

**РАЗДЕЛ 2**  
**ГЕОМОРФОЛОГИЯ И ЭВОЛЮЦИОННАЯ ГЕОГРАФИЯ**

УДК 556.5

**ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ Р. АБДАЛКИ  
(СИМФЕРОПОЛЬ) В ОБЛАСТИ ПИТАНИЯ АРТЕЗИАНСКОГО БАССЕЙНА  
РАВНИННОГО КРЫМА**

*Амеличев Г. Н., Олиферов А. Н., Новикова Ф. Н.*

*Таврическая академия ФГАОУ ВО «Крымский федеральный университет имени  
В. И. Вернадского», г. Симферополь, Российская Федерация  
E-mail: lks0324@yandex.ru*

В статье приводятся сведения о географических условиях формирования стока в бассейне р. Абдалка. Выявлены основные виды питания реки. На основании соотношения стокоформирующих объемов разного генезиса установлено, что Абдалка является типично карстовой рекой. Водобалансовыми расчетами показано, что лишь 13 % бассейновых вод формируют поверхностный речной сток. Остальные воды перемещаются к северу за пределы бассейна в составе среднеэоценового водоносного горизонта, пополняя запасы равнинного Крыма. В русле реки установлены участки поглощения поверхностного стока, определены его экстремальные значения. Термический режим реки повторяет годовой ход колебаний температуры воздуха. Низкий температурный фон речной воды свидетельствует о существенной роли в питании холодных карстовых вод.

**Ключевые слова:** сток, водосбор, питание, водный режим, паводок, межень, режим температур.

**ВВЕДЕНИЕ**

Проблемы водных ресурсов, ухудшения экологического состояния поверхностных и подземных вод особенно остро стоят в Крыму, который после закрытия Северо-Крымского канала решает задачу водоснабжения населения и хозяйства исключительно за счет собственных ресурсов. В связи с этим каждый водный объект полуострова должен быть взят на учет, подвергнут тщательному изучению с точки зрения его экологического благополучия, оценки механизмов самовозобновления и мягкого использования для нужд человека. Среди таких водных объектов следует выделить небольшой водоток, протекающий в пределах черты города Симферополя и получивший название реки Абдалки (Абдальской, Белой, Боурчи). Назвать рекой этот водоток можно лишь условно, поскольку площадь его водосбора не достигает необходимых для статуса реки 50 км<sup>2</sup> [1]. Правильней его называть ручьем, однако для крымских водных объектов подобного рода традиционно применяется термин «река».

В литературе имеются крайне скудные сведения о самой реке и ее бассейне [2, 3]. Поэтому целью данного сообщения является не только описание и систематизация накопленных гидрологических данных о реке, но и установление пространственно-временных закономерностей формирования водного режима,

условий питания и развития гидрологических ситуаций в ее бассейне. Наблюдения за гидрологическими параметрами реки проводились случайным образом начиная с 2012 г., а систематически, с частотой 2–3 раза в месяц, – с 2014 г. Кроме наблюдений за расходами реки на разных участках и в разные сезоны года, параллельно велись учет дебитов питающих карстовых источников, кондуктометрия, термометрия и мониторинг за общей минерализацией речных и родниковых вод. Эти данные могут служить гидрологам, карстологам, инженерам-геологам основой для дальнейшего изучения реки и ее бассейна, сотрудникам природоохранных и экологических организаций – для разработки и оптимизации санитарно-гигиенического зонирования, представителям властных структур – для перспективного планирования мероприятий по благоустройству территории города.

