

УДК 911.2:556.5

ОЦЕНКА ОСОБЕННОСТИ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ МАКСИМАЛЬНОГО  
СТОКА ВЕСЕННИХ ПОЛОВОДИЙ В СОВРЕМЕННЫХ УСЛОВИЯХ  
ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА В БАССЕЙНЕ РЕКИ МАРМАРИК

В. Г. МАРГАРЯН <sup>1\*</sup>, Е. В. ГАЙДУКОВА <sup>2\*\*</sup>, А. М. СЕДРАКЯН <sup>3\*\*\*</sup>, И. О. ВИНОКУРОВ <sup>2\*\*\*\*</sup>

<sup>1</sup> Кафедра физической географии и гидрометеорологии ЕГУ, Армения

<sup>2</sup> ФГБОУ ВО “Российский государственный гидрометеорологический  
Университет”, Санкт-Петербург, Россия

<sup>3</sup> Национальный политехнический университет Армении, Армения

В работе рассмотрены закономерности распределения экстремальных максимальных стоков весенних половодий в разных речных створах рек бассейна р. Мармарик в контексте ожидаемого изменения климата, дана количественная оценка этим изменениям. Обсуждены вопросы изменения цикличности и синхронности, нормированных отклонений максимальных значений стока. В качестве исходного материала использованы фактические данные наблюдений “Центра гидрометеорологии и мониторинга” ГНКО Министерства окружающей среды Республики Армения.

На изучаемой территории абсолютные максимальные расходы воды (МРВ) в основном проходят во время весеннего половодья, зависящего от годовых метеорологических факторов. Абсолютные МРВ колеблются в широких пределах: от 33,4 м<sup>3</sup>/сек (р. Мармарик – п. Анкаван) до 86,7 м<sup>3</sup>/сек (р. Мармарик – п. Агавнадзор).

На р. Мармарик значения абсолютных МРВ увеличиваются вниз по течению и достигают наибольших значений в замыкающем речном створе Агавнадзор. Наибольший МРВ, наблюдавшийся 18.04.1968 в створе п. Агавнадзор, составил 86,7 м<sup>3</sup>/сек. В этом бассейне также наблюдается закономерное уменьшение максимальных модулей стока за период половодья с увеличением площадей водосборов: от 370–450 л/сек·км<sup>2</sup> на площадях менее 90–100 км<sup>2</sup> и менее 200 л/сек·км<sup>2</sup> на площадях более 400 км<sup>2</sup>.

Выявлена корреляционная связь между величинами абсолютных МРВ за период половодья на р. Мармарик в створах п. Агавнадзор и на р. Гомрагет в створах п. Меградзор, которую можно использовать для расчетов и прогнозов максимумов стока весеннего половодья.

Выявлено почти двукратное уменьшение величины экстремального максимального стока весенних половодий (отрицательная тенденция) в современный период. Проведен анализ причин выявленных изменений.

<https://doi.org/10.46991/PYSU:C/2022.56.2.102>

**Keywords:** extreme maximum runoff, cyclicity and synchronism, normalized deviation of maximum runoff, long-term fluctuations, trend, Marmarik River basin.

\* E-mail: [vmargaryan@ysu.am](mailto:vmargaryan@ysu.am)

\*\* E-mail: [oderiut@mail.ru](mailto:oderiut@mail.ru)

\*\*\* E-mail: [asedrakyan@seua.am](mailto:asedrakyan@seua.am)

\*\*\*\* E-mail: [oderiut@mail.ru](mailto:oderiut@mail.ru)

**Введение.** Проблема последствий изменения климата привлекает к себе пристальное внимание исследователей и находится в ряду важнейших естественно-научных вопросов. Большой теоретический и практический интерес представляет выявление реакции стока рек на наблюдаемое потепление климата. Оценка современных и ожидаемых климато-обусловленных изменений водных ресурсов и водного режима весьма актуальна.

К числу важнейших гидрологических характеристик относятся максимальные расходы воды (МРВ) рек. Расчеты МРВ считаются одной из наиболее ответственных задач в составе водохозяйственных проектов. Они являются также обязательными и при проектировании и эксплуатации мелиоративных систем, автомобильных и железных дорог, нефте- и газопроводов, оценке водных ресурсов. Именно на мгновенные МРВ рассчитываются размеры различного рода водопропускных отверстий, отметки дорожных насыпей, оградительных дамб и др. сооружений.

Анализ и оценка многолетних колебаний экстремальных МРВ в условиях ожидаемого глобального изменения климата приобретает все большее значение, в особенности с точки зрения проектирования и эксплуатации гидротехнических сооружений, осуществления мероприятий по предотвращению причиняемых ущербов. В связи с тем, что проявления нынешних изменений климата выражаются как в глобальных, так и региональных масштабах, их оценка является одной из актуальных задач, волнующих человечество. В то же время оценка экстремальных МРВ значима как гарантия стабильного развития и залог перспективного развития экономики.

