

10. Гулин М.Б., Тимофеев В.А., Коваленко М.В., Чекалов В.П., Бондаренко Л.В., Аннинская И.Н., Иванова Е.А. Трансформация затопленных морем фрагментов речных систем в морские биогеоценозы / О.А. Петренко. Материалы VIII Международной научно-практической конференции «Современные рыбохозяйственные и экологические проблемы Азово-Черноморского региона» (Керчь, 26-27 июня 2013). – Керчь: ЮгНИРО, 2013. – С. 30-38.

ПРОБЛЕМЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОЗДОРОВЛЕНИЯ ОЗЕРА АК-ГЕЛЬ

*Гуруев М.А., Османов М.М., Амаева Ф.Ш.,
Алигаджиев М.М., Абдурахманова А.А.*

Прикаспийский институт биологических ресурсов ДНЦ РАН,
г. Махачкала,
perspektivard@mail.ru

В условиях низменной части Республики Дагестан, где расположено большое количество озер лагунно-морского происхождения и пойменных, важным фактором их гидрологического режима выступает уровень Каспийского моря, оказывающий влияние на гидрологический режим и экологическое состояние таких озер Приморской низменности как Ак-Гель, Большое и Малое Турали, Аджи, Южный Аграхан [1-3]. Озеро Ак-гель, расположенное в городской черте и непосредственной близости от Каспийского моря, испытывает наибольшее антропогенное воздействие и требует для реабилитации выполнения специальных мер. Комплексная эксплуатация и охрана озера Ак-Гель, имеющего рыбохозяйственное и рекреационное значение, невозможна без учета особенностей структуры и функционирования его экосистемы. Поэтому основной целью исследований являлось изучение гидрологических и экологических особенностей функционирования озера в современных условиях. Актуальность этих исследований определяется существующей проблемой изменения состояния озерной экосистемы, его охраны и использования.

Материалы и методы. Для изучения морфометрических показателей и особенностей гидрологического режима озера использованы результаты крупномасштабной топографической съемки водоема (1:1000, с сечением рельефа 0,5 м), выполненной на площади 153 га. Получение инженерно-топографического плана с данными о

ситуации и рельефе местности акватории озера обеспечивалось эхолотом с применением глобальной навигационной спутниковой системы GPS. По результатам топографической съемки в среде программы Geonics создан цифровой топографический план. Цифровая модель котловины озера подготовлена с помощью программного продукта ArcGis 9.3 (ESRI). В ходе исследований произведен отбор проб и анализ воды озера на гидрохимические показатели, отбор и исследование проб на фитопланктон, фитоперифитон, зоопланктон и зообентос. Определяли температуру воды, содержание кислорода в воде, соленость, pH.

Результаты и обсуждение. *Морфометрическая характеристика.* По своему географическому положению относящееся к интразональным, постоянное озеро Ак-Гель относится к типу малых озер. Озеро имеет округло-прямоугольные очертания. Западная часть озера полукруглой дамбой отсечена от основной части озера. Площадь отсеченной части не превышает 12 га. Котловина озера морского происхождения образовалась отчленением от берега аккумулятивной косой морской лагуны.

Полученные в ходе исследований основные морфометрические характеристики озера Ак-Гель (табл.1) существенно отличаются от ранее опубликованных данных [1,2] и отражают современную тенденцию регрессии Каспийского моря. Средняя глубина озера составляет 2,01м, а максимальная достигает 4,08 метров.

Таблица 1 – Основные морфометрические показатели озера Ак-Гель

№п/п	Морфометрические характеристики		Значения
1	$F_{оз}$	площадь озера	1028907,91 м ²
2	$V_{оз}$	объем воды в озере	2072601,09 м ³
3	$L_{бер.л}$	длина береговой линии проведенной по урезу воды	4107,63 м
4	$L_{оз}$	длина озера	1416 м
5	B	средняя ширина озера	504,57 м
6	$B_{оз.мах}$	максимальная ширина озера	1115,2 м
7	$h_{оз.мах}$	максимальная глубина озера	4,08 м
8	$H_{ср.мах}$	средняя глубина озера	2,01 м

Северная и северо-западная часть озера более мелководна и представлена литоралью, средняя глубина которой составляет 0,7 метра и имеет протяженность около 50 метров от берега (рис. 1). За пределами литорали находится подводный откос – сублитораль, которая распространяется на 300-400 метров. Средняя глубина суб-

литоральной части озера составляет 1,6 метра. Южный и юго-восточный участки озера более глубоководные, их средняя глубина составляет 3,41 метра. Глубина в пелагиали озера достигает максимальных значений (4,08 метра).

