

## Локальные магнитные аномалии Среднекуринской впадины Азербайджана и их геологическое истолкование

© В.Г. Гадиров<sup>1</sup>, К.В. Гадиров<sup>2</sup>, М.А. Бекиров<sup>1</sup>, 2016

<sup>1</sup>НИПИ "Нефтегаз", Баку, Азербайджан

<sup>2</sup>Азербайджанский государственный университет  
нефти и промышленности, Баку, Азербайджан

Поступила 22 апреля 2016 г.

*Представлено членом редколлегии М.И. Орлюком*

Проаналізовано характер геомагнітного поля та його локальних складових у Середньокуринській западині Азербайджану для уточнення розподілу магнітоактивних магматичних порід у плані й геологічному розрізі. В регіоні інтенсивність аномального магнітного поля змінюється у широкому діапазоні — від – 400 до + 700 нТл. З'ясовано, що позитивні локальні магнітні аномалії регіону виявлено у тих місцях, де бурінням глибоких свердловин розкрито вулканогенні породи типу андезиту, базальту, дациту з високою магнітною сприйнятливістю. Локальні прояви магнітних аномалій свідчать про локальний розподіл магматичних порід у плані. Зі збільшенням радіуса осереднення підвищується інтенсивність позитивних магнітних аномалій, що спричинено збільшенням обсягу (маси) магматичних порід з глибиною. Показано, що результати магніторозвідки можуть бути використані для прогнозування розподілу магматичних утворень у Середньокуринській западині.

**Ключові слова:** магніторозвідка, локальні аномалії, магматичні утворення, просторове положення, Середньокуринська западина.

**Введение.** Результатами глубоких поисково-разведочных скважин, пробуренных на различных площадях Среднекуринской впадины Азербайджана в начале 70-х годов XX ст., было установлено наличие магматического вулканизма, развитого в геологическом прошлом Земли. Открытие месторождений нефти нового типа в вулканогенных и вулканогенно-осадочных образованиях Среднекуринской впадины в 1971 г. в Азербайджане (месторождение Мурадханлы) и в 1974 г. в Грузии (месторождения Рустави и Самгори) повлияло на дальнейшее тщательное изучение распределения магматических образований, погребенных под мощным слоем осадочного комплекса.

Отметим, что в геологическом разрезе впадины участвуют отложения от юры до антропогена. Бурением глубоких скважин были выявлены эффузивные и частично интрузивные образования мелового возраста на площадях Мурадханлы, Зардаб, Сор-Сор, Джарлы и др. (Азербайджан), а также вулканогенно-осадочные породы эоценового возраста на площади Западной Азербайджана и Восточной Грузии.

Пробуренная на юго-восточной части впадины, в районе Саатлы (Азербайджан), сверхглубокая скважина СГ-1 на глубине 3500 м после осадочного (мощностью 3430 м) и вулканогенно-осадочного (70 м) комплексов вошла в вулканогенные породы и при дальнейшем разбуривании до глубины 8324 м не вышла из этих пород. Возраст толщ ниже 6500 м по микрофаунам был определен как нижняя—верхняя юра [Салахов, Салаева, 1987]. Верхнеюрские эффузивные образования также были вскрыты и на площади Джарлы. Выполненные лабораторные исследования вулканогенных и вулканогенно-осадочных образований Среднекуринской впадины в целом показали, что они составлены из андезитов, базальтов, дацитов, порфиритов, имеющих высокую магнитную восприимчивость  $((87,58—364,65) \cdot 10^{-6} \text{ ед. СИ})$ , а

также туфопесчаников, туфоандезитов и их разновидности.

Выявление вулканогенных образований и определение их пространственных положений в геологическом разрезе, тем более погребенных на несколько километров под осадочными отложениями, а также прогнозирование перспективных участков нефтегазоносности, связанных с вулканогенными образованиями, — весьма сложные задачи. Для их решения в Среднекуринской депрессии успешно применяется магнитометрическая разведка в комплексе с гравиразведкой. При этом анализируется характер магнитного поля региона в целом и его локальные составляющие [Гадиров, 1991, 2002, 2015 а].