Нужно отметить, что р. Мармарик является основным и самым многоводным притоком р. Раздан. А путем урегулирования вод р. Мармарик можно уменьшить попуски водных ресурсов из озера Севан, являющегося стратегическим хранилищем пресной воды республики. Воды реки используются с целью орошения и водоснабжения промышленных предприятий. В том числе, речная долина имеет большие рекреационные возможности – здесь действует комплекс летних домов отдыха, а также находится месторождение минеральной воды “Анкаван”. Поэтому актуальной задачей является оценка особенности распределения МРВ р. Мармарик в современных условиях, что необходимо учитывать при решении ряда научных и практических задач.

Целью данного исследования является анализ и оценка закономерности колебаний МРВ рек бассейна р. Мармарик в контексте изменения климата. Для ее достижения в работе были поставлены и решены следующие задачи: обработать и оценить гидро- и метеорологические элементы речного бассейна; выяснить и проанализировать особенности пространственно-временного распределения экстремальных МРВ рек бассейна; спрогнозировать и оценить экстремальный максимальный сток при ожидаемом изменении климата.

Новизна исследования в основном связана с последней из перечисленных задач, но она не может быть решена без получения надежных результатов по первым двум задачам.

**Объекты исследования.** Река Мармарик (рис. 1) является основным и самым многоводным притоком р. Раздан. Длина реки составляет 37 км, площадь водосборного бассейна – 427 км<sup>2</sup>, средняя высота бассейна – 2300 м, отметки

истока и устья – 2520 м и 1699 м соответственно. Средний уклон речного бассейна 22‰ (табл. 1). Основные притоки р. Мармарик – рр. Мицхана, Еркаргет, Цахкамарг, Царь, Теж, Гомрагет, Шумлар, Артаваз. Половодье наблюдается весной и в начале лета, на этот период приходится 70–80% годового стока.

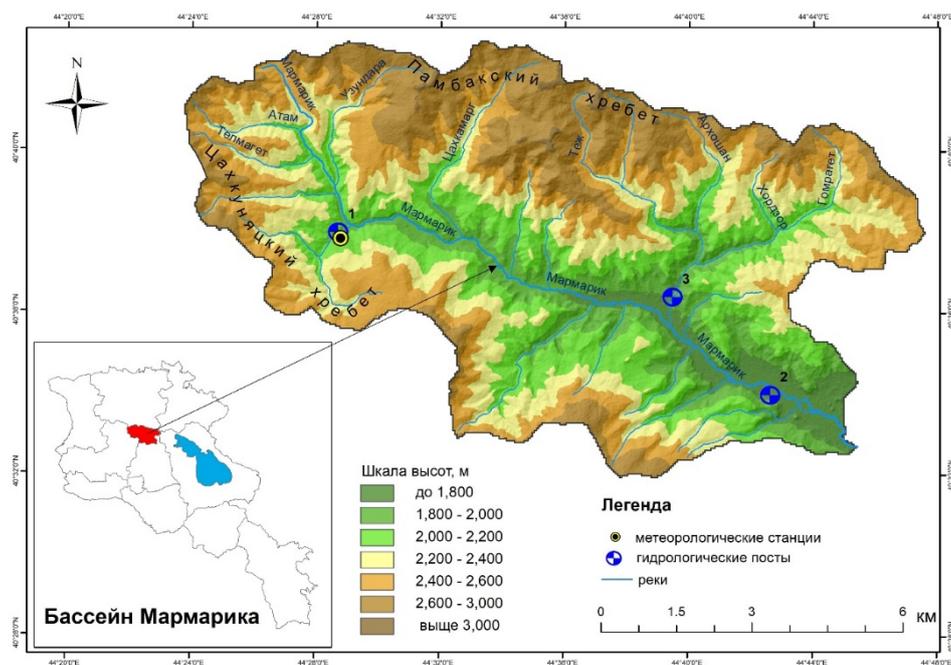


Рис. 1. Сеть метеорологических станций и гидрологических постов в бассейне р. Мармарик. Гидрологические посты: 1 – р. Мармарик – п. Анкаван; 2 – р. Мармарик – п. Агавнадзор; 3 – р. Гомрагет – п. Меградзор. Метеорологическая станция: 1 – Анкаван.

Таблица 1

Основные гидрометрические характеристики водосборов рек до гидрометрических створов

1–3 – номера постов на рис. 1	Расстояние, км		Уклон реки, ‰				Географические координаты поста		Высота нуля графика, м БС	Основные характеристики водосбора			
	от устья	от истока	средний		средне-взвешенный		широта	долгота		площадь, км <sup>2</sup>	средняя высота, м	средний уклон, ‰	лесистость, %
			от удаленной	от истока	от удаленной	от истока							
1. Мармарик – Анкаван	30	7,4	86	77	72	70	40.6351	44.4863	1949.66	91,3	2430	316	6
2. Мармарик – Агавнадзор	8,0	29	37	27	22	16	40.5715	44.6910	1726.00	385	2350	338	13
3. Гомрагет – Меградзор	2,6	12	87	58	78	51	40.6019	44.6554	1764,18	101	2430	339	4

Рельеф бассейна р. Мармарик типично горный – он сильно расчленен долинами, оврагами и водотоками. С орографической точки зрения он находится в области северо-восточных складчато-глыбовых гор: левый склон долины – это склон южной экспозиции Памбакского хребта, а правый – склон северной экспозиции Цахкуняцкого хребта. Гидрогеологические условия бассейна р. Мармарик неблагоприятны для инфильтрации поверхностных вод, для него нехарактерно значительное накопление подземных вод. Вода атмосферных осадков быстро стекает по имеющим большой уклон горным склонам, так как коэффициент стока здесь намного больше, чем в вулканических областях [1].

