

УДК 551.444

Г. Н. Амеличев¹
С. К. Сухорученко²
И. А. Рифатов¹

Динамика и режим вод источника Салгирка в Симферополе (Крым)

¹ ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского», Институт «Таврическая академия», г. Симферополь, Российская Федерация
² ООО «Институт «КРЫМГИИНТИЗ», г. Симферополь, Российская Федерация
e-mail: ¹lks0324@yandex.ru

Аннотация. В работе приводятся результаты 8-летних мониторинговых исследований электропроводности, минерализации, температуры и расхода воды в источнике Салгирка, расположенном в столице Крыма. Установлены область питания источника, гидрогеологические и климатические условия формирования его стока. На основе полученного за многолетие генерализованного года выявлен и описан режим гидрологических показателей, охарактеризована динамика вод, получены средние значения показателей. За весь период наблюдений средняя минерализация источника составила 0,341 г/л, средний расход 20,3 л/с, средняя температура вод 12,6°C. Относительная низкая электропроводность и минерализация вод, а также тесная обратная зависимость между температурой и расходом источника указывают на его преимущественно зимнее питание.

Ключевые слова: источник, динамика, режим, питание, расход, температура воды, Симферополь.

Введение

Решение проблемы рационального использования и охраны водных ресурсов Республики Крым подразумевает планомерное и целенаправленное изучение всех их видов, включая небольшие постоянные источники, в том числе, находящиеся в черте г. Симферополя. По предварительным оценкам в столице Крыма сосредоточено более двух десятков таких источников суммарным дебитом около 0,2 м³/с. Значительная доля этих источников питает небольшие реки, протекающие через Симферополь, влияет на своеобразие примыкающих ландшафтов, активно используется в местной водохозяйственной и рекреационной деятельности.

Источник Салгирка, который является объектом исследования данного сообщения, представляет собой одну из ключевых точек, вокруг которой формируется, с одной стороны, экспозиция водной растительности с соответствующей рекреационной инфраструктурой Ботанического сада имени Н.В. Багрова, а с другой стороны – на его базе организован пожарный водоем Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. Несмотря на важность выполняемых источником функций, сведения о его динамических и режимных характеристиках отсутствуют, по-разному толкуется генезис вод. Без этих материалов трудно прогнозировать поведение источника в условиях изменяющегося климата, а также интерпретировать возможности его дальнейшего хозяйственного использования. Для того, чтобы найти ответы на

поставленные вопросы было решено выполнить комплекс многолетних мониторинговых исследований источника и на их основе оценить динамические и режимные характеристики его вод.

Материалы и методы

В качестве изучаемых параметров, характеризующих динамику и режим источника Салгирка выбраны электропроводность воды, ее минерализация, температура и расход. Каждый из параметров наблюдался в течение 8 лет (с мая 2014 по август 2022 г.). Один-два раза в месяц на источнике выполнялись электрохимические (электропроводность, минерализация воды) и гидрофизические (температура воды) замеры с помощью полевого многофункционального кондуктометра ЕС-300. Параллельно гидрометрическими методами определялся расход. Для изучения условий формирования подземного стока использовался комплекс инженерно-геологических методов (бурение, исследование керн и обводненности скважин). В ходе обработки эмпирических данных и для выявления закономерностей питания и разгрузки вод источника Салгирка широко применялись статистические методы (описательная статистика, корреляционно-регрессионный анализ и др.).

В качестве теоретической и методологической основы исследований выступили работы В.Н. Дублянского и Т.З. Кикнадзе [1], В.Н. Дублянского с соавторами [2], Г.Н. Дублянкой и В.Н. Дублянским [3], А.Б. Климчука [4], а также собственные разработки [5, 6].

Характеристика объекта

Общие сведения. Источник Салгирка располагается на территории Крымского федерального университета им. В.И. Вернадского (КФУ), в юго-восточной части г. Симферополя. Его выход находится на абсолютной отметке 268 м в.у.м. в верховьях слабовыраженного пологого понижения, разделяющего территорию учебных корпусов университета и ботанического сада им. Н.В. Багрова на левобережье р. Салгир ниже Симферопольского водохранилища.

Каптаж источника представляет собой прямоугольной формы бетонный канал (0,5×1 м), южный конец которого уходит в глубину склона (рис. 1 а). Воды источника дают начало небольшому ручью, который через 80 м впадает в округлый искусственный бассейн, выложенный плитами и выполняющий роль пожарного водоема. Из него вода поступает в систему прудов ботанического сада, расположенных на речной террасе каскадом. При сильных паводках на источнике вода из пожарного водоема сбрасывается по дренажной канаве прямо в р. Салгир.

О природе вод источника Салгирка существует несколько предположений, но все они связываются с барремским водоносным горизонтом. По одной из версий при строительстве главного корпуса Крымского педагогического института (ныне КФУ) в середине 60-х гг. прошлого века был вскрыт обводненный горизонт нижнемеловых известняков. Для отведения подземных вод была сооружена дренажная галерея с выходом у пожарного водоема. Изучение геолого-геоморфологической и гидрогеологической обстановки в районе строительства показало, что небольшой участок вокруг стройки не смог бы обеспечивать формирование фиксируемых расходов. При известной многолетней

норме осадков в 501 мм [7] и испарения 457 мм [8] необходимы существенно большие площади водосбора.

