

РАСЧЕТ ЗИМНЕГО СРЕДНЕДЕКАДНОГО МИНИМАЛЬНОГО СТОКА РЕК БАСЕЙНА ОЗЕРА СЕВАН И АНАЛИЗ ЕГО ВРЕМЕННОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ

В. Г. МАРГАРЯН¹⁾

¹⁾Ереванский государственный университет, ул. Алека Манукяна, 1, 0025, г. Ереван, Армения

Расчитаны зимние среднедекадные минимальные расходы для постов, имеющих длинный ряд наблюдений (40 лет и более) на реках, впадающих в оз. Севан. В ряду многолетних наблюдений оценена динамика зимнего среднедекадного минимального стока рек и закономерности его пространственного распределения. Выполнена обработка инструментальных данных 12 гидрологических постов Службы по гидрометеорологии и активным воздействиям на атмосферные явления Министерства по чрезвычайным ситуациям Республики Армения. Используются следующие методы: математико-статистический, экстраполяционный, интерполяционный, корреляционный, а также анализа и аналога. Установлено, что у большинства рек бассейна оз. Севан наблюдается тенденция роста зимних среднедекадных минимальных расходов.

Ключевые слова: коэффициент изменчивости; коэффициент асимметрии; обеспеченность; динамика; минимальные расходы; бассейн оз. Севан.

CALCULATION OF WINTER AVERAGE TEN-DAY MINIMUM FLOWS OF RIVERS OF THE LAKE SEVAN BASIN AND ANALYSIS OF ITS TIME VARIABILITY

V. G. MARGARYAN^a

^aYerevan State University, 1 Alex Manoogian Street, Yerevan 0025, Armenia

Studying decadal minimum costs, especially in the context of expected climate change, is relevant and urgent. Both on the rivers of the study area and the whole republic, minimum water discharge is observed during periods of summer-autumn and winter low water. In both cases, the power of the rivers is mostly underground. However, summer-autumn rains can often disrupt the river's feeding patterns and cause flooding. The paper calculated the winter average ten-day minimum costs for posts that have a long series of observations on rivers flowing into Lake Sevan. In a number of long-term observations, the dynamics of changes in the winter average ten-day minimum costs of rivers flowing into the basin and the patterns of their spatial distribution have been estimated. As a source material daily data from actual observations at 12 hydrological posts in the study area of the Service of the Hydrometeorology and Active Influence on Atmospheric Phenomena, Ministry of Emergency Situations of the Republic of Armenia, are used. All observed hydrological posts have a number of observations 40 years or more. The methods used in the work are: mathematical-statistical, extrapolation, interpolation, analysis, analogue and correlation. It turned out that most rivers in the Lake Sevan Basin have a tendency to increase in winter average ten-day minimum costs.

Keywords: coefficient of variability; coefficient of irregularity; security; dynamics; minimal costs; Lake Sevan Basin.

Образец цитирования:

Маргарян В.Г. Расчет зимнего среднедекадного минимального стока рек бассейна озера Севан и анализ его временной изменчивости. *Журнал Белорусского государственного университета. География. Геология.* 2020;1:27–35. <https://doi.org/10.33581/2521-6740-2020-1-27-35>

For citation:

Margaryan VG. Calculation of winter average ten-day minimum flows of rivers of the Lake Sevan Basin and analysis of its time variability. *Journal of the Belarusian State University. Geography and Geology.* 2020;1:27–35. Russian. <https://doi.org/10.33581/2521-6740-2020-1-27-35>

Автор:

Вардуи Гургеновна Маргарян – кандидат географических наук, доцент; доцент кафедры физической географии и гидрометеорологии факультета географии и геологии.

Author:

Varduhi Gurgeni Margaryan, PhD (geography), docent; associate professor at the department of physical geography and hydrometeorology, faculty of geography and geology. vmargaryan@ysu.am <https://orcid.org/0000-0003-3498-0564>

Введение

Знание зимних минимальных расходов очень важно для управления гидрологическими экосистемами, эффективного использования и хранения водных ресурсов, определения экологического стока, оценки рисков, проектирования и постройки гидротехнических сооружений и т. д. Как на реках изучаемой территории, так и на остальных реках республики минимальные расходы воды наблюдаются в период летне-осеннего и зимнего маловодья. В обоих случаях питание рек преимущественно подземное. Однако летне-осенние дожди часто могут нарушить режим питания рек и вызвать паводки.

Следовательно, изучение декадных минимальных расходов, особенно в условиях ожидаемых изменений климата, является актуальной и срочной задачей. В то же время оценка декадных минимальных расходов – гарантия стабильного развития и залог перспективного роста экономики. Как известно, происходящие на нашей планете глобальные гидроклиматические изменения влияют на все составляющие окружающей среды и оказывают неблагоприятное воздействие на процесс стабильного развития общества. Понятие «стабильное развитие» включает три принципиальных аспекта: экономический рост, социальную справедливость и охрану окружающей среды. Они взаимосвязаны и предусматривают разработку стратегии равномерного развития природы и экономики, новую идеологию, в основу которых должно быть положено экологически урегулированное использование природных ресурсов. Стабильное развитие – основополагающий принцип, целью которого является сохранение естественного состояния экосистем. Это динамическая система с присущими ей колебаниями.

