УДК 622.36.574

Исследование влияния антропогенных факторов на изменение геоэкологического состояния оз. Ходжагасан Азербайджана

В.А.МАМЕДОВ¹, А.М.САЛАМОВ¹, Х.Х.ХАЛИЛОВА²✉

¹ Институт геологии и геофизики Национальной академии наук Азербайджана, Баку, Азербайджанская Республика

² Институт физики Национальной академии наук Азербайджана, Баку, Азербайджанская Республика

Рассмотрены результаты геоэкологических и геофизических исследований, проведенных в бассейне оз. Ходжагасан, расположенного в западной части г. Баку. Основной целью работы было исследование влияния антропогенных факторов на геоэкологические условия озера. Для оценки развития экзогенных геологических процессов в береговой зоне озера и их влияния на окружающую среду были проведены геофизические исследования, выполненные методом вертикального электрического зондирования. С 1990 по 2014 годы на репрезентативном участке озера изучена физико-химическая характеристика вод и донных отложений. В микроэлементном составе донных отложений определены концентрации металлов, включая такие токсичные элементы, как Cu, Zn, Cd, Sr, Ba, Pb, Cr и Ni. Было выявлено, что с середины XIX в. и особенно со второй половины XX в. высокий темп роста населения и урбанизации на территории Апшеронского полуострова (в Республике Азербайджан название Апшерон заменено на Абшерон) привел к интенсивному использованию природных ресурсов, а также к увеличению антропогенной нагрузки на окружающую среду. Наравне с другими компонентами природной среды, техногенезом активно нарушается естественный круговорот вещества и энергии в лимногенезе, так как озерные котловины занимают пониженную часть рельефа и часто здесь накапливаются промышленные, коммунально-бытовые, сельскохозяйственные и другие сбросы. Накопленные в озерной котловине загрязнители влияют на гидробиохимические условия, трансформируют количественные и качественные показатели водной среды и донных отложений. Факторы, влияющие на озерный ландшафт, различны в генетическом отношении, неравнозначны по степени и характеру воздействия, а также по продолжительности.

Ключевые слова: антропогенные факторы; оз. Ходжагасан; геоэкология; сточные воды; донные отложения; вертикальное электрическое зондирование

Как цитировать эту статью: Мамедов В.А. Исследование влияния антропогенных факторов на изменение геоэкологического состояния оз. Ходжагасан Азербайджана / В.А.Мамедов, А.М.Саламов, Х.Х.Халилова // Записки Горного института. 2019. Т. 239. С. 603-610. DOI 10.31897/PMI.2019.5.603

Введение. Интенсивное развитие промышленных предприятий и транспортной инфраструктуры стало причиной серьезных экологических проблем. Большие количества выбросов в окружающую среду вызвали такие глобальные проблемы, как изменение климата, парниковый эффект, кислотные дожди и образование озоновых дыр, решение которых стало основной задачей мировой общественности. За последние десятилетия много научных исследований было сосредоточено на воздействии антропогенных факторов на природную среду [6, 9, 11, 12, 15, 17, 19]. Известно, что выброс углеводородов, тяжелых металлов, радиоизотопов и других токсичных веществ в окружающую среду приводит к их накоплению в почвах, водоемах и других компонентах экосистемы, поэтому защита и восстановление природных ресурсов является главной целью ученых во многих странах мира [13, 14, 22].

Наибольшую нагрузку испытывают урбанизированные территории промышленных регионов. Наряду с другими промышленно развитыми странами, в Азербайджане увеличивается антропогенная нагрузка на окружающую среду в целом, в том числе и на озера [3, 8]. Озерные системы принципиально важны для окружающей среды, биосферы и населения. Они более подвержены антропогенному влиянию [10, 20, 21].