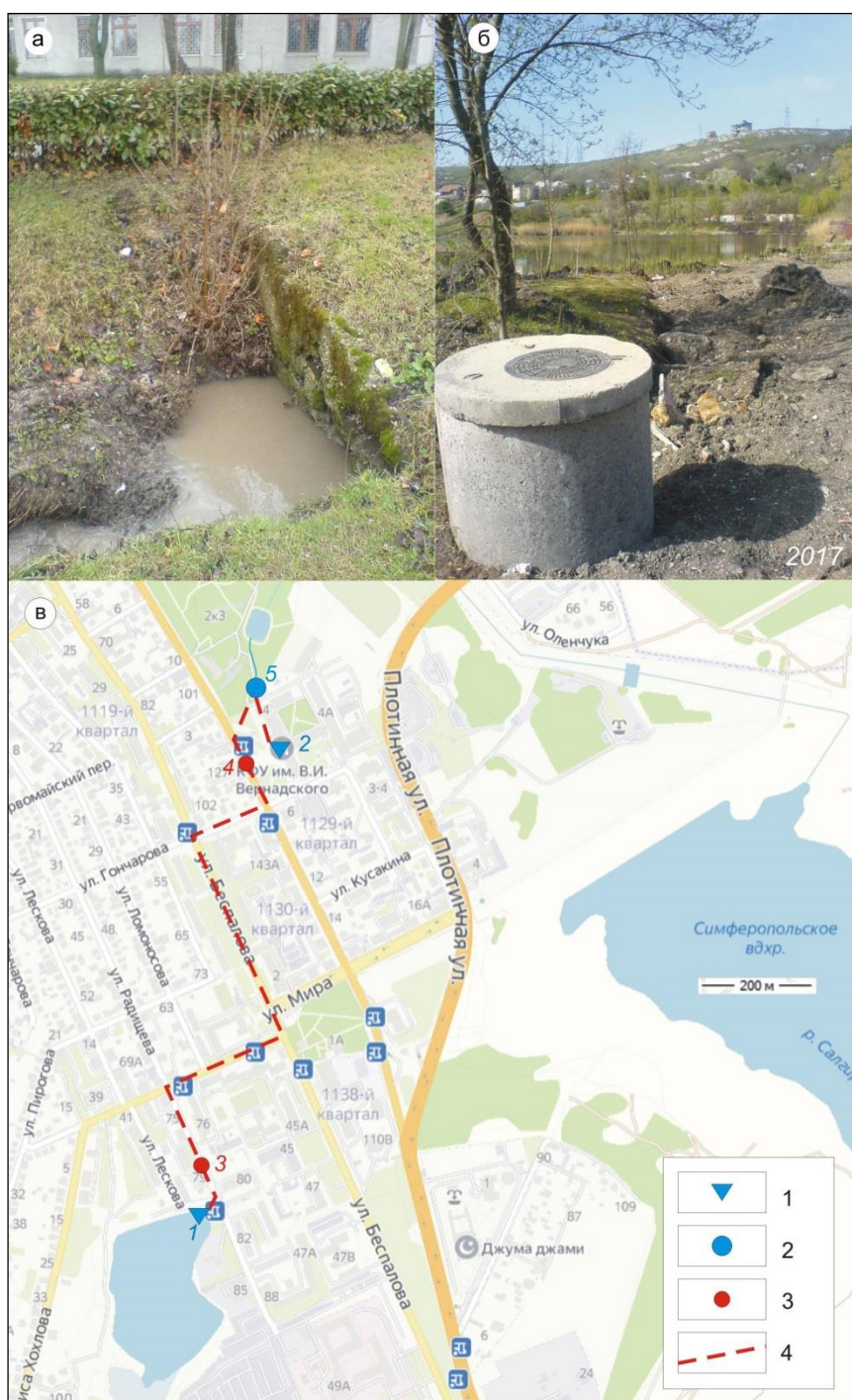


Рис. 1. Выход источника Салгирка (а), начало коллектора из затопленного карьера (б) и положение дренажной галереи, отводящей сток к источнику (в).
Условные обозначения: 1 – выходы барремских вод (1 – из затопленного карьера, 2 – из-под университета); 2 – источник Салгирка; 3 – дренажная галерея (3 – начало, 4 - конец); 4 – положение дренажа.

Составлено авторами

Вторая версия выглядит более реальной и связывается со строительством Симферопольского водохранилища в начале 50-х гг. прошлого века. Для формирования тела земляной дамбы водохранилища в районе нынешней улицы Радищева был заложен карьер по добыче апт-альбских глин, залегающих с поверхности над барремскими известняками. После вскрытия карьером глин на глубину около 8 м, образовалось искусственное гидрогеологическое окно, через которое слабонапорные воды барремского водоносного горизонта стали поступать в котлован. Очень быстро на месте карьера образовалось озеро, которое существует до настоящего времени за счет подпитки подземными (карстовыми) водами. Излишки воды вытекают из озера небольшим ручьем, который во время застройки района был заключен в подземную дренажную галерею (рис. 1 б, в). Галерея, используя уклоны местности, отводила воду к истоку Салгирки. Позже в нее был выведен дорожный ливневый сток с некоторых соседних улиц, в том числе дренажные воды из-под университета. Простой расчет показывает, что при среднем многолетнем расходе источника в 20,3 л/с, его годовой объем стока составит около 640 тыс. м³. Отсюда площадь области питания, представляющая собой отношение годового объема стока к слою стока или эффективным осадкам (норма осадков минус норма испарения; 44 мм), должна быть в пределах 14,5 км². К полученной величине следует относиться осторожно, так как при ее расчете допускалось, что на формирование стока источника Салгирка влияют только атмосферные осадки и испарение. Если учесть, что в питании источника участвуют конденсационные воды и антропогенные утечки, то размер искомой площади будет несколько меньше. Тем не менее, расчеты показывают, что всё поле развития нижнемеловых отложений в пределах левобережья Салгира на территории Симферополя является областью питания источника Салгирка.

Гидрогеологические условия. Несмотря на достаточно хорошую изученность геологического строения окрестностей Симферополя, сведений о нижнемеловом разрезе и содержащемся в нем барремском водоносном горизонте крайне мало. В томе 8 «Геологии СССР» [9] указывается, что в долине Салгира отложения баррема, представленные маломощным (1-3 м) слоем желтовато-бурого известняка с железистыми оолитами и хардграундом, залегают на абрадированной поверхности дислоцированных пород триаса, нижней и средней юры. Подстилающие породы водоупорны и обводнены только в зонах разрывных нарушений. Перекрывающая толща также представлена слабопроницаемыми отложениями – глинами апт-альба максимальной мощностью 20-25 м и песчанистыми глинами бахчисарайского яруса мощностью до 10 м [10]. Все мел-палеогеновые слои лежат моноклиально с падением 3-10° к северо-западу.

Водоносный горизонт приурочен к известнякам баррема. Здесь его мощность может достигать 5 м и более, а уровни воды в области питания могут устанавливаться на глубине 2-30 м [3]. Благодаря моноклиальному падению и приподнятому до 400 м в.у.м. положению области питания в южной продольной депрессии, а также залеганию между слабопроницаемыми отложениями воды приобретают слабый напор. На отдельных участках, удаленных от речных долин, формируются квазиартезианские условия. В долине Салгира ниже плотины (рис.2) близко залегающие к поверхности известняки баррема вскрываются эрозионным врезом, а содержащиеся в них воды на левобережье разгружаются через источник Салгирка.