Поэтому цель данной работы – проанализировать и оценить закономерности динамики зимних средних декадных минимальных расходов рек бассейна оз. Севан в ряду многолетних наблюдений, рассчитать норму зимних средних декадных минимальных расходов, коэффициенты изменчивости (C_v) и асимметрии (C_s), декадные минимальные расходы различной обеспеченности.

В Республике Армении вопросами формирования, пространственного и временного распределения, прогнозирования минимального стока рек занимались Л. Р. Варданян, Л. В. Азизян, М. В. Шагинян, Б. П. Мнацаканян, З. З. Мурадян, Т. Г. Варданян, В. Г. Маргарян и др. [1–6]. Однако специализированных научных работ по изучению зимнего декадного минимального стока рек в Армении практически нет.

Методика исследования

Теоретической основой для решения поставленных задач послужили соответствующие научно-исследовательские работы [7–9]. Исходными данными выступили опубликованные в издании «Гидрологический ежегодник» фактические расходы воды зимнего маловодного периода по 12 гидрологическим постам Армгидромета, имеющим длинный ряд наблюдений.

В работе использованы следующие методы: математико-статистический, экстраполяционный, интерполяционный, корреляционный, а также анализа и аналога.

Результаты и их обсуждение

Как правило, после весенне-летних половодий до марта в бассейне оз. Севан, как и на других территориях республики, наблюдается период маловодья, который обычно длится до 8–9 мес. В это время реки резко мелеют, и расходы в них становятся минимальными. По условиям формирования и величине стока период маловодья делится на летне-осенний и зимний. В обоих случаях питание рек происходит преимущественно подземными водами. Однако летне-осенние дожди часто могут нарушить режим питания рек.

На изучаемой территории в зимний период реки переходят в основном на питание подземными водами, и расходы воды в них резко понижаются до 5–24 % величины годового стока. К этому следует добавить, что часть высокогорных рек зимой промерзают до дна. Сток зимней межени для рек с подземным питанием может составить от 20 до 24 % годового стока, для рек с поверхностным питанием – от 5 до 10 %.

Минимальный сток рек бассейна оз. Севан формируется в непростых природных условиях (сложные горный рельеф и геологическая структура, разнообразие климатических условий и ряд других природных факторов). Их влияние нашло свое отражение в неравномерном пространственном распределении декадного минимального стока зимнего маловодного периода рек бассейна. Так, на изучаемой территории зимние средние декадные минимальные расходы колеблются в пределах от 0,045 до 2,630 м³/с (табл. 1), а коэффициент изменчивости (вариации) зимних средних декадных минимальных расходов – от 0,14 до 0,63. Как правило, невысокие значения изменчивости наблюдаются на тех реках, которые имеют большую естественную зарегулированность стока (сравнительно обильное подземное питание).

Таблица 1

**Зимние средние декадные минимальные расходы рек бассейна оз. Севан
и коэффициенты их изменчивости и асимметрии**

Table 1

**Winter average ten-day minimum costs of the rivers of the Lake Sevan Basin
and the coefficient of their variability and irregularity**

Река – пост	Период наблюдений	Зимний декадный минимальный расход, м ³ /с			Коэффициент изменчивости (Cv)	Коэффициент асимметрии (Cs)
		Норма	Наибольший	Наименьший		
Дзыкнагет – Цовагюх	1936–1939, 1941–1944, 1947–2017	0,140	0,29	0,064	0,32	0,75
Драхтик – Драхтик	1958–1963, 1972–1992, 1999–2017	0,045	0,10	0,006	0,63	0,74
Памбак – Памбак	1947–1950, 1952–1953, 1955–1968, 1970–1989, 1998–2017	0,069	0,12	0,026	0,33	0,36
Масрик – Цовак	1953–2017	2,330	3,69	0,920	0,22	–0,23
Карчахпюр – Карчахпюр	1952–1963, 1965–1994, 1998–2017	0,840	1,32	0,290	0,24	–0,47
Варденис – Варденик	1935–1938, 1940–1943, 1945–1946, 1949–1994, 1998–2017	0,490	0,90	0,069	0,39	0,39
Мартуни – Геховит	1963–2017	0,640	1,01	0,200	0,19	1,03
Аргичи – Геташен	1935–2017	1,960	3,19	0,810	0,25	0,37
Цахкашен – Вагашен	1971–1999, 2004–2017	0,470	0,78	0,180	0,28	–0,24
Личк – Личк	1960–1962, 1976–1994, 1998–2017	1,510	2,84	0,760	0,38	1,06
Бахтак – Цаккар	1951–2017	0,120	0,31	0,024	0,62	0,80
Гаварагет – Норатус	1936–1944, 1947–1948, 1950, 1952–1992, 1998–2017	2,630	3,81	1,920	0,14	0,21

В работе для каждого водомерного поста рассчитана норма зимних средних декадных минимальных расходов, а также выделены их наибольшие и наименьшие значения (см. табл. 1). Исследования показали, что наибольший зимний средний декадный минимальный расход наблюдался на посту Норатус р. Гаварагет (3,81 м³/с в 1948 г.), а наименьший – на посту Драхтик р. Драхтик (0,006 м³/с в 1961 г.).

