

СОВРЕМЕННАЯ ИЗУЧЕННОСТЬ ИСТОРИИ ВЫСОКОГОРНЫХ ОЗЕР АРМЕНИИ

© **В. Р. БОЙНАГРЯН**,^{*1} **Т. В. САПЕЛКО**,^{**2} **И. Г. ГАБРИЕЛЯН**,^{***3}
Д. В. СЕВАСТЬЯНОВ^{****4}

* Ереванский государственный университет, Ереван, Армения

** Институт озерадения РАН, Санкт-Петербург, Россия

*** Институт ботаники НАН, Ереван, Армения

**** Санкт-Петербургский государственный университет, Россия

E-mail: ¹ vboynagryan@ysu.am

² tsapelko@mail.ru

³ ivangabrielyan100@gmail.com

⁴ ecolim@rambler.ru

Представлен обзор имеющихся материалов по истории высокогорных озер Армении в течение голоценового периода. Обобщение полученных результатов позволило определить степень изученности горных озер Армении. Наиболее изучено оз. Севан, первые исследования которого проведены в конце XIX—начале XX в., а результаты последних относятся к 2000—2016 гг. Все имеющиеся голоценовые радиоуглеродные датировки также выполнены в основном для оз. Севан и его бассейна. Обобщение всех имеющихся данных позволило проследить изменения уровня оз. Севан и климата в голоцене и провести корреляцию основных событий голоцена с имеющимися радиоуглеродными датировками по разным разрезам в бассейне оз. Севан. Выявлен недостаток сведений об истории развития малых высокогорных озер. Имеются единичные публикации по результатам изучения состояния экосистем озер Кари и Акна, однако комплексных палеолимологических исследований ни на одном из высокогорных озер Армении никогда не проводилось.

Ключевые слова: Армения, высокогорные озера, оз. Севан, донные отложения, голоцен, современное состояние, климат.

Введение. В последние годы в мире широко обсуждается проблема потепления климата на Земле (причины изменений, их последствия и т. п.), при этом основное внимание уделяется отрицательной роли выбросов парниковых газов в атмосферу в результате хозяйственной деятельности человека. При этом имеются и отдельные высказывания противоположного характера, утверждающие, что наблюдаемое потепление климата является всего лишь определенной фазой в циклическом процессе климатических изменений, что наблюдаемое потепление уже заканчивается, климатическая система находится в полосе бифуркации, а в ближайшем будущем следует ожидать переход к похолоданию. Каким образом можно получить достоверный прогноз длительных изменений климата? Какие объекты природы и методы исследований следует использовать, чтобы доказать или опровергнуть тезис о нынешнем необратимом потеплении климата и грядущих в связи с этим катастрофах: таянии ледников и соответствующем поднятии уровня Мирового океана, затоплении многих низменных участков суши, смещении природных зон к северу и т. д.?

Это можно сделать на основании изучения донных отложений озер, которые являются накопителями информации об изменениях окружающей среды и истории развития самой озерной котловины в прошлом. В озерных отложениях хорошо сохраняются остатки растений и животных, которые могут быть индикаторами природных условий прошлого. Наиболее ценную информацию о тенденциях изменений природной среды можно получить на основе изучения геоморфологии озерных котловин, геохимических и палеобиологических исследований донных отложений высокогорных озер, которые в большинстве

своем находятся вне зоны воздействия хозяйственной деятельности человека [7, 27, 28]. В условиях Армении за высокогорные можно принять озера, расположенные выше 2500 м над ур. м. Такая граница обусловлена тем, что именно с этой высоты среднегодовая температура воздуха на Армянском нагорье составляет 0 °С или чуть ниже, на этой высоте сохраняются летние снежники и появляются первые признаки солифлюкции [6]. Высокогорные озера отличаются от расположенных ниже водоемов тем, что на их водосборах отсутствуют прямые источники антропогенного загрязнения (нет сельскохозяйственных или промышленных стоков). Почвы и растительность, способные удерживать и преобразовывать загрязняющие компоненты, в озерных бассейнах развиты слабо, а порой вообще отсутствуют. В итоге все вещества с водосбора свободно поступают в озера и накапливаются в донных отложениях, что позволяет реконструировать условия их накопления.

На сегодняшний день сведений относительно истории развития высокогорных озер Армении очень мало и относятся они в основном к исследованиям 1930-х гг., что представляет определенный интерес для выявления произошедших изменений в их бассейнах. Более длительную историю развития озер помогают восстанавливать палеолимнологические реконструкции озерных геосистем и окружающих ландшафтов на основе изучения процессов озерной седиментации. Именно донные отложения озер, их состав и структура служат объективным источником информации об изменениях окружающей среды, эволюции озерной котловины и всей лимносистемы в прошлом [28, 41].

Материалы и обсуждение. Территория Армении характеризуется преимущественно аридным климатом. В межгорных котловинах в год выпадает 200—400 мм, а во внутренних областях до 500 мм осадков. Зимой на большей части нагорья температура воздуха опускается в среднем до -15—20 °С, а летом поднимается до 20—25 °С. Годовая амплитуда температуры воздуха в высокогорье нередко достигает 50—65 °С [7]. Вследствие засушливости и континентальности климата на территории Армянского нагорья озер мало. Самое крупное озеро Армении — Севан, проточное и пресноводное.