При изучении природных объектов, а также опираясь на результаты теоретических и экспериментальных данных, было установлено, что главным источником континентальных магнитных аномалий разного порядка являются магнитосодержащие магматические породы [Печерский и др., 2006]. Объясняя геологическую природу аномального магнитного поля основных положительных морфоструктур Американо-Кавказского бассейна, автор обращает внимание на активное проявление внутри плитового вулканизма, являющегося аномалиеобразующим фактором [Верба, 2006]. Итак, становится понятно, что магнитные аномалии разного рода могут служить показанием распространения магнитоактивных веществ в земной коре.

#### **Анализ характера геомагнитного поля.**

Для анализа изменения общего характера геомагнитного поля по всей Среднекуринской впадине в масштабе 1 : 200 000 была построена единая карта вертикальной составляющей ( $Z_a$ ) геомагнитного поля [Гадиров, 2011]. Выявлено, что в регионе интенсивность магнитного поля изменяется от + (650—700) нТл в юго-восточной части впадины в районе Мурадханлы до – 400 нТл на юго-западном борту впадины, в районе Агдам. В северо-западной части впадины (в районе между реками Кура и Габырры в восточной Грузии) магнитное поле изменяется в пределах 300 — 400 нТл. В целом в регионе наблюдаются то положительные, то отрицательные магнитные аномалии, которые совпадают с гравитационными аномалиями разного знака. Характер магнитного поля впадины свидетельствует о неравномерном распределении магнитоактивных веществ по региону и в геологическом разрезе.

Анализ вертикальной составляющей геомагнитного поля по профилю КМПВ-6-65 (корре-

ляционный метод преломленных волн), пересекающему южную часть Среднекуринской впадины более чем на 150 км по направлению юго-запад — северо-восток, показал, что  $Z$  геомагнитное поле региона образовалось из трех основных эффектов: магнитного эффекта осадочного комплекса, эффекта толщи между поверхностями кристаллического фундамента и Кюри и эффекта локального проявления магматизма [Гадиров, 1991, 2002, 2015 б]. Этот результат был получен после вычисления геомагнитного эффекта отдельных геологических толщ (рис. 1).

Выяснено, что суммарный геомагнитный эффект (6) (см. рис. 1) осадочного комплекса (4) и толщи ниже кристаллического фундамента (5) (до поверхности Кюри) соответствует региональному фону (2) магнитного поля. Возникает вопрос: какими геологическими элементами связаны локальные положительные аномалии (3), выделенные из наблюдаемого (1) магнитного поля? Такие аномалии по указанному профилю наблюдались на площадях Гиндарх, Зардаб, Сор-Сор, Рагимли (южная часть), где на этих или поблизости от площадей скважинами глубокого бурения выявлены вулканогенные породы с высокой магнитной восприимчивостью относительно вмещающих отложений. Поэтому можно считать, что положительные локальные магнитные аномалии II порядка в этом регионе связаны с локальными проявлениями вулканогенных образований.

**Методика.** Для анализа связей распределения магнитоактивных веществ, размещенных в геологическом разрезе, и геомагнитного поля были вычислены их локальные составляющие с разными радиусами осреднений, соответствующие срезам разной глубинности. Для построения карт по всему региону проведены синтетические профили с расстоянием 5 км (всего 43 профиля), по которым были выбраны точки с шагом 1 км. Для создания цифровой базы данных снимались условные координаты ( $x, y$ ) всех профилей и точек вычислений и вводились в соответствующие колонки программы "Excel". Затем они вводились в программу "Excel", где и были произведены вычисления локальных аномалий магнитного поля. Исходя из того, что при вычислении локальных составляющих потенциальных полей длина отрезка дифференциации приблизительно отражает глубину ( $H = 2R$ ) аномалиеобразующих масс, локальные магнитные аномалии были вычислены с разными радиусами осреднений ( $R = 1, 2, 3$  и 6 км) для разных глубин разреза.