Одним из таких озер Азербайджана является Ходжагасан. Озеро расположено в северной части Ясамальской долины на высоте около 14 м (рис.1). Форма озера удлиненная в меридиональном направлении. Поскольку Ясамальская долина в хвалынский и хазарский периоды была заливом Каспийского моря, в строении озерной чаши преобладают морские отложения. У западных берегов обнажаются холмы из глинистого сланца акчагылского периода, а северо-западные берега состоят из песчано-глинистых слоев продуктивной толщи [7].

Площадь озера Ходжагасан более 1 км², длина около 3 км, наибольшая ширина 0,6 км, максимальная глубина около 5 м [18]. Площадь водосбора озера около 20 км², частично охватывает

Рис.1. Вид на оз. Ходжагасан с западного берега

Шабандаг и Зигильпиринское поднятие, а также Баладжарское плато. С развитием на этой территории строительства поверхностный сток в озеро незначительный.

Территория, окружающая озеро, – аридная, здесь доминирует климат умеренно теплых полупустынь и сухих степей с сухим летом. Годовое количество общей солнечной радиации составляет около 132 ккал/см^2 , средняя годовая температура воздуха $14,5^\circ\text{C}$, средняя январская температура около $3,5^\circ\text{C}$, летом в отдельные дни температура воздуха повышается до 41°C . Средняя продолжительность безморозного периода составляет 295-300 дней. Средняя годовая температура поверхности почвы 17°C . В районе озера за год выпадает около 250 мм атмосферных осадков, максимум их приходится на холодное по-

лугодие. В годовом ходе осадков отмечаются два максимума: осенью (в ноябре) и весной (в апреле). Из общего количества годовых осадков 6 % приходятся на твердые осадки, 86 % – на жидкие и 8 % – на смешанные. В среднем за сезон наблюдаются 7-10 дней со снежным покровом. В отдельные суровые зимы, обусловленные мощными вторжениями холодных воздушных масс, снег может выпадать и удерживаться более продолжительное время, в теплые зимы снега вообще нет. Незначительное количество осадков, выпадающих в твердом виде, определяет малую высоту снежного покрова, чаще 1-5 см. Возможная испаряемость более чем в 3 раза превышает годовое количество атмосферных осадков.

Преобладающие направления ветра – северные (38 %) и южные (19 %), средняя годовая скорость ветра 6,0 м/с. Ветры северного направления (местное название «хазри») со скоростью 20-25 м/с наблюдаются довольно часто. В холодное время хазри приводит к резкому понижению температуры воздуха, а летом ослабляет жару [2].

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 для региона многофакторные экологические проблемы. Оценка и прогноз опасности ЭГП, исходя из геолого-структурного и литологического строения района, а также физических характеристик грунтов на выбранном участке, позволяют провести геофизические исследования, выполненные методом вертикального электрического зондирования (ВЭЗ) [5].

Целью данной работы является оценка современного геоэкологического состояния оз. Ходжагасан и развития экзогенных геологических процессов в береговой зоне путем проведения геофизических исследований.

Материалы и методы исследования. Материалами исследования являлись пробы вод и донных отложений оз. Ходжагасан. В целях оценки влияния озера на окружающую среду были решены следующие задачи с применением метода ВЭЗ:

- 1) детальное расчленение геологического разреза до глубины 40 м;
- 2) определение некоторых предполагаемых физических параметров геологической среды и мощности отдельных слоев;
- 3) выявление и прослеживание предполагаемых разрывных нарушений по площади исследования.

Геофизические работы проводились симметричной измерительной установкой AMNB, разностями с $AB/2 = 1; 2; 3; 4; 5; 6; 7; 8; 9; 10; 10; 12; 12; 14; 16; 18; 20; 22; 24; 24; 26; 26; 28; 30; 32; 34; 36; 36; 38; 38; 40$, а также $MN/2 = 0,3; 0,3; 0,3; 0,3; 0,3; 0,3; 0,3; 0,3; 0,3; 0,3; 1; 0,3; 1; 1; 1; 1; 1; 1; 2; 1; 2; 2; 2; 2; 2; 2; 3; 2; 3; 3$ электроразведочной аппаратурой ERA-MAX частотой 4,88 Гц по одному профилю (I-IC-Ю) в масштабе 1:5000.