Как правило, с высотой растет модуль минимального стока [1; 3–5]. Однако в бассейне оз. Севан некоторые отклонения от этой закономерности наблюдаются на посту Цаккар р. Бахтак (0,83 л/(с · км²)) и посту Личк р. Личк (45,7 л/(с · км²)) (рис. 1). По нашему мнению, это обусловлено физико-географическими особенностями речных бассейнов, а также местной спецификой питания.

Следует отметить, что для рек Беларуси выявлена прямая зависимость между модулем минимального стока, средней высотой водосбора и эрозионным врезом русла реки [10]. Полученные результаты позволяют сделать вывод, что характер расчлененности рельефа речных бассейнов имеет существенное значение в формировании летне-осеннего и зимнего минимальных стоков, и эти показатели необходимо учитывать при расчете минимального стока.

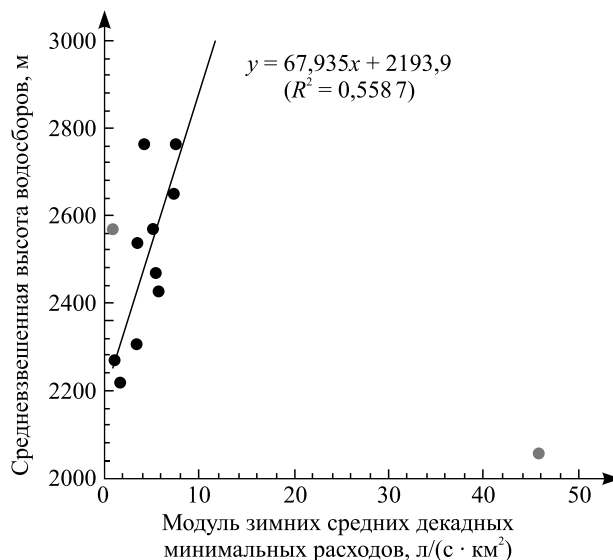


Рис. 1. Зависимость между модулями зимних средних декадных минимальных расходов и средневзвешенной высотой водосборов на водомерных постах бассейна оз. Севан

Fig. 1. The relationship between the modules of winter average ten-day minimum costs and the weighted average catchment height at the water measuring posts of the Lake Sevan Basin

В работе изучена динамика зимних средних декадных минимальных расходов рек бассейна оз. Севан по отдельным постам. Для всех действующих постов построены графики изменений минимальных расходов. Проведенный анализ показывает, что у большинства рек, впадающих в оз. Севан, наблюдается тенденция роста зимних средних декадных минимальных расходов (рис. 2). Так, на 7 из 12 изученных постов (58 %) выявлен четко выраженный тренд увеличения зимнего среднедекадного минимального стока. Только на 5 реках – Масрик, Мартуни, Бахтак, Личк и Гаварагет (т. е. в 42 % случаев) – наблюдается тенденция уменьшения. Изучив отмеченные реки, можно сделать вывод, что в упомянутых речных бассейнах происходит сокращение запасов подземных вод, что требует детального анализа и одновременно является задачей иных исследований. Отметим, что это заключение всего лишь предположение, и данный вопрос нуждается в дополнительном и всестороннем изучении.

Аналогичные результаты были получены и в других регионах планеты [11–14]. Так, для многих рек Беларуси характерен стабильный рост летне-осенних (73 % исследуемых рек) и зимних (80 %) минимальных расходов воды, причем на большинстве рек градиент изменения стока в зимний период выше, чем в летне-осенний [10]. Практически на всей европейской территории России отмечается увеличение нормы минимального стока, при этом наибольший рост наблюдается в южных частях бассейна, в степной и лесостепной зонах [15]. В работе [16] сделан вывод, что для большинства рек бассейна р. Волги

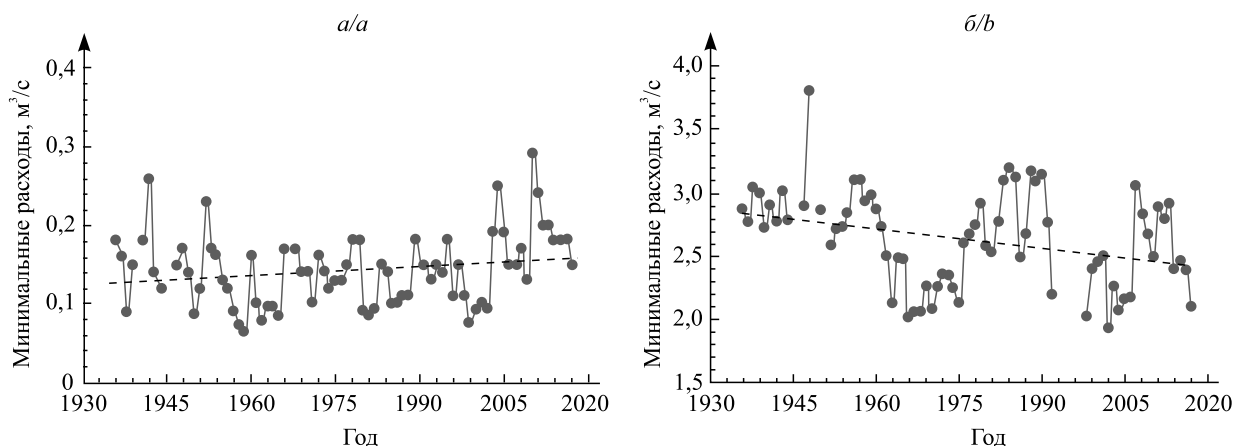


Рис. 2. Динамика зимних средних декадных минимальных расходов на посту Цовагиух р. Дзыкнагет (а) и посту Норатус р. Гаварагет (б)