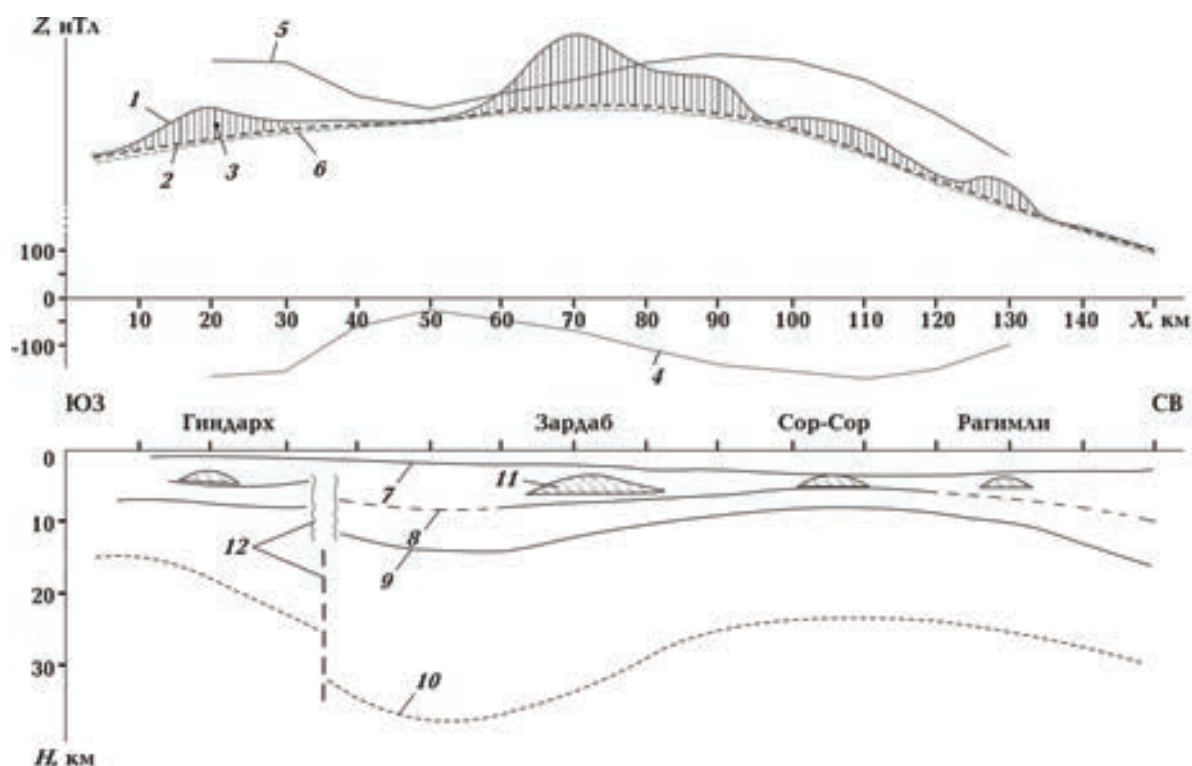


Рис. 1. Результаты интерпретации  $Z$  геомагнитного поля по профилю КМПВ-6-65: 1 — наблюдаемое геомагнитное поле  $Z$ ; 2 — региональный фон; 3 — локальный магнитный максимум; 4 — вычисленный геомагнитный эффект осадочного комплекса; 5 — вычисленный геомагнитный эффект толщи ниже кристаллического фундамента; 6 — суммарный геомагнитный эффект осадочного комплекса и кристаллического фундамента; 7, 8 — границы преломления внутри осадочного чехла  $d_1^{\text{осад}}$  и  $d_2^{\text{осад}}$ ; 9 — поверхность кристаллического фундамента; 10 — граница Кюри; 11 — вулканогенные образования; 12 — глубинный разлом, выявленный по материалам ГСЗ и КМПВ.

С помощью созданной базы данных в программе "Surfer" построены схемы расположения синтетических профилей, скважин глубокого бурения, вскрывшие вулканогенные породы, и, самое главное, на этой основе — карты локальных аномалий магнитного поля в разных радиусах осреднений (рис. 2, 3).

#### Выяснение геологической природы локальных составляющих геомагнитного поля.

Карта локальных аномалий, вычисленных с радиусом осреднений 1 км (гипотетически отражающая глубину приблизительно 2 км), показывает, что положительные магнитные аномалии с небольшой интенсивностью (около 5—10 нТл) выявляются на юго-западной бортовой части прогиба, на площадях Далимамедли, Гюлюджа и Бейлаган, где скважинами глубокого бурения на глубине 1014, 1200 и 2000 м соответственно вскрыты вулканогенные породы (рис. 2, а). В остальных частях региона на этом интервале глубин скважинами выявлены только осадочные отложения, имеющие невысокую

