер изменения количества точек Эйлера для магнитного поля уменьшается по непрерывно-градиентной или ступенчатой зависимости, тогда как для гравитационного поля эта зависимость носит «квазилинейный», более сглаженный характер (рисунок 1).

На этом фоне градиент уменьшения с глубиной точек Эйлера в гравитационном и геомагнитном полях резко различаются между собой до диапазона глубин 5500–6000 м (рисунок 2). В геологических разрезах приподнятых блоков Северного Устьюрта этим глубинам соответствуют образования фундамента [5, 6].

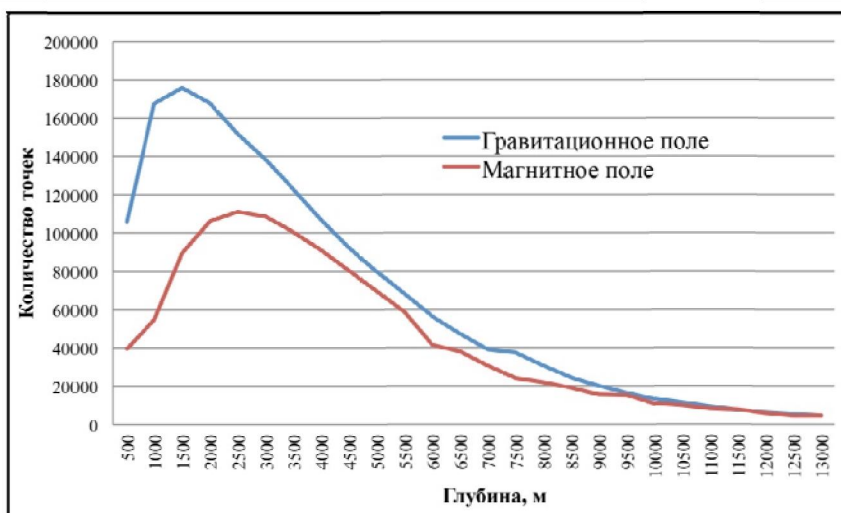


Рисунок 1 – Диаграмма распределения количества точек Эйлера с глубиной в гравитационном и магнитном полях

Figure 1 – Diagram of the distribution of the number of Euler's points with depth in gravitational and magnetic fields

Глубже, характер распределения точек Эйлера в гравитационном и геомагнитных полях принимает близкие значения и на глубинах 10 500 м и более соответствующие им кривые практически не отличаются друг от друга (рисунок 2).

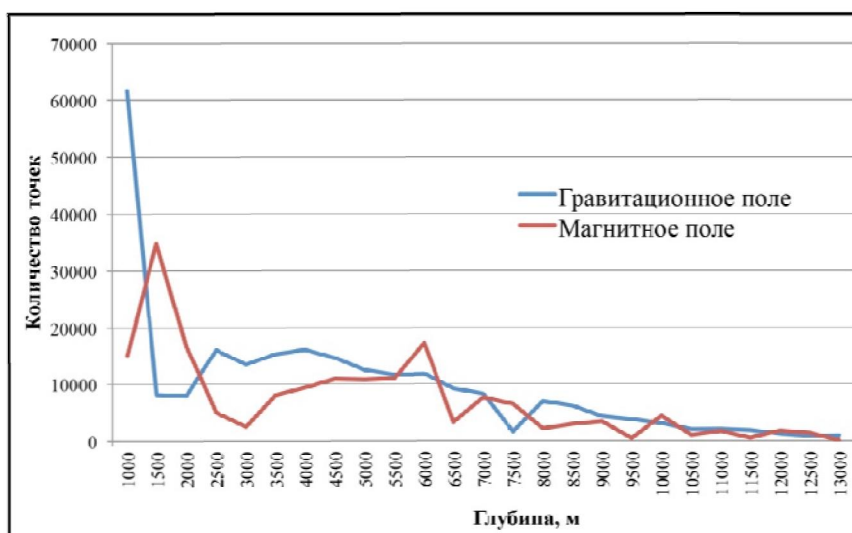


Рисунок 2 – Градиент изменения количества точек Эйлера с глубиной

Figure 2 – The gradient of change in the number of Euler's points with depth

Таким образом, результаты расчетов деконволюции Эйлера (в интегрированном виде) позволили оценить местоположение и глубины аномалий потенциальных геофизических полей увязать их с геологическим строением Северного Устья.