Fig. 2. Dynamics of winter average ten-day minimum costs on the post Tsovagiugh of the Dzknaget River (a) and post Noratus of the Gavraget River (b)

можно выделить две фазы: длительный период пониженной водности (зимних минимальных расходов) сменяется периодом повышенной водности, продолжающимся по настоящее время. Также показано, что регулирование стока воды Верхне-Иртышским каскадом водохранилищ привело к существенному увеличению зимнего минимального расхода (на 78 %) [11].

Те речные экосистемы, где наблюдается тенденция уменьшения зимних декадных минимальных расходов, становятся более уязвимыми, поскольку в этом случае степень риска увеличения объемов водопотребления резко возрастает, так как в речном русле не соблюдаются минимальные объемы экологического стока. В настоящее время особенно неблагоприятное экологическое состояние отмечается в речных бассейнах с интенсивно развитой гидроэнергетикой. Такая ситуация существует в некоторых частях речных бассейнов изучаемой территории. С другой стороны, в результате неэффективного водозабора из рек сток малых рек очень часто почти полностью расходуется, вследствие чего ряд их зимой полностью замерзают.

Рассчитаны суммарные зимние средние декадные минимальные расходы рек, впадающих в оз. Севан, по фактическим данным 12 гидрологических постов (отсутствующие данные восстановлены). Рассмотрены их временной ход и тренды (рис. 3). Анализ линий тренда показывает, что в бассейне оз. Севан в настоящее время наблюдается положительная тенденция, в результате чего за последние почти 60 лет суммарный минимальный декадный сток, поступающий в оз. Севан, вырос на 1,08 м³/с, или 10 %. Это играет исключительно важную роль для охраны водных ресурсов и повышения уровня оз. Севан, имеющего стратегическое значение для республики. И при рациональном использовании воды этот рост будет оказывать положительное воздействие на решение проблемы оз. Севан.

Рассмотрены также временной ход и тренды средних зимних температур приземного слоя воздуха и атмосферных осадков для исследуемой территории за имеющиеся периоды наблюдений (рис. 4). Анализ линий тренда показывает, что на всех действующих в настоящее время метеостанциях бассейна наблюдается тенденция роста температур воздуха и атмосферных осадков.

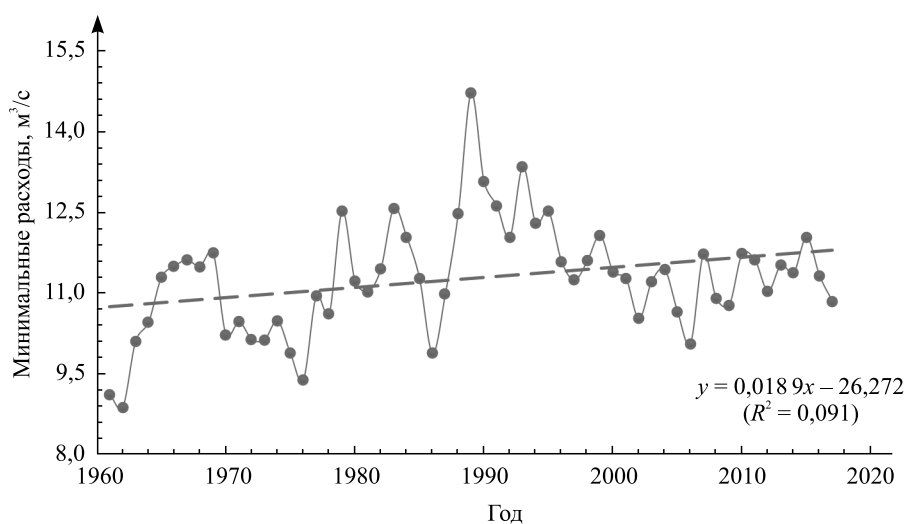


Рис. 3. Тренд межгодового хода суммарных зимних средних декадных минимальных расходов на реках, впадающих в оз. Севан

Fig. 3. Trend of inter-annual total winter average ten-day minimum costs on rivers flowing into Lake Sevan

Отметим, что в работе [17] проанализировано влияние температуры воздуха и толщины льда на зимний сток рек бассейна р. Алдан. Установлено, что уменьшение толщины речного льда вследствие более теплых зим ведет к увеличению пропускной способности речных русел, в результате чего возрастает зимний сток рек. Была получена региональная зависимость интенсивности истощения зимнего стока от суммы температур воздуха первой половины зимы и интенсивности нарастания толщины льда.