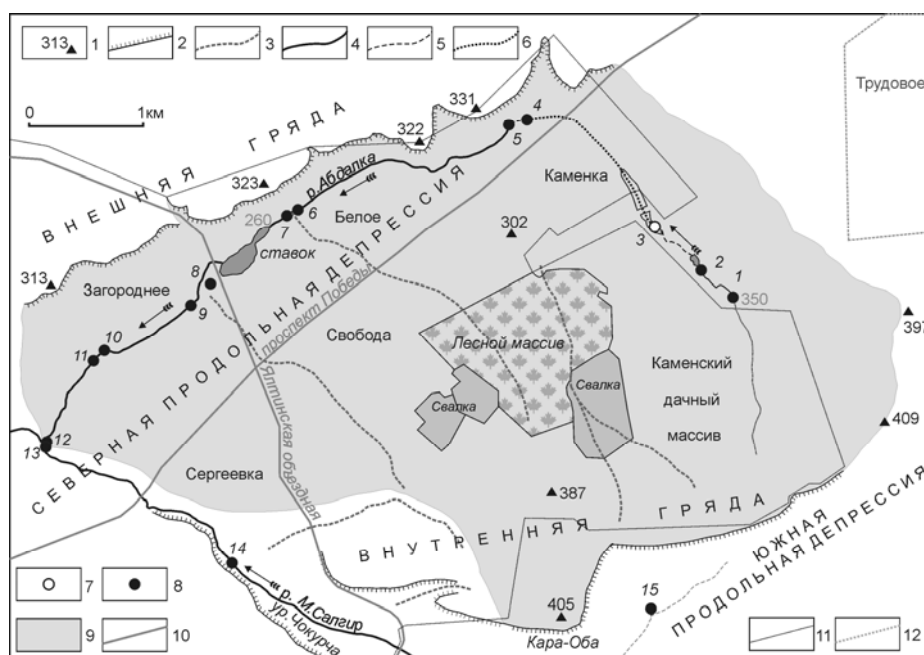
### ГЕОГРАФИЧЕСКИЕ ФАКТОРЫ ФОРМИРОВАНИЯ СТОКА

Бассейн р. Абдалки расположен в пределах восточной окраины города Симферополя (Рис. 1). Сама река является правым притоком реки Малый Салгир и впадает в него на расстоянии 2,1 км от устья последнего. Абдалка имеет протяженность 9 км и площадь водосборного бассейна 23,4 км<sup>2</sup> [3]. Выделение речного бассейна проведено по водораздельным линиям, которые с юга и севера совпадают с гребнями Внутренней и Внешней куэстовых гряд. Западная граница проходит по бровке структурной поверхности Внутренней гряды, обращенной к долине р. Малый Салгир и протягивающейся от вершины Кара-Оба к устью Абдалки и далее на север к высоте 313 м. Восточная граница бассейна совпадает со слабо выраженным водоразделом, начинающимся от гребня Внешней гряды у поселка Акрополис, пересекающим поселок Хошкельды и заканчивающимся на гребне Внутренней гряды, к северу от села Трудового у высоты 397 м. Здесь бассейн Абдалки соседствует с бассейном р. Маленькой. Таким образом, водосборные площади бассейна полностью укладываются в пределы Северной продольной депрессии.

Картографический анализ водосборной площади позволил определить ее морфометрические характеристики. Длина бассейна рассчитывалась по прямой, соединяющей устье реки и точку на водоразделе, прилегающую к истоку реки. Ее значение составило 6,3 км. Максимальная ширина бассейна, которая представляет собой линию, перпендикулярную длине в самом широком месте, достигает 4,8 км. Средняя ширина, рассчитанная как отношение площади бассейна к его длине, составляет 3,7 км. Длина водораздельной линии – 21,2 км. С использованием данных о площадях высотных зон, поделенных на 25-метровые интервалы, получено значение средней высоты бассейна – 286 м.

В результате обработки топографических материалов был построен продольный профиль русла р. Абдалки (Рис. 2). Он имеет слабовогнутый характер и общий перепад высот от истока к устью 162 м. При общей длине реки 9 км средний уклон русла немного превышает 1°. Однако по длине русла уклоны распределены неодинаково, что позволило выявить ряд геоморфологических аномалий. Согласно Спиридонову А. И. [4], геоморфологической аномалией считается такой участок

русла между соседними горизонталями, уклон которого превышает уклон вышерасположенного соседнего участка профиля. Аномалии могут быть связаны с несколькими причинами: гидрологической (усиление водности в результате впадения притока или выхода источника), литологической (смена стойких пород податливыми), геоботанической (появление облесенных участков с повышенной водонакопительной ролью), тектонической (пересечение разрывных нарушений с образованием порогов, водопадов) и антропогенной (искусственное увеличение уклонов при строительстве дамб, углублении русла и пр.). Большинство выявленных на профиле аномалий связано с выходами карстовых источников. К этим же участкам подходят устьевые отрезки балок левобережного склона, которые контролируются тектонической трещиноватостью. Таким образом, генезис геоморфологических аномалий в русле р. Абдалки – гидролого-тектонический (гидрогеологический).