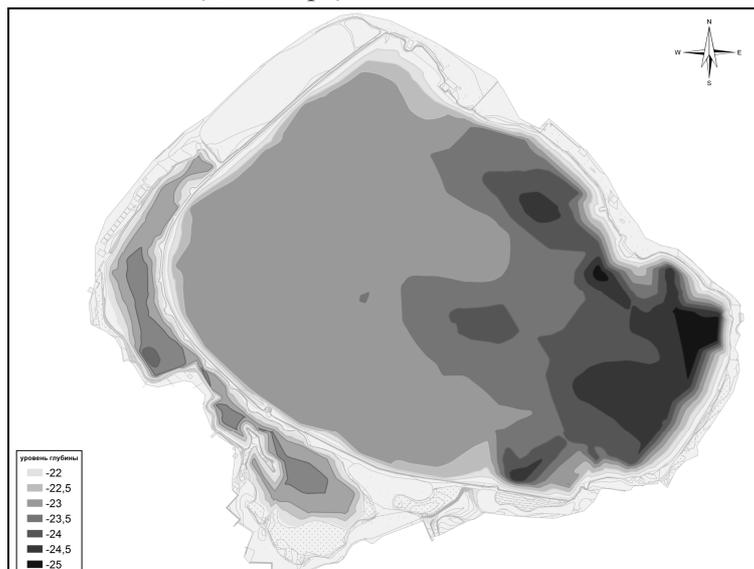


Рис.1 –Цифровая модель котловины озера Ак-Гель

Рассчитанные выше морфометрические элементы, характеризующие форму озерной котловины, дают представления об основных закономерностях режима озера. Они изменчивы вследствие колебаний уровня озера. Сезонные изменения уровня значительны лишь в многоводные годы, обычно же они не превышают 50 см и определяются сезонным ходом уровня грунтовых вод и количеством атмосферных осадков. Величина колебаний уровня достигает 1,5-2,0 м.

Для решения практических задач экологической реабилитации водоема важно получить батиграфические кривые озера ($\omega = f(z); w = f(z)$). Учитывая наличие характерных для озера Ак-Гель длительных квазипериодических колебаний уровня воды, для установления функциональной зависимостей $\omega = f(z)$ и $w = f(z)$ выполнены специальные исследования с использованием данных по морфометрии озерной котловины, а также архивных и других материалов. Полученные зависимости хорошо описываются полиноми-

альной функцией (рис.2). Потенциально возможная аккумулирующая способность котлована озера достигает 2,76 млн. м³ воды.