Рассчитана степень риска зимних декадных минимальных расходов рек изучаемой территории с обеспеченностью 90; 95; 99; 99,9 % с повторяемостью раз в 10; 20; 100 и 1000 лет соответственно (табл. 2). Анализируя степень риска минимальных расходов, замечаем, что она резко возрастает. В особенности это наблюдается на посту Цаккар р. Бахтак и посту Драхтик р. Драхтик, где раз в 100 лет (а на р. Драхтик – раз в 20 лет) может происходить пересыхание русел с отсутствием воды.

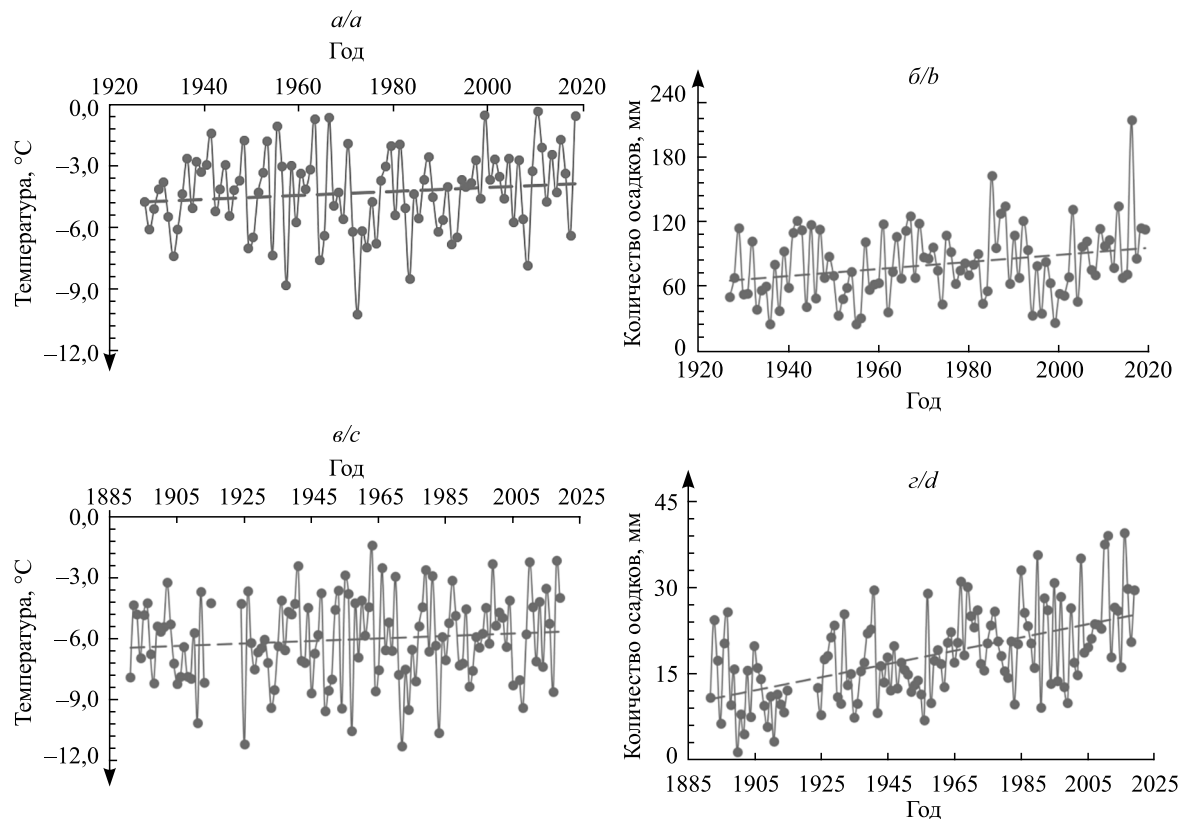


Рис. 4. Тренд межгодового хода средних температур приземного слоя воздуха и атмосферных осадков за зимний период в бассейне оз. Севан: а, б – на метеостанции Мартуни; в, г – на метеостанции Гавар
 Fig. 4. Trend of inter-annual average temperature of surface layer of atmosphere and atmospheric precipitation for winter period in Lake Sevan Basin: а, б – meteorological station Martuni; в, г – meteorological station Gavar

Таблица 2

Обеспеченные зимние средние декадные минимальные расходы рек бассейна оз. Севан, м³/с

Table 2

Secured winter average ten-day minimum costs of the rivers of the Lake Sevan Basin, m³/s

Река – пост	Обеспеченность зимних средних декадных минимальных расходов			
	90 %	95 %	99 %	99,9 %
Дзыкнагет – Цовагох	0,090	0,080	0,062	0,047
Драхтик – Драхтик	0,011	0,007	0,002	0,000
Памбак – Памбак	0,041	0,034	0,023	0,014
Масрик – Цовак	1,670	1,460	1,060	0,591
Карчахпюр – Карчахпюр	0,579	0,489	0,311	0,087
Варденис – Варденик	0,248	0,196	0,017	0,058
Мартуни – Геховит	0,501	0,474	0,431	0,390
Аргичи – Геташен	1,360	1,220	0,977	0,749
Цахкашен – Вагашен	0,298	0,245	0,140	0,016
Личк – Личк	0,865	0,750	0,570	0,419
Бахтак – Цаккар	0,034	0,022	0,008	0,002
Гаварагет – Норатус	2,160	2,040	1,830	1,610

Отметим, что согласно характеристике ООН природный риск – это ожидаемые ущербы, которые обусловлены проявлением опасных природных явлений за определенный период времени на данной территории. Оценка риска в основном проводится по степени вероятности опасности и ожидаемой мере ущерба. В работе оценка риска минимальных расходов выполнялась количественным методом. Количественная оценка риска базируется на математической статистике и теории вероятностей [18].

