

Применение программного комплекса «Коскад 3D» для анализа потенциальных полей Терско-Каспийского прогиба

© 2018 Керимов И. А.^{1, 3}, Петров А. В.², Абубакарова Э. А.³

¹ Институт физики Земли им. О. Ю. Шмидта РАН,
Москва, Россия; e-mail: kerimov@ifz.ru

² Российский государственный геологоразведочный
университет им. Серго Орджоникидзе,
Москва, Россия; e-mail: alexpetrov76@mail.ru

³ Грозненский государственный нефтяной технический
университет им. акад. М. Д. Миллионщикова,
Грозный, Россия; e-mail: eliza_ggni@mail.ru

РЕЗЮМЕ. Цель. Анализ аномального гравитационного и магнитного полей на основе обработки с применением компьютерной технологии «Коскад 3D» для изучения характера отображения разломных зон Терско-Каспийского прогиба (ТКП) в трансформированных полях. **Методы.** Работа базируется на компьютерной технологии «Коскад 3D», в основу функционального наполнения которой входят методы статистического и спектрального анализа геофизической информации, методы автоматического трассирования осей аномалий и разложения полей на локальные и региональные составляющие. **Результаты.** Интерпретация исходных геофизических данных и анализ морфологических особенностей потенциальных полей с использованием современной компьютерной технологии позволили уточнить разломно-блоковую тектонику исследуемой территории, проанализировать связь разломной сети с выявленными месторождениями углеводородов региона. **Выводы.** Интерпретация геофизических материалов исследуемой территории, а также полученные результаты свидетельствуют о геологической эффективности данных подходов изучения разломных зон. Как известно, месторождения углеводородов приурочены к разломным зонам Терско-Каспийского прогиба, в связи с этим изучение разломной тектоники с использованием современных технологий является весьма перспективным для решения нефтепоисковых задач.

Ключевые слова: разломные зоны, гравитационное поле, магнитное поле, интерпретация, трансформация, трассирование осей аномалий, Терско-Каспийский прогиб.

Формат цитирования: Керимов И. А., Петров А. В., Абубакарова Э. А. Применение программного комплекса «Коскад 3D» для анализа потенциальных полей Терско-Каспийского прогиба // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. 2018. Т. 12. № 3. С. 88-96. DOI: 10.31161/1995-0675-2018-12-3-88-96

The Use of Software Complex "Koskad 3D" to Analyze Potential Fields of Terek-Caspian Arch

© 2018 Ibragim A. Kerimov^{1, 3}, Aleksey V. Petrov², Eliza A. Abubakarova⁴

¹ Schmidt Institute of Physics of the Earth RAS,
Moscow, Russia; e-mail: kerimov_ibragim@mail.ru

² Sergo Ordzhonikidze Russian State University for Geological Prospecting,
Moscow, Russia; e-mail: alexpetrov76@mail.ru

³ Millionshchikov Grozny State Oil Technical University,

ABSTRACT. Aim. The analysis of anomalous gravitational and magnetic fields on the basis of processing using the computer technology "Koskad 3D" to study the character of displaying rift zones of the Terek-Caspian arch in transformed fields. **Methods.** The work is based on the computer technology "Coscad 3D", the functional content of which includes the methods of statistical and spectral analysis of geophysical information, the methods of automatic tracing the axes of anomalies and the decomposition of fields into local and regional components. **Results.** Interpretation of the initial geophysical data and analysis of the morphological features of potential fields using modern computer technology made it possible to refine the fault-block tectonics of the study area, to analyze the connection of the fault network with the identified hydrocarbon fields in the region. **Conclusions.** The interpretation of the geophysical materials of the study area, as well as the obtained results indicate the geological effectiveness of these methods to the study of rift zones. As known, hydrocarbon fields are coincided to the rift zones of the Terek-Caspian arch, and therefore the study of rift tectonics using modern technologies is very promising for solving oil exploration problems.

Keywords: rift zones, gravitational field, magnetic field, interpretation, transformation, tracing of axes of anomalies, Terek-Caspian arch.

