© А.М.Саламов, В.А.Мамедов, О.Ф.Наджафов, Л.С.Исаева, 2017

СОВРЕМЕННОЕ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ И МОДЕЛИРОВАНИЕ ЭКЗОГЕННЫХ ГЕОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ В БЕРЕГОВОЙ ЗОНЕ оз. МИРЗАЛАДИ (Абшеронский п-ов)

А.М.Саламов, В.А.Мамедов, О.Ф.Наджафов, Л.С.Исаева

Институт геологии и геофизики НАНА
AZ1148, Баку, просп. Г.Джавида, 119

Представлены результаты геоэкологических и геофизических исследований, проведенных в бассейне оз. Мирзалади, расположенного в северо-западной части Абшеронского полуострова. Выявлено, что с увеличением антропогенной нагрузки промышленного и коммунально-бытового характера на водосборе озера активизируется процесс загрязнения водной среды и донных отложений. Методом вертикального электрического зондирования исследован геологический разрез до глубины в 40 м, определены предполагаемые мощность и литологический состав отдельных слоев и разрывных нарушений. Моделированы процессы развития экзогенных явлений в береговой зоне озера.

Введение

Практически начиная со второй половины XIX века с усилением нефтегазодобычи и других отраслей хозяйства, связанных с ней, а также с увеличением населения Абшеронского полуострова поэтапно наравне с другими компонентами природы загрязняются и озера региона. Одним из таких озер является Мирзалади, находящееся в северо-западной части полуострова на высоте около 12 м между поселками Новханы и Бинагади.

Район исследования ограничен возвышенностями: Орджандагской на севере, Сараинской на западе, Кечалдаг-Масазырской на юго-западе, Бинагадинской на юге и Фатмаинской на востоке. Водосбор озера характеризуется холмистым рельефом с чередованием возвышенностей в виде вытянутых увалов и плоских долин. Котловина озера имеет тектоническое происхождение, сформировалась в синклинальной мульде, сложенной преимущественно песчанисто-глинистыми отложениями продуктивной толщи (Ширинов, 1965).

Площадь водосбора оз.Мирзалади составляет приблизительно 12 км^2, водосбор с запада граничит с бассейном оз.Масазыр, с севера – оз.Сианшор, а с юга – оз.Бинагади (рис. 1). Площадь водной поверхности озера составляет около 3,4 км^2, длина – 3,8 км, наибольшая ширина – 1,7 км, длина береговой линии – около 13 км. Озеро Мирзалади бессточное, рапное, мелководное, наибольшая глубина – <1м (Мамедов, 2009).

Территория, окружающая озеро – аридная, здесь доминирует климат умеренно-теплых полупустынь и сухих степей с сухим летом. Годовое количество общей солнечной радиации составляет около 130 ккал/см^2, атмосферных осадков – приблизительно 310 мм, а возможная испаряемость более чем в 3 раза превышает годовое количество атмосферных осадков. Преобладающие направления ветра – северные и северо-западные со средней скоростью 5,8 м/сек, сильные ветра (>15 м/сек) наблюдаются 64 дня в году. Дни со снежным покровом в году составляют около 10 (Hacıev, Rəhimov, 1977).

Развитие экзогенных геологических процессов (ЭГП) на территории населенных пунктов и у берегов озер наносит огромный ущерб природному состоянию земной коры, хозяйству и экономике, а также создает многофакторные экологические проблемы для региона. Оценивание и прогнозирование опасности ЭГП, исходя из геолого-структурного и литологического строения района, а также физических характеристик грунтов на выбранном участке, позволяют провести геофизические исследования, выполненные методом ВЭЗ – вертикального электрического зондирования (рис. 2).

Целью данной работы является оценка современного геоэкологического состояния оз.Мирзалади и моделирование развития ЭГП в береговой зоне путем проведения геофизических исследований.

Материалы и методы исследования. Материалами для данной статьи в основном послужили результаты полевых исследований авторов.



