






Влияние отходов животноводства на экологическое состояние речных экосистем бассейна озера Севан

В.Г. Маргарян¹  , О.Я. Саядян² , Е.В. Гайдукова³,
Н.Л. Фролова⁴ , Л.В. Азизян⁵, Г.Д. Аветисян⁶

 vmargaryan@ysu.am

¹Ереванский государственный университет, г. Ереван, Армения

²Немецкое агентство по международному сотрудничеству (GIZ), г. Ереван, Армения

³Российский государственный гидрометеорологический университет, Институт гидрологии и океанологии, Санкт-Петербург, Россия

⁴ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова», Москва, Россия

⁵Центр гидрометеорологии и мониторинга ГНУ, Министерство окружающей среды Республики Армения, г. Ереван, Армения

⁶Институт геологии национальной академии наук Республики Армения, г. Ереван, Армения

АННОТАЦИЯ

Актуальность. Рассмотрены экологические проблемы, сформировавшиеся в водосборном бассейне оз. Севан вследствие влияния отходов животноводства на экосистемы питающих озеро рек. Повышенное поступление биогенных элементов, особенно азота и фосфора, активизирует процессы эвтрофикации участков рек, находящихся в прямом или косвенном контакте с отходами животноводства. Ситуация особенно ухудшается во время зимнего меженного стока: увеличиваются отходы при содержании поголовья скота в коровниках, при переходе на подземное питание расходы воды в реках бассейна оз. Севан резко уменьшаются, составляя 5–24 % от величины среднего годового стока.

Методы. Использован метод наложения различных географических явлений на единую пространственно-временную поверхность, а также интегральный анализ гидрологических, статистических и полевых данных. **Результаты.** В исследованных 19 бассейнах рек в целом ежегодно производится 322 780 т навоза, из них 159 179 т – в период содержания в коровниках. Биогенные элементы, в частности азот и фосфор, способствуют эвтрофикации поверхностных вод и влияют на экосистему оз. Севан. Объем основных биогенных элементов, поступивших в 2013–2017 гг. в основные реки бассейна водоема, в среднем составил: фосфор – 85,0 т/год, неорганический азот – 18,6 т/год.





КЛЮЧЕВЫЕ СЛОВА: зимний минимальный сток, отходы животноводства, эвтрофикация, бассейн оз. Севан.


Финансирование: Работа выполнена при поддержке гранта Комитета по науке Республики Армения в рамках научного проекта 21Т-1Е215 «Гидроэкологическая оценка характеристик зимнего меженного стока рек, впадающих в озеро Севан» и КН РА 20RF-039 (Комитет науки Республики Армения) и РФФИ № 20–55–05006\20 (Российский фонд фундаментальных исследований) в рамках совместной научной программы «Краткосрочный вероятностный прогноз стока рек в период весеннего половодья».

Для цитирования: Маргарян В.Г., Саядян О.Я., Гайдукова Е.В., Фролова Н.Л., Азизян Л.В., Аветисян Г.Д. Влияние отходов животноводства на экологическое состояние речных экосистем бассейна озера Севан // Водное хозяйство России: проблемы, технологии, управление. 2022. № 5. С. 107-118. DOI: 10.35567/19994508_2022_5_8.

Дата поступления 11.04.2022.

CATTLE BREEDING WASTE IMPACT UPON THE LAKE SEVAN RIVER BASIN SYSTEMS ENVIRONMENTAL STATE

Vardui G. Margaryan¹  , Ovik Y. Sayadyan² , Yekaterina V. Gaydukova³, Nataliya L. Frolova⁴ , Levon V. Azizyan⁵, Gorik D. Avetisyan⁶

 vmargaryan@ysu.am

¹Yerevan State University, Yerevan, Armenia

²German Agency on International Cooperation (GIZ), Yerevan, Armenia

³Russian State Hydro/meteorological University Institute of Hydrology and Oceanology, St. Petersburg, Russia

⁴M.V. Lomonosov Moscow State University, Moscow, Russia

⁵Center of Hydro/meteorology and Monitoring GNO, Ministry of Environment of the Republic of Armenia, Yerevan, Armenia