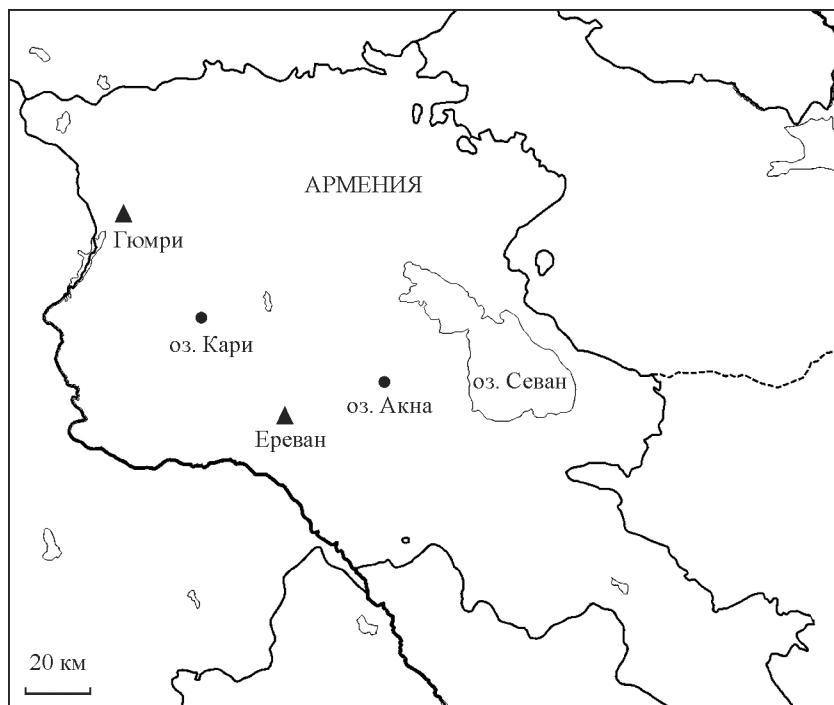
Озеро Севан — это и наиболее изученное озеро Армении. Первые результаты исследований, включавшие вопросы происхождения и истории развития оз. Севан, относятся к концу XIX—началу XX в., когда Г. Абигом была составлена первая геологическая карта, а Е. С. Марковым выполнена батиметрическая карта озера, а также схема распространения его донных отложений. Систематические исследования на Севане начинаются с 20-х гг. XX в. [16]. Наиболее масштабные и значимые исследования озер Армении выполнены в 1920—1930-е гг. В эти годы вышла серия монографий «Бассейн озера Севан» по результатам комплексной экспедиции АН СССР под руководством Ф. Ю. Левинсона-Лессинга [12]. Исследования включали геологические, гидрогеологические, геоботанические работы, изучение почв и озерных отложений. Впервые было выяснено не только современное распределение донных отложений, но и изучены первые колонки донных отложений [11]. Детальный фациальный анализ лагунно-озерных отложений Сарыкаинского мыса позволил авторам сделать некоторые заключения по истории формирования этих отложений. Именно эту работу можно считать первой палеолимнологической публикацией по Армении. Многочисленные работы других исследователей, посвященные происхождению и изменению уровня оз. Севан, были основаны преимущественно на геоморфологических данных. В 1940-х гг. бассейн

оз. Севан изучала комплексная экспедиция под руководством С. Г. Саркисяна [18], в результате которой были выполнены палеогеографические исследования, исследованы прибрежные озерные отложения, озерные террасы, составлена первая крупномасштабная геоморфологическая карта Севанского бассейна.

В 1975—1986 гг. были проведены комплексные лимнологические исследования и организована первая совместная российско-армянская экспедиция под руководством Института озераведения АН СССР на оз. Севан. Целью этих работ было выявление причин ухудшения состояния экосистемы озера, а также причин падения его уровня. Активное участие в исследованиях принимали сотрудники Севанской гидробиологической станции АН Армянской ССР. В результате совместных лимнологических исследований были получены новые данные по климату [14], гидрологии [34], гидрохимии [2, 3] и гидробиологии [15, 17, 36] озера, позволившие определить оптимальную отметку уровня воды в озере и разработать рекомендации по методам сохранения экосистемы оз. Севан. Не менее важные результаты об истории развития оз. Севан на протяжении голоцена были получены на основе изучения береговых обнажений и аллювиальных разрезов. Керны донных отложений непосредственно из оз. Севан изучались с помощью литологического, геохимического, остракодологического анализов [10, 19]. Определены также гастроподы, моллюски, кости рыб и т. д. Все встреченные виды микрофауны характерны для пресноводных бассейнов [10].

В 1968 г. после искусственного понижения уровня озера на 18.5 м обнажились многочисленные археологические памятники, погребенные отложениями трансгрессивных фаз озера. Детально изучены разрезы у сел Лчашен, Норашен и в дельте р. Дззнагет, обнажившиеся после спуска уровня воды [12, 20—22]. Результаты изучения обнаруженных археологических памятников дали возможность получить первые радиоуглеродные датировки объектов и озерных отложений и провести реконструкцию голоценовой истории оз. Севан [23]. Анализы костных остатков из могильников, обломков древесины, фауны моллюсков, диатомовых водорослей, пыльцы и спор растений позволили реконструировать условия формирования озерных отложений, выявить динамику озерных ландшафтов и смену климатических условий в бассейне оз. Севан [12]. По археологическим и радиоуглеродным датировкам за последние 3500—3700 лет на данном участке озера был выявлен значительный перерыв в осадконакоплении (примерно в течение 1500—1600 лет). В это время уровень озера был ниже современного приблизительно на 13 м (до спуска 1988 г.), что, по-видимому, было результатом уменьшения общей увлажненности региона в конце атлантического—первой половине суббореального периодов [4, 20]. Установлено, что во второй половине суббореала началась последняя трансгрессия, затопившая древнее Лчашенское поселение. Эта трансгрессия была связана с увеличением увлажненности Севанского бассейна. Уровень воды в озере поднялся до современного (до его спуска), что должно было способствовать сохранению лесов в бассейне озера до наших дней, если бы их не истребили люди за ближайшее историческое время.

Таким образом, было установлено, что трансгрессии и регрессии оз. Севан, а также изменения в растительном покрове его бассейна проявляют связь с климатическими колебаниями и довольно хорошо коррелируют с 1850-летним ритмом, что подтверждается палеоботаническими данными [35].



Озера Армении, на которых проводились исследования.

В частности, в результате новых проведенных палинологических исследований торфяника у с. Ваневан на побережье оз. Севан [38] было установлено, что в раннем голоцене здесь был сухой климат (количество осадков не превышало 180 мм/год), преобладал степной ландшафт. В среднем голоцене (от 7800 до 5100 калиброванных лет назад (кал. л. н.)) количество осадков увеличилось на 30 %, климат стал влажнее, уровень озера повысился, в его бассейне преобладал лесной ландшафт. На рубеже 5700 кал. л. н. выявлено начало фазы более сухого климата, который окончательно стал доминирующим после 5100 кал. л. н.

В дополнение к этому можно отметить, что на основе исследования разрезов континентальных отложений и изучения следов колебаний береговой линии оз. Севан в голоцене Ю. В. Саядян выделил эрозионно-седиментационные циклы, отражающие зависимость древних уровней оз. Севан от тектонических поднятий территории бассейна и их относительной стабилизации, а также от климатических колебаний. Показано, что каждый из эрозионно-седиментационных циклов начинался крупной фазой активизации тектонического поднятия региона и глубинной эрозией, за ней следовала фаза покоя и аллювиальной седиментации, сменявшаяся новой фазой поднятия и эрозии [25, 26].