For citation: Kerimov I. A., Petrov A. V., Abubakarova E. A. The Use of Software Complex "Koskad 3D" to Analyze Potential Fields of Terek-Caspian Arch. Dagestan State Pedagogical University. Journal. Natural and Exact Sciences. 2018. Vol. 12. No. 3. Pp. 88-96. DOI: 10.31161/1995-0675-2018-12-3-88-96 (In Russian)

Введение

Значительный интерес к изучению разломных зон ТКП обусловлен их существенной ролью при формировании залежей углеводородов, влиянием на режим флюидов. Глубинные разломы, как известно, отмечаются как зоны, характеризующиеся значительной протяженностью при малой ширине, продолжительностью формирования и глубиной заложения. Разломная тектоника оказывает существенное влияние на пространственное размещение как по вертикали, так по латерали месторождений углеводородов, подземных вод и других полезных ископаемых.

Существенную роль играют разрывные нарушения в процессах формирования блоковых структур ТКП, в локализации нефтегазовых залежей и в проявлении сейсмической активности анализ разломной сети ТКП показывает, что разрывные нарушения имеют различные направления и образуют систему определенных пространственных ориентированных структур (рис. 1).

Глубинные разломы, имеющие субширотное простирание (Краевой, Моздокский, Терский, Сунженский, Черногорский и др.), достаточно четко отображаются практически во всех наблюдаемых геофизических полях и

обуславливают пространственное распределение эпицентров землетрясений.

Глубинные разломы субмеридиональной ориентировки (Ассинский, Аксайский и др.) отображаются в аномальном поле силы тяжести в виде смещения осей локальных аномалий и других признаков.

Глубинные разломы северо-западного простирания (Гудермесский, Бенойско-Эльдаровский, Датыхско-Ахловский и др.) имеют явную морфологическую выдержанность, но, тем не менее, в наблюдаемых геофизических полях проявляются недостаточно ясно и для их выделения необходимо использовать специальные методы интерпретации.

Гехинско-Брагунский и др. глубинные разломы имеют диагональное, северо-восточное простирание.

Разломные зоны ТКП характерно проявляются в потенциальных полях в виде осевых линий линейных гравитационных и магнитных ступеней, локальных аномалий обоих знаков, нарушений регулярного поведения изоаномал аномального гравитационного и магнитного полей. Информационность потенциальных геофизических полей является весьма значительной, т.к. локальные гравимагнитные поля довольно ясно отражают и достаточно уверенно коррелируются согласно простиранию