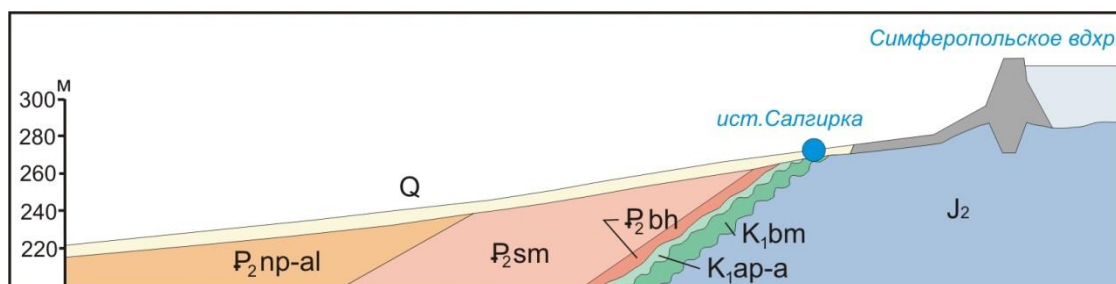


Рис. 2. Схематический геологический профиль вдоль левобережья р. Салгир в Симферополе (по [3], с дополнениями)

Составлено авторами

Инженерно-геологические работы, выполненные одним из авторов, свидетельствуют об изменчивости мощности и обводненности барремских известняков между р. Салгир и проспектом Вернадского. Изысканиями установлено, что мощность верхнего яруса неокома изменяется от 5 м возле учебного корпуса по проспекту Вернадского 20 до 1 м возле главного корпуса по проспекту Вернадского 4, а глубина залегания кровли от поверхности лежит в пределах 1-5 м. В этом же направлении нарастает обводненность пород и уменьшается глубина залегания вод. У входа в главный корпус вода встречена скважинами на глубинах 3,2-3,4 м. При этом воды проникают из известняков в перекрывающие поверхностные суглинки четвертичного возраста, вызывая подтопление. Только благодаря выполнению противофильтрационных мероприятий и водоотведению к источнику Салгирка фундамент здания университета находится в безопасности.

Климатические особенности. Климат южной окраины Симферополя формируется при взаимодействии морского и континентального воздуха. Он относится к умеренному климатическому поясу, а по климатическому районированию [7] к Восточному предгорному району. В пределах города он относительно теплый, летом полусухой, зимой – мягкий с частыми оттепелями. Среднегодовая температура воздуха составляет 10,2°C, количество осадков – 501 мм/год, величина испарения – 457 мм/год [8]. По наблюдениям, выполненным в ходе 8-летнего мониторинга, установлено, что значения этих показателей несколько отличаются от опубликованных. Распределение температур воздуха и осадков в течение всего периода наблюдения представлено на рисунке 3. Из него следует, что средняя температура воздуха составляет 12,2°C. Судя по линейному тренду, ни роста, ни падения температуры за многолетие не наблюдается. Минимальные значения приходятся на январь-февраль и лежат в интервале от -0,8°C (2017) до 2,4°C (2019). Максимальная температура наблюдается исключительно в августе: от 22,2°C (2020) до 24,7°C (2021).

Среднее за период наблюдения (2014-2021) количество атмосферных осадков составляет 516 мм. Несмотря на межгодовые вариации, фиксируется слабый положительный тренд показателя. Минимальное количество осадков наблюдалось в 2020 г. (368 мм), максимальное – в 2021 г. (703 мм). В годовом ходе выпадения осадков имеется малый зимний максимум (декабрь-январь) и большой летний (май-июнь). Оба пика отчетливо фиксируются при осреднении по месяцам за многолетие (рис. 4).

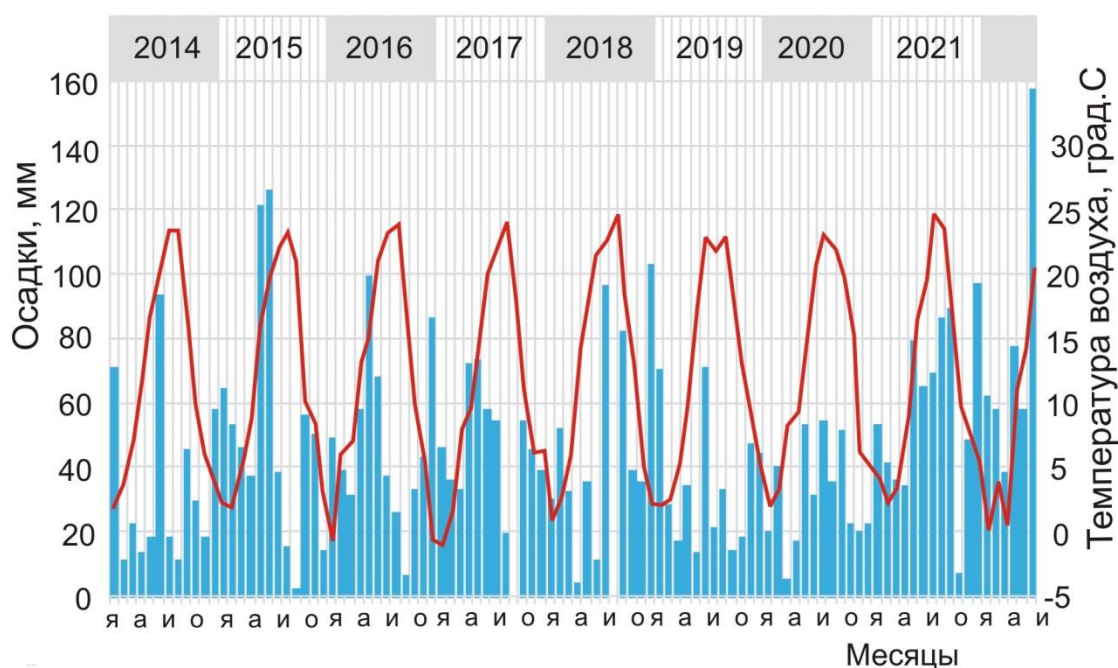


Рис. 3. Распределение среднемесячных температур воздуха (красная кривая) и осадков (гистограмма) в Симферополе в 2014-2022 гг. (по данным [11])
 Месяцы: я – январь, а – апрель, и – июль, о – октябрь
 Составлено авторами