Измерительная установка ориентирована по направлению профиля, длина которого составляет 4219 погонных метров, физических точек 15, координаты точек наблюдения определялись с помощью системы глобального позиционирования GPS.

В целях оценки физико-химического состояния вод и донных отложений в 1990-2014 годах проводились исследования на репрезентативном участке озера. В микроэлементном составе донных отложений определены: Cu, Zn, Cd, Sr, Ba, Sn, Fe, Ti, Pb, V, Cr, Mo, Mn, Co, Ni (рис.2). Для оценки вклада каждого тяжелого металла в загрязнение озера были определены их кларки в пробах донных отложений. Также были изучены гранулометрический и минералогический составы донных отложений.

Анализы проведены по общепринятой методике в соответствующих лабораториях Института геологии и геофизики Национальной академии наук Азербайджана. Гидрохимическая классификация вод выполнена по О.А.Алекину [1]. С целью выполнения поставленной задачи исследования проводились в двух направлениях:

1) геофизическим методом было изучено состояние геологической среды, окружающей озеро (слоев и пород до глубины 40 м);

2) геохимическими методами был исследован химический состав вод и донных отложений в целях выявления его изменения в результате антропогенного воздействия и потенциальных источников загрязнения и т.д.

Результаты и обсуждения. Формирование современного состояния оз. Ходжагасан происходило в два этапа: период естественного развития и период антропогенного воздействия.

Этап естественного развития продолжался до середины XX в. Сбор воды в озере происходил только в дождливый период, а ее глубина не превышала 0,5 м. В жаркое время снежные и дождевые воды, собранные в озере, испарялись. Поскольку поток родниковой воды на поверхности в северо-западной части озера был небольшим, он лишь частично увлажнял отложения вокруг, а роль его в питании озера была незначительной. Таким образом, можно отметить, что во время естественного режима оз. Ходжагасан было небольшим водоемом, питающимся главным образом атмосферными осадками. Центральные части его чаши были солено-грязевыми, со слабо соленым, обычно эфемерным, окружением.

Период антропогенной нагрузки, начавшейся с середины XX в., продолжается до настоящего времени. Промышленные стоки, образующиеся при эксплуатации нефтегазовых месторождений вокруг озера, сточные воды соседних промышленных и перерабатывающих предприятий, а также коммунально-бытовые и сельскохозяйственные выбросы поселков Ходжагасан и, частично, Ени Сулутепе привели к увеличению объема, площади и глубины озера в несколько раз, вызывая ряд экологических проблем. По данным авторов, более 9 млн м³ сточных вод сбрасывается в озеро из вышеназванных объектов, 80 % из них составляют коммунально-бытовые воды. Большое количество сточных вод выгружается в озеро через три выходные линии, включая 6220 м³/день по первой, 173 м³/день по второй и 260 м³/день по третьей линии [4].

Северо-западное побережье является наиболее загрязненной частью озера. Вдоль восточного побережья проходит железная дорога Баку – Тбилиси. Высокий уровень воды представляет опасность для дороги. Время от времени края дороги со стороны озера уплотняют крупными камнями, чтобы железнодорожное полотно не разрушалось во время колебаний.

За время антропогенного воздействия уровень воды в озере поднялся на 5-6 м, что требовало уменьшения накопившейся воды для предотвращения возможных аварий. С этой целью в 1971 г.