⁶Republic of Armenia National Academy Institute of Geology, Yerevan, Armenia

ABSTRACT

Relevance. The article is devoted to the environmental issues of Lake Sevan and the issues of the impact of animal waste on the environmental conditions of rivers in the drainage basin of Lake Sevan. The influence of biogenic elements, especially such as nitrogen and phosphorus, accelerates the processes of eutrophication of river sections that are under direct or indirect contact with fresh manure or incompletely processed animal waste. The situation is especially worse during the winter low-water runoff, when the livestock is mainly in barns and a concentrated large part of the manure, and its liquid mass is simply poured into the rivers. In winter, water discharges in the rivers of the Lake Sevan basin sharply decrease (comprising 5–24% of the average annual flow), which is because the rivers are mainly fed by groundwater. **Methods.** We used the method of superposition of various geographical phenomena on a single spatial-temporal surface and integral analysis of hydrological, statistical and field data. **Results.** In the studied 19 river basins, in general, 322,780 tons of manure are produced annually, of which 159,179 tons are produced during the period of keeping in cowsheds. Nutrients, in particular nitrogen (N) and phosphorus (P), contribute to the eutrophication of surface waters. In addition, emissions have a certain impact on the ecosystem of Lake Sevan itself. The amount of the main biogenic elements for the period 2013–2017 in the main rivers of the Lake Sevan basin averages 85.0 t/year – phosphorus, and 18.6 t/year – inorganic nitrogen.

Keywords: winter minimum runoff, animal waste, eutrophication, Lake Sevan basin.

Financing: The work was supported by the Science Committee of RA, in the frames of the research project 21T-1E215 «Hydro-ecological assessment of winter low water period discharge characteristics of lake Sevan basin rivers», the RA Science Committee and Russian Foundation for Basic Research (RF) in the frames of the joint research project SCS 20RF-039 Short-term probabilistic forecast of river flow during the spring flood and RFBR № 20-55-05006\20 accordingly.

For citation: Margaryan V.G., Sayadyan O.Y., Faydukova Y.V., Frolova N.L., Azizyan L.V., Avetisyan G.D. Cattle breeding waste impact upon the Lake Sevan river basin systems environmental state. *Water Sector of Russia: Problems, Technologies, Management*. 2022. No. 5. P. 107-118. DOI: 10.35567/19994508_2022_5_8.

Received 11.04.2022.

ВВЕДЕНИЕ

Постановка проблемы. Благодаря географическому положению и благоприятным природно-климатическим условиям, животноводство всегда было традиционной отраслью сельского хозяйства на территории бассейна оз. Севан. Однако низкий уровень механизации животноводческих ферм, неконтролируемые сбросы навоза в прилегающие речные системы, отсутствие стандартных хранилищ, а также необходимого транспорта для своевременного вывоза навоза на поля приводит к тому, что значительное количество навоза и других отходов смывается в оз. Севан. Почты все реки бассейна несут отходы животноводства непосредственно в оз. Севан, основная масса нечистот поступает с водами рек Масрик, Варденик, Гаварагет, Мартуни, Аргичи и Дззнагет.

Экологическое состояние этих рек заметно ухудшается в период минимального стока, особенно в зимнюю межень (ноябрь–март), когда при наименьшем стоке одновременно отмечается накопление в руслах рек навозной массы, особенно его жидкой фракции. Данная ситуация наблюдается по всем впадающим в водоем рекам и является одной из главных причин эвтрофикации как рек, так и прибрежных зон оз. Севан. На основе интегрального анализа минимального стока и количественного анализа накопленного в зимний период навоза и других отходов животноводства возможно разработать природоохранные мероприятия, направленные на реабилитацию экосистем рек, впадающих в оз. Севан, его прибрежной зоны и формирование условий для устойчивого водопользования в регионе.

Состояние минимального стока рек бассейна оз. Севан рассмотрено, к примеру, в работах [1–3], а также в рамках национальных и международных проектов Водная инициатива Европейского союза – EUWI+ for the Eastern Partnership Countries- Draft watershed management plan for lake Sevan River basin in Armenia (EUW+, 2020)¹.

Вопросы влияния сельскохозяйственных отходов, в т. ч. и животноводства, на экосистемы рек, впадающих в оз. Севан, и самого озера проанализированы в работах [4–10], а также в различных статистических материалах², в частности, проведенной в 2014 г. Комплексной сельскохозяйственной переписи Республики Армения по Гегаркуникской области³. Относительно свежие данные представлены в докладе Европейского Союза в рамках Программы подготовки плана управления водосборным бассейном оз. Севан (EUWI+, 2020)¹. В настоящее время, в рамках международного проекта EU4Sevan, Национальный аграрный университет Армении ведет исследовательскую работу по оценке загрязнения в бассейне озера (ANAU, 2022)⁴.

¹ EUWI+ for the Eastern Partnership Countries- Draft watershed management plan for lake Sevan River basin in Armenia, 2020: European Union Water Initiative Plus for the Eastern Partnership (EUWI+ 4 EaP): Request for services for Local contractors for development of draft River Basin Management Plan for Hrazdan and Sevan river basins in Armenia: Part 1 – Characterisation Phase – European External Action Service (europa.eu)

² Статистический комитет РА. 2021. Режим доступа: Статистический комитет Республики Армения. armstat.am.