Заключение

Таким образом, полученные результаты имеют очень важное прикладное значение для геоэкологических задач, в частности для управления водными экосистемами, их эффективного использования и охраны, определения экологического стока, оценки рисков, прогнозирования водных катастроф, защиты речных экосистем от деградации и др.

По результатам исследований сделаны следующие выводы:

1. Минимальные расходы воды рек изучаемой территории наблюдаются в период летне-осеннего и зимнего маловодья. Зимнее маловодье длится с конца ноября – декабря до февраля – марта.
2. Зимние средние декадные минимальные расходы рек, впадающих в оз. Севан, колеблются в пределах 0,045–2,630 м³/с.
3. Коэффициент изменчивости зимнего среднего декадного минимального стока составляет от 0,14 до 0,63; коэффициент асимметрии варьирует от –0,47 до +1,06.
4. С высотой растут как коэффициенты изменчивости зимних средних декадных минимальных расходов, так и коэффициенты асимметрии. Малые значения коэффициента изменчивости характерны для тех рек, которые имеют устойчивое подземное питание, и наоборот.
5. С высотой местности растет модуль минимального стока. Некоторые отклонения от этой закономерности наблюдаются на посту Цаккар р. Бахтак и посту Личк р. Личк, что обусловлено местными физико-географическими особенностями и питанием речных бассейнов.
6. У большинства рек, впадающих в оз. Севан (7 из 12 изученных постов, т. е. 58 % случаев), отмечается тенденция увеличения зимних среднедекадных минимальных расходов. Исключение составляют реки Масрик, Мартуни, Бахтак, Личк и Гаварагет. Наблюдается также стабильный рост суммарных зимних среднедекадных минимальных расходов рек бассейна оз. Севан.
7. Тенденция понижения зимних среднедекадных минимальных расходов рек, впадающих в оз. Севан, обусловлена уменьшением запасов подземных вод, что требует детального изучения и одновременно является задачей иных исследований. В этих речных экосистемах степень риска увеличения объемов водопотребления резко возрастает, поскольку в речных руслах минимальные объемы экологического стока могут не сохраниться.
8. На всех действующих в настоящее время метеостанциях бассейна наблюдается тенденция роста температур воздуха и атмосферных осадков, что повлияет на особенности изменения зимних среднедекадных минимальных расходов.
9. Отмечается рост степени риска зимних минимальных расходов. В особенности это наблюдается на посту Цаккар р. Бахтак и посту Драхтик р. Драхтик, где раз в 100 лет может происходить пересыхание русел с отсутствием воды.
10. Предлагаются дополнительные детальные и всесторонние исследования.

Библиографические ссылки

1. Варданян ТГ. Зимний минимальный сток р. Аргичи и его расчет. *Ученые записки Ереванского государственного университета*. 1991;2:150–156 (на арм.).
2. Маргарян ВГ. Динамика летне-осеннего межлетнего стока впадающих в Арпиличское водохранилище малых рек в контексте глобального изменения климата. В: Китаев АБ, Ларченко ОВ, Двинских СА, редакторы. *Современные проблемы водохранилищ и их водосборов. Труды VI Международной научно-практической конференции; 29 мая – 1 июня 2017 г.; Пермь, Россия. Том 1. Гидро- и геодинамические процессы. Управление водными ресурсами*. Пермь: Perm University Press; 2017. с. 111–115.
3. Маргарян ВГ, Давтян ТМ, Амроян АМ, Хуршудян СА, Саргсян КГ, Матевосян ВА. [Анализ и оценка изменения зимних наименьших среднедекадных расходов воды притоков озера Севан]. В: *Ашхархагруктян ев еркрабанутян арди химнахндирнеры. Еревани петакан хамалсарани химнадрман 100-амякин нвирвац мидзагаин гитажехови нютер; 27–29 септември 2018; Ереван, Аястан* [Современные задачи географии и геологии. Материалы Международной конференции, посвященной 100-летию Ереванского государственного университета; 27–29 сентября 2018 г.; Ереван, Армения]. Ереван: Издательство Ереванского государственного университета; 2018. с. 242–246 (на арм.).
4. Мурадян ЗЗ. *Расчет и оценка риска экстремальных расходов рек бассейна Аракс РА* [автореферат диссертации]. Ереван: Ереванский государственный университет; 2014. 32 с. (на арм.).
5. Муранов АП, редактор. *Ресурсы поверхностных вод СССР. Том 9, выпуск 2. Бассейн р. Аракса*. Москва: Гидрометеорологическое издательство; 1973. 471 с.