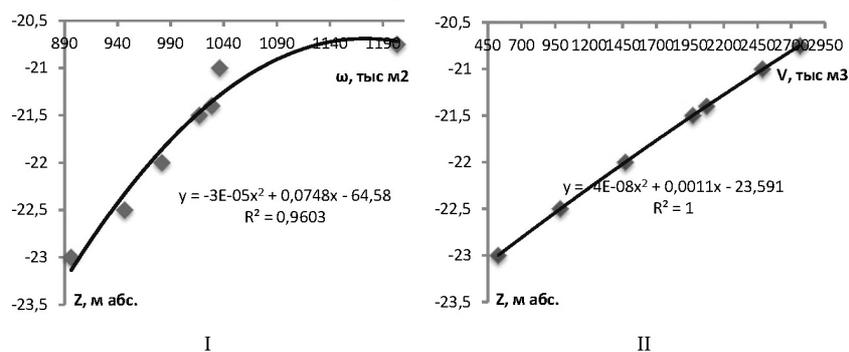


Рис.2 – Кривые связи площади (I) и объема (II) озера с отметкой воды

Характерной особенностью гидрогеологической обстановки территории г. Махачкалы является почти повсеместное очень высокое положение уровня подземных вод. Анализ существующих гидрогеологических материалов показывают, что подземные воды на рассматриваемой местности залегают на глубине 0,4-3,6 м от поверхности земли и имеют гидравлическую связь с поверхностными водами озера Ак-Гель. Основной дебет в озеро обеспечивает поток грунтовых вод, берущих свое начало на склонах прилегающих гор [1]. Поверхностный сток с водосборного бассейна отсутствует. В приходной части водного баланса озера доля атмосферных осадков не превышает 20%.

В период проведения исследований (март 2015 г.) отметка зеркала воды озера соответствовала уровню – 21,3 м абс., что определяет характер водообмена озера как бессточный. С середины 1990-х годов и по настоящее время падение среднегодового уровня воды Каспийского моря на морском посту Махачкала составило 0,9 м, с отметки -26,7 до -27,6 м абс. По существующим вековым наблюдениям минимальный уровень Каспийского моря соответствовал величине равной -29,1 м абс. Обусловленное этим снижение подпора уровня грунтовых вод суши, следствием которого также являлось образование активной депрессионной поверхности грунтовых вод, питающих озеро Ак-Гель, в 1970-х годах уже приводил к началу процесса его высыхания. Впоследствии озеро было восстановлено путем его подпитки расчетным объемом поверхностных вод, проведением дноуглубительных работ и вследствие повышения уровня

грунтовых вод в результате современной трансгрессии моря, продолжавшейся до середины 90-х годов прошлого века.

Гидрохимическая характеристика. Гидрохимический режим озера Ак-Гель тесно связан с составом вод, питающих водоем и, очевидно, генетически определяется всем комплексом климатических, гидрологических, почвенных, экологических и других условий, характеризующих бассейн его водосбора.

Проведенные исследования показали, что весной вода озера Ак-Гель характеризуется благоприятным гидрохимическим режимом. Содержание растворенного кислорода при температуре 18-20⁰С находилось в пределах 12,7-13,5^{мг}/л, что составляет 142,6-145,7 % от нормального насыщения. Накопление углекислого газа и сероводорода в воде в весенний период не наблюдалось. Содержание растворенного кислорода в воде менялось по районам озера незначительно. В середине озера содержание кислорода составляет 12,7 мг/л, а у береговой полосы – 13,03 мг/л, что говорит о хорошем водообмене и слабой интенсивности окислительных процессов органических веществ.

По солевому составу вода относится к сульфатно-хлоридно-гидрокарбонатному классу. Показатель общей минерализации воды достаточно стабилен и характеризует воды как слабосоленоватые. Содержание ионов хлора колебалось весной в интервале: 162,6-163,7 мг/л, ионов SO₄: 741,1-758,4 мг/л, ионов HCO₃: 163,4-181,4 мг/л; ионов Ca²⁺: 67,5-67,8 мг/л, ионов Mg: 44,7 – 45,7 мг/л.

Изменение концентрации водородных ионов носило сезонный характер. В весенний период величина pH воды озера находилась в пределах 8,54-8,52. По результатам проведенных исследований вода озера относительно неплохо обеспечена биогенными веществами. Содержание такого важного элемента, как минеральный фосфор колебалось от 0,094 до 0,114 мг/л, а содержание железа - от 0,19 до 0,2 мг/л; нитратный азот содержался в количествах от 0,46 до 0,74 мг/л весной, аммонийный азот- 0,024-0,025.