На втором этапе исследований территория Северного Устья условно была разделена на три области, исходя из принципа глубины залегания фундамента.

Область 1 включила следующие тектонические элементы: Барсакельмский и Челкарский прогибы, Байчагырский, Актумсукский, Аккуловский и Аманжол-Шелуранский выступы, Карабаурский и Арало-Кызылкумский валы, Центрально-Устьюртскую систему дислокаций, площадь которых составила 174 492 км² (рисунки 3, 4). Глубина погружения фундамента здесь варьирует в интервале 2–7 км.

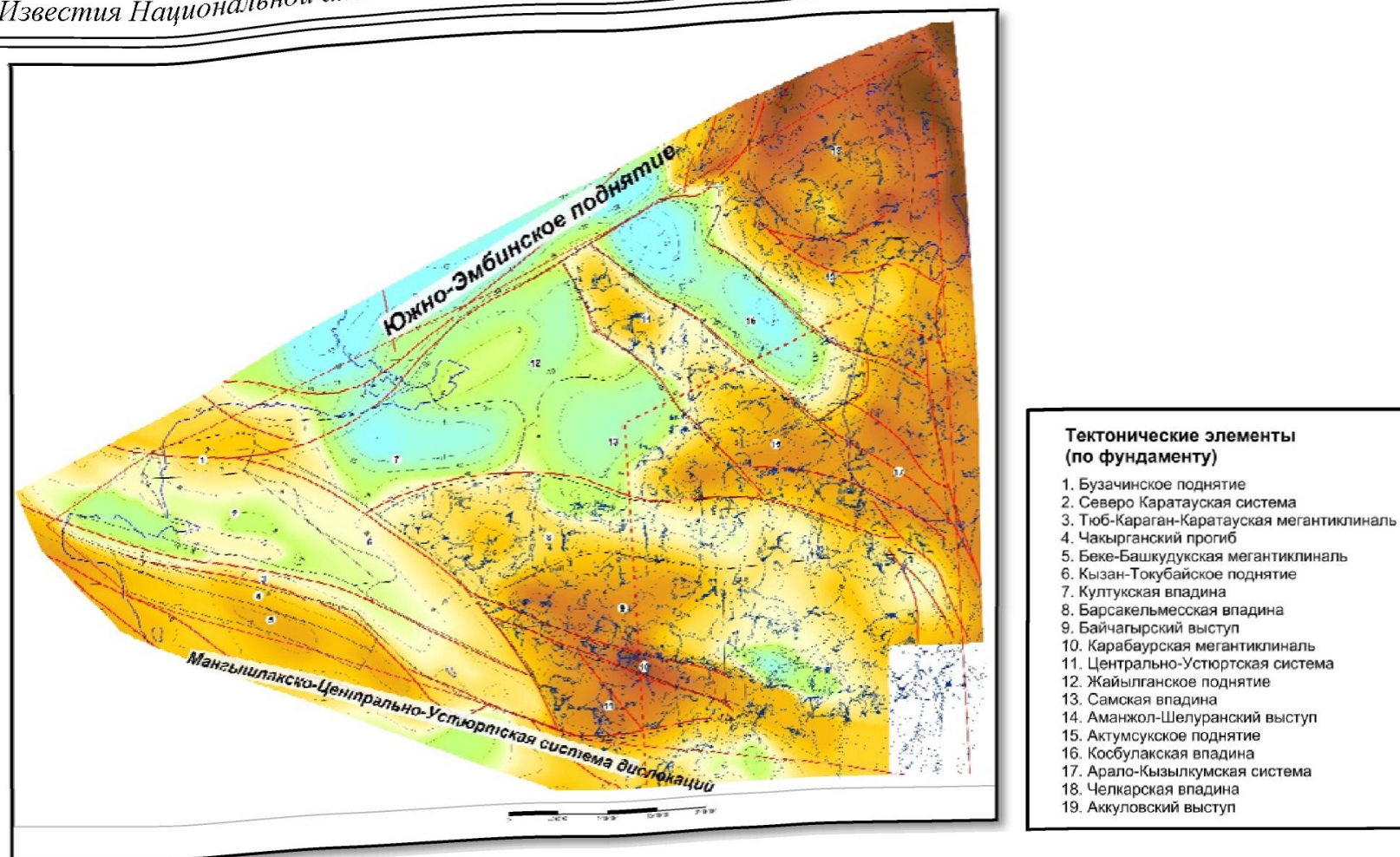


Рисунок 3 – Карта положения особых точек геоплотностной модели
Figure 3 – Map of the position of the singular points of the density model