³ Статистический комитет Республики Армения. Комплексная сельскохозяйственная перепись Республики Армения по Гегаркуникской области. Режим доступа: armstat.am.

⁴ ANAU (Armenian national agrarian university) Sustainable manure management in lake Sevan basin as a way to relieve the biogenic load of the lake. Study within EU4Sevan project, 2021–2022.

Целью данной работы является оценка и анализ пространственного распределения влияния отходов животноводства на экологическое состояние рек, впадающих в оз. Севан, особенно в период минимального зимнего стока.

МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ И МАТЕРИАЛЫ

Зимний минимальный сток рек бассейна озера формируется в сложных природных условиях: горный рельеф и геологическое строение, разнообразие климатических условий и ряд других природных факторов. Их влияние нашло отражение в неравномерном пространственном распределении минимального декадного стока зимнего маловодного периода рек бассейна (рисунок). Так, на изучаемой территории зимние минимальные декадные расходы колеблются в пределах 0,049–2,63 м³/с (табл. 1).

Таблица 1. Зимние минимальные декадные расходы и расходы рек бассейна оз. Севан в зимний период

Table 1. Winter minimal decade flows of the Lake Sevan basin rivers during winter period

Река – пункт	Площадь водосбора, км ²	Средняя высота водосбора, м БС	Период наблюдений, год	Зимние декадные минимальные расходы		Средний расход зимнего периода, м ³ /с
				Средний расход, м ³ /с	Модуль стока, л/с/км ²	
р. Дзыкнагет – п. Цовагюх	82,6	2220	1936–1939, 1941–1944, 1947–2017	0,14	1,69	0,22
р. Драхтик – п. Драхтик	39,2	2270	1958–1963, 1972–1992, 1999–2017	0,045	1,15	0,08
р. Памбак – п. Памбак	20,4	2540	1947–1950, 1952–1953, 1955–1968, 1970–1989, 1998–2017	0,069	3,38	0,09
р. Масрик – п. Цовак	673	2310	1953–2017	2,33	3,46	2,60
р. Карчахпюр – п. Карчахпюр	116	2650	1952–1963, 1965–1994, 1998–2017	0,84	7,24	0,96
р. Ваденис – п. Варденик	117	2760	1935–1938, 1940–1943, 1945–1946, 1949–1994, 1998–2017	0,49	4,19	0,67
р. Мартуни – п. Геховит	84,5	2760	1963–2017	0,64	7,57	0,74
р. Аргичи – п. Геташен	366	2470	1935–2017	1,96	5,36	2,33
р. Цахкашен – п. Вагашен	92,4	2570	1971–1999, 2004–2017	0,47	5,09	0,60
р. Личк – п. Личк	33,0	2060	1960–1962, 1976–1994, 1998–2017	1,51	45,8	1,72
р. Бахтак – п. Цаккар	144	2570	1951–2017	0,12	0,83	0,19
р. Гаварагет – п. Норатус	467	2430	1936–1944, 1947–1948, 1950, 1952–1992, 1998–2017	2,63	5,63	2,96