Рис. 1. Вид на оз. Мирзалади с восточного берега

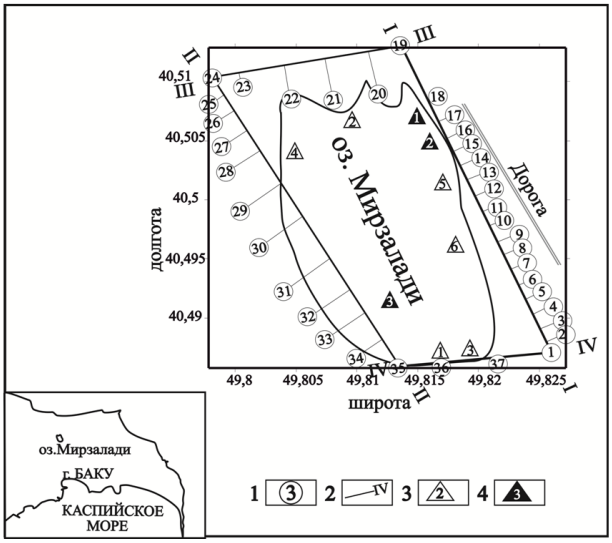

Рис. 2. Схема расположения в акватории оз.Мирзалади геофизических профилей, а также мест отбора проб воды и донных отложений
1 – точки ВЭЗ и их номера; 2 – линии геофизических профилей; 3 – точки отбора проб воды; 4 – точки отбора проб донных отложений

Геофизические работы выполнены методом ВЭЗ с целью более детального литологического расчленения геологического разреза на площади исследования по двум основным и поперечным профилям (рис. 2) в масштабе 1:5000 с помощью четырехэлектродной симметричной установки AMNB с разносами AB/2 = 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10, 10; 12, 12; 14; 16; 18; 20; 22; 24, 24; 26, 26; 28; 30; 32; 34; 36, 36; 38, 38; 40, а также MN/2 = 0,3; 0,3; 0,3; 0,3; 0,3; 0,3; 0,3; 0,3; 0,3; 0,3,1; 0,3,1; 1; 1; 1; 1; 1; 1,2; 1,2; 2; 2; 2; 2; 2,3; 2,3; 2,3; 3 (Попов и др., 1990).

Для измерений использовалась электроразведочная аппаратура ЭРА-МАХ с рабочей частотой 4,88 Гц. Измерительная установка ориентирована по направлению профилей, общая длина которых составляет 8465 погонных метров, координаты точек наблюдения определялись по GPS.

В целях оценки физико-химического состояния вод и донных отложений в 1998-2014 гг. отобрано девять проб: 6 из воды и 3 из поверхностного слоя донных отложений на репрезентативных участках озера. Кроме того, использованы данные химического состава четырех проб воды, полученные в 1993-1995 гг. Министерством экологии и природных ресурсов. В микроэлементном составе донных отложений определены элементы: Li, Rb, Cu, Zn, Cd, Sr, Ba, Ga, Sn, Pb, V, Cr, Mo, Mn, Co, Ni.

В целях оценки роли каждого тяжелого металла (ТМ) в загрязнении донных отложений определены их коэффициенты концентрации (КК).

Анализы проведены по общепринятой методике в соответствующих лабораториях Института геологии и геофизики НАНА. Гидрохимическая классификация вод выполнена по О.А.Алекину (1970).

Результаты и обсуждение

Результаты химических анализов воды и донных отложений показывают, что степень минерализации озерной воды в многолетнем разрезе зависит от сезонов года и объема антропогенного сброса, колеблется от 10 до 450 г/дм^3 и в среднем составляет 100-150 г/дм^3. По гидрохимической классификации О.А.Алекина (1970) вода озера относится к хлоридному и сульфатному классам, натриевой группе, второму типу вод. В процессе уменьшения минерализации вод в отдельные периоды кроме атмосферных осадков немаловажную роль играют неочищенные коммунально-бытовые стоки, поступающие из населенных пунктов (таблица).

В пробах вод количество таких загрязнителей среды, как нефтепродукты колеблется в пределах 0,02-0,38 мг/дм^3 (выше ПДК почти в 8 раз); синтетические поверхностно-активные вещества – 0,064-0,120 мг/дм^3 (около или выше ПДК); фенолы – 0,003-0,040 мг/дм^3 (в 3-40 раз выше ПДК).

Химический состав и степень минерализации вод оз.Мирзалади

№	Дата отбора проб	Катионы, мг/дм^3			Анионы, мг/дм^3			Сумма ионов, г/дм^3	Тип воды
		Ca^{2+}	Mg^{2+}	$N^{+}+K^{+}$	HCO_3^-	SO_4^{2-}	Cl^-		
1	06.1993	484	178	39805	732	2851	59213	109,6	S_{II}^{Na}
2	10.1994	996,3	1198	114123	3350	19201	159211	299,1	Cl_{II}^{Na}
3	05.1995	993,2	1196	115834	3356	19201	160217	300,8	Cl_{II}^{Na}
4	07.1996	440,5	817,4	42091	801,3	20145	4999	114,3	S_{II}^{Na}
5	01.1998	221,0	122,1	168,4	498,3	673,4	4213,2	11,5	Cl_{II}^{Na}
6	11.2014	3,7	10043	159103	19,1	14497	268216	451,9	Cl_{II}^{Na}