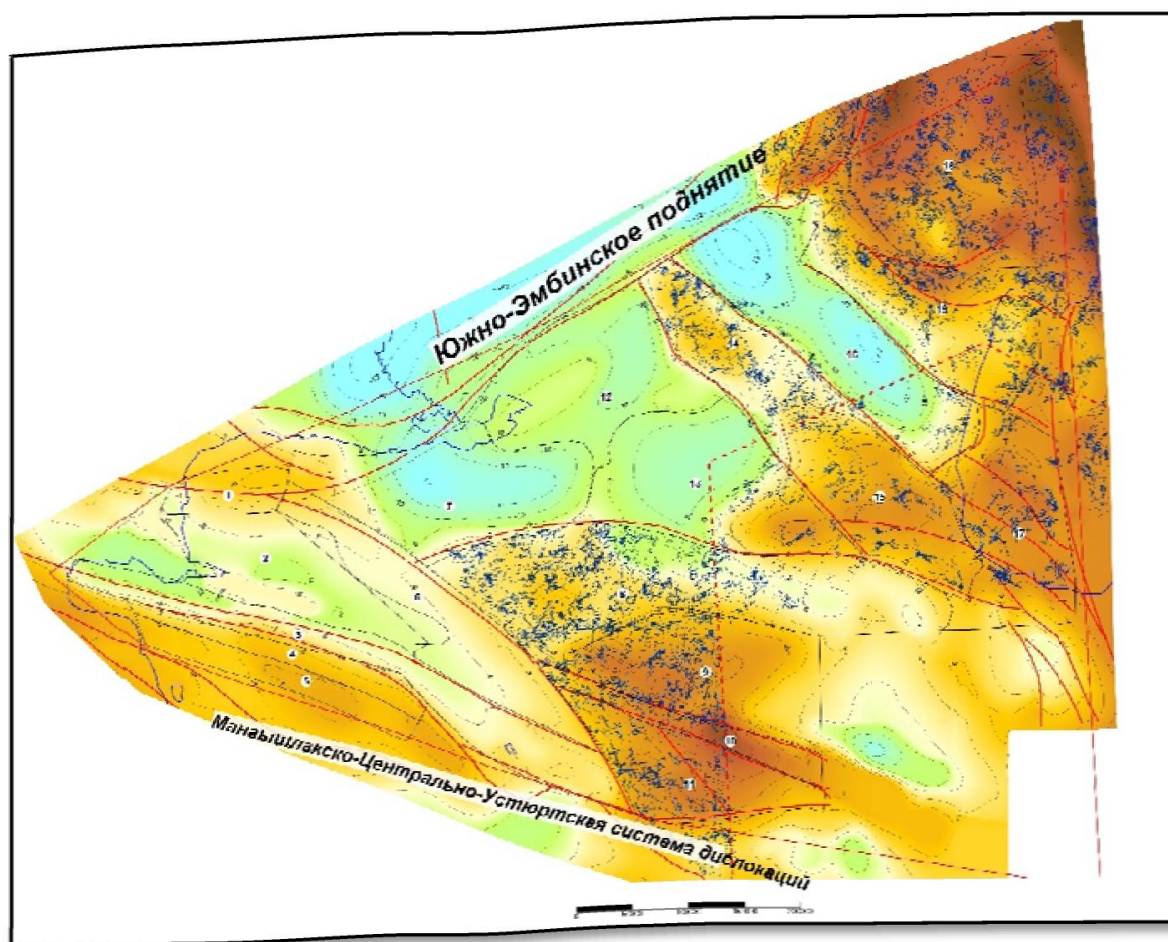


Рисунок 4 – Карта положения особых точек геомагнитной модели. Тектонические элементы смотреть рисунок 3
Figure 4 – Map of the position of the singular points of the geomagnetic model. Tectonic elements (ref. figure 3)

Область 2 охватывает Бузачинское, Тюбкараган-Каратауское, Беке-Башкудукское и Кызан-Токубайское поднятия, Северо-Каратаускую систему прогибов и Чакырганский прогиб с общей площадью 70 297 км². Фундамент здесь погружен на глубины 6–9 км.