Орография: 1 – высоты и их абсолютные отметки (м), 2 – обрывы, 3 – балки; гидрография: 4 – постоянные водотоки, 5 – временные водотоки, 6 – подземное течение р. Абдалки, 7 – понор-поглотитель, 8 – источники (1 – Исток, 2 – Каптаж, 4 – Верхний ключ, 5 – Белый ключ, 6 – Белый-2, 7 – Белый-1, 8 – Сергеевский, 9 – Малый, 10 – Мостовой, 11 – Ковчег, 12 – Титова-1, 13 – Титова-2, 14 – Чокурча, 15 – Кара-Оба); 9 – площадь речного бассейна, 10 – основные дороги города, 11 – городская черта, 12 – границы сел.

Рис. 1. Положение бассейна реки Абдалки в пределах восточной окраины Симферополя

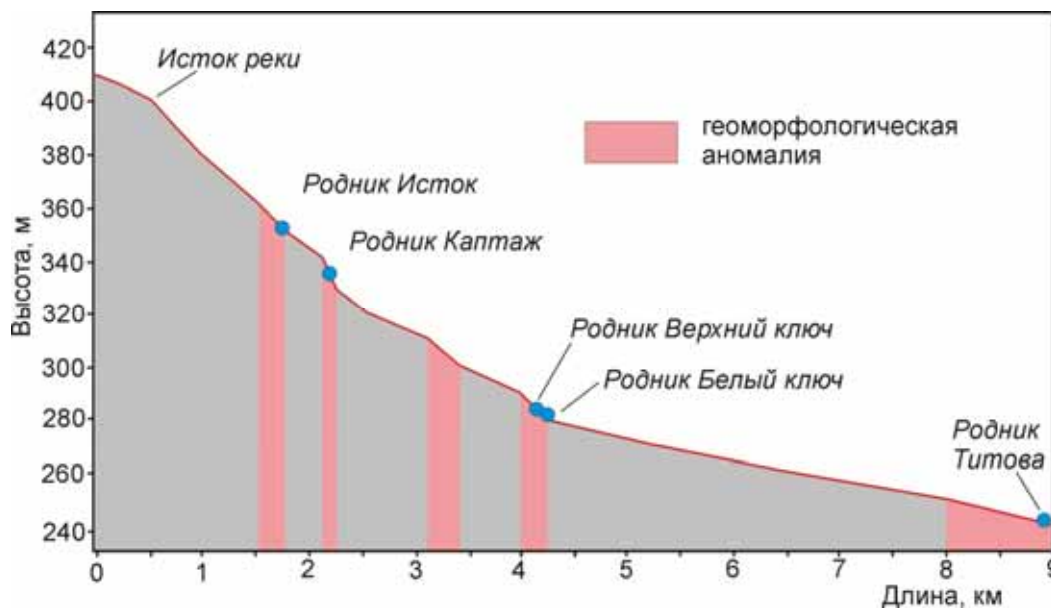


Рис. 2. Продольный профиль русла реки Абдалки с геоморфологическими аномалиями и карстовыми источниками.

Геологическое строение бассейна р. Абдалки относительно простое. В основании геологического разреза на глубинах от нескольких десятков до нескольких сотен метров от поверхности залегают слабопроницаемые конгломераты и песчаники средней юры (битакская свита). Между ними и залегающими выше карбонатными отложениями эоцена расположен маломощный прослой нижнемеловых песчанисто-глинистых осадков, с которым связан Подкуэстовый надвиг [5]. Эоценовая часть разреза представлена мергелями и нуммулитовыми известняками бахчисарайского и симферопольского ярусов суммарной мощностью до 40–50 м, падающими к северу-северо-западу под углами 20–25° [6]. Известняки нижнего и среднего эоцена занимают верхний ярус рельефа в бассейне реки. ими сложен структурный склон Внутренней куэсты от гребня гряды на юге до проспекта Победы на севере. Мергели верхнего эоцена (бодракский и альминский ярусы) занимают среднюю и нижнюю часть речной долины (днище Северной продольной депрессии). Они имеют мощность до 30 м, поднимаясь местами до середины аструктурного склона Внешней гряды. В верхней части последней они перекрываются 20-метровой толщей отложений миоцена (сарматский ярус), состоящей из слоев мелко гравийного конгломерата, кварцевых песчаников и кремнистых известняков, падающих на север под углом 5°. Четвертичные отложения представлены русловым и террасовым аллювием, фрагментарным элювиально-делювиальным покровом и коллювиальными шлейфами на крутых правобережных склонах у подножия Внешней гряды.