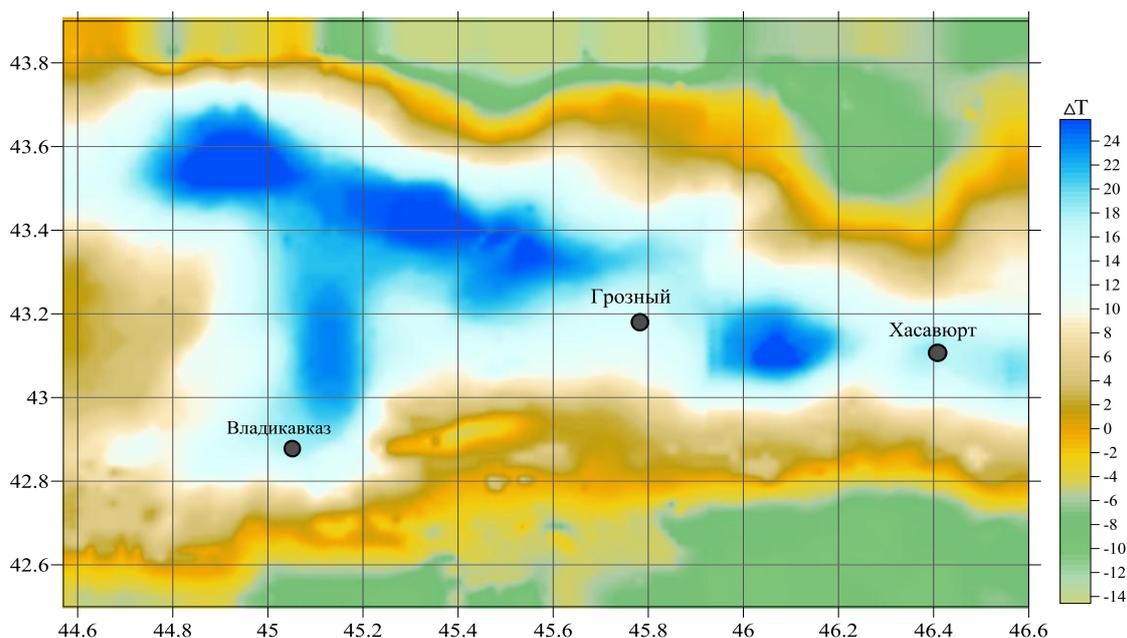


Рис. 3. Карта аномального магнитного поля (ΔT) Терско-Каспийского прогиба

Материалы и методы

Изучение разломно-блоковой тектоники ТКП базируется на результатах интерпретации исходных геофизических данных и методах, входящих в состав программного комплекса спектрально-корреляционного анализа данных «Коскад 3D». В данной работе были использованы методики автоматического трассирования осей аномалий, разложения полей на составляющие и т. д.

Разрывные нарушения исследуемого региона являются основным фактором, обуславливающим сложный характер геофизических полей. Разломно-блоковое строение изучаемой территории характеризуется перекрещиванием разрывных нарушений различной ориентировки.

Выделяемые по геолого-геофизическим данным разломы служат границами платформ, краевых прогибов и межгорных впадин. На приподнятых крыльях таких флексур в ряде случаев располагаются валы и цепочки локальных структур.

Пересекающиеся разрывные нарушения региона довольно уверенно отмечаются в аномальном гравитационном поле. Отрицательные значения аномалий поля силы тяжести отображают разломно-блоковую структуру исследуемой площади (рис. 2).

Наблюдаемое гравитационное поле рассматриваемой территории характеризуется отрицательными

значениями силы тяжести. В восточной части территории ТКП на меридиане гг. Грозный, Хасавюрт поле слабоградиентное, спокойное, с контурами замкнутых изолиний. На западе исследуемой территории наблюдаются местные изгибы изолиний и цепочка линейных аномалий гравитационного поля. На юге наблюдается значительная смена характера поля, обусловленная значительным повышением градиента гравитационного поля.

Гравитационное поле в пределах южного борта ТКП осложнено интенсивными локальными аномалиями силы тяжести различной формы и ориентировки.

Аномальное магнитное поле, представленное на рис. 3, в отличие от гравитационного поля, имеет более спокойный характер, характеризуется наличием в центральной части исследуемого региона положительными значениями аномалий, именуемым Грозненским магнитным максимумом. Данный максимум имеет преимущественно широтную ориентировку, и занимают большую часть площади ТКП. Положительные аномалии ΔT Грозненского магнитного максимума к северу и к югу плавно сменяются слабоинтенсивными отрицательными значениями аномального магнитного поля. Максимумы магнитного поля наблюдаются в западной части исследуемой территории к северу от г. Владикавказа, а также между гг. Грозный и Хасавюрт.

На юге наблюдается ряд слабых отрицательных и положительных аномалий ΔT_a , вызванных, по всей видимости, влиянием интрузий, внедрившихся в зоны разломов [2-4].

Результаты и обсуждение

Для выделения разрывных нарушений ТКП исходные аномальные гравитационное и магнитное поля были обработаны при помощи компьютерной программы «Coscad 3D». Вероятностно-статистический аппарат данной технологии, позволил выделить крупные геологические структуры, разрывные нарушения и слабоинтенсивные аномалии и т. д.

Выявленные на рис. 4 при слабоградиентном региональном фоне линейные аномалии типа гравитационная ступень, протягивающиеся в широтном направлении и занимающие большую часть площади территории, совпадают с Терским и Сунженским глубинными разломами. К югу исследуемого района наблюдается значительное изменение поведения поля в виде интенсивных градиентных зон.