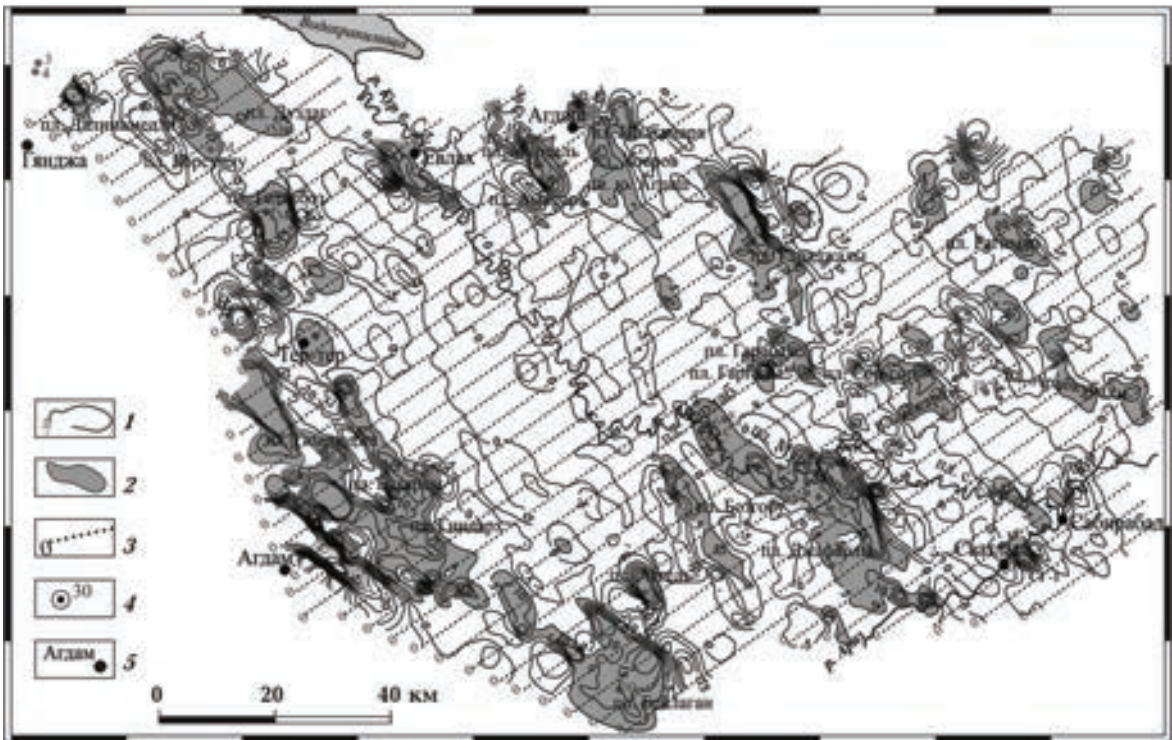
магнитную восприимчивость (до  $4,78\text{—}71,66 \times 10^{-6}$  ед. СИ).

Однако подобные магнитные максимумы наблюдались также и на западе от площадей Тер-Тер, Бахарлы и Гиндарх (юго-западный борт прогиба), и на севере от площади Гараджалы (северо-восточный борт прогиба), где отсутствуют скважины глубокого бурения (см. рис. 2, а). Можно предполагать, что и на этих площадях на небольшой глубине (порядка 1000 м) развиты вулканогенные породы.

На участках локальных аномалий, вычисленных с радиусом осреднений 2 км (отражающий глубину около 4 км), наряду с указанными выше площадями выявлены новые (на востоке от площадей Далимамедли, Борсунлу, Дуздаг, Гедакбоз, Тер-Тер, Бахарлы, Аггель на юго-западном борту впадины; Гараджалы, Зардаб, Мурадханлы, Джафарлы, Сор-Сор, Джарлы, Саатлы на северо-восточном борту впадины), где наблюдаются магнитные максимумы интенсивностью до 20 нТл (см. рис. 2, б). Резуль-



а



б

Рис. 2. Карта локальных аномалий геомагнитного поля с радиусом осреднений  $R = 1$  км (а) и  $R = 2$  км (б): 1 — изолинии локальных магнитных аномалий; 2 — зона локальных магнитных максимумов; 3 — синтетические профили, на которых вычислены локальные магнитные аномалии; 4 — скважины, вскрывшие магматические породы; 5 — населенные пункты.