Долина р. Мармарик представляет собой тектоническую впадину (продолжение Севанской впадины) и пространственно совпадает с Мармарикской зоной разломов глубокого заложения. С этой зоной связаны многочисленные выходы минеральных и термальных источников и приуроченных к ним отложений травертинов, а также палеогеновый и неогеновый интрузивный и эффузивный вулканизм [2].

Как и для других горных рек, в бассейне Мармарика также все гидрологические процессы подчиняются закону восходящей поясности, что в значительной мере влияет на формирование отдельных элементов водного баланса и распределение годового и внутригодового стока. Так, например, наряду с ростом средней высоты водосборного бассейна растет также и модуль максимального стока. Характеристики весенних половодий также имеют хорошо выраженную восходящую поясность [3, 4].

Климат бассейна р. Мармарик континентальный с холодными зимами и умеренно теплым летом. Орографические особенности бассейна сильно влияют на распределение метеорологических элементов, а следовательно, и на формирование речного стока. Важными метеорологическими элементами формирования МРВ являются температура воздуха и атмосферные осадки, оценки которых и были использованы в работе.

Средняя годовая температура воздуха на метеорологической станции “Анкаван” 3,98°C, температура воздуха самых жарких месяцев (июль и август) 14,6°C, самого холодного месяца (январь) –7,71°C. Годовое количество осадков в исследуемом бассейне 782 мм. Большая часть осадков (в среднем 30–50% годового количества) выпадает во второй половине весны и в первой половине лета, а меньшая часть – во второй половине лета и зимой. В апреле–июне количество осадков в среднем составляет 294 мм. Некоторое увеличение количества осадков наблюдается также в октябре–ноябре, но их влияние на формирование стока несущественно. Во второй половине лета (июль–август) количество осадков уменьшается до 20–50% годовой суммы. Зимой (декабрь–февраль) количество осадков также невелико (средняя многолетняя сумма 146 мм) – 10–30% годового количества.

Питание реки снего-дождевое (74,8%) и подземное (25,2%) [5]. Река течет в основном по направлению с северо-запада на юго-восток, русло выделяется извилистостью, в частности в верхнем течении. Ниже села Агавнадзор характерна деформация русла, которая наблюдается при резких колебаниях водности, в особенности весной.

**Методика исследования и фактический материал.** Для решения поставленных задач проанализированы и уточнены соответствующие литературные источники [6–10]. Исходными данными для исследования послужили материалы фактических наблюдений “Центра гидрометеорологии и мониторинга” ГНКО Министерства окружающей среды РА.

В бассейне р. Мармарик гидро- и метеорологические исследования проводились начиная с 30-х гг. XX века. Однако необходимо отметить, что эта территория с точки зрения метеорологических наблюдений является одной из исключительно плохо освоенных. Единственная метеостанция “Анкаван”, расположенная на высоте 1957 м, закрылась в 2018 г. С другой стороны, станция “Анкаван” некоторое время имела статус наблюдательного поста (т.е. там проводились наблюдения только за осадками и снежным покровом), затем она снова выполняла роль метеорологической станции, следовательно, непрерывность ряда наблюдений была нарушена. Поэтому нами использованы данные наблюдений соседних метеостанций – “Раздан” и “Апаран”. А что касается гидрологических наблюдений, то отметим, что в настоящей работе рассматриваются данные наблюдений (2022 г.) с трех действующих наблюдательных постов, имеющих наиболее продолжительный период наблюдений (не менее 65 лет), расположенных в различных частях бассейна р. Мармарик.

В работе проведена оценка однородности и стационарности исходных временных рядов гидрологических наблюдений за МРВ весенних половодий, с целью выявления наличия неоднородности и нестационарности. Оценка однородности рядов осуществлялась на основе генетического и статистического анализов исходных данных наблюдений [11]. Для количественной оценки статистической однородности применялись критерии резко отклоняющихся экстремальных значений в эмпирическом распределении (критерии Смирнова–Граббса и Диксона), критерии однородности выборочных дисперсий (критерий Фишера) и выборочных средних (критерий Стьюдента).

Анализ результатов оценки однородности и стационарности эмпирических функций распределения расходов воды весенних половодий показал их неоднородность, вызванную природно-климатическими и антропогенными факторами. Для исследуемых временных рядов имеет место наличие статистических значимых различий средних и дисперсий начиная со второй половины прошлого века.