Область 3 включает Култукскую, Косбулакскую и Самскую впадины, Жайылганское поднятие, общая площадь которых составила 65 827 км², а фундамент здесь заглублен до 9–13 км и более.

Моделирование точек Эйлера в геоплотностных и геомагнитных моделях показало их резкую дифференциацию по количеству на разных срезах глубин.

В первую очередь обращает на себя внимание максимальная концентрация точек Эйлера в геоплотностных моделях на глубинах 1000–1500 м во всех вышеописанных областях (рисунок 5, таблица). На геологических разрезах Северного Устья этот диапазон глубин отвечает области перехода от слабо консолидированных и не консолидированных отложений мела-неогена к более уплотненным отложениям верхней юры [5, 6].

В связи с этим стоит отметить, что до настоящего времени в научных публикациях прева-лировало мнение, что основные геоплотностные границы расположены в подошве юрских отло-жений и на контакте палеозойских образований с фундаментом.

Распределение количества точек Эйлера по глубинам в геоплотностных и геомагнитных моделях
Distribution of the number of Euler's points with depth in gravitational and magnetic models

Глубина, м		Количество точек	
		гравитационное поле	магнитное поле
Область 1	0-500	44172	56353
	1000-1500	60491	45939
	3000-3500	39916	55275
	7000-8000	25719	14725
	11000-12000	5887	4422
Область 2	0-500	24056	7898
	1000-1500	36205	58089
	3000-3500	17145	31471
	7000-8000	4608	7741
	11000-12000	865	2067
Область 3	0-500	16614	9394
	1000-1500	21879	16163
	3000-3500	13706	29020
	7000-8000	9501	16289
	11000-12000	2209	1991

Распределение точек Эйлера в геомагнитном поле показало максимальную концентрацию в диапазоне глубин 3000–3500 м во всех вышеописанных областях. В геологических разрезах Северного Устья на этих глубинах залегает зона перехода от юрских отложений к пермо-триасовым образованиям.

В связи с вышеизложенным надо сказать, что относительно повышенные значения магнитной восприимчивости характерны для алевролитов и глинистых пород верхнего палеозоя и нижнего триаса, среднее значение которой $k = (25 - 30) \cdot 10^{-5}$ ед. СИ, увеличиваясь до $300 \cdot 10^{-5}$ ед. СИ в отдельных пропластках глинистых пород [7].

Подобный характер распределения особых точек Эйлера в геомагнитных полях требует дополнительного осмысления. Поскольку, в научных публикациях распространено суждение, в соответствии с которым магнитные аномалии в десятки – сотни нТл могут быть связаны с магмо-метаморфическими породами кристаллического фундамента, либо вулканогенными образованиями в составе промежуточного этажа, представленными, возможно, интрузивными, но более вероятно, жерловыми фациями, лавовыми и туфовыми потоками, покровами среднего и основного состава [7].