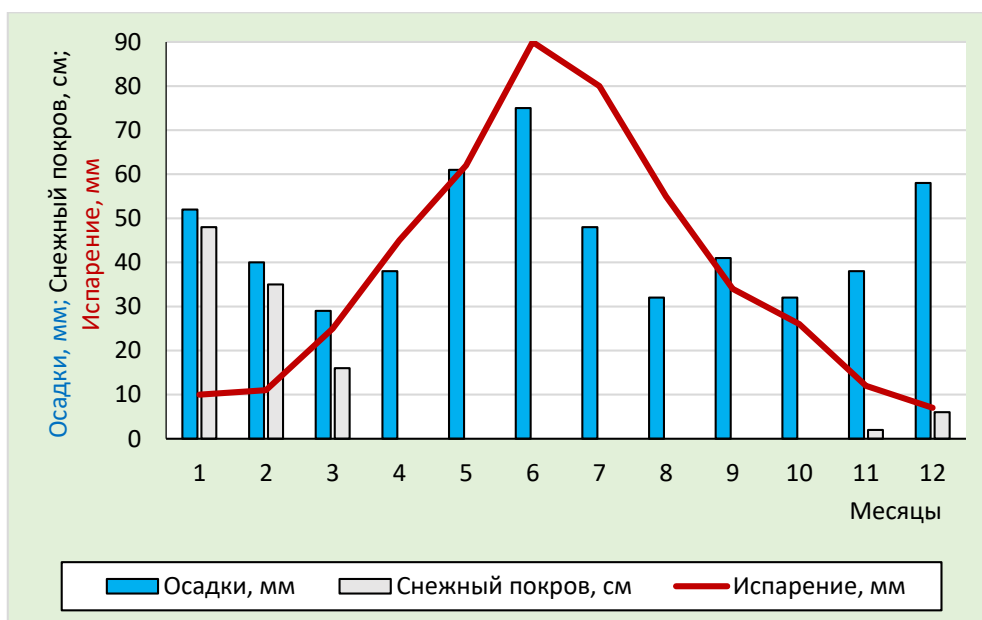


Рис.4. Внутригодовое распределение осадков и испарения за многолетие (2014-2021)
 Составлено авторами

Несмотря на величину летнего максимума, в 1,5 раза превышающую зимний пик, последний играет более важную роль в питании подземных вод. Это объясняется низким зимним фоном испарения и частичной аккумуляцией влаги в виде снежного покрова, что способствует активизации процессов фильтрации. На графике можно уверенно выделить два внутригодовых периода с разной величиной эффективных осадков (осадки минус испарение). Период с положительной величиной, который активно формирует сток, в среднем приходится на осенне-зимнее время, начинаясь в сентябре-октябре и заканчиваясь в марте. В апреле-августе испарение превышает осадки, и сток может кратковременно формироваться только при ливнях высокой интенсивности.

Исходя из соотношения осадков и испарения с апреля по август отсутствуют условия для формирования стока (отрицательное значение эффективных осадков). Тем не менее сток в источнике есть, следовательно он формируется не из осадков, а из других типов вод. Например, конденсационной влаги и/или антропогенных утечек. Подток из других водоносных горизонтов маловероятен ввиду особенностей гидрогеологического строения участка.

Результаты и обсуждение

Для выявления динамических и режимных характеристик стока и установления связанных с ними закономерностей для источника Салгирка были построены графики распределения электрохимических (электропроводность, минерализация) показателей, расхода и температуры воды, базирующиеся на фактических данных наблюдений за 2014-2022 гг.

Анализ графиков электропроводности и минерализации (рис. 5) показал, что обе кривые демонстрируют сходный характер, свидетельствующий об их взаимообусловленности и одинаковых факторах, контролирующих меж- и внутригодовые распределения их параметров. За весь период наблюдений фиксируется слабая тенденция к росту всех показателей. Со второй половины 2020 г. резко усилилась вариативность и абсолютные значения.

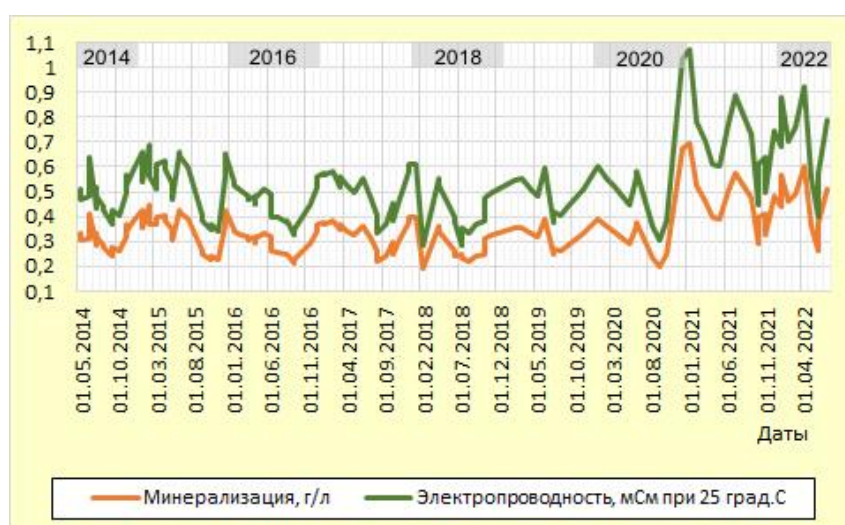


Рис.5. Распределение электрохимических показателей воды источника Салгирка за 2014-2022 гг.

Составлено авторами

Во внутригодовых распределениях электрохимических показателей воды (ЭХПВ) наблюдаются слабовыразительные, но закономерно повторяющиеся изменения сезонного характера. Для «фильтрации» этих изменений данные по каждому из параметров были усреднены по месяцам за весь период наблюдений (рис. 6).