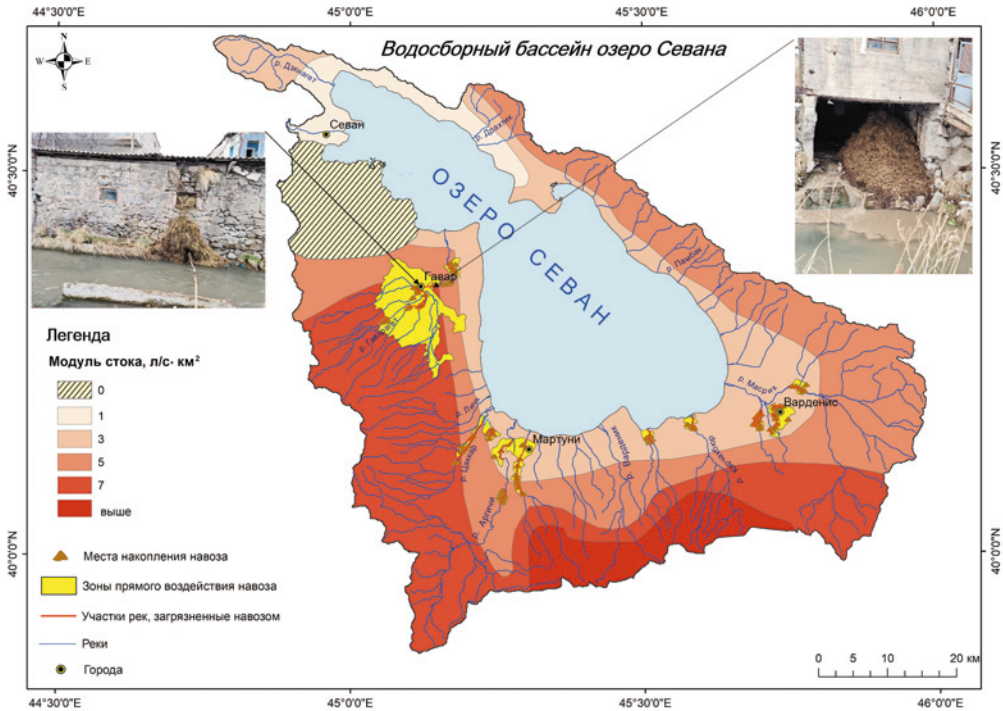


Рис 1. Карта модуля среднего многолетнего зимнего стока за декаду и места накопления/воздействия навоза на 19 речных бассейнах оз. Севан по данным исследования ANAU, 2022⁴.

Fig. 1. A map of the average many-year winter flow module over a decade and locations of accumulation/impact of manure at 19 the Lake Sevan river basins according to the ANAU studies data.

Наибольший расход наблюдался в 1948 г. на р. Гаварагет – п. Норатус (3,81 м³/с), а наименьший отмечен в 1961 г. на р. Драхтик – п. Драхтик (0,006 м³/с). Сравнительно меньшие значения зимних минимальных декадных расходов определяются в районах с формированием устойчивого снежного покрова в бассейне озера в холодный период года, замерзанием отдельных участков рек. Высокие значения зимних минимальных декадных расходов преимущественно имеют реки с подземным питанием.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

В зимний период расходы воды в реках бассейна оз. Севан резко понижаются, составляя 5–24 % от величины среднего годового стока, что обусловлено переходом рек, в основном, на подземное питание. Сток зимней межени (ноябрь–февраль) для рек с подземным питанием может составлять 20–24 % от годового, для рек с поверхностным питанием 5–10 %.

Минимальный зимний декадный расход составляет от 0,045 (р. Драхтик) до 2,63 м³/с (р. Гаварагет), средний зимний сток 0,08–2,96 м³/с, а средний годовой – 0,21–5,46 м³/с. С высотой местности растет модуль минимального стока. Некоторые отклонения от этих закономерностей наблюдаются на п. Цаккар – р. Бахтак и на п. Личк – р. Личк, что обусловлено местными физико-

географическими особенностями и питанием речных бассейнов. У большинства впадающих в оз. Севан рек (из 12 постов 7, т. е. в 58 % случаев) за период 1935–2020 гг. отмечена тенденция роста зимних среднедекадных минимальных расходов. Исключение составляют реки Масрик, Мартуни, Бахтак, Личк и Гаварагет. Тенденция повышения минимальных зимних декадных расходов рек обусловлена изменчивостью температуры воздуха и количества атмосферных осадков за зимний период [3]. Таким образом, очевидны определенные тенденции в изменении зимнего минимального стока рек бассейна оз. Севан, благоприятные с точки зрения компенсации антропогенного воздействия на речные экосистемы.

Сравнительная оценка различных источников поступления биогенных элементов в оз. Севан указывает на тот факт, что на первом месте по биогенному загрязнению водоема стоит животноводство, на втором – сточные воды коммунального хозяйства [4] (табл. 2).

Таблица 2. Сравнительная оценка источников поступления биогенных веществ в оз. Севан в 1982 г., %

Table 2. Comparative assessment of the sources of nutrients input into the Lake Sevan in 1982, %

Источник поступления	Азот	Фосфор
Речной сток (фоновое загрязнение)	18,1	22,0
Население	19,3	19,2
Промышленность	2,7	1,4
Животноводство	49,0	44,4
Рекреация	0,5	0,5
Вынос минеральных удобрений с сельхозугодий	10,4	12,5

Поголовье скота за последние годы имеет тенденцию к снижению: поголовье крупного рогатого скота снизилось с 112,3 тыс. в 2013 г. до 98,6 тыс. голов в 2021 г. (снижение составило 15%, а овец и коз на 5 %)³.

Распределение поголовья скота по речным бассейнам озера также имеет определенные закономерности. Так, по населенным пунктам скотоводство развито в бассейне Большого Севана (83 %) и особенно в бассейнах рек Масрик, Гаварагет, Мартуни, Аргичи, Арцванист, Варденис, Цаккар, Карчахпюр и Личк (табл. 3).