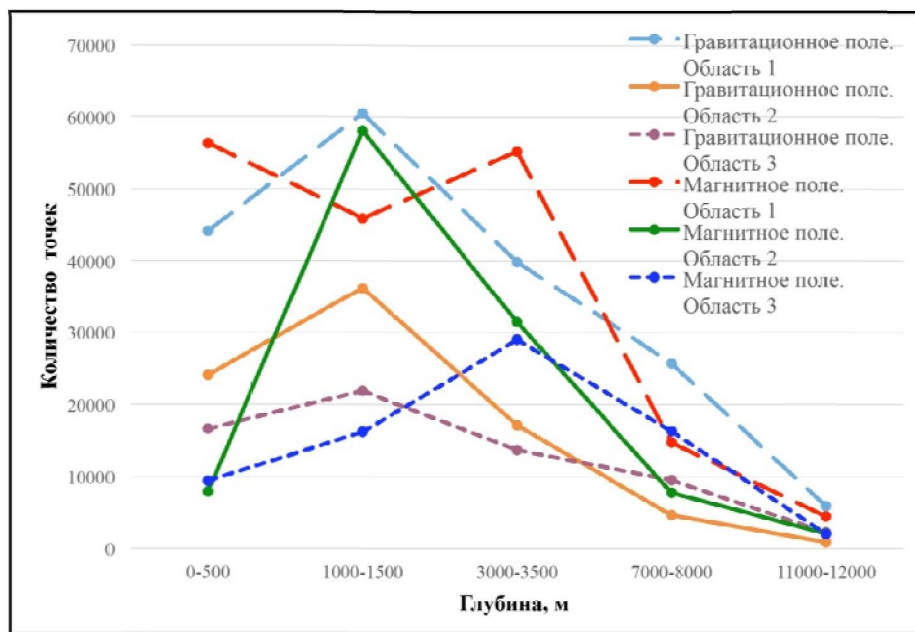


Рисунок 5 – График распределения особых точек Эйлера по областям в геоплотностных и геомагнитных моделях

Figure 5 – Graph of the distribution of the Euler's singular points by areas in density and geomagnetic models

Таким образом, можно говорить, что в первом приближении, на региональном этапе исследований можно применить моделирование точек Эйлера для определения положения основных границ раздела в образованиях осадочного чехла.

Безусловно, этот подход может быть применен только при условии строгой дифференциации для каждого тектонического элемента.

Градиент изменения точек Эйлера с глубиной еще один важный параметр при геоплотностном и геомагнитном моделировании.

В геоплотностных моделях для областей 1 и 3 при небольших вариациях наблюдается общий тренд – плавное уменьшение количества точек Эйлера с глубиной. Близкий характер проявляет кривая зависимости концентрации точек Эйлера от глубины в геомагнитной модели для 3 области (рисунок 5).

Не лишним будет сказать, что тектонические элементы области 1 испытали тектонические деформации, но палеозойский магматизм здесь сведен к минимуму.

В геомагнитных моделях для областей 1 и 2, а также для геоплотностной модели области 2 количество этих точек стремительно сокращается до глубин 7000–8000 м. И, далее, проявляет тенденцию к выполаживанию (рисунок 5).

Излом в кривой распределения количества точек Эйлера с глубиной приходится на поверхность фундамента, закартированной по данным сейсморазведки.

Надо отметить, что в этих областях пермо-триасовые отложения отличаются увеличенной дислоцированностью. На отдельных участках и присутствием на отдельных участках палеозойских магматических тел.

Для области 3 градиент изменения количества точек Эйлера на разных глубинах подвержен не значительным/слабым изменениям. В связи с чем не лишним будет сказать, что тектонические элементы данной области обладали длительными и устойчивыми прогибаниями в фанерозое и отсутствием интенсивных тектоно-магматических дислокаций.

В заключении необходимо отметить, что расчеты деконволюции Эйлера для трехмерных геоплотностных и геомагнитных моделей Северного Устья показали их эффективность и геологическую значимость. Поскольку позволяют в первом приближении оценить глубину залегания грави-имагнитовозмущающих масс.

Так, в геоплотностных моделях основной гравивозмущающей границей выступает зона перехода от меловых к юрским отложениям. В геомагнитных полях верхняя кромка магнитовозмущающих масс предположительно приурочена к вулканогенно-осадочным отложениям пермотриаса [8].

Таким образом, результаты расчетов деконволюции Эйлера для трехмерных геоплотностных и геомагнитных моделей Северного Устюрта могут скорректировать планы по дальнейшим геологоразведочным работам в этом регионе.