Количество растворенного в воде кислорода практически во все сезоны года бывает меньше нормы и колеблется в пределах 2,9-5,9 мг/дм^3, а уровень CO_2 и H_2S часто превышает допустимую норму и составляет соответственно 1,5-30,0 и 0,02-0,05 мг/дм^3. Присутствие в рапе повышенного содержания CO_2 и H_2S, возможно, связано с биохимическими процессами, происходящими в водной среде, или с подпитыванием озера высокоминерализованными водами из глубоких слоев водосбора.

Ежегодно в теплый сезон года под рапой формируется соляная (NaCl) корка толщиной в несколько миллиметров, часть которой собирается для использования в пищевых и технических целях. Под многолетней соляной коркой находятся донные отложения темно-серого цвета. В их минералогическом составе преобладают SiO_2 (24,4%), NaCl (18,6%) и $CaCO_3$ (14,5%). Во всех пробах по определению микроэлементного состава количество кадмия в 1,67-6,7 раза больше его кларка (0,3мг/кг) в осадочных породах. Результаты анализа проб донных отложений, взятых в 2014 году, показаны на рис.3.

Повышенные концентрации Ni, Mo, Pb и Cd в донных отложениях являются дополнительными источниками напряжения геоэкологической ситуации в районе (Мамедов, Алиев, 2005).

В результате проведенных геофизических исследований по удельным электрическим сопротивлениям ($\rho_{у.э.с.}$) были составлены геоэлектрические разрезы, которые затем были преобразованы в литолого-геофизические. Установлено, что $\rho_{у.э.с}$ слоев, слагающих геологическую среду на площади исследования, меняется в интервале от 0,5 до 150 Ом·м, а мощность этих слоев составляет 1,5-35 м. В северо-западной и северо-восточной частях рабочих площадей на поверхность выходят чередующиеся маломощные слои глин и песчаников мощностью 1-8 метров с $\rho_{у.э.с.}$ = 50-150 Ом·м.

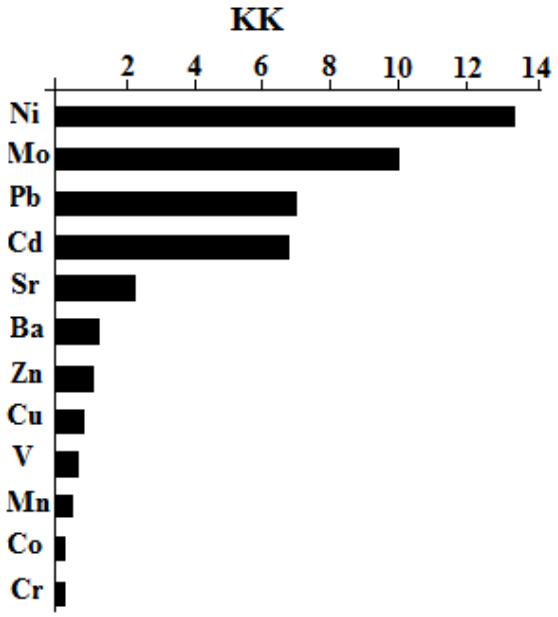

Рис. 3. Значения коэффициента концентрации КК (мг/кг / кларк элемента) микроэлементов в донных отложениях оз. Мирзалади

В результате проведенных исследований были выявлены и трассированы предполагаемые разнонаправленные разрывные нарушения в интервалах ВЭЗ № 10-11, 5-6, 6-7, 3-2, 26-27, 30-31, 33-34,1-37, 20-21 (рис. 4).

Установлено, что оз.Мирзалади расположено на пересечениях разнонаправленных разрывных нарушений.

Выявлено, что на площади исследования верхний слой геологического разреза сложен обломками разных по составу отложений. Мощность этих отложений по территории меняется в интервале 1-9 м, а $\rho_{у.э.с.}$ – от 5 до 20 Ом·м, и они обладают коллекторными свойствами.