Для оценки репрезентативности имеющихся рядов наблюдений определялась средняя квадратическая ошибка, расчет которой по рассматриваемым гидрологическим створам показал, что во всех случаях ошибка не превышает пороговых 20%. Следовательно, рассматриваемые ряды МРВ половодий и паводков являются репрезентативными.

В работе применены следующие методы: метод математико-статистического анализа, метод сопоставления и сравнения, экстраполяции и корреляции, один из наиболее распространенных методов – нормированные интегрально-разностные кривые.

**Результаты и обсуждения.** Известно, что именно физико-географические условия (геологическое и гидрогеологическое строения, морфометрические и морфологические элементы рельефа, средняя высота водосборного бассейна,

запас воды в снеге, интенсивность снеготаяния и выпадения жидких осадков и инфильтрация, продолжительность осадков и их неравномерное распределение в пределах бассейна и во времени, испарение, озерность, почвенно-растительный покров и др.) определяют особенности формирования и временное изменение максимального стока.

Таблица 2

## Характеристика элементов весеннего половодья

Выводные характеристики за период наблюдений	Дата			Продолжительность, сут.	Наибольший срочный расход, м <sup>3</sup> /с	Суммарный слой стока за половодье, мм	Объем стока за половодье, млн м <sup>3</sup>	Сток за половодье, % годового
	начало половодья	наибольшего срочного расхода	окончания половодья					
р. Мармарик – п. Анкаван								
Средняя	27.03	08.05	04.07	141	15,1	847	79.2	89
Наибольшая (ранняя)	01.03 (8%)	08.04	08.06	1979	33,4	1988	1988	1993
Год		2001	1960	66	2007	129	12.1	40
Наименьшая (поздняя)	19.04	05.07	30.07	1965	3,40	1989	1989	1989
Год	2007	1979	1979, 1988		1989			
р. Мармарик – п. Агавнадзор								
Средняя	25.03	25.03	30.06	98	38,9	292	110	72
Наибольшая (ранняя)	27.02	27.02	06.05	140	86,7	749	281	93
Год	1989	1989	1961	1979	1968	1976	1976	1948
Наименьшая (поздняя)	17.04	06.06	31.07	43	8.80	85	32.3	37
Год	1944	1951, 1979	1979	1961	2014	2014	1961	2014
р. Гомрагет – п. Меградзор								
Средняя	25.03	01.05	28.06	96	15,0	359	36.3	76
Наибольшая (ранняя)	01.03	16.03	23.05	132	50,6	944	95.4	96
Год	2015, 2016	2010	1961	1994	1976	1976	1976	1980
Наименьшая (поздняя)	14.04	07.06	05.08	56	2,40	90	9.40	44
Год	1981	1979	1994	1961	2000	2000	2000	2002

Годовой сток бассейна р. Мармарик характеризуется одним ярко выраженным весенним максимумом (апрель–июнь). Во время весенних половодий в реках бассейна часто проходит экстремальный максимальный сток, до 65–80% годового стока. Максимальные расходы обычно формируются в конце апреля–начале мая, но особенно в первой половине мая (табл. 2). Отметим, что количественные характеристики МРВ рек бассейна характеризуются значительной изменчивостью в многолетнем разрезе. Так, экстремальный МРВ р. Мармарик – п. Агавнадзор меняется в значительной степени – от 9,85 м<sup>3</sup>/с до 86,7 м<sup>3</sup>/с.

Максимальный расход воды формируется с участием трех основных компонентов стока: талого, дождевого и подземного. Преобладает, как правило, талый сток. Ранние сроки МРВ обусловлены влиянием снегового фактора, поздние – влиянием дождей. МРВ, наблюдаемые с середины апреля–начала мая, обычно формируются под влиянием одновременного воздействия снегового и дождевого факторов и характеризуются большими значениями.

Отмечается корреляционная связь между величинами абсолютных максимальных расходов за период половодья на рек Мармарик в створах п. Агавнадзор и на рек Гомрагет в створах п. Меградзор (рис. 2). Зависимость такого рода можно использовать для расчетов и прогнозов максимумов стока весеннего половодья.