6. Шагинян МВ, Мнацаканян БП. О возможности прогнозирования меженного стока по уровням грунтовых вод. В: Саркисян ВО, редактор. *Сборник работ Ереванской гидрометеорологической обсерватории. Выпуск 4*. Москва: Гидрометеиздат; 1982. с. 36–39.
7. Владимиров АМ. *Гидрологические расчеты*. Ленинград: Гидрометеиздат; 1990. 365 с.
8. Маргарян ВГ, Варданыан ТГ. [Особенности формирования речного стока и внутригодового распределения бассейна озера Севан]. В: *Ашхархагратян гитакарцогакан неружсы ев горцнакан кирарумы. Валесяни цнддян 80 ев гитаманкаваржакан горцунётян 55-амякин нвирвац гитажоговы нютэр* [Научно-практический потенциал географии и его практическое применение. Материалы научной конференции, посвященной 80-летию со дня рождения и 55-летию научно-педагогической деятельности Лемвела Акоповича Валесяна]. Ереван: Издательство Ереванского государственного университета; 2011. с. 211–223 (на арм.).
9. Рождественский АВ, Чеботарев АИ. *Статистические методы в гидрологии*. Ленинград: Гидрометеиздат; 1974. 424 с.
10. Волчек АА, Грядунова ОИ. *Минимальный сток рек Беларуси (Основные закономерности формирования и методы расчета)*. Брест: БрГУ имени А. С. Пушкина; 2010. 169 с.
11. Бейсембаева МА, Дубровская ЛИ, Земцов ВА. Минимальный сток Иртыша в равнинной части бассейна на территории Республики Казахстан в условиях антропогенной нагрузки. *Известия Томского политехнического университета. Инжиниринг георесурсов*. 2016;327(4):35–43.
12. Frolova NL, Belyakova PA, Grigor'ev VYu, Sazonov AA, Zotov LV. Many-year variations of river runoff in the Selenga basin. *Water Resources and the Regime of Water Bodies*. 2017;44(3):359–371. DOI: 10.1134/S0097807817030101.
13. Rets EP, Dzhamalov RG, Kireeva MB, Frolova NL, Durmanov IN, Telegina AA, et al. Recent trends of river runoff in the North Caucasus. *Geography, environment, sustainability*. 2018;11(3):61–70. DOI: 10.24057/2071-9388-2018-11-3-61-70.
14. Telegina EA. Spatial and temporal variations of winter discharge under climate change: case study of rivers in European Russia. In: Chen Y, Neale C, Cluckie I, Su Z, Zhou J, Huang Q, et al., editors. *Remote sensing and GIS for hydrology and water resources. Proceedings RSHS'14 and ICGRHWE'14; 2014 August 24–27; Guangzhou, China*. Wallingford: International Association of Hydrological Sciences; 2015. p. 245–250. (IAHS Publication; No. 368). DOI: 10.5194/piahs-368-245-2015.
15. Филиппова ИА. *Минимальный сток рек европейской части России и его оценка в условиях изменения климата* [диссертация]. Москва: Институт водных проблем РАН; 2014. 210 с.
16. Болгов МВ, Коробкина ЕА, Трубецкова МД, Филимонова МК, Филиппова ИА. Современные изменения минимального стока на реках бассейна р. Волга. *Метеорология и гидрология*. 2014;3:75–85.
17. Гуревич ЕВ. Влияние температуры воздуха на зимний сток рек (на примере бассейна р. Алдан). *Метеорология и гидрология*. 2009;9:92–99.
18. Крылов АВ, редактор. *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 ДНЦ; 2010. 348 с.