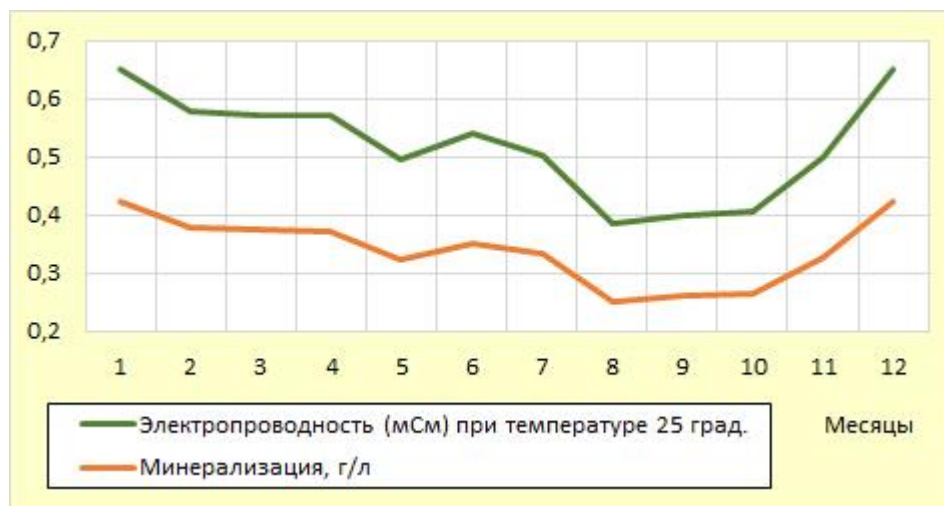


Рис.6. Генерализованные за многолетие внутригодовые распределения электропроводности и минерализации воды источника Салгирка
Составлено авторами

Кривые ЭХПВ источника Салгирка с января до мая ведут себя аналогично кривой расходов на рисунке 8. Как показывают наблюдения март считается последним снежным месяцем начала года. Таяние снега приводит к формированию в КВС поршневого эффекта, когда низкоминерализованные талые воды вытесняют более минерализованные старые воды начала года. Это приводит к замедленному падению большинства ЭХПВ в феврале-апреле и даже формированию маловыразительных пиков по отдельным показателям (электропроводность) в апреле. Последние указывают, что в апреле действие поршневого эффекта (замена высокоминерализованных вод талыми слабоминерализованными) прекращается. С апреля-мая в питании источника появляется вода, отличающаяся по гидрохимическим свойствам от предыдущего периода. Это осадки начала летнего максимума, которые вначале относительно холодные и слабоминерализованные, что на графиках представлено майской депрессией ЭХПВ. Затем осадки прогреваются и стимулируют рост показателей ЭХПВ с формированием июньских пиков. В июле-августе количество осадков резко снижается, растет температура и испарение, а значения ЭХПВ вместо ожидаемого роста начинают падать. На фоне нарастающей межени это объясняется активным включением в питание источника конденсационных вод, генерация которых достигает максимума в августе-сентябре и затухая продолжается до конца октября. Снижение температур воздуха и испарения с августа-сентября, угасание темпов генерации конденсационной влаги и рост количества более минерализованных чем конденсат осенних атмосферных осадков и связанных с ними инфильтрационных вод формируют восходящие

крылья на графиках ЭХПВ. Среднее многолетнее значение электропроводности составляет 0,522 мСм, минерализации – 0,341 г/л.

Гидрограф источника Салгирка (рис. 7) за 8 лет наблюдений (132 измерения) показывает на первый взгляд хаотичную картину распределения дебитов с резкими перепадами величин не только от года к году и от сезона к сезону, но и внутри сезонов. Среднее значение его расхода за весь период наблюдений составило 20,3 л/с. От года к году вариативность расходов изменялась незначительно ($C_v = 0,29-0,41$). Высокое значение коэффициента вариации и низкий средний расход в 2014 г. вероятно связаны с неполным циклом наблюдений, совпавшим с глубокой летне-осенней меженью, на которую в конце года наложился относительно высокий фон декабрьских осадков.

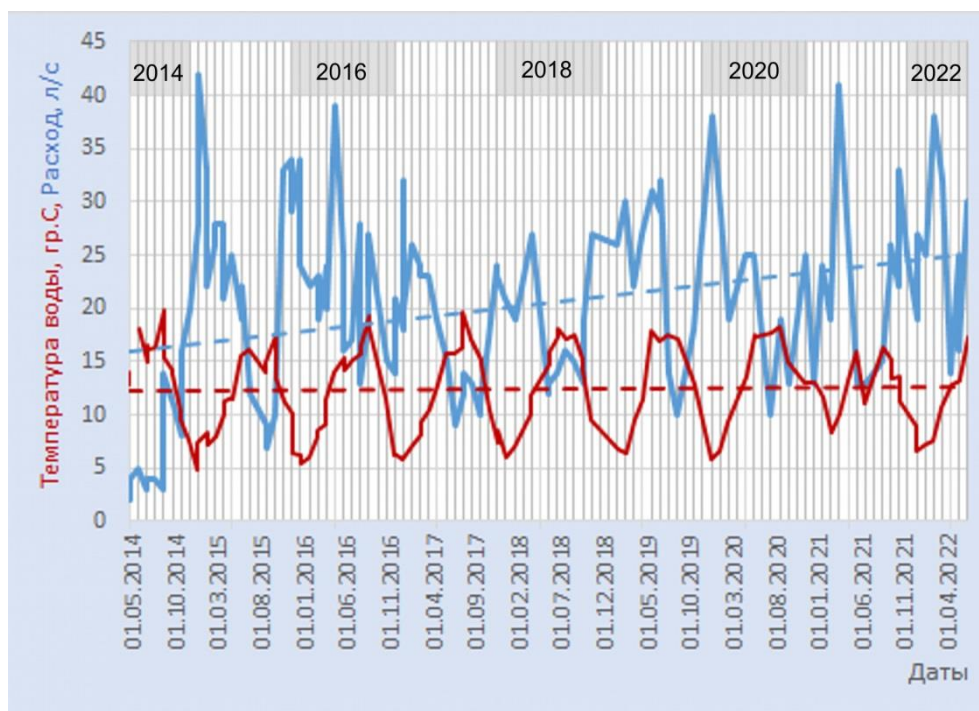


Рис.7. Гидрограф (синим) и термограф (красным) источника Салгирка за 2014-2022 гг.

Составлено авторами

Абсолютный максимальный дебит источника пришелся на январь 2015 г. и составил 42 л/с, абсолютное минимальное значение наблюдалось в сентябре 2014 г. (табл. 1). Средний максимальный дебит источника за весь период наблюдений составил 34,3 л/с, а средний минимальный – 9,7 л/с.

При детальном анализе дебитов отмечается частое попадание максимальной водности источника на зимний (декабрь-январь), реже весенне-летний (май-июнь) периоды. В первом случае это связано с малым зимним максимумом осадков и оттепелями, приводящими к таянию снега, во втором – с большим летним максимумом, который проходит в Крыму в мае-июне и часто характеризуется кратковременными ливневыми осадками. Быстрый отклик на интенсивные дождевые осадки свидетельствует о близко расположенной к источнику области питания и хорошей канализованности питающей системы. Минимальная водность источника формируется сразу после летнего пика осадков, начиная с июля.