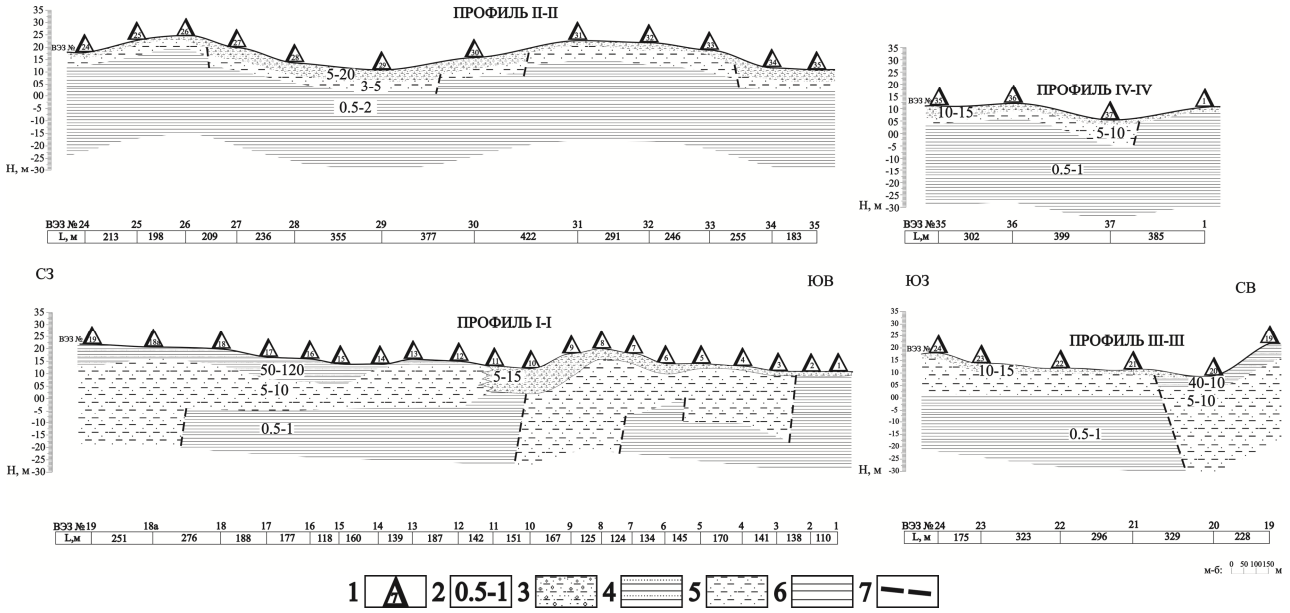

Рис. 4. Предполагаемые литолого-геофизические разрезы по профилям I-I, II-II, III-III и IV-IV
1 – номера точек ВЭЗ; 2 – удельное электрическое сопротивление слоев; 3 – делювиальные отложения; 4 – чередования слоев маломощных глин и песков; 5 – песчанистые глины; 6 – переувлажненные и минерализованные глины; 7 – предполагаемые разрывные нарушения, выявленные по данным геофизических исследований

По физическим параметрам пород, слагающих верхний слой территории исследования, были выделены участки и построены карты распространения предполагаемых изомощностей, а также плотностей пород в естественном состоянии и расположенных под водой. Эти участки наиболее склонны к развитию ЭГП (рис. 5, 6, 7).

В северо-восточной части площади исследований мощность пород, которые предположительно склонны к развитию ЭГП, составляет 9 м, а в восточной и юго-восточной частях она уменьшается до 2-3 м.

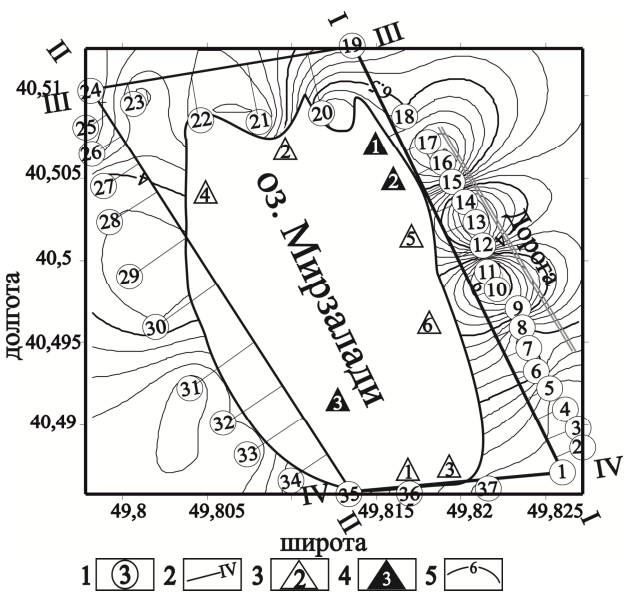

Рис. 5. 2D модель изомощностей пород, подверженных развитию ЭГП (м)
1 – точки ВЭЗ и их номера; 2 – линии геофизических профилей; 3 – точки отбора проб воды; 4 – точки отбора проб донных отложений; 5 – изолинии изомощностей пород