В воде озера регистрируется повышенное содержание легкогидролизуемого органического вещества (БПК₅), что свидетельствует об антропогенном характере загрязнения вод. Потребность воды в кислороде в среднем соответствовала 5,6 мг/л. На основе проведенных исследований по показателю качеству поверхностных вод данное озеро относится к числу загрязненных, что согласуется с имеющимися данным [3-6]

Гидробиологическая характеристика. Присутствие в воде биогенных веществ, прежде всего, связано с развитием жизни в водоеме. Всего в озере Ак-Гель было найдено 48 видов микроводорослей. Исследованиями были охвачены как планктонные сообщества, так и фитоперифитон. Всего в фитопланктоне обнаружено 33 вида, а в фитоперифитоне 32 вида микроводорослей, 16 из которых не обнаружены в планктоне. Общими для обоих сообществ являлись также 16 видов. Индекс флористического сходства (по Жаккару) составлял 50%, следовательно, сообщества фитопланктона и фитоперифитона в сравнении видового состава находились в области малого соответствия флора (ниже 66%). По экологическим группам 29 видов обнаруженных в озере микроводорослей относились к пресноводным видам, остальные к солоноватоводным и эвригалинным. Анализ видового состава характеризует озеро, как богатое органическими веществами. Средние показатели численности и биомассы фитопланктона составляли 20,9 млн. экз/м³ и 6,1 г/м³, соответственно.

Анализ полученных данных показывает, что таксономический состав зоопланктона озера Ак-Гель не велик и состоит в основном из коловраток (*Rotatoria*) и веслоногих раков (*Copepoda*). В мартовском зоопланктоне озера не обнаружены ветвистоусые раки, характерные для пресноводных и пресноводно-солоноватоводных водоемов. Основными причинами отсутствия указанных раков могут быть солевой и термический режим озера.

Средняя биомасса зоопланктона равна 3710, 38 мг/м³ при численности 68080 экз./м³. Это высокая продуктивность озера и хорошая кормовая база для воспроизводства рыбного населения озера.

В акватории озера Ак-Гель обнаружено 18 видов зообентоса. Основу видового разнообразия макрозообентоса составляют черви и моллюски (по 6 видов). На долю хирономид и ракообразных приходится всего по 3 вида. Несмотря на относительно невысокое видовое разнообразие для макрозообентоса отмечено высокое количественное развитие. Основу биомассы формируют пресноводные моллюски (10, 4 г/м²), что составляет 67% от общей биомассы

Заключение. В ходе проведенных исследований получены объективные морфометрические характеристики оз. Ак-Гель, отражающие современную тенденцию его развития, характеризующуюся снижением уровня. Уровненный режим озера находится в зависимости от внутривековых колебаний уровня Каспийского моря.

Гидрохимический режим озера удовлетворительный, но проявляются первичные признаки эвтрофности. Воды озера характеризуются высоким развитием видов-индикаторов микроводорослей, относительно стабильным развитием зоопланктонного комплекса и бентоса. При проведении ряда природоохранных мероприятий и дополнительных специальных мер (в том числе укрепление кормовой базы с использованием искусственных рифов), озеро может быть использовано как рыбохозяйственный водоем с хорошим потенциалом.

Литература

1. *Акаев Б.А., Атаев З.В., Гаджиев Б.С.* и др. Физическая география Дагестана. – М.: Школа, 1996. – 386 с.
2. *Сайпулаев И.М., Эльдаров Э.М., Атаев З.В.* и др. Водные ресурсы Дагестана: состояние и проблемы. – Махачкала, 1996. 180 с.
3. *Ахмедова Г.А., Расулова М.М.* Состояние малых озер в урбанизированных ландшафтах и их защита в условиях антропогенной нагрузки (на примере озер Ак-Гель и Большое Турали) // Юг России: экология, развитие. – 2009. – №4. С. 157-161.
4. *Абдурахманов Г.М., Ахмедова Г.А., Расулова М.М.* Оценка современного состояния и трофического статуса водоемов Приморской низменности. – Махачкала: Эко-пресс, 2011. – 100 с.
5. *Расулова М.М.* Оценка современного экологического состояния и трофического статуса водоемов приморской низменности Дагестана. Автореф. дис... канд. биологич. наук. – Махачкала, 2012. – 22 с.
6. *Расулова М.М.* Антропогенное загрязнение как фактор повышения трофического уровня малых водоемов на примере озера Ак-Гель // Известия Дагестанского государственного педагогического университета. Естественные и точные науки. – 2008. – №3. – С. 89-95.