Быстрая сработка летнего запаса влаги свидетельствует о минимальном питании в период летнего максимума осадков, незначительной емкости питающего водоносного горизонта и динамичности его вод. К сентябрю межень достигает своей критической глубины. В это время, несмотря на отсутствие осадков, часто наблюдается снижение минерализации воды источника. Это может быть объяснено, растущей долей конденсационных вод, которые как известно наиболее активно формируются в эпикарсте в летний период и часто составляют основу меженного стока.

Таблица 1

Динамические и режимные характеристики дебита воды в источнике Салгирка

Год	Количество наблюдений	Максимальный дебит, л/с		Минимальный дебит, л/с		Амплитуда л/с	Коэффициент вариации	Средний дебит, л/с
		значение	месяц	значение	месяц			
2014	18	20	декабрь	3	сентябрь	17	0,71	7,50
2015	20	42	январь	7	сентябрь	35	0,41	23,15
2016	20	39	май	13	август	26	0,29	22,10
2017	18	32	январь	9	июль	23	0,34	18,50
2018	13	27	май	12	июль	15	0,31	18,23
2019	10	32	июнь	10	сентябрь	22	0,32	23,9
2020	10	38	январь	10	август	28	0,35	22,8
2021	13	41	апрель	11	июль	30	0,38	22,38
2022	10	38	март	12	август	26	0,35	24,3
Среднее		34,3		9,7		24,6		20,3

Составлено авторами

В целом за весь период наблюдений фиксируется растущий линейный тренд водности источника, который соответствует современной тенденции плавного роста количества осадков.

В отличие от гидрографа, термограф источника Салгирка демонстрирует четкую сезонную и межгодовую цикличность (рис.7). Начало и конец термического года, соответствующие абсолютным годовым минимумам приходятся, как правило, на январь (табл. 2). Иногда продолжительность термического года может увеличиваться или сокращаться на два месяца. Абсолютный минимум температуры воды за весь период наблюдений составил 4,8°C (2015), а абсолютный максимум достигал 19,9°C (2014).

Таблица 2

Динамические и режимные характеристики температуры воды в источнике Салгирка

Год	Количество наблюдений	Максимальная температура, °C		Минимальная температура, °C		Амплитуда °C	Коэффициент вариации	Среднее значение °C
		значение	месяц	значение	месяц			
2014	17	19,9	сентябрь	7,5	декабрь	12,4	0,23	14,3
2015	20	17,5	октябрь	4,8	январь	12,7	0,33	11,2
2016	20	19,3	сентябрь	5,5	январь	13,8	0,39	11,9
2017	18	19,7	август	5,8	январь	13,9	0,39	11,5
2018	13	18,1	июль	6,1	январь	12,0	0,31	13,5
2019	10	17,9	июнь	6,5	март	11,4	0,34	13,4
2020	10	18,3	сентябрь	5,8	январь	12,5	0,35	13,4
2021	13	16,3	сентябрь	8,4	март	7,9	0,19	12,6
2022	14	17,8	август	6,7	январь	11,1	0,35	11,6
Среднее		18,3		6,3		12,0		12,6

Составлено авторами

Внутри генерализованного термического года абсолютный максимум температур воды чаще всего приходится на август-сентябрь – время, когда температура воздуха уже снижается (рис. 8). В июле-августе разница между температурами воздуха и воды источника Салгирка достигает 6-7°C. Период гомотермии воды и воздуха наблюдается два раза в году – в апреле и сентябре. Зимой (декабрь-январь) вода на 4-5°C теплее воздуха.

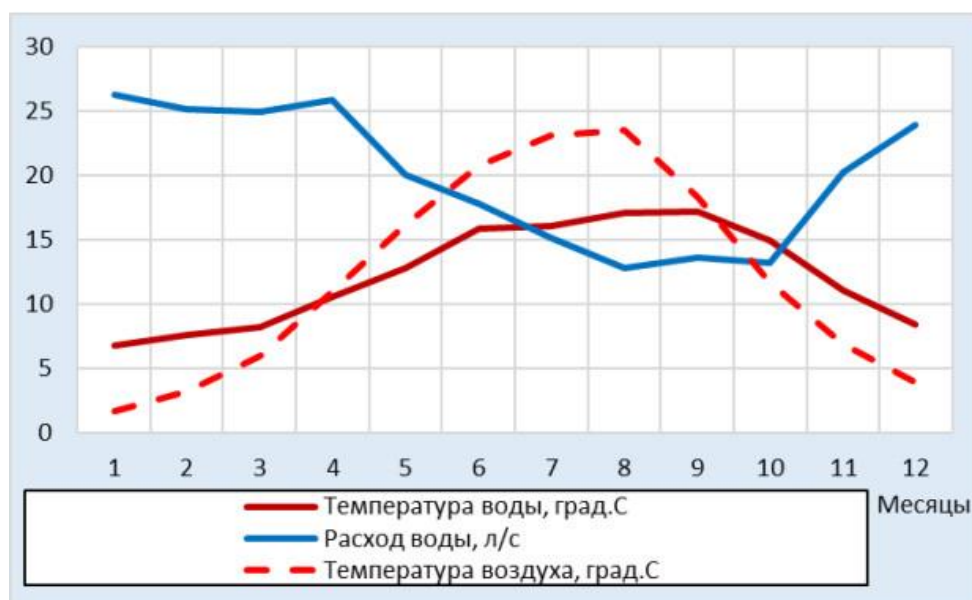


Рис. 8. Генерализированные за многолетие внутригодовые распределения температур воздуха, воды и дебита
Составлено авторами

Средняя годовая амплитуда температур воды за 8 лет наблюдений составила 12°C. Эта величина максимально была превышена в 2016-2017 гг. О термической изменчивости вод в этот период свидетельствуют относительно высокие коэффициенты вариации. Высокой температурной стабильностью выделяется 2021 г., который характеризуется аномально высокими показателями мощности снежного покрова. Вероятно, большие запасы снеговых вод термически буферизировали приходящие в небольшом количестве летние осадки, что способствовало формированию малой годовой амплитуды температур и низкого коэффициента вариации. Это также способствовало снижению среднегодовой температуры воды до 12,6°C после теплого 2020 г. (табл. 2). Второй по заснеженности 2022 г. также характеризуется низкой годовой амплитудой и дальнейшим выхолаживанием вод. Средняя за весь период наблюдения температура воды источника Салгирка составила 12,6°C.