Изученность малых озер Армении. В последнее время все больше признается необходимость изучения не только крупнейшего озера Армении, но и малых высокогорных озер.

На сегодняшний день сведений относительно истории развития высокогорных озер Армении очень мало и относятся они в основном к исследовани-

Таблица 1

Количественный состав фитопланктона в оз. Кари (по [13])

Таксон	Глубина 0 м	Глубина 4 м
<i>Botryococcus braunii</i>	8050	5550
<i>Gomphonema</i>	—	350
<i>Navicula</i>	450	3100
<i>Cymbella</i>	—	200
<i>Synedra</i>	50	—
<i>Nitzschia</i>	50	—
<i>Melosira</i>	—	100
<i>Cyanophyceae</i>	50	—
Прочие	—	50

ям 1930-х гг. Так, в 1930 г. экспедицией Севанской озерной станции собраны данные о химическом составе воды, характере донных отложений, фитопланктоне оз. Кари (см. рисунок), расположенном на южном склоне массива Арагац [13]. Было отмечено, что в озере совершенно нет сосудистых растений: ни надводных, ни погруженных в воду, ни какой-либо макрофлоры в пробах донных отложений. Прозрачность озера составляла 5 м. Составлена батиметрическая схема озера. Содержание растворенного кислорода в воде озера в целом было незначительным. Закономерностей в его распределении по различным глубинам обнаружено не было. Содержание CO_2 также было незначительным: максимум — 3.16 мг/л, минимум — 1.58 мг/л, закономерности в его стратификации по глубине выявить не удалось. Но было отмечено, что в родниках, питающих озеро, количество гидрокарбонатов в общем в 2 раза выше, чем в озерной воде. Содержание силикатов в озерной воде колебалось в пределах 1.92—3.12 мг/л. Не было отмечено также строгой закономерности в распределении химических элементов в воде по глубине. В северной части озера, где обнаружены воронки с максимальными глубинами до 3.5 м, начинается зона илов, а в остальных участках озера полоса илов прослеживается с глубины 1.5 м. Озерные илы имеют три типа окраски: в центре озера — серо-бурые; на максимальных глубинах — цвет такой же, но чуть темнее; в юго-восточной части на глубине 2 м — желтые (прослеживается их полоса шириной 12—15 м). Из этих илов стратометром Перфильева были взяты два монолита. В монолите, взятом из более глубокого места, ил серый с желтоватым оттенком, с едва заметным запахом сероводорода. В нем не обнаружены ни растительные, ни животные остатки. В илах отмечена слоистость: темные тонкие слои толщиной 1.5 мм и более светлые толщиной в среднем 2—3 мм. По ним М. С. Киреева [13] определила скорость накопления илов в среднем 0.5 см/год. В монолите, взятом с меньшей глубины, ил серый, без запаха сероводорода, с неясной слоистостью. Видовой состав микрофлоры из озера очень бедный (табл. 1). Встречены *Botryococcus braunii*, *Dictyosphaerium ehrenbergiana*, *Melosira* sp. и *Gleococcus* sp. Кроме типично планктонных был встречен ряд форм эпифитных диатомей — ряд видов из родов *Gomphonema*, *Synedra*, *Nitzschia*, *Navicula*. Отмечено, что в фитопланктоне оз. Кари преобладает *Botryococcus braunii*, а наибольшее его количество концентрируется на поверхности воды, так как данная форма светолюбивая. С глубиной

количество этого вида уменьшается: на глубине 4 м на 3000 экземпляров меньше, чем на поверхности. Распределение диатомовых водорослей демонстрирует обратную картину. В придонных слоях их оказалось больше, чем на поверхности. В литоральной зоне озера под камнями были обнаружены в значительном количестве водяные жуки из рода *Agabus*, личинки плавунцов и моллюски — *Pisidium*, *Limnaea*, а также *Planorbis*. При разборке ила в очень большом количестве найдены *Pisidium*, крупные экземпляры *Limnaea* и *Oligochaeta*, различные виды *Lumbricidae* и *Chironomidae*.

На западном склоне Гегамского массива расположено озеро Акна (см. рисунок), на котором также проводились исследования в 1930-е гг. Колебания уровня озера в течение года составляют более 2 м. Самый высокий уровень отмечается летом, а минимальный — в феврале—марте [5]. Дно озера неровное. Наиболее мелководна западная часть озера. Глубины повсюду, за исключением северо-восточной и южной частей, нарастают постепенно. Согласно исследованию Л. В. Арнольди [5], донные отложения представлены у берегов мелкозернистыми песками и крупными обломками андезитов-базальтов и туфов, а глубинные — илами с большой примесью растительных остатков (последние являются причиной того, что вода у дна обеднена кислородом). Илы на глубинах более 9 м бедны растительными остатками. Местами на разных глубинах грунты окрашены в ржаво-бурый цвет. В летнее время вода в озере зеленого цвета, прозрачность колеблется от 9.3 до 10.3 м видимости белого диска, т. е. большая часть озера прозрачна до дна, вода хорошо прогревается и поэтому температурный скачок в озере выражен слабо. Суточные колебания температуры воды на поверхности в средней части озера не превышают 2 °С, а у берегов достигают 3 °С. К концу лета водная масса озера прогревается полностью, при этом поверхностные слои нагреваются до 20 °С, а донные — меньше. Охлаждение озера происходит медленно и достигает максимума к декабрю, когда озеро покрывается толстым слоем льда. Вода в озере минерализована незначительно (около 0.3 ‰). В ней мало CaO, SiO₂ и CO₂, но относительно много Fe₂O₃. В оз. Акна в большом количестве встречается крупная харовая водоросль *Chara* (*Nitella*?) высотой до 0.5 м. Она густым ковром покрывает дно до глубины 10 м, но не встречается у берега и глубже 10 м. В Кратерном заливе наряду с *Chara* имеется еще водяной мох. Из фауны имеется более 10 форм корненожек. Из моллюсков в озере был найден *Pisidium* (sp.), из позвоночных — *Rana ridibunda*. Наиболее многочисленными формами являются *Branchipus* и *Copepoda* в планктоне и *Chironomidae* в бентосе. *Apus* встречается в большом количестве в озерах у конца Кратерного залива (в «Буйволиных лужах»).