Наряду с предприятиями животноводства в прибрежной зоне озера расположены многие населенные пункты, загрязненный поверхностный сток с территории которых (в т. ч. и с сельхозугодий) рассредоточенно поступает в водоем. Основными источниками поступления в воду как азота, так и фосфора с территории населенных пунктов являются не перехватываемый и не подвергаемый очистке поверхностный сток и локальные сбросы сточных вод. Производимый на территории водосбора озера навоз, не проходящий соответствующих процедур сбора, очистки и утилизации является активным источником загрязнения поверхностных вод.

Таблица 3. поголовье скота в водосборном бассейне оз. Севан, тыс. голов, 2014 г.
 Table 3. Cattle stock in the Lake Sevan catchment area, thousand pcs, 2014

Речной бассейн	Поголовье скота				
	Крупный рогатый скот	Свиньи	Овцы и козы	Лошади	Домашняя птица
Большой Севан					
Масрик	23922	1404	33227	145	63688
Гаварагет	20972	2501	14529	193	53420
Мартуни	9424	2170	6854	11	29459
Аргичи	7520	827	4106	12	23465
Арцванист	5604	624	6192	21	19029
Варденис	4637	912	1991	13	12066
Цаккар	4396	540	1695	6	22437
Карчахбю	3738	515	3104	15	6532
Личк	2450	238	1334	1	17085
Другие	20834	2748	20143	95	80131
Малый Севан					
Дзкнагет	4865	461	2302	41	9459
Другие реки	15046	2109	15353	468	37272

Примечание: по данным Комплексной сельскохозяйственной переписи Республики Армения по Гегаркуникской области³.

Что касается загрязнения вод азотом, наибольшее значение имеет поступление от сельскохозяйственных источников (удобрения, навоз, садки для рыб). Сельское хозяйство (посевная площадь, эрозия, моющие средства, садки для рыб, навоз) является вторым по объемам, после городских сточных вод, источником поступления фосфора в водные объекты региона.

Данные об объемах загрязнения природных вод в бассейне Севана азотом и фосфором от предприятий сельского хозяйства скудны и фрагментарны. Некоторые сведения о поступлении азота и фосфора от данного вида хозяйственной деятельности в притоки Севана по состоянию на 2017 г. представлены в табл. 4.

Неконтролируемое поступление биогенных элементов, в частности азота и фосфора, может привести к негативным изменениям экосистем не только притоков озера, но и самого водоема. Сток основных биогенных элементов за 2013–2017 гг. в реки бассейна оз. Севан и, следовательно, в озеро за счет неконтролируемого сброса навоза в среднем составляет 85,0 т/год фосфора и 18,6 т/год неорганического азота, что рассматривается как серьезная угроза состоянию ручьев, рек и качеству воды оз. Севан.

В этой ситуации чрезвычайно важно определить критические точки и объемы поступления навоза в поверхностные воды и его проникновения в подземные воды, на основе этих данных разработать меры по защите от загрязнений и повышению качества поверхностных и подземных вод бассейна Севана.

Таблица 4. Годовые нагрузки загрязнения от животноводства в бассейне оз. Севана, т/год

Table 4. Annual contamination loads caused by cattle breeding in the Lake Sevan basin, t/year

Поголовье скота	Поголовье скота, тыс. голов	Норма от 1 животного, т/год			Итого, т/год		
		Навоз	Азот	Фосфор	Навоз	Азот	Фосфор
Крупный рогатый скот	124 900	8	0.0055	0.0013	999 200	687	162
Свинья	15 900	2	0.0059	0.0020	31 800	94	32
Овцы и козы	113 400	0.4	0.0107	0.0022	45 360	1213	249
Домашняя птица	340 000	0.04	0.0130	0.0041	13 600	4420	1394
Итого					1 089 960	6414,1	1837,7

Примечание: по данным EUWI+ for the Eastern Partnership Countries- Draft watershed management plan for lake Sevan River basin in Armenia, 2020¹.

Согласно новым исследованиям⁴, проведенным Национальным аграрным университетом Армении (ANAU, 2022), корова живой массой 500 кг дает в сутки 55 кг навоза, из них 20 кг жидкой фракции, 35 кг – твердой. По данным администрации Гегаркуникской области, средняя живая масса полновозрастной коровы в регионе составляет 370 кг. По этой логике, согласно расчетам, одна корова в сельских общинах области производит 41 кг навоза в день: 15 кг жидкой фракции, 26 кг твердой.

Средняя продолжительность содержания животных в коровниках Гегаркуникской области принята за 180 дней. Общее количество молодняка в пересчете на поголовье взрослых коров составляет 6241 голов, что вместе с фактическим поголовьем коров (15 329) составляет 21 569 условных коров. Это означает, что в целевых населенных пунктах в целом ежегодно производится 322 780 т навоза, в т. ч. 159 179 т – в период содержания в коровниках.