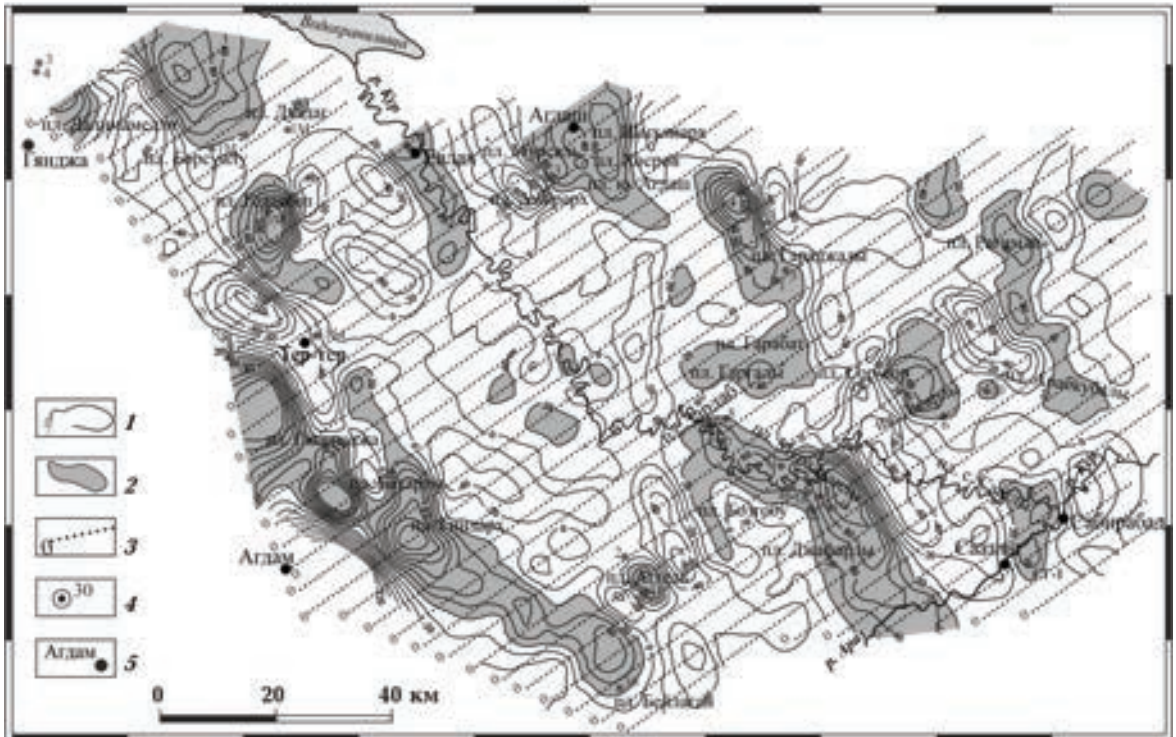
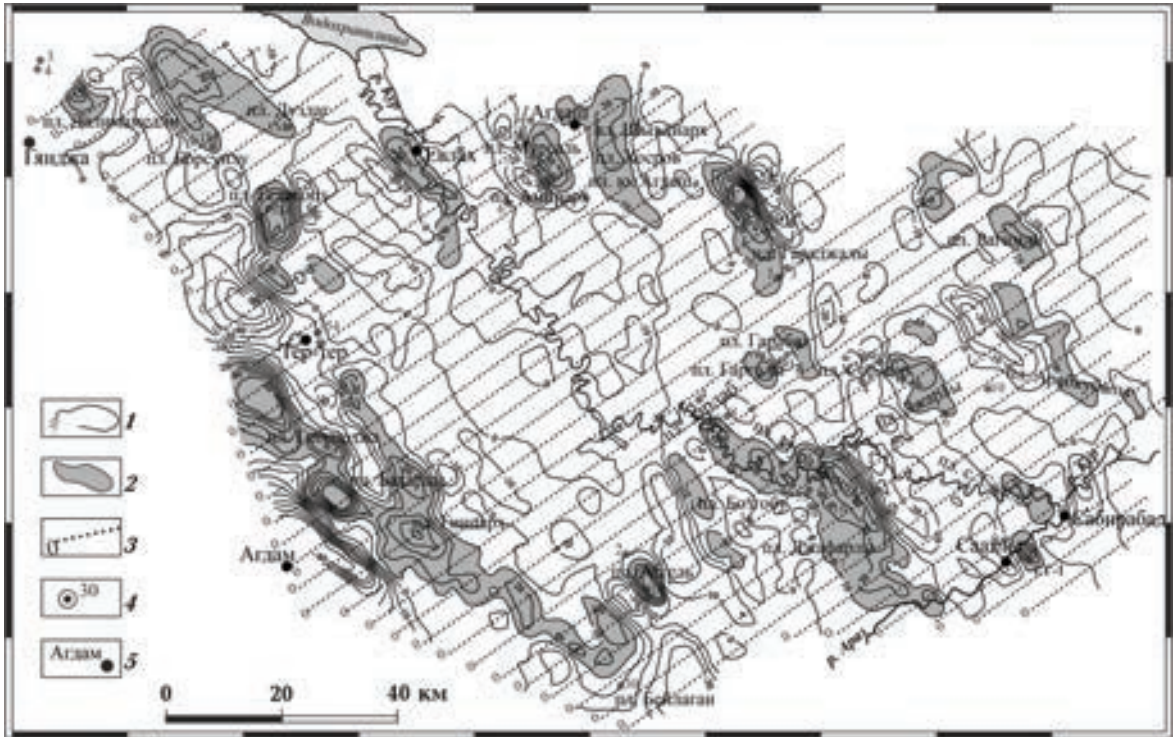