На рис. 5 изображены результаты трассирования осей аномалий локальной компоненты магнитного поля. В них наряду с линейными структурными элементами выделяется множество кольцевых и звездообразных структур.

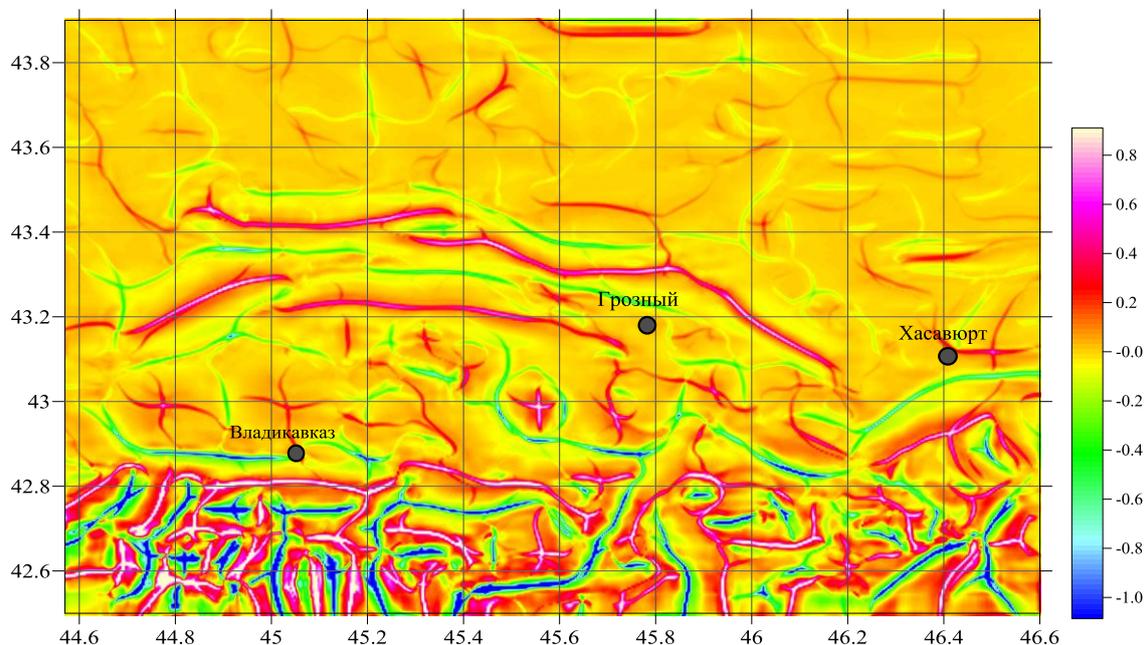


Рис. 4. Трассирование осей локальной компоненты Δg_a

Распределение разрывных нарушений наиболее отчетливо проявляются в аномальном гравитационном поле (Δg_a) в пределах Терской и Сунженской антиклинальных зон. Локальная

концентрация высоких значений густоты линейных зон позволяет установить, что практически все они сосредоточены в узлах пересечения тектонических зон различных простираций [5].