Рис.2. Схема расположения геофизического профиля у оз. Ходжагасан и мест отбора проб воды и донных отложений

1 – точки ВЭЗ и их номера; 2 – линия геофизического профиля; 3 – точки отбора проб воды; 4 – точка отбора проб донных отложений

в южной части озера была установлена водосливная плотина. Когда объем воды озера достигает определенного уровня, вода собственным потоком направляется отсюда на оз. Гу, расположенное на востоке от Красного озера. Поток воды течет через земляное русло и, распространяясь вдоль всей железной дороги, образует многочисленные пруды и заболоченные территории, создавая новые экологические проблемы. В естественном состоянии озеро было бессточное. После 1971 г. наблюдаются переменные стоки.

В настоящее время основными источниками питания озера являются атмосферные осадки, коммунально-бытовые, сельскохозяйственные и промышленные сточные воды и, возможно, небольшое количество грунтовых вод. Потери воды озера связаны с испарением, стоком в Красное озеро в определенное время года и инфильтрацией.

Уровень воды в озере за последние 50-60 лет, как правило, возрастает, а уровни сезонных колебаний не превышают 0,5 м. В жаркое время года температура воды на побережье увеличивается до 30 °С. В холодные зимние дни в береговой зоне озера наблюдается ледообразование.

Поскольку в питании оз. Ходжагасан преобладают коммунально-бытовые воды, уровень минерализации озерной воды невелик и составляет в среднем до 3000 мг/дм³ (см. таблицу). По химическому составу воды озера относятся к натриевой группе хлоридного класса. Обычно в массе воды образуется слабощелочная среда. Концентрация растворенного кислорода зимой близка к норме (8-10 мг/дм³), а летом резко уменьшается (5-7 мг/дм³).

Химический состав вод оз. Ходжагасан в разные годы, мг/дм³

Дата отбора проб	pH	Анионы			Катионы			Минерализация
		HCO ₃ ⁻	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Na ⁺ + K ⁺	
05.1990	8,5	336	384	500	90	52	433	1670
11.1994	7,7	30	452	960	100	66	724	2500
06.1998	8,2	330	522	376	83	75	380	1790
12.2014	7,9	10,1	179,3	584,3	131,1	184,8	528,6	1833

Если мы рассмотрим особенности изменения степени минерализации воды оз. Ходжагасан в течение последних десятилетий, то увидим, что минерализация воды меняется в пределах 1700-2500 мг/дм³ и в целом в последние годы стабилизируется. Степень минерализации воды уменьшалась в 8-10 раз по сравнению с природными условиями, степень загрязнения увеличилась в несколько раз.

В изменении химического состава воды главную роль играют элементы типоморфной группы (Fe, Pb, Zn, Cd, Mo, Co, Mn). Специфика накопления тяжелых металлов в озерных системах разнообразна, в общих чертах соответствует механизму осадконакопления мелководных бассейнов. Порядок накопления элементов связан с геохимическими барьерами, особенно с физико-химическим режимом, часто носившим для каждого элемента индивидуальный, нередко комплексно-групповой характер, что определяет геохимический механизм телескопирования вещества.

В сравнении с донными отложениями, количество макроэлементов в водной среде в десятки-сотни раз меньше. Вопросы источников питания, миграции и осаждения микроэлементов в водной среде и донных отложениях в связи с гетерогенностью металлонакопления до конца не уточнены [16].

Наряду с природными факторами в формировании донных отложений озера участвуют и антропогенные выбросы. Фракции диаметром 5-10 мм составляют 23,7 % осадков, фракции диаметром менее 1 мм – 56,8 %, количество других фракций незначительно (рис.3).

В составе отложений обнаружены восемь минералов с преобладанием кварца и кальцита (рис.4).

Рис.3. Гранулометрический состав донных отложений оз. Ходжагасан, %

В числителе – время падения частицы, с;
в знаменателе – плотность частицы, г/см³

Разнообразие и количество компонентов, образующих породы донных отложений, следующее, %:

Na ₂ O	MgO	Al ₂ O ₃	SiO ₂	P ₂ O ₅	SO ₃	K ₂ O	CaO	TiO ₂	MnO	Fe ₂ O ₃	Cl	УК*
1,06	2,00	9,26	47,7	0,025	2,44	1,88	14,26	0,548	0,043	5,25	–	15,6

*УК – количество компонентов, улетучивающихся при 950 °С.