Окрестности озера характеризуются скудной и однообразной низкорослой растительностью с преобладанием *Campanula*, *Primula*, *Rhynchospora*, *Stellaria*, *Myosotis*, реже *Gentiana*. На вершинах вулканических конусов растут крупные, лишенные стебля *Jurinea*. Животный мир также довольно беден: *Coleoptera-Carabidae* из родов *Carabus* и *Zabrus*, муравьи — *Formica picea*, под камнями — полевки, на самом озере — утки *Kasarca kasarca*.

Палинологическая изученность голоценовых отложений. Палинологические исследования являются основополагающими для обоснования палеоботанических и палеолимнологических реконструкций, а также проведения климатических корреляций прошлых эпох.

На территории Армении исследования в области палинологии начались в 1945 г. с работ А. Л. Тахтаджяна и А. А. Яценко-Хмелевского [29]. С этого

Таблица 2
Колебания климата и уровня оз. Севан в голоцене (по [4, 22, 25])

Возраст, тыс. л. н.	Климат	Колебания уровня оз. Севан	Радиоуглеродные датировки, C ¹⁴ л. н. [4]	Радиоуглеродные датировки, C ¹⁴ л. н. [37]	Радиоуглеродные датировки, C ¹⁴ л. н. [38]
1927 г.	Современный	Современный бассейн			
1200		Трангрессия	970 ± 230 (МГУ-55) 1010 ± 25 (МГУ-ИОАН-178)	55 ± 30 (Lyon-8487) 490 ± 30 (Lyon-8488)	
1300		Регрессия	2020 ± 120 (МГУ-49)		
1800		Трангрессия	2020 ± 120 (МГУ-215) 2090 ± 70 (МГУ-244)	2140 ± 30 (POZ-46335)	
2500		Регрессия			
3300	Аридизация				
4000	Потепление увлажнение	Трангрессия	3500 ± 100 (МГУ-ИОАН-29) 3630 ± 100 (МГУ-ИОАН-30)	3520 ± 30 (Lyon-8489)	
5000	Аридизация	Регрессия		4950 ± 30 (Lyon-8490)	4580 ± 30 (Ly-10435) 4745 ± 35 (Poz-46337)
8000	Теплый и влажный	Трангрессия	6270 ± 170 (МГУ-215) 8640 ± 150 (МГУ-467)	7330 ± 30 (Lyon-8491) 7840 ± 50 (POZ-46336) 8130 ± 40 (POZ-46334)	5630 ± 40 (Poz-46338) 6050 ± 35 (Poz-46340) 6500 ± 40 (Poz-46341)
10000	Континентальный, прохладный	Регрессия			9860 ± 380 (Poz-52961)

Таблица 3

**Обнаружение некоторых редких видов сосудистых растений
в озерах Лорийской нагорной равнины (по [33])**

Виды	Годы сбора		
	1920—1960	1960—1990	1990—2014
<i>Carex appropinquata</i> Schum.	+		
<i>C. bohemica</i> Schreb.	+	+	
<i>C. diandra</i> Schrank	+		
<i>C. disticha</i> Huds.	+		
<i>C. elata</i> All.	+		
<i>C. lasiocarpa</i> Ehrh.	+		
<i>Comarum palustre</i> L.		+	+
<i>Juncus tenuis</i> Willd.		+	+
<i>Lycopus exaltatus</i> L. f.	+	+	
<i>Peplis alternifolia</i> M. Bieb.	+		
<i>Potamogeton nodosus</i> Poir.	+		
<i>P. trichoides</i> Cham. et Schldl.		+	+
<i>Sagittaria sagittifolia</i> L.	+		
<i>S. trifolia</i> L.	+		
<i>Schoenoplectus supinus</i> (L.) Palla	+		
<i>Sparganium minimum</i> Wallr	+		
<i>Utricularia intermedia</i> Hayne	+	+	

времени начала формироваться школа армянской палинологии, основу которой составляли сравнительно-морфологические исследования пыльцевых зерен современных растений [1]. Палинология голоценовых отложений на территории Армении изучалась мало. Имеются палинологические данные по разрезам в пределах бассейнов озер Севан и Гилли [30, 31]. В дальнейшем палинологические исследования проводились в основном для бассейна оз. Севан и/или для археологических памятников с реконструкцией природной среды региона в период голоцена [4, 20, 21, 24]. В результате была составлена общая схема климатических колебаний на Армянском нагорье [4], колебаний береговой линии оз. Севан [7, 25] и выделенные периоды сопоставлены с колебаниями уровня Каспийского моря. За последние годы получены новые палинологические данные изучения озерно-болотных отложений в бассейне оз. Севан [37, 38]. Палинологические реконструкции основаны на изучении непрерывных последовательностей осадков, которые дают возможность проследить развитие бассейна оз. Севан в течение всего голоцена. Принято считать, что для территории Армении начало голоцена фиксирует отделение болота Гилли от оз. Севан [30]. На основании изучения озерно-болотных отложений получена скорость осадконакопления. Скорость рассчитывалась исходя из мощности торфяника около 8 м и датировки с глубины 2 м — 2950 ± 150 л. н. Время начала формирования торфяника оценивается в 11 800 л. н. [22]. На основе полученных новых радиоуглеродных датировок в последние годы построены возрастные модели. Выделены сухие и влажные периоды развития климата на территории Армении, которые влияли на динамику уровня оз. Севан в голо-

цене. Выделенные периоды сопоставлены с динамикой уровня озер Грузии, Ирана, Турции, Италии [37].

В южной части Армении с помощью палинологического анализа изучались голоценовые травертины [40], однако в этом случае не было получено полноценных результатов — непрерывных последовательностей. Палинологические данные были получены лишь по отдельным образцам, но подкреплены палеоботаническими находками [39]. В разные годы палинологические материалы также подтверждались результатами магнитостратиграфических [8] и радиоуглеродных исследований [4, 37, 38].

Обобщение имеющихся результатов комплексных исследований (табл. 2) с включением палинологических и радиоуглеродных данных позволило провести сравнительный анализ климатических колебаний [4] и выявить трансгрессивные и регрессивные фазы оз. Севан [7, 25].