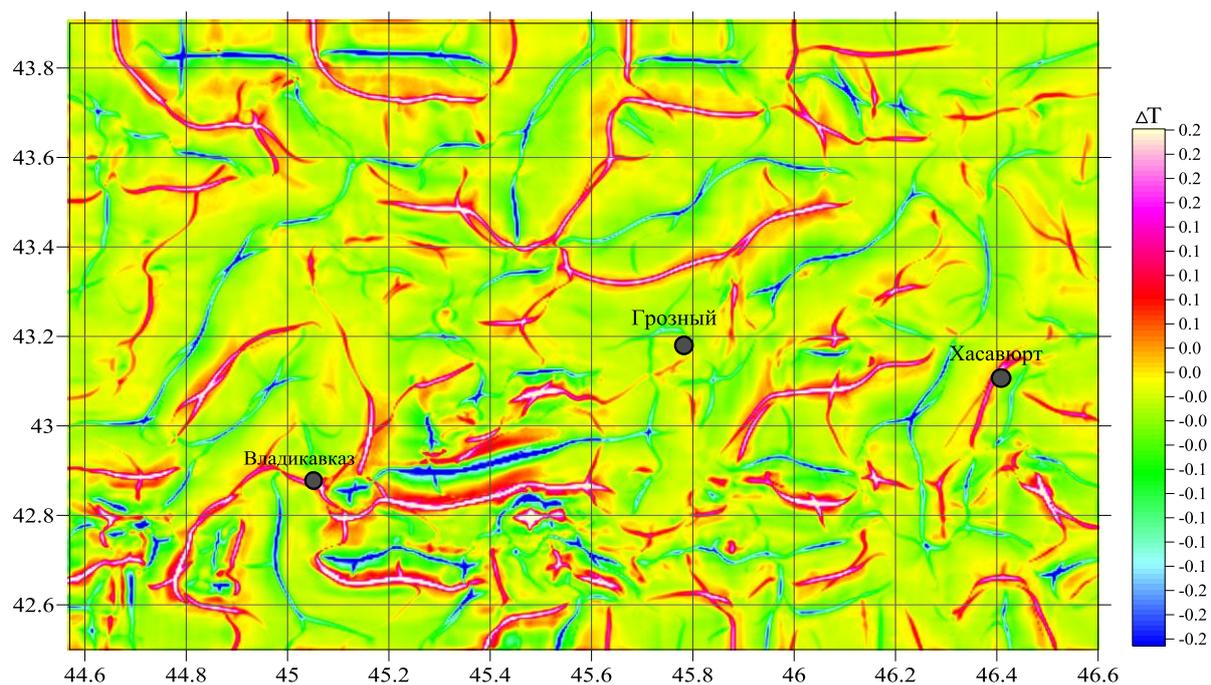


Рис. 5. Трассирование осей аномалий локальной компоненты ΔT

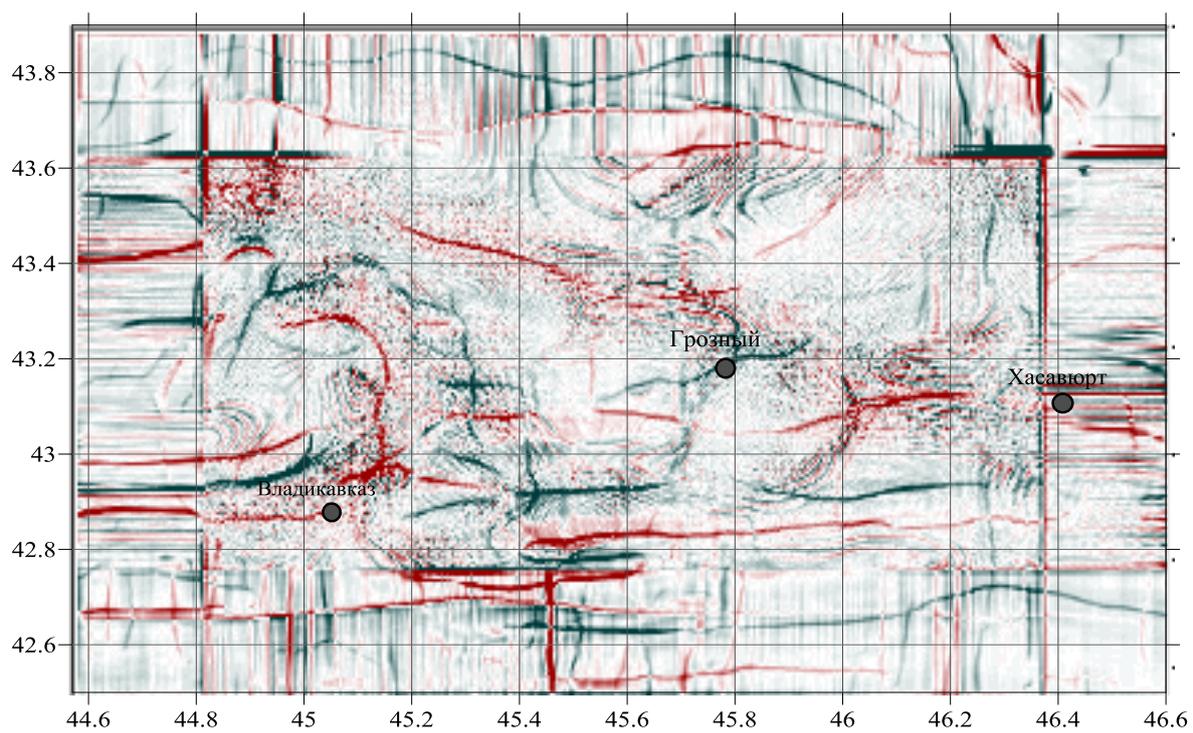