В тектоническом отношении бассейн р. Абдалки находится в пределах Куэстовой моноклинали [7], которая нависает над мезозойским коллизонным швом

Предгорной сутуры. Это высокодинамичная зона, пережившая в неоген-четвертичное время этап альпийской активизации. Она протягивается в субширотном направлении и контролирует положение Северной продольной депрессии и субсеквентного участка долины р. Абдалки. С альпийской активизацией также было связано заложение сети субмеридиональных разрывов [8], которые контролируют положение левобережных балок и консеквентного участка реки в верховьях, продолжают дальше на север в пределы Внешней гряды, где обуславливают развитие глубоких кулуаров и коротких обсеквентных балок и оврагов на правом берегу.

В гидрогеологическом отношении бассейн р. Абдалки располагается на крымском южном крыле Причерноморского артезианского бассейна в межгрядовом понижении Внешней и Внутренней куэст. Здесь выделяется два водоносных горизонта: эоценовый и четвертичный. Уровни воды в первом из них устанавливаются в известняках на глубине 15–20 м, в мергелях – на глубине 1–15 м. Воды имеют преимущественно гидрокарбонатный кальциевый состав с минерализацией от 500 до 1200 мг/л. Коэффициент фильтрации известняков колеблется от 0,002 до 5,8 м/сут. [9]. Движение подземных вод осуществляется с юга на север, в сторону русла реки. Часть подземного стока концентрируется в зонах трещиноватости, контролирующей левобережные балки. Поэтому на участках впадения балок в Абдалку располагаются группы родников. В периоды дружного снеготаяния и ливневых осадков, когда объемы метеорных вод превышают пропускную способность зон трещиноватости, в балках возникает кратковременный поверхностный сток. Второй водоносный горизонт, связанный с аллювиальными отложениями Абдалки, менее значим. В летнюю межень, когда уровни в реке значительно снижаются, часть воды продолжает двигаться в русловом аллювии. В этом коллекторе наблюдаются самые высокие значения коэффициента фильтрации (до 663 м/сут.) и дебита (до 23 л/с). Аллювиальные воды имеют пестрый химический состав и минерализацию менее 1000 мг/л. Для подземных вод бассейна р. Абдалки отмечается неблагоприятное экологическое состояние, которое связано с положением в области их питания нескольких полигонов твердых бытовых отходов (свалок), интенсивной застройкой, наличием крупных транспортных магистралей [10, 11].

Рельеф в бассейне р. Абдалки представлен несколькими генетическими типами. К структурно-денудационному типу относятся Внутренняя и Внешняя куэсты, сложенные стойкими породами, и межгрядовое понижение, выполненное податливыми отложениями. Внешняя гряда возвышается над днищем Северной продольной депрессии – на 40–50 м, а Внутренняя – на 130–160 м.

Основу флювиального (эрозионного) рельефа составляет долина р. Абдалки со слабо выраженной овражно-балочной системой притоков. Верховья долины располагаются на территории Каменского дачного массива. Здесь представлено слабо врезанное в наклонную поверхность куэсты эрозионное понижение со склонами крутизной до 10°. Резкое изменение поперечного профиля долины происходит у абсолютной отметки 350 м, где на поверхность выходит карстовый родник Исток. Здесь дно Каменской балки резко углубляется, появляется

постоянный водоток. На склонах обнажаются выходы коренных известняков эоцена. На расстоянии в несколько сот метров вниз по течению поперечный профиль долины изменяется с V-образного на ящикообразный. Ширина долины у понора Раков достигает 100 м. В верховьях долина перегорожена несколькими дамбами. Здесь до середины 80 гг. существовало несколько прудов, которые со временем высохли. Сейчас сохранился только один из них, самый верхний. Ниже понора Раков вода в русле исчезает, но долина продолжается в северном направлении, увеличивая свои размеры. После пересечения автодороги Симферополь – Феодосия она резко сворачивает к западу и тянется у подножия Внешней гряды. У выходов двух карстовых источников (Верхний ключ и Белый ключ), формирующих постоянный поверхностный сток, начинается средняя часть долины. На этом участке очень хорошо выражена асимметрия склонов, характерная для субсеквентных отрезков рек. Здесь же и в нижнем течении преимущественно на правом берегу появляются фрагменты 1–2 надпойменных террас.