К сожалению, не все радиоуглеродные датировки указаны в публикациях корректно, поэтому в табл. 2 приведены только те даты, для которых дан лабораторный номер.

Изученность растительных остатков из болот и озер. Изучение водной растительности — важное направление ботанических и палеоботанических исследований. Многолетнее изучение растительности одного из мезотрофных озер Лорийской равнины было выполнено Г. М. Файвушем и А. А. Туманяном [33]. Результаты своих определений они сопоставили с имеющимися данными из этого же озера, полученными А. Л. Тахтаджяном [32] (табл. 3).

В Армении насчитывается около 70 высокогорных, в основном небольших торфяников (в поймах горных рек, в замкнутых водоемах, межгорных понижениях и др. на высотах 1800—2800 м). Средняя высота горных торфяников около 2000 м. В торфе одного из болот, расположенного на высоте 2300 м, на склоне горы Арагац, у с. Гегадзор, изучен состав растительных остатков. Фитогеографический анализ ископаемой и современной растительности показал, что растительность и климат на данной территории за последние 1500—2500 лет существенно не изменились. Однако в конце первой половины существования торфяника (примерно 750—1500 л. н.) климат был более теплым, свидетельством чего являются находки семян *Polygonum convolvulus*, а также максимальное обилие и разнообразие остатков других теплолюбивых растений. По-видимому, высотные пояса горной растительности в этот период были несколько выше, чем сейчас [9]. Результаты современных климатологических исследований показали, что на Армянском нагорье по сравнению с 1960-ми гг. к 2014 г. средняя температура воздуха выросла на 1 °С [33]. Несколько увеличилось и среднее годовое количество осадков. Таким образом, за относительно короткий период климат заметно изменился. Некоторые виды редких растений исчезли, что авторы исследования связывают напрямую с потеплением климата.

Закключение. Обобщая проведенные до XXI в. исследования озер Армении, можно отметить, что изученность истории озер и палеогеографических условий, определявших их эволюцию, в целом недостаточная. В настоящее время имеются основные представления о голоценовой истории озер Армянского нагорья, выявлена связь колебаний уровня оз. Севан с тектоническим режимом территории и колебаниями климата. Установлена четкая закономерность: озерные отложения интенсивно формировались в эпохи относительной тектонической стабилизации, похолодания, увлажнения и облесения области, а аллювиальные — в эпохи активизации тектонических движений (подня-

тий), глубинной эрозии, потепления (аридизации), ксерофитного остепнения. Однако практически отсутствует комплексное изучение озерных последовательностей, охватывающих весь голоценовый период. В связи с изложенным, необходима организация дополнительных комплексных исследований высокогорных озер, которые могли бы подтвердить или опровергнуть гипотезу связи направленного изменения климата и уровней горных водоемов. Предполагаемая связь эрозионно-седиментационных циклов с изменениями главного базиса эрозии — уровня Каспийского моря — также требует дополнительных исследований и доказательств.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ (проект № 18-55-05008) и Комитета науки Министерства образования и науки Республики Армения (научный проект № 18RF-045).

Список литературы

- [1] Аветисян Е. М., Айрапетян А. М., Манукян Л. К., Элбакян А. А. Палинологические исследования в Армении // *Takhtajania*. 2011. 1. С. 192—200.
- [2] Алевин О. А., Мельничук В. И., Ульянова Д. С. Насыщенность карбонатом кальция воды оз. Севан // Докл. Академии наук. 1984. Т. 274, № 4. С. 913—916.
- [3] Алевин О. А., Ульянова Д. С. Особенности современного карбонатакопления в озере Севан // Докл. Академии наук. 1992. Т. 325, № 5. С. 1030—1033.
- [4] Аleshинская З. В., Саядян Ю. В. Фауна и флора времени проживания древнепалеолитического человека, открытого в Ереване // *Вопр. геологии четвертичного периода Армении*. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1983. С. 34—39.
- [5] Арнольди Л. В. Озеро Канлы-гель // *Бассейн озера Севан (Гокча)*. Л., 1931. Т. II, вып. 2. С. 255—264.
- [6] Бойнагрян В. Р. Высотная поясность склоновых процессов в горах Армянского нагорья и некоторые особенности развития их склонов // *Геоморфология*. 1990. № 4. С. 49—57.
- [7] Бойнагрян В. Р. Озера Армянского нагорья. Ереван: Изд-во ЕГУ, 2007. 144 с.
- [8] Варданян А. А., Кирьянов В. В., Кочегура В. В., Нечаева Т. Б., Саядян Ю. В. Вековые вариации магнитного поля Земли по голоценовым отложениям озера Севан // *Вопр. геологии голоцена*. Ереван: Изд. АН АрмССР, 1985. С. 68—86.
- [9] Габриелян И. Г., Овсепян Р. А. Предварительный палеокарпологический анализ одного из высокогорных торфяников горы Арагац (Армения) // XXI век: экологическая наука в Армении. Материалы II Республиканской молодежной науч. конф. Ереван, 2001. С. 193—198.
- [10] Геология Севана. Ереван: Изд-во НАН РА, 1994. 181 с.
- [11] Дьяконова-Савельева Е. Н., Афанасьев Г. Д. Геологические исследования в окрестностях Нор-Баязета в 1930 г. // *Бассейн оз. Севан*. 1933. Т. III, вып. 2. С. 251—288.
- [12] История озер Севан, Иссык-Куль, Балхаш, Зайсан и Арал / Под ред. Д. В. Севастьянова. Л.: Наука, 1991. 302 с.
- [13] Киреева М. С. Озеро Кара-гель на Арагаце // Материалы по изучению озер Кавказа и их ихтиофауны. Труды Севанской озерной станции. Тифлис. 1933. Т. III, вып. 2. С. 3—34.
- [14] Масанова М. Д., Курбатова И. В. Обострение климатической ситуации в бассейне оз. Севан в последние 40 лет // *Моделирование и экспериментальные исследования гидрологических процессов в озерах*. Л.: Наука, 1986. С. 75—79.