Рис. 3. Карта локальных аномалий геомагнитного поля с радиусом осреднений  $R = 3$  км (а) и  $R = 6$  км (б). Условные обозначения см. на рис. 2.

таты пробуренных глубоких скважин показали, что на указанных площадях, где выявлены локальные магнитные максимумы на глубине около 3500—4500 м, широко развиты вулканогенные породы (таблица). На этой карте в районе Евлах на площадях Мурсаль, Шыхлыарх, Хосров, ю. Агдаш, Гарабат, Гаргали, Арабгубалы, с. Саатлы и на западе от площади Бозгобу выявлены локальные максимумы интенсивностью 10—20 нТл, где отсутствуют скважины глубокого бурения. Предполагается, что и на этих участках региона на уровне приблизительно 4 км можно будет ожидать вскрытие вулканогенных пород.

Наименьшая глубина вулканогенных пород вскрыта на площади Мурадханлы и соответ-

ствует глубине порядка 2950 м. В сопредельных площадях глубина вскрытия вулканогенных пород увеличивается до 3500—4500 м и более.

На карте локальных магнитных аномалий с  $R = 3$  км магнитные аномалии появились на указанных выше площадях более интенсивно (см. рис. 3, а). На площади Бейлаган магнитные аномалии перемешались в северо-западном направлении, а на площади Тер-Тер аномалия вовсе исчезла. Это может быть объяснено тем, что в данных районах вулканогенные породы имеют ограниченную мощность, а выброшенная часть пород соответствует глубинному интервалу 4000—6000 м. Основные магмовыводящие каналы предположительно намечаются в тех местах, где магнитные аномалии оказались несмещенными и усиливались с увеличением радиуса осреднений.

На площадях Амирарх и Бозгобу не выявлялись локальные магнитные аномалии, но скважинами, расположенными на этих площадях, на больших глубинах 5300 и 5356 м соответственно вскрыты вулканогенные породы (см. табл.). На наш взгляд, отсутствие магнитных аномалий может быть объяснено большой глубиной и малой мощностью вулканогенных пород. В этих скважинах вскрытая мощность вулканогенных образований составляет всего 86 и 53 м. Можно предполагать, что мощность этих пород не будет превышать нескольких сотен метров. В этих местах отсутствуют корни вулкана. Скорее всего, вулканогенные материалы протекали из областей Амирарх и Мурадханлы.

Карты локальных магнитных аномалий с радиусами осреднений 6 км показали, что локальные магнитные максимумы выявляются только на указанных площадях (см. табл.), причем увеличивается интенсивность магнитного максимума с увеличением радиуса осреднений. Возможно, это значит, что, во-первых, в регионе магматические породы распространены не повсеместно по площадям, а в локальных участках, где выявлены положительные магнитные аномалии. Во-вторых, увеличение интенсивности магнитных аномалий может быть связано с тем, что при увеличении глубины увеличивается масса (объем) либо магнитные свойства магматических пород. Аномалии на карте с  $R = 6$  км, отражающие глубину исследования порядка 12 км, соответствуют толще кристаллического фундамента, расположенного в этом регионе на глубине 8—10 км по бортам впадины и на 14—15 км в ее центральной части.