Важную гидрогеологическую и гидрологическую роль играет карстовый рельеф. Переводу рассеянных метеорных вод в концентрированный подземный сток способствуют каровые образования, небольшие карстовые воронки и блюдца, участки разуплотнения и трещиноватости пород. Вместе они образуют приповерхностную эпикарстовую зону, водами которой питаются карстовые источники долины. В бассейне реки известно несколько мелких карстовых полостей, часть из которых упоминается в литературе [12]. Особенностью верхнего отрезка долины является высокая степень концентрации отмеченных карстовых форм и источников на отдельных узлокалеченных участках. Такой синтез характерен для реликтовых гипогенно-карстовых пещерных кластеров, перешедших на эпигенно-карстовое функционирование.

Климатические условия являются одним из базовых элементов в формировании гидрологического режима бассейна р. Абдалки. Климат участка характеризуется как полусухой, теплый, с мягкой зимой [13]. Самым теплым месяцем в бассейне считается июль (21,6°C), самым холодным – январь (-1,3°C). Средняя годовая температура составляет 10,1°C [14]. Для зимнего периода характерны частые оттепели, поэтому снег лежит в бассейне реки в среднем около 36 дней в году. Среднее годовое количество осадков за период наблюдений в 2014–2016 гг. составило 539 мм [15], а величина испарения – 450 мм [16].

Около 75 % ландшафтов в бассейне реки полностью преобразованы человеком. На оставшихся «диких» участках представлены средне- и маломощные дерново-карбонатные щебенчатые почвы, на которых произрастают петрофитные степи. В пойме Абдалки получили развитие аллювиальные почвы с луговой растительностью.

## **ПИТАНИЕ РЕКИ**

Вышеприведенный анализ физико-географической обстановки в бассейне р. Абдалки свидетельствует о наличии трех из четырех известных видов питания: дождевого, снегового и грунтового (карстового).

*Дождевое питание* является основным в периоды интенсивного выпадения осадков. Такая ситуация возникает в бассейне преимущественно в весенне-летний период, когда дожди выпадают в виде ливней или идут несколько дней подряд. Они формируют высокие паводковые пики, которые на реке проявляются резким подъемом уровней воды (до 1 м – по наблюдениям 2014–2015 гг.), увеличением расхода на 1–2 порядка. В левобережных балках ливни вызывают появление поверхностного стока, который ввиду лимитированности поглощения, обусловленного фильтрационными свойствами коренной породы, может накапливаться в пониженных участках перепланированных территорий, вызывая подтопление. Так, ежегодно ливневые воды собираются на кольцевой развязке в районе пересечения проспекта Победы и Ялтинской объездной. Здесь при возведении насыпи объездной дороги была перегорожена одна из балок, а дренажная система ливневого стока не была построена. В бассейне реки не каждый дождь вызывает поверхностный сток. Только осадки с интенсивностью более 20 мм/сут. могут формировать временные водотоки. Малое количество осадков или растянутость их во времени приводят к быстрой фильтрации метеорных вод или испарению. В целом за период наблюдений отклонение от нормы осадков (501 мм) составило +8 % (Табл. 1).

*Снеговое питание* связано с зимними осадками, когда выпадающий снег может формировать снеговой покров. Нормативная мощность покрова для территорий предгорья составляет 10 см [17]. В условиях мягкой зимы снег долго не хранится и активно тает в период частых оттепелей. Открытый архив метеоданных по Симферополю свидетельствует, что для периода наблюдений с мая 2014 по апрель 2016 гг. отклонение от нормы температур составило +18 % (табл. 1). Средние месячные температуры холодного периода были положительными. Это значит, что весь выпадающий снег не сохранялся, а сразу таял. Малые запасы снеговой влаги существенно на уровне реки отразиться не могли. Анализ таблицы 1 показывает, что отклонение мощности снегового покрова от нормы составило -31 %. Многократное таяние снегового покрова в бассейне реки за зимний сезон способствует активному пополнению водоносных горизонтов, росту уровня грунтовых вод, приводит к отсутствию зимней межени на реке.

*Грунтовое питание* в условиях закарстованных толщ правильней называть карстовым. Оно осуществляется через карстовые источники в реку или непосредственно в речной аллювий. В бассейне р. Абдалки известно 11 карстовых источников, воды которых в свою очередь пополняются за счет дождевых и снеговых осадков. Благодаря наличию карстовых вод существенно снижается неравномерность поверхностного стока, поддерживается постоянный меженный уровень реки.