- [15] *Островский И. С.* Зообентос оз. Севан и его динамика // Труды Севанской гидробиологической станции. 1985. № 20. С. 132—188.
- [16] *Паффенгольц К. Н.* Бассейн оз. Гонча (Севан): Геологический очерк // Труды Всесоюзного геолого-разведочного общества НКТП СССР. 1934. Вып. 219. 105 с.
- [17] Продукционные процессы в экосистеме озера Севан // Труды Севанской гидробиологической станции. Ереван, 1984. № 18. 172 с.
- [18] *Саркисян С. Г.* Петрографо-минералогические исследования бассейна озера Севан. Ереван: Издательство АН Армянской ССР, 1962. 154 с.
- [19] *Сатиян М. А., Степанян Ж. О., Жамгорцян В. Н.* Открытие вулканических шлаков и пеплов среди донных осадков оз. Севан // Изв. АН Арм ССР. Науки о Земле. 1968. Т. 3. С. 62—71.
- [20] *Саядян Ю. В., Алешинская З. В.* Первая радиоуглеродная датировка и условия захоронения лчашенских археологических памятников // Докл. АН Армянской ССР. 1972. Т. LIV, № 1. С. 43—50.
- [21] *Саядян Ю. В., Алешинская З. В., Ханзадян Э. В.* Послеледниковые отложения и археология побережья озера Севан // Геология четвертичного периода. Ереван: Изд-во АН Армянской ССР, 1977. С. 91—109.
- [22] *Саядян Ю. В.* Севан — природный «климатограф» голоцена // Вопр. геологии голоцена. Ереван: Изд-во АН АрмССР, 1985. С. 61—67.
- [23] *Саядян Ю. В.* Археологические памятники в истории озера Севан // История озер Севан, Иссык-Куль, Балхаш, Зайсан и Арал / Под ред. Д. В. Севастьянова. Л.: Наука, 1991. С. 31—37.
- [24] *Саядян Ю. В., Алешинская З. В.* Колебания увлажненности в бассейне оз. Севан // История озер Севан, Иссык-Куль, Балхаш, Зайсан и Арал / Под ред. Д. В. Севастьянова. Л.: Наука, 1991. С. 38—49.
- [25] *Саядян Ю. В.* Колебания береговой линии озера Севан в голоцене // Изв. РГО. 2000. Т. 132, вып. 3. С. 37—47.
- [26] *Саядян Ю. В.* Новейшая геологическая история Армении. Ереван: Гитутюн, 2009. 357 с.
- [27] *Севастьянов Д. В.* Горные озера Средней Азии — индикаторы изменчивости природных процессов // Озеро Иссык-Куль и тенденции его природного развития. Л.: Наука, 1986. С. 200—219.
- [28] *Субетто Д. А., Севастьянов Д. В., Сапелко Т. В., Греков И. М., Бойнагрян В. Р.* Озера как накопительные информационные системы и индикаторы климата // Астраханский вестник экологического образования. Науки о Земле. 2017. № 4 (42). С. 4—14.
- [29] *Тахтаджян А. Л., Яценко-Хмелевский А. А.* Palynologia caucasica I. Опыт стандартизации палинологической терминологии // Изв. АН АрмССР, биол. науки, ботаника. 1945. № 5—6. С. 31—46.
- [30] *Тумаджанов И. И., Туманян М. Р.* Новые данные к истории лесной растительности Масринской равнины в голоцене // Биологический журн. Армении. 1973. Т. 26, № 12. С. 24—28.
- [31] *Туманян М. Р.* К истории растительности бассейна оз. Севан в голоцене // Биологический журн. Армении. 1971. Т. 24, № 11. С. 57—61.
- [32] *Тахтаджян А. Л.* К познанию водной растительности Лорийской нагорной равнины // Труды Биол. ин-та Арм. фил. АН СССР. Ереван, 1939. № 1. С. 19—37.
- [33] *Файвуш Г. М., Туманян А. А.* Возможное влияние изменения климата на популяции некоторых редких видов растений озер Лорийской нагорной равнины Армении // Ботаническая наука в современном мире. Материалы Междунар. юбил. конф., посвящ. 80-летию основания Ереванского ботанич. сада. Ереван: Изд-во НАН РА, 2015. С. 389—394.

- [34] Филатов Н. Н., Зайцев Л. В., Науменко М. А. Исследование изменчивости течений и температуры воды оз. Севан // Моделирование и экспериментальные исследования гидрологических процессов в озерах. Л.: Наука, 1986. С. 49—54.
- [35] Шнитников А. В. Теоретические основы многовековой изменчивости общей увлажненности и состояние озер — современное и вероятное будущее // Проблемы исследования крупных озер. Л.: Наука, 1985. С. 5—22.
- [36] Экспериментальные и полевые исследования гидробионтов озера Севан // Труды Севанской гидробиологической станции. Ереван, 1984. № 19. 266 с.
- [37] Joannin S., Ali A. A., Ollivier V., Roiron P., Peyron O., Chevaux S., Nahapetyan S., Tozalakyan P., Karakhanyan A., Chataigner C. Vegetation, fire and climate history of the Lesser Caucasus: a new Holocene record from Zarishat fen (Armenia) // Journal of Quaternary Science. 2014. 29. P. 70—82.
- [38] Leroyer C., Joannin S., Aoustin D., Ali A., Peyron O., Ollivier V., Tozalakyan P., Karakhanyan A., Jude F. Mid Holocene vegetation reconstruction from Vanevan peat (south-eastern shore of Lake Sevan, Armenia) // Quaternary International. 2016. 395. P. 5—18.
- [39] Ollivier V., Nahapetyan S., Roiron P., Gabrielyan I., Gasparyan B., Chataigner C., Joannin S., Cornée J.-J., Guillou H., Scaillet S., Munch P., Krijgsman W. Quaternary volcano-lacustrine patterns and paleobotanical data in South Armenia // Quaternary International. 2010. 223—224. P. 312—326.
- [40] Ollivier V., Joannin S., Roiron P., Nahapetyan S., Chataigner C. Travertinization and Holocene morphogenesis in Armenia: a reading grid of rapid climatic changes impact on the landscape and societies between 9500—4000 cal. BP in the Circumcaspien regions // European Archaeologist. 2011. 36. P. 26—31.
- [41] Sevastyanov D., Sapelko T., Subetto D., Boynagryan V. R. Paleolimnology of Northern Eurasia // Proceeding of the International conference. Petrozavodsk, 2014. P. 24—25.

Поступила в редакцию 18.09.2018 г.

После доработки 18.09.2018 г.

Принята к публикации 18.09.2018 г.