При совместном анализе гидрографа и термографа, построенных по усредненным за многолетие данным (рис. 8), между температурой и расходом источника фиксируется ярко выраженная обратная зависимость, подтверждаемая высоким (-0,94) коэффициентом корреляции. Эта зависимость хорошо аппроксимируется уравнением линейной связи (рис. 9) и характерна для источников, имеющих преимущественно зимнее питание с высокой долей снеговых талых вод и холодных дождей.

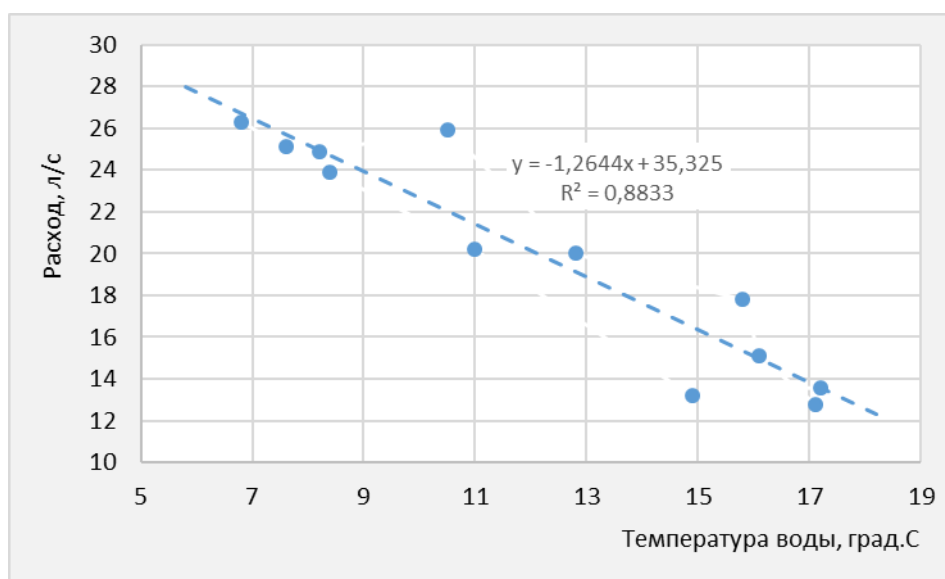


Рис. 9. Зависимость между температурой воды и расходом в источнике Салгирка
Составлено авторами

На гидрографе (рис. 8) видно, что максимальные значения приходятся на зимний период, который совпадает с минимумами температур воздуха и испарения и пиками зимних осадков. К концу зимы - началу весны водоносная система питающая источник, как правило заполнена. Последний снег, выпадающий в марте, в апреле окончательно сходит и формирует небольшой "половодный" пик. Затем расходы начинают быстро снижаться. Быстрый сброс зимних вод несколько замедляется с мая, поскольку в систему начинают поступать воды летнего максимума осадков. Однако из-за высокого уровня испарения на поверхности их объема недостаточно чтобы в корне изменить падение расхода. Только в августе-сентябре, когда контраст между температурами воды и воздуха достигает максимума, в системе формируется достаточное количество конденсационных вод, приводящее к смене нисходящего крыла гидрографа восходящим. Последующее снижение температур воздуха и испарения усиливает эту тенденцию, хотя доля конденсационных вод в общем питании снижается к концу теплого периода, замещаясь нарастающими более минерализованными атмосферными осадками осени.

Выводы

В результате анализа условий формирования стока, динамических и режимных характеристик вод источника Салгирка в Симферополе было установлено следующее:

- источник Салгирка является искусственным очагом разгрузки карстовых вод барремского водоносного горизонта, получившего развитие на левобережье р. Салгир выше плотины Симферопольского водохранилища;
- согласно расчетам, площадь области питания источника составляет не более 14,5 км². В нее входят участки городских микрорайонов Марьино, Кирпичное, окрестности сел Курцы и Петропавловка;

- приповерхностное залегание маломощного барремского водоносного горизонта обуславливает нестабильность и выраженную сезонность в распределении гидрохимических показателей, температуры воды и ее расхода в источнике Салгирка;

- климатические условия стокообразования наиболее благоприятны в осенне-зимний период, когда испарение в 5-6 раз ниже количества выпадающих осадков. Активному питанию водоносной системы в это время способствует снежный покров, многократно истаявающий во время частых оттепелей. В летний период кратковременное питание метеорными водами происходит лишь при ливнях высокой интенсивности;

- анализ внутригодовых распределений электропроводности и минерализации, усредненных по месяцам за многолетие, показывает, что они тесно связаны с ходом температуры и расхода воды. На графиках ЭХПВ выделяются два периода: 1) крыло нисходящих значений с мелкими пиками, знаменующими окончание снегового питания (апрель) и окончание летнего максимума осадков (июнь); 2) крыло восходящих значений, связанных с активной генерацией конденсационных вод, сменяемой ростом осенних эффективных осадков. Ключевое участие в питании источника зимних метеорных и летне-осенних конденсационных вод подтверждается низкими средними значениями электропроводности и минерализации;

- 8-летними наблюдениями за источником Салгирка установлено, что его средний расход составляет 20,3 л/с, абсолютно максимальный – 42 л/с (2015), абсолютно минимальный – 3 л/с (2014). В годовом режиме фиксируются несколько фаз водности: 1) максимальная (декабрь-апрель) с дождевым и снеговым питанием; 2) минимальная (август-октябрь) с конденсационным и дождевым питанием; 3) переходные (апрель-август и октябрь-декабрь) с дождевым питанием;

- термограф источника Салгирка транслирует четкую сезонную и межгодовую цикличность. Средняя минимальная температура воды за 8-летие опускается до 6,3°C и приходится на январь, средняя максимальная достигает 18,3°C (август-сентябрь). Средняя температура воды за многолетие составила 12,6°C;

- между температурой и расходом источника имеется тесная обратная связь линейного характера. Она подтверждает сделанный ранее вывод о преимущественно зимнем снегодождевом питании источника Салгирка.

Исследование выполнено при финансовой поддержке государственного проекта «Разработка методической базы и цифровых технологий поддержки принятия решений по обеспечению водной безопасности Крыма», курируемого Институтом водных проблем РАН.