Рис. 6. Трассирование осей аномалий ΔT ($H=7$ км)

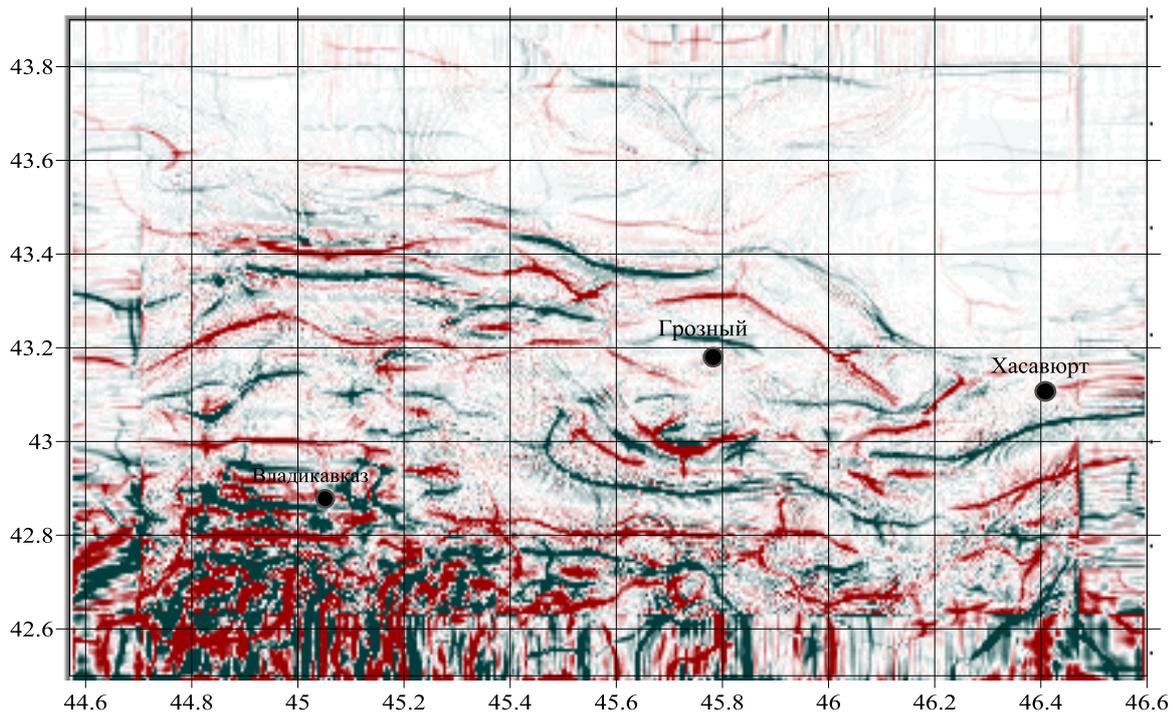


Рис. 7. Трассирование осей аномалий Δg_a ($H=9$ км)