Modern study of the Armenia high-mountain lakes history

© V. R. Boynagryan,*¹ T. V. Sapelko,**² I. G. Gabrielyan,***³ D. V. Sevastyanov****⁴

* Yerevan State University, Yerevan, Armenia

** Institute of Limnology RAS, St. Petersburg, Russia

*** Institute of Botany of NAS RA, Yerevan, Armenia

**** St. Petersburg State University, Russia

E-mail: ¹ vboynagryan@ysu.am

² tsapelko@mail.ru

³ ivangabrielyan100@gmail.com

⁴ ecolim@rambler.ru

An overview of the available materials of the Holocene history of high-mountain lakes of Armenia is presented. The analysis of the obtained results made it possible to determine the level of the mountain lakes study in Armenia. The most studied one is Lake Sevan, the first studies of which date back to the late 19th—early 20th centuries, and the latter results to 2000—2016. All the available Holocene radiocarbon data is also obtained mainly for Lake Sevan and its basin. All available data made it possible to reconst-

ruct the changes of the Lake Sevan level and the Holocene climate, and to correlate the main events of the Holocene with the available radiocarbon data for different sections in the Lake Sevan basin. The lack of information concerning the development of small high-mountain lakes is revealed. There are several publications on the results of studying the ecosystems of the Kari and Akna lakes, however, no complex paleolimnological studies have been carried out on high-mountain lakes in Armenia.

Key words: Armenia, high-mountain lakes, Lake Sevan, bottom sediments, Holocene, modern state, climate.

References

- [1] *Avetisyan E. M., Ajrapetyan A. M., Manukyan L. K., Ehlbakyan A. A.* Palinologicheskie issledovaniya v Armenii // Takhtajania. 2011. 1. C. 192—200.
- [2] *Alekin O. A., Mel'nichuk V. I., Ul'yanova D. S.* Nasyshchennost' karbonatom kal'ciya vody oz. Sevan // Dokl. Akademii nauk. 1984. T. 274, N 4. S. 913—916.
- [3] *Alekin O. A., Ul'yanova D. S.* Osobennosti sovremennogo karbonatonakopleniya v ozere Sevan // Dokl. Akademii nauk. 1992. T. 325, N 5. S. 1030—1033.
- [4] *Aleshinskaya Z. V., Sayadyan Yu. V.* Fauna i flora vremeni prozhivaniya drevnepaleoliticheskogo cheloveka, otkrytogo v Erevane // Vopr. geologii chetvertichnogo perioda Armenii. Erevan: Izd. AN ArmSSR, 1983. S. 34—39.
- [5] *Arnol'di L. V.* Ozero Kanly-gel' // Bassejn ozera Sevan (Gokcha). L., 1931. T. II, vyp. 2. S. 255—264.
- [6] *Bojnagryan V. R.* Vysotnaya poyasnost' sklonovykh processov v gorah Armyanskogo nagor'ya i nekotorye osobennosti razvitiya ih sklonov // Geomorfologiya. 1990. N 4. C. 49—57.
- [7] *Bojnagryan V. R.* Ozera Armyanskogo nagor'ya. Erevan: Izd-vo EGU, 2007. 144 s.
- [8] *Vardanyan A. A., Kir'yanov V. V., Kochegura V. V., Nechaeva T. B., Sayadyan Yu. V.* Vekovye variacii magnitnogo polya Zemli po golocenovym otlozheniyam ozera Sevan // Vopr. geologii golocena. Erevan: Izd. AN ArmSSR, 1985. S. 68—86.
- [9] *Gabrielyan I. G., Ovsepyan R. A.* Predvaritel'nyj paleokarpologicheskij analiz odnogo iz vysokogornyh torfyanikov gory Aragac (Armeniya) // HKHI vek: ehkologicheskaya nauka v Armenii. Materialy II Respublikanskoj molodezhnoj nauch. konf. Erevan, 2001. C. 193—198.
- [10] *Geologiya Sevana.* Erevan: Izd-vo NAN RA, 1994. 181 s.
- [11] *D'yakonova-Savel'eva E. N., Afanas'ev G. D.* Geologicheskie issledovaniya v okrestnostyah Nor-Bayazeta v 1930g. // Bassejn oz. Sevan. 1933. T. III, vyp. 2. S. 251—288.
- [12] *Istoriya ozer Sevan, Issyk-Kul', Balhash, Zajsan i Aral / Pod red. D. V. Sevast'yanova.* L.: Nauka, 1991. 302 s.
- [13] *Kireeva M. S.* Ozero Kara-gel' na Aragace // Materialy po izucheniyu ozer Kavkaza i ih ihtiofauny. Trudy Sevanskoj ozernoj stancii. Tiflis, 1933. T. III, vyp. 2. S. 3—34.
- [14] *Masanova M. D., Kurbatova I. V.* Obostrenie klimaticheskoy situacii v bassejne oz. Sevan v poslednie 40 let // Modelirovanie i ehksperimental'nye issledovaniya gidrologicheskikh processov v ozerah. L.: Nauka, 1986. S. 75—79.
- [15] *Ostrovskij I. S.* Zoobentos oz. Sevan i ego dinamika // Trudy Sevanskoj gidrobiologicheskoy stancii. 1985. N 20. S. 132—188.
- [16] *Paffengol'c K. N.* Bassejn oz. Goncha (Sevan): Geologicheskij ocherk // Trudy Vsesoyuznogo geologo-razvedochnogo obshchestva NKTN SSSR. 1934. Vyp. 219. 105 s.
- [17] *Produkcionnye processy v ehkositeme ozera Sevan // Trudy Sevanskoj gidrobiologicheskoy stancii.* Erevan. 1984. N 18. 172 s.
- [18] *Sarkisyan S. G.* Petrografo-mineralogicheskie issledovaniya bassejna ozera Sevan. Erevan: Izdatel'stvo AN Armyanskoy SSR, 1962. 154 c.