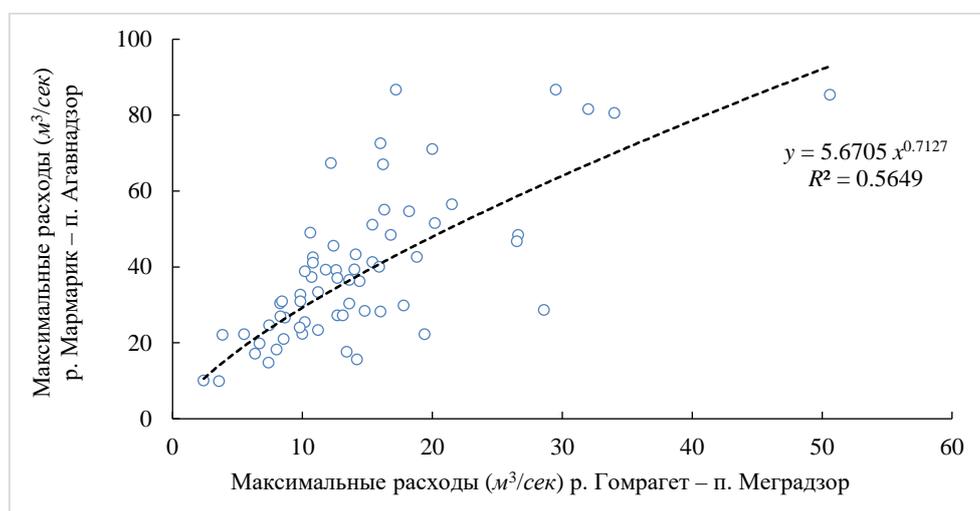


Рис. 2. Корреляционная связь между абсолютными максимальными расходами на р. Мармарик – п. Агавнадзор и на р. Гомрагет – п. Меградзор.

В работе для анализа тенденции колебаний МРВ использован метод линейного тренда. Анализ трендов рядов максимального стока по всем гидрологическим постам, расположенным на территории р. Мармарик, показал, что для максимальных в году расходов воды за период от начала инструментальных наблюдений до 2020 г. наблюдается отчетливо выраженная тенденция к их уменьшению (рис. 3). С изменением стока за период наблюдений прослеживается определенное периодическое изменение водности рек. В бассейне р. Мармарик изменению максимального стока характерно определенное периодическое изменение водности рек, то есть цикличность (маловодные и многоводные фазы стока малой и большой продолжительности). Одному полному циклу (где отделяются маловодные и многоводные фазы) преимущественно соответствует 35–45 лет, которые содержат около 5–10 подциклов. Синхронность максимального стока выражена слабо.

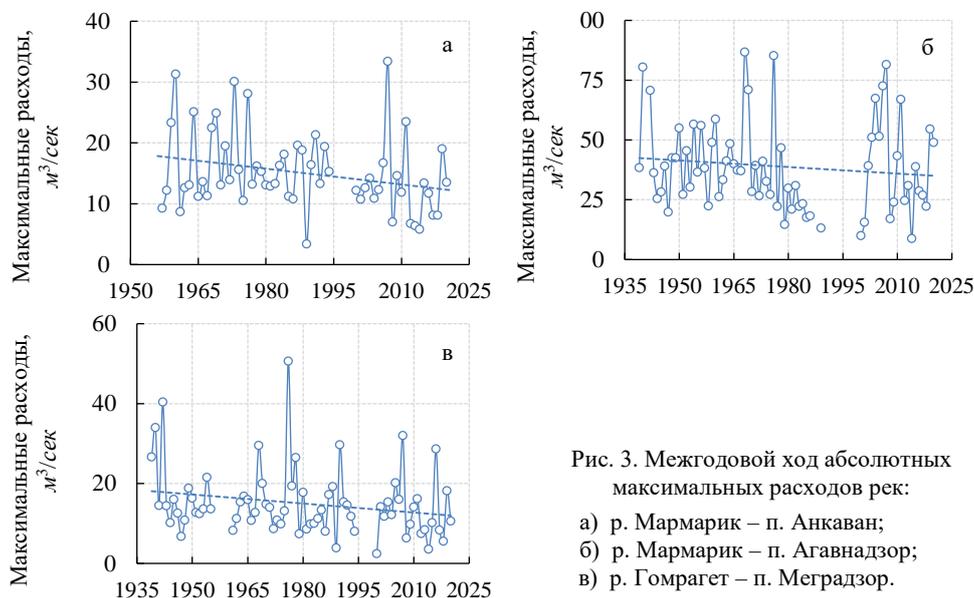


Рис. 3. Межгодовой ход абсолютных максимальных расходов рек:  
 а) р. Мармарик – п. Анкаван;  
 б) р. Мармарик – п. Агавнадзор;  
 в) р. Гомрагет – п. Меградзор.

Уменьшение абсолютного максимального значения стока свойственны также некоторым другим рекам на территории СНГ [11–15]. Это обстоятельство обусловлено в основном повышением температуры воздуха в холодное время года (рис. 4) и, как следствие, увеличением повторяемости оттепелей, сокращением высоты снежного покрова и запасов воды в снежном покрове к моменту снеготаяния.

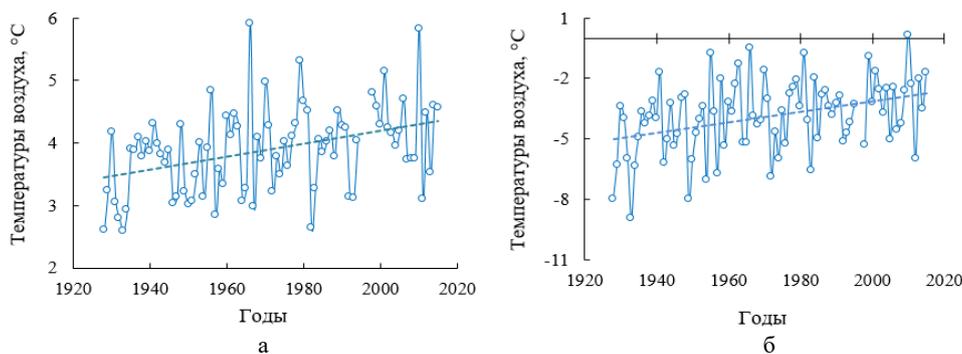


Рис. 4. Межгодовой ход среднего значения температур воздуха в холодный период по данным метеостанций “Анкаван” (а) и “Раздан” (б).