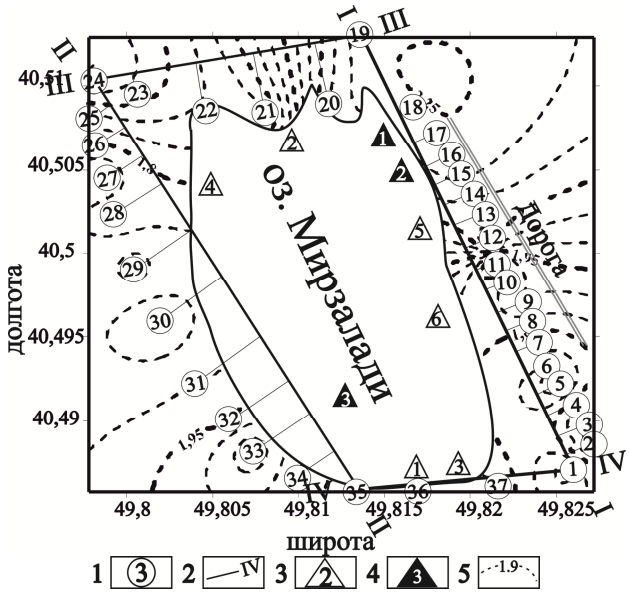

Рис. 6. 2D модель плотностей пород, подверженных развитию ЭГП (т/м^3)
1 – точки ВЭЗ и их номера; 2 – линии геофизических профилей; 3 – точки отбора проб воды; 4 – точки отбора проб донных отложений; 5 – изолинии плотностей пород

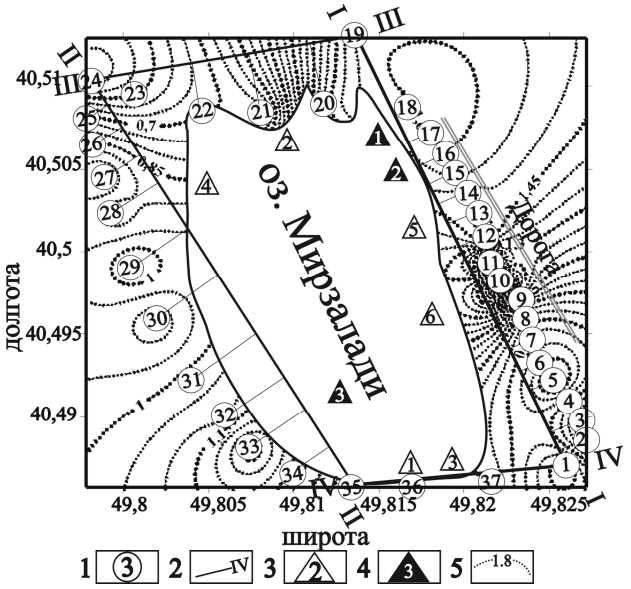

Рис.7. 2D модель плотностей пород, расположенных под водой и подверженных развитию ЭГП (т/м^3)
1 – точки ВЭЗ и их номера; 2 – линии геофизических профилей; 3 – точки отбора проб воды; 4 – точки отбора проб донных отложений; 5 – изолинии плотностей пород под водой