Анализ приведенных данных показывает, что оксиды кремния, кальция и алюминия (71,2 %) доминируют среди компонентов, образующих донные отложения. Количество органического углерода в осадочных отложениях составляет 1,50-1,70 %. Поскольку наиболее населенная и промышленно развитая зона расположена на северо-западном побережье оз. Ходжагасан, процесс загрязнения также активен в этой части.

Определенная часть загрязнителей, поступающих в озеро с различными сбросами, накапливается в донных отложениях. Содержание микроэлементов в образцах отложений, взятых из северо-западной части озера в 2015 г., приведено на рис.5.

Рис.4. Минеральный состав донных отложений оз.Ходжагасан, %

Рис.5.Диаграмма, показывающая, во сколько раз больше или меньше кларкового числа количество микроэлементов в донных отложениях оз. Ходжагасан

Рис.6. Предполагаемый литолого-геофизический разрез по профилю I-I

1 – номера точек ВЭЗ; 2 – удельное электрическое сопротивление пород; 3 – делювиальные отложения; 4 – глины; 5 – сильно увлажненные глинистые породы; 6 – глины с тонкими прослойками песков; 7 – предполагаемые нарушения, выявленные методом ВЭЗ

Рис. 7. Карта-схема отложений по береговой зоне оз. Ходжагасан, развитие ЭГП: а – изомощностей; б – плотностей в естественном состоянии

Рис. 8. Карта-схема отложений по береговой зоне оз. Ходжагасан по результатам геофизических исследований: а – плотности под водой; б – площади развития ЭГП
1 – предполагаемые разрывные нарушения, выявленные методом ВЭЗ; 2 – площади развития предполагаемых ЭГП

Как видно из диаграммы, количество шести элементов, в том числе железа, кадмия, стронция, бария, свинца и молибдена, в 1,1-10 раз больше кларкового числа в осадочных породах.

Надо отметить, что в акватории оз. Ходжагасан геофизические исследования методами электроразведки проводились впервые. В результате исследований методом ВЭЗ на основе количественной интерпретации полученных данных были построены предполагаемые литолого-геофизические разрезы по одному из профилей (рис.6).

В результате геофизических исследований в предполагаемом литолого-геофизическом разрезе выявлены породы разного литологического состава. Удельное электрическое сопротивление $\rho_{у.э.с}$ и мощность пород меняются соответственно в интервалах 1-35 Ом·м и 0,5-25 м. Эти слои предположительно сложены из делювиальных отложений, глин, сильно увлажненных глин и глины с прослойками маломощных песков.

Мощность и удельное электрическое сопротивление слоев меняется в интервалах соответственно 0,5-3 м, 20-35 Ом·м; 2-25 м, 5-10 Ом·м; 1-18 м, 1-5 Ом·м и 0,5-4,5 м, 10-15 Ом·м. На основании результатов геофизических исследований предполагается, что геологический разрез вокруг оз. Ходжагасан в основном сложен из глин и глинистых пород. Мощность отдельных слоев в разрезе часто меняется, предполагается, что это связано с колебанием уровня Каспийского моря.

В литолого-геофизическом разрезе профиля I-I, в интервале ВЭЗ № 8-9 выявлено разрывное крутопадающее нарушение (рис.7).

В результате геофизических исследований на основании определения мощности и некоторых физических параметров отложений в поверхностной части разреза береговой зоны оз. Ходжагасан были выделены площади, где предположительно происходит развитие экзогенных геологических процессов и развитие этих процессов носит прерывистый и неравномерный характер.

В западной береговой зоне озера, где развиты ЭГП, мощность предполагаемой массы составляет 0,8-4,8 м, а в северо-восточной части она увеличивается до 6,4 м (рис.8, а).