По результатам статистических обследований и оценок установлено, что около 50 % (79 590 т) полученного в откормочный период года навоза перерабатывается в органические удобрения. В среднем столько же сушат для топлива. Около 81,8 тыс. т навоза, производимого животными за пастбищный период, лежит на пастбищах, в окрестностях ферм, на дорогах. Большая часть его компонентов автоматически возвращается в почву в виде органического и минерального вещества, откуда с поверхностным и грунтовым стоками из зоны активного водосбора водных экосистем на нижних ярусах ландшафта проникает в реки и далее в оз. Севан. Жидкая фракция навоза не поддается контролируемому управлению: частично она впитывается в почву, обогащая ее минеральными элементами, в частности азотом и фосфором, а из прибрежных зон попадает в воду и выносится в оз. Севан (рисунок). Количество жидкой фракции навоза, выделяемого поголовьем скота ежегодно в 19 целевых общинах, составляет 118 090 т (21569 голов x 15 л x 365 дней = 118 090 275 л), из которых период откорма составляет около 58 236 т⁴.

В табл. 5 приведены результаты определения химического статуса воды на некоторых гидрологических постах в бассейне оз. Севан, согласно данным

Таблица 5. Качество воды в пунктах наблюдений бассейна оз. Севан (по данным Центра гидрометеорологии и мониторинга Министерства окружающей среды Республики Армения, 2020 г.)⁵

Table 5. Water quality at the observation points over the Lake Sevan basin (according to the data of the center of Hydro/meteorology and Monitoring of the Ministry of Environment of the Republic of Armenia)⁵

Река	Пункт наблюдения	Класс качества воды	Показатель класса качества воды	Основной источник воздействия
Дзкнагет	0,5 км выше с. Семеновка устье	хороший (ii)	–	Несущественное воздействие
		хороший (ii)	–	Несущественное воздействие
Масрик	0,5 км выше с. Верин Шоржа устье	хороший (ii)	–	Несущественное воздействие
		средний (iii)	фосфат ион (III), сурма (III), ванадий (III)	Коммунально-бытовые, сельскохозяйственные, промышленные сточные воды
Сотк	1,5 км выше рудника устье	хороший (ii)	–	Несущественное воздействие
		средний (iii)	нитрат ион (III), сурма (III)	Коммунально-бытовые, промышленные сточные воды
Карчабюр	0,5 км выше Ахбюрадзора устье	хороший (ii)	–	Несущественное воздействие
		хороший (ii)	–	Несущественное воздействие
Варденис	0,5 км выше Вардениса устье	хороший (ii)	–	Несущественное воздействие
		неудовлетворительный (iv)	нитрит ион (iii), фосфат ион (iii), амониум ион (iv)	Коммунально-бытовые, сельскохозяйственные, промышленные сточные воды
Мартуни	0,5 км выше Геховита устье	хороший (ii)	–	Несущественное воздействие
		неудовлетворительный (iv)	фосфат ион (iii), амониум ион (iv)	Коммунально-бытовые, сельскохозяйственные сточные воды
Аргичи	0,5 км выше Лернаовита устье	хороший (ii)	–	Несущественное воздействие
		хороший (ii)	–	Несущественное воздействие
Шогвак	устье	средний (iii)	фосфат ион (iii)	Коммунально-бытовые, сельскохозяйственные сточные воды
Бахтак	устье	средний (iii)	фосфат ион (iii)	Коммунально-бытовые, сельскохозяйственные сточные воды
Гаваргет	0,5 км выше Цахкавана устье	хороший (ii)	–	Несущественное воздействие
		неудовлетворительный (iv)	фосфат ион (iv), амониум ион (iii), нитрат ион (iii)	Коммунально-бытовые, сельскохозяйственные сточные воды
Личк	0,5 км выше Личка устье	хороший (ii)	–	Несущественное воздействие
		хороший (ii)	–	Несущественное воздействие
Арпа-Севан туннель	0,7 км выше Цовинара	средний (iii)	нитрат ион (iii), мишьяк (iii)	Влияние подземных вод

⁵ Министерство окружающей среды Республики Армения. Режим доступа: mnp.am.

Центра гидрометеорологии и мониторинга Министерства окружающей среды Республики Армения за 2020 г. Данные таблицы совпадают с ареалами наибольшего накопления или зоной прямого и косвенного влияния навоза, отображенной на рисунке. Качество воды определяется по методике, представленной в Европейской водной инициативе (EUWI+, 2020), согласно Европейской водной директиве¹.

Дальнейшее исследование будет ориентировано на прогнозирование величины негативных воздействий сельскохозяйственных отходов (удобрения, химикаты, навоз) с учетом прогноза гидрологических характеристик зимней межени рек бассейна оз. Севан.