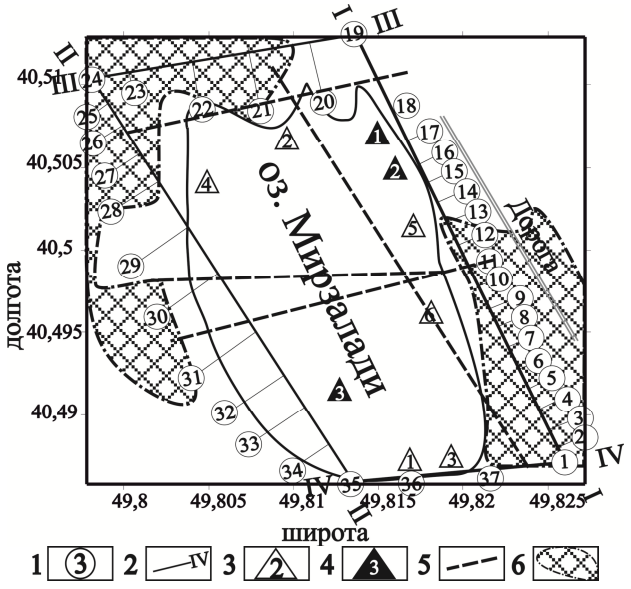

Рис. 8. Результативная карта геофизических исследований
1 – точки ВЭЗ и их номера; 2 – линии геофизических профилей; 3 – точки отбора проб воды; 4 – точки отбора проб донных отложений; 5 – предполагаемые разрывные нарушения, выявленные геофизическими исследованиями; 6 – прогнозируемые участки развития ЭГП в акватории оз.Мирзалади

По площади исследования предполагаемая плотность пород, указывающая на развитие ЭГП, меняется в интервале от 1,6 до 2,3 т/м^3 (рис. 6).

В юго-восточной и северо-западной частях площади исследования плотность пород, слагающих геологическую среду, меняется в интервале 1,6-1,8, а на северо-востоке и юго-западе – увеличивается до 2-2,3 т/м^3.

Предполагаемая плотность пород, распространенных под водой и склонных к развитию ЭГП, колеблется от 0,4 до 1,8 т/м^3 (рис. 6). В северо-западной и юго-восточной ее частях эта величина меняется в интервале 0,4-0,9 т/м^3, а в северо-восточной и юго-западной – увеличивается до 1,2-1,8 т/м^3.

Сравнивая карты предполагаемых изомощностей, а также плотностей пород в естественном состоянии и расположенных под водой, выявлено, что на площади исследования в юго-восточном и северо-западном направлениях мощность, плотность пород и плотность пород, распространенных под водой, уменьшаются (рис.5,6,7).

Учитывая полученные результаты геофизических исследований, предполагается развитие ЭГП в юго-восточной и северо-западной частях акватории оз.Мирзалади (рис. 8).

Принимая во внимание горизонтальную складчатость слоев, предполагается в основном развитие процессов оседания и образования псевдокарстов вокруг оз.Мирзалади.

Выводы:

– обогащение водной среды и донных отложений разнохарактерными загрязнителями (нефтепродукты, синтетические поверхностные активные вещества, фенолы, ТМ и др.) осложняет геоэкологическое состояние озера и его водосбора;

– в районах пересечения предполагаемых разнонаправленных разрывных нарушений (в северо-западной и юго-восточной частях акватории оз.Мирзалади) ожидается развитие ЭГП;

– геологический разрез площади исследования сложен в верхней части наносами, чередованием маломощных глин с песками, песчанистыми глинами, высокоминерализованными и увлажненными глинами;

– в литолого-геофизических разрезах с увеличением глубины наблюдается повышение естественной влажности и минерализации пород;

– смоделирован процесс развития ЭГП в береговой зоне оз.Мирзалади.

В результате проведенных комплексных исследований рекомендуется проведение мониторинга за геоэкологическими, а также экзогенными процессами, происходящими на водосборной площади оз.Мирзалади.

Данная работа была выполнена при финансовой поддержке Фонда развития науки при Президенте Азербайджанской Республики (Грант № EIF-2013-9(15)-46/25/2).

ЛИТЕРАТУРА

АЛЕКИН, О.А. 1970. Основы гидрохимии. Гидрометеоиздат. Ленинград. 444.

МАМЕДОВ, В.А. 2009. Экогеографические проблемы озер аридных зон Азербайджана. *Известия ДГПУ РФ, естественные и точные науки*, Махачкала, 2, 104-109.

МАМЕДОВ, В.А., АЛИЕВ, Г.И. 2005. Микроэлементы в водной среде озер Абшеронского полуострова и их роль в загрязнении окружающей среды. *Известия НАНА. Науки о земле*, 2, 119-125.

ПОПОВ, Е.А., ТЕН, К.М., ФУНТИКОВ, Г.Н. и др. 1990. Методические рекомендации по использованию ВЭЗ для детального расчленения разреза при решении геологических и инженерно-геологических задач. Ротапринт. Москва. 52 с.

ШИРИНОВ, Н.Ш. 1965. Геоморфология Апшеронской нефтеносной области. Изд. АН Азерб. ССР. Баку. 188 с.

HACIYEV, Q.Ə., RƏHİMOV, B.Ə. 1977. Azərbaycan SSR inzibati rayonlarının iqlim səciyyəsi. Elm. Bakı. 270 s.

Рецензент: академик Р.М.Мамедов