Разновозрастные тектонические структуры ТКП обособленно отмечаются в аномальном гравитационном поле (Δg_a). Разломы древних возрастов ТКП хорошо проявляются в аномальном магнитном поле (ΔT_a), они являются унаследованными по отношению к морфологии структуры фундамента (рис. 6). В ряде случаев аналогичная закономерность отмечается и для поля аномалий силы тяжести (Δg_a), в виде цепочек линейных аномалий и высокоградиентных зон (рис. 7). Сравнительно молодые дизъюнктивные нарушения, секущие, структуры фундамента, наиболее отчетливо отражаются в поле силы тяжести (Δg_a), в форме вытянутых изолиний широтного простираения в центральной части и на юге исследуемой площади.

Большинство зон углеводородного скопления ТКП связано с местоположением отдельных разломов и зон дробления фундамента [6].

Разломы представляют собой зоны повышенной проницаемости в земной коре за счет высокой плотности трещин, дробления, перетирания и глинизации, что создают благоприятные условия для вертикальной миграции и концентрации углеводородов. Кроме того, именно новейшие вертикальные перемещения

блоков фундамента часто обуславливают образование валов и локальных положительных структур осадочного чехла, которые могут служить ловушками углеводородов [1].

Заключение

Геологическая интерпретация и анализ морфологических особенностей гравимагнитных полей с использованием современных компьютерных технологий позволили выделить области разуплотнения горных пород, тектонические зоны, уточнить схему тектонических разломов территории, увязать основные тектонические линеаменты с известными месторождениями углеводородов ТКП.

Данные исследования позволили установить, что разломы ТКП отображаются в виде следующих характерных признаков:

- линейных высокоградиентных зон региональных и локальных аномалий гравимагнитных полей;
- линейных зон смены знака локальных аномалий силы тяжести;
- линейной цепочки локальных аномалий магнитного (ΔT_a) и гравитационного (Δg_a) полей;
- торцевого сочленения локальных аномалий гравимагнитных полей;
- линейных зон смены морфологии аномальных гравимагнитных полей.

Литература

1. Керимов И. А. Прогнозирование структурных особенностей глубокопогруженных горизонтов Терско-Каспийского прогиба по данным гравиразведки и сейсморазведки // Известия вузов. Нефть и газ. 1990. № 11. С. 24-30.

2. Керимов И. А., Гайсумов М. Я., Абубакарова Э. А. Геофизические поля и разломная тектоника Терско-Каспийского прогиба // Геодинамика. Глубинное строение. Тепловое поле Земли. Интерпретация геофизических полей. Пятое научные чтения памяти Ю. П. Булашевича: материалы конф. (06-10 июля 2009 г.). Екатеринбург, 2009. С. 226-230.

3. Керимов И. А., Крисюк И. М., Гайсумов М. Я. Геофизические поля, системы разломов и сейсмичность Чечено-Ингушетии. М.: ВИНТИ, 1992. 91 с.

4. Керимов И. А., Гайсумов М. Я., Даукаев А. А. Развитие представлений о разломной тектонике Терско-Каспийского прогиба // Вестник Академии наук Чеченской Республики. 2010. Т. 12. № 1. С. 63-74.

5. Смирнова М. Н., Станулис В. А., Яковлева Т. В. Рекомендации по дальнейшему направлению поисково-разведочных работ и новые данные о глубинном строении Терско-Сунженского прогиба. Грозный: Грозненский рабочий, 1967. 51 с.

6. Керимов И. А., Абубакарова Э. А., Ахматханов Р. С., Бадаев С. В., Чимаева Х. Р. Разломная тектоника Терско-Каспийского прогиба и ее проявление в аномальных геофизических полях // Проблемы региональной экологии. 2013. № 6. С. 21-25.