Для выявления основных тенденций изменения максимального стока нами были применены методы разностных интегральных кривых, скользящего осреднения по  $n$ -летиям, а также моделирования. Для всех трех действующих гидрологических пунктов построены нормированные интегрально-разностные кривые максимального стока. Необходимо отметить, что прослеживается тенденция к снижению значений МРВ в течение последних десятилетий [1]. Как и отмечено в работе [13], нормированные интегрально-разностные кривые

являются наглядными и позволяют достаточно объективно выявить длинно-периодные циклические колебания и определить их параметры, что очень важно для выбора репрезентативного периода при оценке основных параметров вероятностного распределения максимального стока.

На рис. 5. представлены нормированные отклонения МРВ на р. Мармарик – п. Анкаван. Из рисунка видно, что уменьшение абсолютных значений максимального стока сопровождается сокращением соотношения максимального и среднего многолетнего стоков.

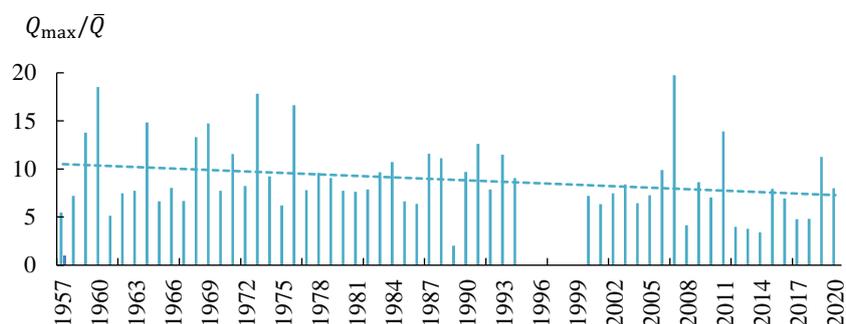


Рис. 5. Нормированное отклонение максимальных значений стока на р. Мармарик – п. Анкаван за период наблюдений.

Для оценки воздействия изменения климата на максимальный сток использованы математико-статистическая или регрессионная модели, которые описывают линейные связи между элементами стока и климатическими факторами (температура воздуха и атмосферные осадки). Чтобы определить предварительное или климатическое базисное состояние, с которым будут сравниваться будущие прогнозы, необходимо иметь длинный ряд данных, который включает циклы колебаний климата и характеризует современные климатические условия. Для оценки или прогноза воздействия изменений климата необходимо иметь количественное представление об изменениях, которые будут иметь место в будущем, однако, для этого пока нет надежных методов. Вместо этого выбирается так называемый ряд климатических сценариев.

Согласно модели CCSM4, для Армении разработаны будущие изменения температуры воздуха и количества осадков до 2100 г. согласно сценариям выбросов RCP8.5 (эквивалентно сценарию SRES A2) и RCP6.0 (эквивалентно сценарию SRES B2) [16]. Для нас это стало основой оценки реакции максимального стока р. Мармарик по отношению к ожидаемым изменениям климата. Отметим, что, согласно модели CCSM4, результаты будущего изменения климата в целом соответствуют ранее полученными результатами по региональной модели PRECIS. Однако, следует отметить, что результаты модели CCSM4 более удачны для температуры, чем для осадков.

Для оценки реакции стока сначала были установлены связи между стоком и климатическими факторами (температура воздуха и атмосферные осадки за период с марта по май). После чего, на основе фактических данных

и имеющихся климатических сценариев для временных интервалов 2011–2040, 2041–2070 и 2071–2100 гг. оценены изменения абсолютной максимальной нормы стока по сравнению со средним за 1961–1990 гг.

**Вывод.** Таким образом, в реках бассейна р. Мармарик экстремальный максимальный сток часто проходит во время весенних половодий.

Для всех рассмотренных рек бассейна в результате климатических изменений за весь наблюдаемый период типично направленное уменьшение максимального стока. Вследствие этого произошло снижение опасности возникновения наводнений.

В реках бассейна изменению максимального стока характерна цикличность. Полный цикл преимущественно составляет 35–45 лет, он содержит около 5–10 подциклов.