На основании двухгодичных наблюдений за стоком р. Абдалки на замыкающем створе у впадения в р. М. Салгир был построен ее гидрограф (Рис. 3). В качестве вспомогательного материала использовались данные таблицы 1. При построении и расчленении гидрографа на виды питания использовалась методика, изложенная в «Методических указаниях к выполнению практических работ по курсу “Общая гидрология” для географов» [18].

Таблица 1  
Усредненные месячные данные по метеостанции Симферополь за период  
наблюдения 01.05.2014–31.03.2016 [15]

Месяцы	Температура воздуха, °С	Осадки, мм	Относительная влажность, %	Снежный покров, см
Январь	1,1	56	84	1,7
Февраль	4	45	79	1
Март	6,2	38	75	3,5
Апрель	8,8	37	68	0
Май	16	70	74	0
Июнь	19,7	110	74	0
Июль	23	28	66	0
Август	23,7	13	58	0
Сентябрь	19,5	24	65	0
Октябрь	10,5	43	74	0
Ноябрь	7,2	39	81	0,4
Декабрь	3,2	36	86	0,3
Итого	11,9*	539**	74*	6,9**
Отклонение от нормы, %	+18	+8	+2	-31

Примечание: \* – среднее значение, \*\* – суммарное значение

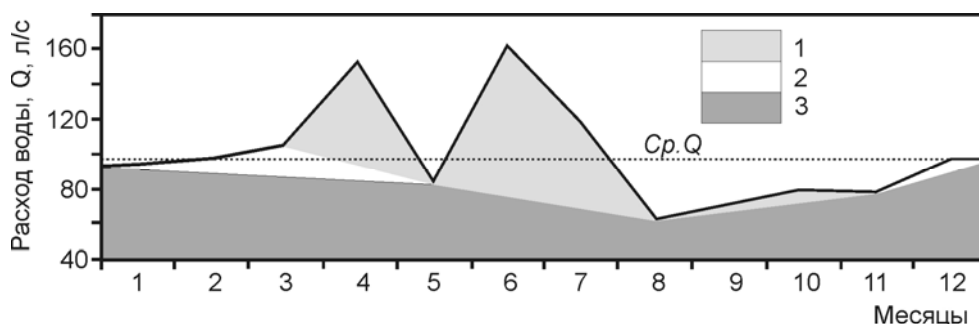


Рис.3. Гидрограф реки Абдалки по материалам наблюдений 2014–2016 гг. Виды питания: 1 – дождевое, 2 – снеговое, 3 – грунтовое (карстовое)

Расчленение гидрографа проводилось следующим образом. Сначала, соединяя отрезками минимальные значения кривой на гидрографе, выделили область грунтовых (карстовых) вод. Затем, анализируя данные таблицы 1 о времени существования снегового покрова, определили участки снегового питания. Оставшиеся пикообразные области отнесены к дождевому питанию. В итоге на гидрографе выделилось три вида питания, рассчитав объемные соотношения



которых получим: грунтовое питание – 78 %, дождевое – 17 %, снеговое – 5 %. Согласно классификации рек по виду питания, разработанной Львовичем М. И. [1], Абдалка принадлежит к рекам с преимущественно грунтовым питанием. Учитывая повсеместное развитие в бассейне карстующихся пород, Абдалка – это типично карстовая река.

### ВОДНЫЙ БАЛАНС

Для представления особенностей пространственно-временного распределения вод внутри речного бассейна используется такое понятие, как водный баланс. Годовой приход, расход и аккумуляция воды в речном бассейне могут быть представлены с помощью уравнения водного баланса, которое для таких малоизученных рек, как Абдалка, записывается в упрощенном виде:

$$x + z_1 = y_2 + w_2 + z_2,$$

где:  $x$  – жидкие и твердые осадки,  $z_1$  – конденсация водяного пара,  $y_2$  – поверхностный (речной) сток за пределы бассейна,  $w_2$  – подземный сток за пределы бассейна,  $z_2$  – испарение с поверхности бассейна. Все элементы рассчитываются в миллиметрах.