Литература

1. Дублянский В. Н., Кикнадзе З. К. Гидрогеология карста Альпийской складчатой области СССР. М.: Наука, 1984. 128 с.
2. Дублянский В. Н., Клименко В. И., Вахрушев Б. А., Илюхин В. В. Карст и подземные воды горных массивов Западного Кавказа. Л.: Наука, 1985. 150 с.
3. Дублянская Г. Н., Дублянский В. Н. Теоретические основы изучения парагенезиса карст – подтопление. Пермь: Изд-во Перм. ун-та, 1998. 204 с.
4. Климчук А. Б. Гипогенный спелеогенез, его гидрогеологическое значение и роль в эволюции карста. Симферополь: DIP, 2013. 180 с.

5. Амеличев Г. Н. Подземные карстовые воды в верхнем течении р. Абдалка (Симферополь, Предгорный Крым) // Учёные записки Крымского федерального университета имени В. И. Вернадского. География. Геология. Том 4 (70). № 4. 2018. С.251-267.
6. Амеличев Г. Н., Токарев С. В., Токарев И. В. Формирование и режим карстовых подземных вод в бассейне р. Абдалка (Предгорный Крым) // Учёные записки Крымского федерального университета имени В.И. Вернадского. География. Геология. Том 5 (71). №2. 2019. С.202-233.
7. Важов В. И. Целебный климат. Симферополь: Таврия, 1979. 80 с.
8. Климат и опасные гидрометеорологические явления Крыма / Под ред. К.Т. Логинова, М.Б. Барабаш. Л.: Гидрометеиздат, 1982. 318 с.
9. Геология СССР. Т.8. Крым. Ч.1. Геологическое описание. М.: Недра, 1969. 575 с.
10. Ключіні О. А., Лисенко М. І. Давні зсуви долини прориву р. Салгір в околицях м. Сімферополя // Физическая география и геоморфология. № 11. 1974. С. 121-126.
11. Летопись погоды в Симферополе [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.pogodaiklimat.ru/history/33946.htm>

G. N. Amelichev¹
S. K. Sukhoruchenko²
I. A. Rifatov¹

***Dynamics and regime of waters of the
Salgirka spring in Simferopol (Crimea)***

¹V. I. Vernadsky Crimean Federal University, Taurida
Academy, Simferopol, Russian Federation
e-mail: lks0324@yandex.ru

²LLC «Institute CrimeaGIINTIZ», Simferopol, Russian
Federation

Abstract. *The paper presents the results of 8-year monitoring studies of electrical conductivity, mineralization, temperature and flow rate of water in the Salgirka spring located in the capital of Crimea. The feeding area of the source, hydrogeological and climatic conditions for the formation of its runoff are established. Based on the generalized year obtained over many years, the regime of hydrological indicators was identified and described, the dynamics of waters was characterized, and the average values of the indicators were obtained. Over the entire observation period, the average mineralization of the source was 0.341 g/l, the average flow rate was 20.3 l/s, the average water temperature was 12.6 °C. The relatively low electrical conductivity and mineralization of the waters, as well as the close inverse relationship between temperature and flow rate of the source indicate its predominantly winter feeding.*

Keywords: *source, dynamics, mode, power supply, flow rate, water temperature, Simferopol.*

References

1. Dubljanskij V. N., Kiknadze Z. K. Gidrogeologija karsta Al'pijskoj skladchatoj oblasti SSSR (Hydrogeology of the karst of the Alpine folded region of the USSR). М.: Nauka, 1984. 128 s. (in Russian)

2. Dubljanskij V. N., Klimenko V. I., Vahrushev B. A., Iljuhin V. V. Karst i podzemnye vody gornyh massivov Zapadnogo Kavkaza (Karst and underground waters of the mountain ranges of the Western Caucasus). L.: Nauka, 1985. 150 s. (in Russian)
3. Dubljanskaja G. N., Dubljanskij V. N. Teoreticheskie osnovy izuchenija paragenezisa karst – podtoplenie (Theoretical foundations of the study of karst – flooding parageneisis). Perm': Izd-vo Perm. un-ta, 1998. 204 s. (in Russian)
4. Klimchuk A. B. Gipogenyj speleogenez, ego gidrogeologicheskoe znachenie i rol' v jevoljucii karsta (Hypogenic speleogenesis, its hydrogeological significance and role in the evolution of karst). Simferopol': DIP, 2013. 180 s. (in Russian)
5. Amelichev G. N. Podzemnye karstovye vody v verhnem techenii r. Abdalka (Simferopol', Predgornyj Krym) (Underground karst waters in the upper reaches of the Abdalka River (Simferopol, Piedmont Crimea)) // Uchjonye zapiski Krymskogo federal'nogo universiteta imeni V. I. Vernadskogo. Geografija. Geologija. Tom 4 (70). № 4. 2018. S.251-267. (in Russian)
6. Amelichev G. N., Tokarev S. V., Tokarev I. V. Formirovanie i rezhim karstovyh podzemnyh vod v bassejne r. Abdalka (Predgornyj Krym) (Formation and regime of karst groundwater in the Abdalka river basin (Piedmont Crimea)) // Uchjonye zapiski Krymskogo federal'nogo universiteta imeni V.I. Vernadskogo. Geografija. Geologija. Tom 5 (71). №2. 2019. S.202-233. (in Russian)
7. Vazhov V. I. Celebnyj klimat (Healing climate). Simferopol': Tavrija, 1979. 80 s. (in Russian)
8. Klimat i opasnye gidrometeorologicheskie javlenija Kryma (Climate and dangerous hydrometeorological phenomena of Crimea) / Pod red. K.T. Loginova, M.B. Barabash. L.: Gidrometeoizdat, 1982. 318 s. (in Russian)
9. Geologija SSSR. T.8. Krym. Ch.1. Geologicheskoe opisanie (Geology of the USSR. Vol.8. Crimea. Part 1. Geological description). M.: Nedra, 1969. 575 s. (in Russian)
10. Kljukin O. A., Lisenko M. I. Davni zsuvi dolini prorivu r. Salgir v okolicjah m. Simferopolja (Ancient landslides of the Salgir river breakthrough valley in the vicinity of Simferopol) // Fizicheskaja geografija i geomorfologija. №11. 1974. S. 121-126. (in Ukrainian)
11. Letopis' pogody v Simferopole (Chronicle of weather in Simferopol). URL: <http://www.pogodaiklimat.ru/history/33946.htm>. (in Russian)

Поступила в редакцию 02.06.2022г.