*Работа выполнена при финансовой поддержке Комитета по науки МОНК РА в рамках научных проектов No 21T\_1E215 и 20 RF-039.*

Поступила 28.06.2022

Получена с рецензии 19.09.2022

Утверждена 10.10.2022

#### ЛИТЕРАТУРА

1. Margaryan V., Fedotova E. On the Issue of Fluctuations in the Extreme Maximum Runoff under the Conditions of the Expected Climate Change in the Marmarik River Basin. *E3S Web of Conferences* **149** (2020). Article Number 03010. <https://doi.org/10.1051/e3sconf/202014903010>
2. Бойнагрян В.Р., Бойнагрян А.В. Антропогенные преобразования рельефа долины реки Мармарик и развитие вторичных техногенных геоморфологических процессов. *Ученые записки ЕГУ. Геология и география* **50** (2016), 27–32. <https://doi.org/10.46991/PYSU:C/2016.50.3.027>
3. Маргарян, В.Г., Варданян, Т.Г. Закономерности пространственно-временного распределения стока весенних половодий реки Мармарик. *Ученые записки ЕГУ. Геология и география* **1** (2011), 30–39.
4. Маргарян В.Г. Прогноз максимального стока реки Мармарик и оценка его реакции на глобальное изменение климата (Армения). *Геосферные исследования* **4** (2019), 35–45. <https://doi.org/10.17223/25421379/13/4>
5. *Гидрография Армянской ССР*. Ер., Изд-во АН Арм. ССР (1981), 177 с.
6. Апухтин А.В., Кумани М.В. Многолетняя динамика основных элементов весеннего стока малых и средних рек Центрального Черноземья. *Науч. ведомости Белгородского государственного университета. Естественные науки* **33** (2015), 114–120.
7. Гергиевский В.Ю. и др. Возможные изменения водных ресурсов и водного режима в бассейне Днепра при различных сценариях потепления климата. Материалы научно-практической конференции “Водные ресурсы и устойчивое развитие экономики Беларуси”. Минск (1996), 21–48.
8. Волчек А.А., Лукша В.В. Оценка изменения максимального стока весеннего половодья рек Беларуси. *Изв. НАН Беларуси. Сер. биол. науки* **5** (2005), 47–50.
9. *Ресурсы поверхностных вод СССР*. Т. 9, вып. 2: Бассейн р. Аракса (под ред. А. П. Муранова). Москва, Гидрометеиздат (1973), 471 с.
10. Margaryan V.G. Assessment and Management Challenge of Maximum River Flow of the Spring Flood Risk of Marmarik Rivers. *Hidrolohiia, Hidrokimiia i Hidroekolojiia: The Scientific Collection* **4** (2018), 56–63.

11. Шелест Т.А. Изменения максимального стока рек Белорусского Полесья в современных условиях. *Вестн. Брэсц. ун-та. Сер. 5. Хімія. Біялогія. Навукі аб Зямлі* **1** (2017), 125–134.
12. Гарсеев А.М., Зайцев П.Н. Многолетняя изменчивость максимального стока весеннего половодья малых и средних рек Башкирского Предуралья. *Вестник академии наук РБ* **21** (2016), 75–82.
13. Иманов Ф.А., Гасанова Н.И. Многолетние колебания максимального стока горных рек. *Ученые записки РГГМУ* **9** (2009), 40–45.
14. Сафина Г.Р., Голосов В.Н. Влияние изменений климата на внутригодовое распределение стока малых рек южной половины Европейской территории России. *Ученые записки Казанского университета. Серия Естественные науки* **160** (2018), 111–125.
15. Vardanyan T.G., Frolova N.L., Galstyan H.S. The Characteristics of Extreme Maximum Runoff of the Rivers of Armenia in the Context of Global Climate Change. *Geography, Environment, Sustainability* **14** (2021), 196–208.  
<https://doi.org/10.24057/2071-9388-2020-122>
16. *Armenia's Third National Communication on Climate Change*. Yerevan, Lusabats (2015), 165 p.

Վ. Գ. ՄԱՐԳԱՐՅԱՆ, Ե. Վ. ԳԱՅՂՈՒԿՈՎԱ, Ա. Մ. ՍԵՂՐԱԿՅԱՆ, Ի. Օ. ՎԻՆՈՎՈՒՐՈՎ

**ԿԼԻՄԱՅԻ ԺԱՄԱՆԱԿԱԿԻՑ ՓՈՓՈԽՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ  
ՊԱՅՄԱՆՆԵՐՈՒՄ ԳԱՐՆԱՆԱՅԻՆ ՎԱՐԱՐՈՒՄՆԵՐԻ  
ԱՌՎԵԼԱԳՈՒՅՆ ԵԼՔԵՐԻ ԲԱՇԽՄԱՆ  
ԱՌԱՆՁՆԱՀԱՏԿՈՒԹՅՈՒՆՆԵՐԻ ԳՆԱՀԱՏՈՒՄԸ  
ՄԱՐՄԱՐԻԿ ԳԵՏԻ ԱՎԱԶԱՆՈՒՄ**