По материалам Саатлинской сверхглубокой скважины СГ-1 в разрезе эффузивных обра-

**Площади Среднекуринской впадины, на которых установлены вулканогенные породы**

Площади		Глубина вулканогенных пород, установленная глубоким бурением, м
Юго-западный борт впадины	Далимамедли	1014
	Гюллюджа	1200
	Бейлаган	2000
	Дуздаг	4176
	Борсунлу	4550
	Гедакбоз	3600
	Тер-Тер	4100
	Бахарлы	—
Северо-восточный борт впадины	Гараджалы	3493
	Зардаб	4429
	Мурадханлы	2950
	Джафарлы	4408
	Ангель	3903
	Сор-Сор	3230
	Джарлы	3417
	Арабгубалы	—
	Саатлы (СГ-1)	3500
	Амирарх	5301
	Бозгобу	5356

зований (интервал глубины 3500—8324 м) выделяются верхнемеловые (интервал 3500—3995 м), нижнемеловые (интервал 3995—5200 м), позднеюрские (5200—6800 м) и среднеюрские (6800—8200 м) возрастные интервалы. В Саатлах и в северо-западном направлении на площадях Джарлы, Сор-Сор, Гараджалы в юрско-меловом интервале разрез представлен мощными эффузивными образованиями, внутри которых появляются также вулканогенно-осадочные и терригенные породы [Алиев, Эфендиева, 2001]. Это обстоятельство показывает, что в регионе в меловом и юрском временах развит интенсивный магматический вулканизм, имеющий прерывистый либо пульсационный характер и к тому же протекающий в условиях обширного морского палеобассейна [Керимов, Гадиров, 2015]. Такие тектономагматические поднятия временами выступали из-под уровня морских вод, создавая формирование разрезов в виде чередования прослоев вулканогенных, вулканогенно-осадочных и осадочных пород.

Основную часть выброшенных магматических пород по анализам скважинных матери-

алов и на основе вычисленных магнитных аномалий можно отнести к нижним этажам мела и юры, а также к уровню юрского кристаллического фундамента, сформированного из метаморфических и магматических пород. Сравнение положительных локальных магнитных аномалий и распределение погребенных магматических пород показывает, что результаты магниторазведки успешно могут быть использованы при уточнении распределения магматических образований как в плане, так и в разрезе.

#### **Выводы.**

Выявлена генетическая связь между распределением магматических образований и положительных магнитных аномалий в Среднекуринской впадине.

Установлено локальное развитие магматических образований в исследуемом регионе, в частности на бортах впадины.

Наблюдаются увеличения интенсивности положительных магнитных аномалий с увеличением радиуса осреднений, показывающие увеличение объема выброшенных магматических пород с возрастанием глубины.

### **Список литературы**

- Алиев А.И., Эфендиева С.Т. Литолого-стратиграфическая характеристика разреза Кюрдамир-Саатлинского погребенного выступа по данным глубокого бурения. *Изв. НАН Азербайджана. Науки о Земле.* 2001. № 1. С. 21—29.
- Верба В.В. Природа аномального магнитного поля провинции Центрально-Арктических поднятий в Американо-Северном Ледовитого океана. *Геофиз. журн.* 2006. Т. 28. № 5. С. 95—103.
- Гадиров В.Г. Гравимагнитные исследования распределения погребенных вулканогенных пород в Среднекуринской депрессии в связи с их нефтегазоносностью. *Геолог Азербайджана.* 2002. № 7. С. 130—141.
- Гадиров В.Г. Магматический вулканизм Среднекуринской впадины Азербайджана и его роль в скоплении углеводородов. *Международный ежемесячный научный электронный журнал "Educatio"*. 2015а. № 3(10). Ч. 10. С. 64—68.
- Гадиров В.Г. Поиск нетрадиционных ловушек нефти и газа, связанных с вулканогенной ассоциацией в условиях Азербайджана. *Геофизические новости в Азербайджане.* 2015 б. № 3-4. С. 8—14.
- Гадиров В.Г. Прогнозирование вулканогенных образований мезозоя Среднекуринской депрессии и их нефтегазоносности по комплексным геофизическим данным: *Автореф. дис. ... канд. геол.-мин. наук.* Баку, 1991. 22 с.
- Керимов К.М., Гадиров В.Г. Некоторые особенности проявления магматического вулканизма в Куринской впадине. *Азербайджанское нефтяное хозяйство.* 2015. № 4. С. 9—13.
- Печерский Д.М., Орлюк М.И., Пашкевич И.К. Магнетизм низов земной коры континентов: развитие результатов исследований и идей З.А. Крутиховской. *Геофиз. журн.* 2006. Т. 28. № 5. С. 40—51.
- Салахов А.С., Салаева Ф.О. Корреляция разреза Саатлинской сверхглубокой скважины с разрезами разведочных скважин соседних площадей. *Изв. АН Азерб. ССР. Сер. наук о Земле.* 1987. № 4. С. 37—43.