- [19] *Satian M. A., Stepanyan Zh. O., Zhamgorcyan V. N.* Otkrytie vulkanicheskikh shlakov i peplov sredi donnyh osadkov oz. Sevan // *Izv. AN Arm SSR. Nauki o Zemle.* 1968. T. 3. S. 62—71.
- [20] *Sayadyan Yu. V., Aleshinskaya Z. V.* Pervaya radiouglerodnaya datirovka i usloviya zahoroneniya Ichashenskih arheologicheskikh pamyatnikov // *Dokl. AN Armyanskoj SSR.* 1972. T. LIV, N 1. S. 43—50.
- [21] *Sayadyan Yu. V., Aleshinskaya Z. V., Hanzadyan Eh. V.* Poslednikovyte otlozheniya i arheologiya poberezh'ya ozero Sevan // *Geologiya chetvertichnogo perioda.* Erevan: Izd-vo AN Armyanskoj SSR, 1977. S. 91—109.
- [22] *Sayadyan Yu. V.* Sevan — prirodnyj «klimatograf» golocena // *Vopr. geologii goloce-na.* Erevan: Izd-vo AN ArmSSR, 1985. S. 61—67.
- [23] *Sayadyan Yu. V.* Arheologicheskie pamyatniki v istorii ozero Sevan // *Istoriya ozer Sevan, Issyk-Kul', Balhash, Zajsan i Aral / Pod red. D. V. Sevast'yanova.* L.: Nauka, 1991. S. 31—37.
- [24] *Sayadyan Yu. V., Aleshinskaya Z. V.* Kolebaniya uvlazhnennosti v bassejne oz. Sevan // *Istoriya ozer Sevan, Issyk-Kul', Balhash, Zajsan i Aral / Pod red. D. V. Sevast'yanova.* L.: Nauka, 1991. S. 38—49.
- [25] *Sayadyan Yu. V.* Kolebaniya beregovoj linii ozero Sevan v golocene // *Izv. RGO.* 2000. T. 132, vyp. 3. S. 37—47.
- [26] *Sayadyan Yu. V.* Novejshaya geologicheskaya istoriya Armenii. Erevan: Gitutyun, 2009. 357 s.
- [27] *Sevast'yanov D. V.* Gornye ozero Srednej Azii — indikatory izmenchivosti prirodnyh processov // *Ozero Issyk-Kul' i tendencii ego prirodnogo razvitiya.* L.: Nauka, 1986. S. 200—219.
- [28] *Subetto D. A., Sevast'yanov D. V., Sapelko T. V., Grekov I. M., Bojnagryan V. R.* Ozero kak nakopitel'nye informacionnye sistemy i indikatory klimata // *Astrahanskij Vestnik ehkologicheskogo obrazovaniya.* Nauki o Zemle. 2017. N 4 (42). S. 4—14.
- [29] *Tahtadzhyan A. L., Yacenko-Hmelevskij A. A.* Palynologia caucasica I. Opyt standartizacii palinologicheskoy terminologii // *Izv. AN ArmSSR, biol. nauki, botanika.* 1945, N 5—6, S. 31—46.
- [30] *Tumadzhyanov I. I., Tumanyan M. R.* Novye dannye k istorii lesnoj rastitel'nosti Masrinskoj ravniny v golocene // *Biologicheskij zhurnal Armenii.* 1973. T. 26, 12. S. 24—28.
- [31] *Tumanyan M. R.* K istorii rastitel'nosti bassejna oz. Sevan v golocene // *Biologicheskij zhurnal Armenii.* 1971. T. 24, 11. S. 57—61.
- [32] *Tahtadzhyan A. L.* K poznaniyu vodnoj rastitel'nosti Lorijskoj nagornoj ravniny // *Trudy Biol. in-ta Arm. fil. AN SSSR.* Erevan, 1939. N 1. S. 19—37.
- [33] *Fajvush G. M., Tumanyan A. A.* Vozmozhnoe vlianie izmeneniya klimata na populyacii nekotoryh redkih vidov rastenij ozer Lorijskoj nagornoj ravniny Armenii // *Botanicheskaya nauka v sovremennom mire. Materialy Mezhdunar. yubil. konf., posvyashch. 80-letiyu osnovaniya Erevanskogo botanich. sada.* Erevan: Izd-vo NAN RA, 2015. S. 389—394.
- [34] *Filatov N. N., Zajcev L. V., Naumenko M. A.* Issledovanie izmenchivosti techenij i temperatury vody oz. Sevan // *Modelirovanie i ehksperimental'nye issledovaniya gidrologicheskikh processov v ozerah.* L.: Nauka, 1986. S. 49—54.
- [35] *Shnitnikov A. V.* Teoreticheskie osnovy mnogovekovoj izmenchivosti obshchej uvlazhnennosti i sostoyanie ozer — sovremennoe i veroyatnoe budushchee // *Problemy issledovaniya krupnyh ozer.* L.: Nauka, 1985. S. 5—22.
- [36] *Ehksperimental'nye i polevyte issledovaniya gidrobiontov ozero Sevan // Trudy Sevanskoj gidrobiologicheskoy stancii.* Erevan, 1984. N 19. 266 s.
- [37] *Joannin S., Ali A. A., Ollivier V., Roiron P., Peyron O., Chevaux S., Nahapetyan S., Tozalakyan P., Karakhanyan A., Chataigner C.* Vegetation, fire and climate history of

- the Lesser Caucasus: a new Holocene record from Zarishat fen (Armenia) // *Journal of Quaternary Science*. 2014. 29. S. 70—82.
- [38] Leroyer C., Joannin S., Aoustin D., Ali A., Peyron O., Ollivier V., Tozalakyan P., Karakhanyan A., Jude F. Mid Holocene vegetation reconstruction from Vanevan peat (south-eastern shore of Lake Sevan, Armenia) // *Quaternary International*. 2016. 395. P. 5—18.
- [39] Ollivier V., Nahapetyan S., Roiron P., Gabrielyan I., Gasparyan B., Chataigner C., Joannin S., Cornée J.-J., Guillou H., Scaillet S., Munch P., and Krijgsman W. Quaternary volcano-lacustrine patterns and paleobotanical data in South Armenia // *Quaternary International*. 2010. 223—224. P. 312—326.
- [40] Ollivier V., Joannin S., Roiron P., Nahapetyan S., Chataigner C. Travertinization and Holocene morphogenesis in Armenia: a reading grid of rapid climatic changes impact on the landscape and societies between 9500—4000 cal. BP in the Circumcasian regions // *European Archaeologist*. 2011. 36. P. 26—31.
- [41] Sevastyanov D., Sapelko T., Subetto D., Boynagryan V. R. Paleolimnology of Northern Eurasia // *Proceeding of the International conference*. Petrozavodsk. 2014. P. 24—25.