По площади исследования плотность отложений, в которых предполагается развитие ЭГП, меняется от 1,62-2,18 т/м³ (центральная и северо-западная части

береговой зоны озера). В юго-западной части наблюдается увеличение плотности пород от 1,62 до 1,84 т/м³ (рис.8, б).

С целью определения в отложениях развития предполагаемых ЭГП по береговой зоне оз. Ходжагасан построена карта плотностей под водой (рис.8, а). Установлено что предполагаемые

плотности отложений под водой по береговой зоне меняются в интервале 0,45-1,45 т/м³. В юго-западной и центральной частях площади исследования предполагаемая плотность отложений под водой 0,45-1,05 т/м³, а в северо-западной части озера – 1,05-1,45 т/м³.

В результате анализа геофизического исследования прогнозируется развитие ЭГП в западной и юго-западной частях береговой зоны оз. Ходжагасан и в районе, где выявлены разрывные нарушения. Это связано с уменьшением плотности отложений на указанных участках и наличием дизъюнктивной дислокации в интервале ВЭЗ № 8-9, в результате чего в этой части береговой зоны озера нарушена целостность слоев.

Заключение. Анализ материалов позволяет сделать следующие основные выводы:

– начиная с середины XX в. бессточное оз. Ходжагасан подвергалось разнофакторному антропогенному прессингу, увеличился объем водной массы за счет сброса неочищенных стоков и степень разнохарактерных загрязнителей в воде и донных отложениях, уменьшилась степень минерализации;

– слои пород, образующих геологическое сечение площади, по литологическому составу в основном сформированы из: верхнего слоя покрытия, чередующихся слоев глин различной толщины и песков меньшей толщины, песчаных, высоко влажных и минерализованных глин;

– благоприятные условия для развития ЭГП были сформированы в зоне пересечения чаши озера с восточно-западной линией разломов, в то же время существует вероятность более быстрого развития ЭГП, скорее всего, в юго-западной и центральной частях;

– учитывая горизонтальное расположение слоев, образующих геологическое сечение берегов оз. Ходжагасан, следует отметить, что есть возможность образования псевдокарста и развития процессов осадконакопления.