References

1. Kerimov I. A. Prediction of deep-seated horizons structural features of the Terek-Caspian arch according to the gravity and seismic data. *Izvestiya vuzov. Neft' i gaz* [Proceedings of universities. Oil and gas]. 1990. No. 11. Pp. 24-30. (In Russian)

2. Kerimov I. A., Gaysumov M. Ya., Abubakarova E. A. Geophysical fields and fault tectonics of the Terek-Caspian trough. *Geodinamika. Glubinnoe stroenie. Teplovoe pole Zemli. Interpretatsiya geofizicheskikh poley. Pyatye nauchnye chteniya pamyati Yu. P. Bulashevicha: materialy konf. (06-10 iyulya 2009 g.)* [Geodynamics. Deep structure. Earth's thermal field. Interpretation of the geophysical fields. Yu. P. Bulashevich 5th scientific readings: materials of conference (July 6-10, 2009)]. Yekaterinburg, 2009. Pp. 226-230. (In Russian)

3. Kerimov I. A., Krisyuk I. M., Gaysumov M. Ya. *Geofizicheskie polya, sistemy razlomov i seysmichnost' Checheno-Ingushetii* [Geophysical fields, fault systems and seismicity of Chechen-Ingushetia]. Moscow, VINITI Publ., 1992. 91 p. (In Russian)

4. Kerimov I. A., Gaysumov M. Ya., Daukaev A. A. Development of the ideas about the fault tectonics of the Terek-Caspian arch. *Vestnik Akademii nauk Chechenskoj Respubliki* [Proceedings of the Chechen Republic Academy of Sciences]. 2010. Vol. 12. No. 1. Pp. 63-74. (In Russian)

5. Smirnova M. N., Stanulis V. A., Yakovleva T. V. *Rekomendatsii po dal'neyshemu napravleniyu poiskovo-razvedochnykh работ i novye dannye o glubinnom stroenii Tersko-Sunzhenskogo progiba* [Recommendations for the future direction of exploration studies and new data on the deep structure of the Terek-Sunzhenskiy arch]. Grozny, Grozny worker Publ., 51 p. (In Russian)

6. Kerimov I. A., Abubakarova E. A., Akhmatkhanov R. S., Badaev S. V., Chimaeva Kh. R. Fault tectonics of the Terek-Caspian arch in anomalous geophysical fields. *Problemy regional'noy ekologii* [Problems of regional Ecology]. 2013. No. 6. Pp. 21-25. (In Russian)

СВЕДЕНИЯ ОБ АВТОРАХ

Принадлежность к организации

Керимов Ибрагим Ахмедович, доктор физико-математических наук, профессор, вице-президент, Академия наук Чеченской республики, Институт физики Земли РАН; Москва, Россия; e-mail: ibragim_kerimov@mail.ru

THE AUTHORS INFORMATION

Affiliations

Ibragim A. Kerimov, Doctor of Physics and Mathematics, professor, Vice-President of the Chechen Republic Academy of Sciences, Schmidt Institute of Physics of the Earth RAS, Moscow, Russia; e-mail: ibragim_kerimov@mail.ru

Петров Алексей Владимирович, доктор физико-математических наук, профессор, декан геофизического факультета, заведующий кафедрой геофизики, Российский государственный геологоразведочный университет им. Серго Орджоникидзе, Москва, Россия; e-mail: alexpetrov76@mail.ru

Абубакарова Элиза Ахметовна, кандидат геолого-минералогических наук, доцент кафедры «Прикладная геофизика и геоинформатика», Грозненский государственный нефтяной технический университет им. акад. М. Д. Миллионщикова, Грозный, Россия; e-mail: eliza_ggni@mail.ru

Принята в печать 16.08.2018 г.

Alexey V. Petrov, Doctor of Physics and Mathematics, professor, dean of the Faculty of Geophysics, head of the Department of Geophysics, Sergo Ordzhonikidze Russian State University for Geological Prospecting, Moscow, Russia; e-mail: alexpetrov76@mail.ru

Eliza A. Abubakarova, Ph.D (Geology-Mineralogy), associate professor, Department of Applied Geophysics and Geoinformatics, Millionshchikov Grozny State Oil Technical University, Grozny, Russia; e-mail: eliza_ggni@mail.ru

Received 16.08.2018.