References

1. Vardanyan TG. [The minimal flow of the river Argidji in winter and the methods of its calculation]. *Uchennyye zapiski Erevanskogo gosudarstvennogo universiteta*. 1991;2:150–156. Armenian.
2. Margaryan VG. Dynamics change of summer-autumn low water period of small rivers falling into Arpi Lake in the context of global climate change. In: Kitaev AB, Larchenko OV, Dvinskikh SA, editors. *Sovremennyye problemy vodokhranilishch i ikh vodosborov. Trudy VI Mezhdunarodnoi nauchno-prakticheskoi konferentsii; 29 maya – 1 iyunya 2017 g.; Perm', Rossiya. Tom 1. Gidro- i geodinamicheskie protsessy. Upravlenie vodnymi resursami* [Current issues of reservoirs and their catchment areas. Proceedings of the 6th International scientific practical conference; 2017 May 29 – June 1; Perm, Russia. Volume 1. Hydro- and geodynamics processes. Water resources management]. Perm: Perm University Press; 2017. p. 111–115. Russian.
3. Margaryan VG, Davtyan TM, Amroyan AM, Khurshudyan SA, Sargsyan KG, Matevosyan VA. [Analysis and assessment of changes in the winter minimum mean decadal water flow in the tributaries of Lake Sevan]. In: *Ashkharkhagrutyanyan ev erkrabanutyanyan ardi khimnakhdirnery. Erevani petakan khamalsarani khimnadrman 100-amyakin nvirvats midzazgain gitazhokhovi nyuter; 27–29 septemperi 2018; Erevan, Ayastan* [Contemporary issues of geography and geology. Proceedings of the International conference dedicated to the 100th anniversary of the Yerevan State University; 2018 September 27–29; Yerevan, Armenia]. Yerevan: Publishing House of the Yerevan State University; 2018. p. 242–246. Armenian.
4. Muradyan ZZ. *Raschet i otsenka riska ekstremal'nykh raskhodov rek basseina Araks RA* [Calculations and risk assessment of the extreme outcomes of the rivers of the Araks basin of the RA] [dissertation abstract]. Yerevan: Yerevan State University; 2014. 32 p. Armenian.
5. Muranov AP, editor. *Resursy poverkhnostnykh vod SSSR. Tom 9, vypusk 2. Bassein r. Araksa* [Surface water resources of the USSR. Volume 9, issue 2. The Araks River Basin]. Moscow: Gidrometeoizdat; 1973. 471 p. Russian.
6. Shaginyan MV, Mnatsakanyan BP. [About the possibility of forecasting low-flow runoff through the groundwater levels]. In: Sarkisyan VO, editor. *Sbornik rabot Erevanskoi gidrometeorologicheskoi observatorii. Vypusk 4* [Collected works of the Yerevan Hydrometeorological Observatory. Volume 4]. Moscow: Gidrometeoizdat; 1982. p. 36–39. Russian.
7. Vladimirov AM. *Gidrologicheskie raschety* [Hydrological calculations]. Leningrad: Gidrometeoizdat; 1990. 365 p. Russian.
8. Margaryan VG, Vardanyan TG. [River drainage forming and intra-annual distribution features of Sevan Lake Basin]. In: *Ashkharkhagrutyanyan gitakartsogakan neruzhy ev gortsnakan kirarумы. Valesyani tsnddyan 80 ev gitamankavarzhakan gortsunetyan 55-amyakin nvirvats gitazhogovy nyuter* [Scientific and practical potential of geography and its practical application. Proceedings of the scientific conference dedicated to the 80th anniversary of the birth and 55th anniversary of the scientific and pedagogical activity of Lemvel Ako-povich Valesyan]. Yerevan: Publishing House of the Yerevan State University; 2011. p. 211–223. Armenian.
9. Rozhdestvenskii AV, Chebotarev AI. *Statisticheskie metody v gidrologii* [Statistical methods in hydrology]. Leningrad: Gidrometeoizdat; 1974. 424 p. Russian.
10. Volchek AA, Gryadunova OI. *Minimal'nyi stok rek Belarusi (Osnovnye zakonomernosti formirovaniya i metody rascheta)* [Minimum runoff of the rivers of Belarus (Main regularities of formation and calculation methods)]. Brest: Brest State A. S. Pushkin University; 2010. 169 p. Russian.

11. Beysembaeva MA, Dubrovskaya LI, Zemtsov VA. Minimum flow of the upper Irtysh River in the basin flat part in the Republic of Kazakhstan under anthropogenic impact. *Bulletin of the Tomsk Polytechnic University. Geo Assets Engineering*. 2016;327(4):35–43. Russian.
12. Frolova NL, Belyakova PA, Grigor'ev VYu, Sazonov AA, Zotov LV. Many-year variations of river runoff in the Selenga Basin. *Water Resources and the Regime of Water Bodies*. 2017;44(3):359–371. DOI: 10.1134/S0097807817030101.
13. Rets EP, Dzhamalov RG, Kireeva MB, Frolova NL, Durmanov IN, Telegina AA, et al. Recent trends of river runoff in the North Caucasus. *Geography, environment, sustainability*. 2018;11(3):61–70. DOI: 10.24057/2071-9388-2018-11-3-61-70.
14. Telegina EA. Spatial and temporal variations of winter discharge under climate change: case study of rivers in European Russia. In: Chen Y, Neale C, Cluckie I, Su Z, Zhou J, Huang Q, et al., editors. *Remote sensing and GIS for hydrology and water resources. Proceedings RSHS'14 and ICGRHWE'14; 2014 August 24–27; Guangzhou, China*. Wallingford: International Association of Hydrological Sciences; 2015. p. 245–250. (IAHS Publication; No. 368). DOI: 10.5194/piahs-368-245-2015.
15. Filippova IA. *Minimal'nyi stok rek evropeiskoi chasti Rossii i ego otsenka v usloviyakh izmeneniya klimata* [The minimum flow of rivers in the European part of Russia and its assessment in the context of climate change] [dissertation]. Moscow: Institute of Water Problems of the Russian Academy of Sciences; 2014. 210 p. Russian.
16. Bolgov MV, Korobkina EA, Trubetskova MD, Filimonova MK, Filippova IA. Modern changes of minimal runoff on the Volga basin's rivers. *Meteorologiya i gidrologiya*. 2014;3:75–85. Russian.
17. Gurevich EV. Air temperature influence on the winter river runoff (case study of the Aldan River Basin). *Meteorologiya i gidrologiya*. 2009;9:92–99. Russian.
18. Krylov AV, editor. *Ecology of Lake Sevan during the period of water level rise. The results of Russian-Armenian biological expedition for hydroecological survey of Lake Sevan (Armenia) (2005–2009)*. Makhachkala: Nauka DNTs; 2010. 348 p. Russian.

Статья поступила в редакцию 20.12.2019.
Received by editorial board 20.12.2019.