ВЫВОДЫ

Таким образом, экологическое состояние питающих оз. Севан рек тесно связано с пространственно-временными проявлениями сельскохозяйственных, прежде всего, животноводческих выбросов. Экологическое состояние рек ухудшается в летне-осенний и особенно в зимний меженный периоды, когда преобладает содержание скота в коровниках и концентрированные животноводческие выбросы.

В зимний период расходы воды в реках бассейна оз. Севан резко понижаются, составляя 5–24 % от величины среднего годового стока, что обусловлено переходом рек в основном на питание подземными водами. Это обстоятельство существенно снижает способность рек к самоочищению.

Полевые исследования, проведенные в 19 бассейнах рек, показали, что в целом ежегодно производится 322 780 т навоза, из них 159 179 т – в период содержания в коровниках. Количество жидкой фракции навоза, выделяемого ежегодно в этих 19 бассейнах, составляет 118 090 т. Жидкая фракция содержит наибольшие концентрации азота, который является одним из основных источников биогенного загрязнения. Биогенные элементы, поступающие в поверхностные воды бассейна оз. Севан, способствуют эвтрофикации не только впадающих в него рек, но и самого озера. Количество основных биогенных элементов, поступивших за период 2013–2017 гг. в важнейшие притоки оз. Севан, в среднем составляет: 85,0 т/год – фосфор, и 18,6 т/год – неорганический азот.

Такие исследования должны носить систематический характер и иметь регулярную систему мониторинга. Только на основе системных научных исследований можно разработать обоснованные предложения по решению вопросов сохранения экосистем питающих оз. Севан рек.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Варданян Т.Г. Зимний минимальный сток р. Аргичи и его расчет // Ученые записки ЕГУ1991. № 2. С. 150–156 (на армян. яз.)
2. Маргарян В.Г., Аветисян Г.Д., Поляков А. В. Закономерности пространственно-временного распределения зимнего минимального декадного стока рек бассейна озера Севан // Известия ТулГУ. Науки о Земле. 2020. Вып. 1. С. 92–108.
3. Маргарян В.Г., Фролова Н. А. Оценка пространственно-временной изменчивости зимнего минимального декадного стока рек бассейна озера Севан в условиях современного изменения климата // Вестник Московского университета. 2021. Сер. 5. География. № 1. С. 97–108.

4. Мусаелян С.М. О некоторых результатах паспортизации источников загрязнения оз. Севан и его бассейна // Ученые записки ЕГУ. Естественные науки. 1990. № 3. С. 145–151.
5. Мусаелян С.М. Водные ресурсы Армянской ССР (использование, охрана, экономика). Ереван: Изд-во Ереванского ун-та, 1989. 208 с.
6. Гагаринова О. В., Саядян О.Я. Гидрологические основы ландшафтного планирования бассейна озера Севан // География и природные ресурсы. 2009. № 30. С. 143–150.
7. Мусаелян С.М. Экология и экономика озера Севан и его бассейна. Ереван: Изд-во Ереванского ун-та, 1993. 164 с.
8. Саядян О.Я. Изменение природных ландшафтов бассейна озера Севан под влиянием антропогенного фактора: автореф. дисс... канд. геогр. наук, ЕГУ, 1997. 26 с.
9. Саркисян В.О. Воды Армении. Ереван: Ереванский государственный университет архитектуры и строительства, 2008. 208 с.
10. Экология озера Севан в период повышения его уровня. Результаты исследований российско-армянской биологической экспедиции по гидроэкологическому обследованию озера Севан (Армения) (2005–2009 гг.). Махачкала: Наука, 2010. 348 с.