ЛИТЕРАТУРА

- [1] Hood P. Gradient measurements in aeromagnetic surveying // *Geophysics*. – 1965. – Vol. XXX. – P. 891-902.
- [2] Thompson D.T. EULDPH: A new technique for making computer-assisted depth estimates for magnetic data // *Geophysics*. – 1982. – Vol. 47. – P. 31-37.
- [3] Reid A.B., Allsop J.M., Granger H. et al. Magnetic interpretation in three dimensions using Euler deconvolution // *Geophysics*. – 1990. – Vol. 55. – P. 80-89.
- [4] Блох Ю.И. Интерпретация гравитационных и магнитных аномалий: Учебное пособие. – 2009. – 232 с.
- [5] Акрамходжаев А.М., Гринберг И.Г., Сухинин В.Г., Юлдашев Ж.Ю., Валиев А.А. Нефтегазоносность Северо-Устюртской впадины. – Ташкент: Издаво «Фан» УзССР, 1974. – 81 с.
- [6] Алиев И.М., Аржевский Г.А., Григоренко Ю.Н. и др. Нефтегазоносные провинции СССР: Справочник. – М., Недра, 1983. – 272 с.
- [7] Таль-Вирский Б.Б., Геофизические поля и тектоника Средней Азии. – М.: Недра, 1982. – 200 с.
- [8] Дайкеев С.Ж., Воцаевский Э.С., Шлыгин Д.А., Пилифосов В.М. Глубинное строение и минеральные ресурсы Казахстана. – Т. 3: Нефть и газ. – Алматы, 2002. – 248 с.

REFERENCES

- [1] Hood P. Gradient measurements in aeromagnetic surveying // *Geophysics*. 1965. Vol. XXX. P. 891-902.
- [2] Thompson D.T. EULDPH: A new technique for making computer-assisted depth estimates for magnetic data // *Geophysics*. 1982. Vol. 47. P. 31-37.
- [3] Reid A.B., Allsop J.M., Granger H. et al. Magnetic interpretation in three dimensions using Euler deconvolution // *Geophysics*. 1990. Vol. 55. P. 80-89.
- [4] Blokh Yu. I. Interpretation of gravitational and magnetic anomalies: Tutorial. 2009. P. 232.
- [5] Akramkhodzhaev A.M., Grinberg I.G., Sukhinin V.G., Yuldashev Zh. Yu., Valiev A.A. Oil and gas potential of the North Ustyurt basin. Tashkent: Publishing house «Fan», 1974. P. 81.
- [6] Aliyev I.M., Arzhevsky G.A., Grigorenko Yu.N. and etc. Oil and gas provinces of the USSR: Manual. M.: Nedra, 1983. P. 272.
- [7] Tal-Virsky B.B., Geophysical fields and tectonics of Central Asia. M.: Nedra, 1982. P. 200.
- [8] Daukeev S.Zh., Votcaevskiy E.S., Shlygin D.A., Pilifosov V.M. Deep structure and mineral resources of Kazakhstan. Vol. 3: Oil and gas. Almaty, 2002. P. 248.

А. Е. Абетов¹, А. Т. Ниязова¹, Ж. Ж. Саурыков²

¹Қ. И. Сәтпаев атындағы Қазақ ұлттық техникалық зерттеу университеті, Алматы, Қазақстан,

²ЖШС “Геокен” ҒӨО”, Алматы, Қазақстан

СОЛТҮСТІК ҮСТІРТ ӨНІРІНІҢ ГРАВИКАЛЫҚ ЖӘНЕ МАГНИТТІК ӨРІСТЕРІНІҢ ЭЙЛЕР НҮКТЕЛЕРІН GEOSOFT OASIS MONTAJ™ БАҒДАРЛАМАСЫНДА КӨЛЕМДІ МОДЕЛЬДЕУ

Аннотация. Мақалада Солтүстік Үстірт өңірінің гравикалық және магниттік өрістерінің Эйлер деконволюция есептеулерінің нәтижелері қарастырылған, бұл алғашқы шамалауларда грави және магниттік массалардың жатыс тереңдігін бағалауға мүмкіндік береді. Гравикалық модельде басты гравикоздырушы шекарасы ретінде бор және юра шөгінділерінің ауысу зонасы болады. Магниттік өрісте магниттікоздырғыш массаның жоғарғы жиегі болжаумен вулканогенді-шөгінді пермо-триас қабатына тән. Бұл нәтижелерді геологиялық барлау жұмыстарды болжау мен орындауда ескеру ұсынылады.

Түйін сөздер: Эйлер нүктелері, деконволюция, Солтүстік Үстірт, гравикалық модель, магниттік модель.