ЛИТЕРАТУРА

1. *Алекин О.А.* Основы гидрохимии. Л.: Гидрометеиздат, 1970. 444 с.
2. *Климат Баку.* Л.: Гидрометеиздат, 1988. 110 с.
3. *Мамедов В.А.* Пути трансформации соледобычи из самосадочных озер Апшеронского полуострова / В.А.Мамедов, Х.Х.Халилова // Записки Горного института. 2016. Т. 222. С. 809-815. DOI 10.18454/PMI.2016.6.809
4. *Мирзоев А.Б.* Экологические проблемы Абшеронского полуострова и территории нефтяных месторождений в Азербайджанском секторе Каспийского моря и пути их преодоления / А.Б.Мирзоев, Ф.Б.Шихалиев. Баку: Элм, 2012. 368 с.
5. 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 // Известия Национальной академии наук Азербайджана. Науки о Земле. 2017. № 1-2. С. 59-64.
6. *Телегин Л.Г.* Охрана окружающей среды при сооружении и эксплуатации газонефтепроводов / Л.Г.Телегин, Б.И.Ким, В.И.Зоненко. М.: Недра, 1988. 187 с.
7. *Ширинов А.Ш.* Геоморфология Апшеронской нефтеносной области. Баку: Изд-во АН Азерб. ССР, 1965. 188 с.
8. *Aliyev F.G.* The anthropogenic impact on surface water resources in Azerbaijan / F.G.Aliyev, H.Kh.Khalilova // Energy and Environment. 2014. Vol. 25. № 2. P. 343-356.
9. *Bakr W.* Assessment of the radiological impact of oil refining industry // Journal of Environ. Radioactivity. 2010. № 101. P. 237-243.
10. Concentrations and depositon fluxes of polynuclear aromatic hydrocarbons and heavy metals in the dated sediments of a rural English lake / G.Sanders, K.Jones, J.Hamilton-Tayler, H.Dörr // Environ. Toxicology and Chemistry. 1993. Vol. 12. № 9. P. 1567-1581.
11. *Dushkova D.* Analysis of technogenous impact on geosystems of the European Russian, North / D.Dushkova, A.Evseev // Arctic and North. 2011. Vol. 4. P. 1-30.
12. *Garabedain S.* Levels of some trace metals in falling dust of Basra // Mesopotamian Journal of Marine Science. 2008. № 23 (2). P. 279-286.
13. *Gelorini V.* Historical climate – human – ecosystem interaction in East Africa: A review / V.Gelorini, D.Verschuren // African Journal of Ecology. 2013. Vol. 51. P. 409-421.
14. *Gleick P.H.* Global freshwater resources: Soft-path solutions for the 21st century // Science. 2003. Vol. 302. P. 1524-1528.
15. *Kesoretskikh I.* Assessing spatial and temporal changes in the landscape vulnerability in the Kaliningrad region as an element of sustainable spatial planning / I.Kesoretskikh, S.Zotov, M.Drobiz // Baltic Region. 2015. Vol. 4. P. 122-136. <https://doi.org/10.5922/2074-9848-2015-4-10>
16. *Khalilova H.Kh.* Assessing the anthropogenic impact on heavy metal pollution in soils and sediments in urban areas of Azerbaijan's oil industrial region / H.Kh.Khalilova, V.A.Mammadov // Polish Journal Environmental Studies. 2016. Vol. 25. № 1. P. 159-166.
17. *Kouakou L.* Study of contaminants stemmed from the waste water of the Ivorian refining company/ L.Kouakou, A.Abolle, H. Planche // Energy and environment .2010, Vol. 1. № 6. P. 999-1008.
18. *Mammadov V.A.* The map of the lakes of the Absheron peninsula: National Atlas. Baku: Baku Cartography Factory. 2014. 187 p.

19. Polichtchouk Y. Analysis of impact of atmospheric pollution on the forest-swamp ecosystems of Siberian oil producing regions / Y.Polichtchouk, O.Tokareva // Atmospheric and oceanic optics. 2000. Vol. 13. № 10. P. 882-885.
20. Sayer C.D. Seasonal dynamics of macrophytes and phytoplankton in shallow lakes: A eutrophication-driven pathway from plants to plankton? / C.D.Sayer, T.A.Davidson, J.I.Jones // Freshwater Biology. 2010. Vol. 55. P. 500-513.
21. Simcik M. Polycyclic aromatic hydrocarbons in the Great Lakes / M.Simcik, J.Offenberg // Handbook of Environmental Chemistry. 2006. Vol. 5: Water Pollution. P. 307-353.
22. Sondergaard M. Anthropogenic impacts on lake and stream ecosystems, and approaches to restoration / M.Sondergaard, E.Jeppesen // Journal of Applied Ecology. 2007. Vol. 44. P. 1089-1094. DOI 10.1111/j.1365-2664.2007.01426.x

Авторы: **В.А.Мамедов**, д-р географ. наук, руководитель отдела, vtamed@rambler.ru (Институт геологии и геофизики Национальной академии наук Азербайджана, Баку, Азербайджанская Республика), **А.М.Саламов**, канд. геол.-минерал. наук, руководитель отдела, avazsalatov@yandex.ru (Институт геологии и геофизики Национальной академии наук Азербайджана, Баку, Азербайджанская Республика), **Х.Х.Халилова**, канд. хим. наук, ведущий научный сотрудник, khalilova@rambler.ru (Институт физики Национальной академии наук Азербайджана, Баку, Азербайджанская Республика).

Статья поступила в редакцию 08.10.2018.

Статья принята к публикации 17.10.2018.