## Local magnetic anomalies of Middle Kur depression of Azerbaijan and its geological interpretation

© V. G. Gadirov, K. V. Gadirov, M. A. Bekirov, 2016

The nature of magnetic field, and its local components in the Middle Kur depression of Azerbaijan have been analyzed to clarify the distribution of magnetically active magmatic rocks in the plan and in the geological section. It has been shown that magnetic field intensity in the region varies in a wide range of up to  $-400 \text{ nT} + 700 \text{ nT}$ . It has been found that the positive local magnetic anomalies are detected in the region where the drilling of deep wells revealed volcanic rocks such as andesite, basalt, dacite having high magnetic susceptibility. The local magnetic anomalies show the local distribution of magmatic rocks in the region. With increase in the radius of averaging and, accordingly, the depth of studies the intensity of positive magnetic anomalies increases that is interpreted as an increase of mass of magmatic rocks with depth. It is shown that the results of magnetic survey can be used to predict the distribution of magmatic formations in the Middle Kur depression.

**Key words:** magnetic survey, local anomalies, magmatic formations, the spatial position, the Middle Kur depression.

### References

- Aliyev A. I., Efendiyeva S. T., 2001. Lithologic and stratigraphic characteristic section Kurdamir-Saatli buried ridge according to deep drilling. *Izvestiya NAN Azerbaydzhana. Nauki o Zemle* (1), 21—29 (in Russian).
- Verba V. V., 2006. The nature of anomalous magnetic field of a province of Central-Arctic uplifts in Amerasian basin of the Arctic Ocean. *Geofizicheskiy zhurnal* 28(5), 95—103 (in Russian).
- Gadirov V. G., 2002. Gravimagnetic study the distribution of buried volcanic rocks in Middle Kur depression due to their oil and gas. *Geolog Azerbaydzhana* (7), 130—141 (in Russian).
- Gadirov V. G., 2015a. Magmatic volcanism Middle Kur depression of Azerbaijan and its role in the accumulation of hydrocarbons. *International scientific monthly electronic magazine "Educatio"* (3), 64—68 (in Russian).
- Gadirov V. G., 2015b. Search of unconventional oil and gas traps, associated with volcanic association in the conditions of Azerbaijan. *Geofizicheskiye novosti v Azerbaydzhane* (3-4), 8—14 (in Russian).
- Gadirov V. G., 1991. Predicting volcanic formations of the Mesozoic Middle Kur depression and their oil and gas on the integrated geophysical data: *The Abstract Dis. ... Cand. geol.-miner. sci.* Baku, 22 p. (in Russian).
- Kerimov K. M., Gadirov V. G., 2015. Some features of manifestation of magmatic volcanism in the Kur depression. *Azerbaydzhanskoye neftyanoye khozyaystvo* (4), 9—13 (in Russian).
- Pecherskiy D. M., Orlyuk M. I., Pashkevich I. K., 2006. Magnetism of the lowest parts of the continents Earth's crust: development of the results of the studies and of the ideas of Z. A. Krutikhovskaya. *Geofizicheskiy zhurnal* 28(5), 40—51 (in Russian).
- Salakhov A. S., Salayeva F. O., 1987. Correlation cut Saatli super-deep well with sections of exploratory wells adjacent areas. *Izvestiya Azerb. SSR. Ser. Nauk o Zemle* (4), 37—43 (in Russian).