REFERENCES

1. Vardanyan T.G. Winter minimal runoff of the Argichi River and its calculation. *Ucheniye zapiski EGU 1991 [Academic notes of ESU]*. No. 2. P. 150–156 (in Armenian).
2. Margaryan V.G., Avetisyan G.D., Polyakov A.V. Regularities of spatial-temporal distribution of the winter minimal decade flow of the Lake Sevan basin rivers. *Izvestia TulGU [Bulletin of TulSU] Nauki o Zemle [Sciences of the Earth]*. 2020. Iss. 1. P. 92–108.
3. Margaryan V.G., Frolova N.L. Assessment of spatial-temporal variability of the winter minimal decade runoff of the Lake Sevan basin rivers in the conditions of the current climate change. *Vestnik Moskovskogo universiteta [Bulletin of the Moscow University]*. 2021. Ser. 5. Geography. No. 1. P. 97–108.
4. Musaelyan S.M. About some certification results of the Lake Sevan and its basin sources of pollution. *Ucheniye zapiski EGU 1990 [Academic notes of ESU]*. No. 3. P. 145–151.
5. Musaelyan S.M. Water resources of the Armenian SSR (use, protection, and economy). Yerevan: published by Yerevan University, 1989. 208 p.
6. Gagarinova O.V., Sayadyan O.Y. Hydrological foundations of the Lake Sevan basin landscape planning. *Geografiya i prirodnye resursy [Geography and natural resources]*. 2009. No. 30. P. 143–150.
7. Musaelyan S.M. Ecology and economy of the Lake Sevan and its basin. Yerevan: published by Yerevan University, 1993. 164 p.
8. Sayadyan O.Y. The Lake Sevan basin natural landscapes changing caused by anthropogenic factors: abstract of the PhD, YSU, 1997. 26 p.
9. Sarkisyan V.O. Waters of Armenia. Yerevan: Yerevan State University of Architecture and Civil Engineering, 2008. 208 p.
10. Ecology of the Lake Sevan during the period of its level rising. Results of studies of the Russian-Armenian biological expedition for hydro/ecological survey of the Lake Sevan (Armenia) (2005–2009). Makhachkala: Nauka, 2010. 348 p.

Сведения об авторах:

Маргарян Вардуи Гургеновна, канд. геогр. наук, доцент, кафедра физической географии и гидрометеорологии, Ереванский государственный университет, 0025, Армения, г. Ереван, ул. Алека Манукяна, 1; ORCID: 0000-0003-3498-0564; e-mail: vmargaryan@ysu.am

Саядян Овик Яхшибекович, д-р геогр. наук, профессор, кафедра физической географии и гидрометеорологии, Ереванский государственный университет, 0025, Армения, г. Ереван, ул. Алека Манукяна, 1; ORCID: 0000-0003-1703-3018; e-mail: sayadyan71@gmail.com

Гайдукова Екатерина Владимировна, канд. техн. наук, доцент, кафедра инженерной гидрологии, Российский государственный гидрометеорологический универси-

тет, Институт гидрологии и океанологии, 192007, Россия, Санкт-Петербург, ул. Воронежская, 79; e-mail: oderiut@mail.ru

Фролова Наталья Леонидовна, д-р геогр. наук, ФГБОУ ВО «Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова», Россия, 119991, Москва, Ленинские горы, д. 1; ORCID: 0000-0003-3576-285X; e-mail: frolova_nl@mail.ru

Азизян Левон Ваноевич, канд. техн. наук, и. о. директора, «Центр гидрометеорологии и мониторинга» ГНО, Министерство окружающей среды, Республика Армения, 0025, г. Ереван, ул. Чаренца 46, e-mail: levon_azizyan@yahoo.com

Аветисян Горик Давидович, канд. геогр. наук, доцент, Институт Геологии Национальной Академии наук РА, Республика Армения, 0019 г. Ереван, ул. Маршалла Баграмяна 24; e-mail: avetisyanhorik@gmail.com

About the authors:

Vardui G. Margaryan, Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, Chair of Physical Geography and Hydrometeorology, Yerevan State University, ul. Alek Manukyan, 1, Yerevan, 0025, Armenia; ORCID: 0000-0003-3498-0564; e-mail: vmargaryan@ysu.am

Ovik Y. Sayadyan, Doctor of Geographical Sciences, Professor, Chair of Physical Geography and Hydrometeorology, Yerevan State University, ul. Alek Manukyan, 1, Yerevan, 0025, Armenia; ORCID: 0000-0003-1703-3018; e-mail: hovik.sayadyan71@gmail.com

Yekaterina V. Gaydukova, Candidate of Technical Sciences, Associate Professor, Chair of Engineering Hydrology, Russian State Hydro/meteorological University Institute of Hydrology and Oceanology, ul. Voronezhskaya, 79, St. Petersburg, 192007, Russia; e-mail: oderiut@mail.ru

Nataliya L. Frolova, Doctor of Geographical Sciences, M.V. Lomonosov Moscow State University, Leninskiye Gory, 1, Moscow, 119991, Russia; ORCID: 0000-0003-3576-285X; e-mail: frolova_nl@mail.ru

Levon V. Azizyan, Candidate of Technical Sciences, Acting Director, Center of Hydrometeorology and Monitoring, Ministry of Environment, ul Charents, 46, Yerevan, 0025, Republic of Armenia; e-mail: levon_azizyan@yahoo.com

Gorik D. Avetisyan, Candidate of Geographical Sciences, Associate Professor, National Academy of Sciences National Institute of Geology, ul. Marshal Bagramyan, 24, Yerevan, 0019 Republic of Armenia; e-mail: avetisyanhorik@gmail.com