**Ա մ փ ո փ ու մ**

Աշխատանքում դիտարկվում է գարնանային վարարումների ծայրահեղ առավելագույն ելքերի բաշխման օրինաչափությունները Մարմարիկի ավազանի գետերի տարբեր գետահատվածքներում կլիմայի փոփոխության համատեքստում, և տրվել է այդ փոփոխությունների քանակական գնահատականը: Քննարկվում են փոփոխության ցիկլայնության և սինխրոնիկության, հոսքի առավելագույն արժեքների նորմավորված շեղման հարցերը: Որպես ելակետային նյութ օգտագործվել են ՀՀ Շրջակա միջավայրի նախարարության «Հիդրոոդերևութաբանության և մոնիթորինգի կենտրոն» ՊՈԱԿ-ի առավելագույն ելքերը:

Ուսումնասիրվող տարածքում բացարձակ առավելագույն ելքերը հիմնականում նկատելի են գարնանային վարարումների ընթացքում: Բացարձակ առավելագույն ելքերը փոփոխվում են տարեցտարի՝ կախված տվյալ տարվա օդերևութաբանական գործոններից: Վերջինս պետք է հաշվի առնել ջրատնտեսական բազմաթիվ խնդիրների լուծման և ջրի առավելագույն ելքերի ռիսկի գնահատման համար: Բացարձակ առավելագույն ելքերը տատանվում են մեծ սահմաններում՝  $33,4 \text{ մ}^3/\text{վրկ}$  (գ. Մարմարիկ – դ. Հանքավան) մինչև  $86,7 \text{ մ}^3/\text{վրկ}$  (գ. Մարմարիկ – դ. Աղավնաձոր):

Մարմարիկ գետի հոսանքով դեպի ներքև աճում են բացարձակ առավելագույն ելքերը և հասնում մեծ արժեքների Աղավնաձորի եզրափակիչ գետահատվածքում: Ամենամեծ առավելագույն ելքը, որը դիտվել է 1968 թ. ապրիլի 18-ին Աղավնաձորի գետահատվածքում, կազմել է  $86,7 \text{ մ}^3/\text{վրկ}$ : Մարմարիկ գետի ավազանում նկատվում է նաև գարնանային վարարումների

առավելագույն հոսքի մոդուլի օրինաչափ նվազում՝ ջրհավաք ավազանի մակերեսի աճմանը զուգահեռ, ուստի նվազում է առավելագույն հոսքի մոդուլը՝ 370–450  $լ/վրկ \cdot կմ^2$ -ից 90–100  $կմ^2$ -ից փոքր մակերես ունեցող տարածքների վրա և 200  $լ/վրկ \cdot կմ^2$ -ից՝ 400  $կմ^2$ -ից ավելի մակերես ունեցող տարածքների վրա:

Ստացվել է կոռելյացիոն կապ Մարմարիկ գետի Աղավնաձոր գետահատվածքում և Գորմրագետ գետի Մեղրաձոր գետահատվածքում գարնանային վարարումների բացարձակ առավելագույն ելքերի արժեքների միջև, որը կարելի է օգտագործել գարնանային վարարումների առավելագույն ելքերի հաշվարկման և կանխատեսման համար:

Ուսումնասիրությունների ընթացքում բացահայտվել է արդի ժամանակաշրջանում գարնանային վարարումների ծայրահեղ առավելագույն ելքերի համարյա կրկնակի նվազում (բացասական միտում): Կատարվել է բացահայտված փոփոխությունների պատճառների վերլուծություն:

V. G. MARGARYAN, E. V. GAIDUKOVA, A. M. SEDRAKYAN, I. O. VINOKUROV

#### EVALUATION OF THE FEATURES OF THE DISTRIBUTION OF THE MAXIMUM RUNOFF OF SPRING FLOODS UNDER THE PRESENT CONDITIONS OF CLIMATE CHANGE IN THE MARMARIK RIVER BASIN

##### Summary

The paper considers the patterns of distribution of long-term extreme maximum flows of spring floods in different river sections of the rivers of the Marmarik basin in the context of expected climate change and gives a quantitative assessment of these changes. Issues of changing cyclicality and synchronism, normalized deviation of the maximum runoff values are discussed. The actual observational data of the “Center for Hydrometeorology and Monitoring” of the SNCO of the Ministry of Environment of the Republic of Armenia are used.

On the Marmarik River downstream, the values of the absolute maximum discharges increase and reach high values in the closing river section of Aghavnadzor. The highest maximum discharge observed on April 18, 1968 in the alignment of the settlement of Aghavnadzor was  $86.7 \text{ m}^3/\text{s}$ . In Marmarik River basin a regular decrease in the maximum runoff modules during the flood period with an increase in catchment areas was also observed. With an increase in the areas of watersheds, the maximum runoff modulus decreases – from 370–450  $L/s \cdot km^2$  in areas less than 90–100  $km^2$  and less than 200  $L/s \cdot km^2$  in areas more than 400  $km^2$ .

A correlation was found between the values of absolute maximum discharges increase during the period of high water on Marmarik River in the village of Agavnadzor and on Gomraget River in Meghradzor settlement, which can be used for calculations and forecasts of spring flood runoff maxima.

An almost twofold decrease in the magnitude of the extreme maximum runoff of spring floods (negative trend) in the modern period was revealed. An analysis of the causes of the identified changes was carried out.