Среднее годовое за двухлетний период наблюдения количество осадков составляет 539 мм (Табл. 1). Несколько проведенных в последние годы экспериментов по выявлению конденсационного питания в бассейне результатов не дали. Поэтому конденсация также исключается из приходной статьи баланса. В расходной статье (правая часть уравнения) имеем. Поверхностный сток через р. Абдалку рассчитывается как отношение годового объема стока к площади водосбора и составляет 14 мм. Данные о подземном стоке в бассейне неизвестны, хотя практически все реки, пересекающие Северную продольную депрессию, теряют здесь часть своего стока [19], который уходит на питание водоносных горизонтов равнинного Крыма. В верховьях Абдалки весь ее поверхностный сток (около 5 л/с) уходит в понор Раков. Примерно столько же воды появляется в источнике Верхний ключ, где поверхностный сток восстанавливается. Однако остается неизвестным, сколько воды после инфильтрации и попадания в эоценовый водоносный горизонт и через разрывные нарушения, секущие слабопроницаемые мергели альминского и бодракского ярусов, уходит к северу за пределы бассейна. Испарение с поверхности бассейна, по оценке Веда И. П. [16], составляет 450 мм. Таким образом, после определения составляющих водного баланса уравнение принимает следующий вид:

$$539 = 14 + w_2 + 450,$$

из которого следует, что величина подземного оттока из бассейна составляет 75 мм (14 % годовой суммы осадков). В переводе на расход одного условного источника или поверхностного водотока это составит 52 л/с, что соответствует модулю стока 2,4 л/с·км<sup>2</sup> или коэффициенту стока 0,14. Наблюдения за расходом реки на 8

ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ ОСОБЕННОСТИ Р. АБДАЛКИ (СИМФЕРОПОЛЬ) В ОБЛАСТИ  
ПИТАНИЯ АРТЕЗИАНСКОГО БАССЕЙНА РАВНИННОГО КРЫМА

---

водопунктах (Табл. 2) позволяют определить, на каких участках долины происходит поглощение и какая часть поверхностного стока переводится в недра.

Таблица 2

Водность р. Абдалки на отдельных участках и ее динамика

Водопункт	Абсолютная высота, м	Средний расход, л/с	Увеличение (+) или сокращение (-) стока
Родник Исток	350	0,14	+
Понор Раков	327	5,75	+
Верхний ключ	286	4,26	-
Белый ключ	284	24,54	+
Мост на ул. Белой	266	71,62	+
р. Абдалка у родника Малый	258	51,36	-
р. Абдалка (ул. Кечкеметская)	254	88,25	+
р. Абдалка (устье)	244	97,02	+

Измерения показывают, что устойчивое снижение поверхностного стока происходит на двух участках: от понора Раков до Верхнего ключа (потери 1–2 л/с) и от моста на ул. Белой до родника Малый (более 20 л/с). При пересчете в балансовые единицы измерения это составляет 29 мм. Таким образом, 29 из 75 мм подземного оттока в сторону равнинного Крыма – доля р. Абдалки.

Приведенные расчеты указывают, что река Абдалка не является исключением в ряду водотоков, пересекающих предгорные межгорные понижения и частично теряющих свой поверхностный сток. Важность полученных результатов заключается также в том, что становятся более понятными и предметными необходимые мероприятия по санитарно-экологической оптимизации в бассейне р. Абдалки как на одном из участков в области питания подземных вод равнинного Крыма.

### ВОДНЫЙ, ТЕРМИЧЕСКИЙ И ХИМИЧЕСКИЙ РЕЖИМЫ

Водный режим реки Абдалки практически не изучен. В отрывочных сведениях об этой реке [3] указывается, что ее расход кратковременно может увеличиваться до 1 м<sup>3</sup>/с. О том, каким периодам соответствуют такие подъемы и чем они могут быть вызваны, информация отсутствует. Поскольку период наблюдений на реке составляет всего около 2 лет, в работе рассмотрены только сезонные изменения водности, связанные с выделением различных фаз водного режима: половодья, паводка, межени.

В связи с мягкой зимой и неустойчивостью снегового покрова в бассейне фаза половодья, которая обычно связана с дружным таянием снега в весенний период, на реке не выделяется. Гораздо чаще на реке проходят паводки, которые многократно повторяются в различные сезоны года и характеризуются интенсивным, обычно кратковременным увеличением расходов и уровней воды. Они вызываются дождями

или снеготаянием во время оттепелей. Чаше и мощнее паводки в весенне-летнее время, когда они связаны с ливневыми осадками. Зимние паводки, связанные с оттепелями или выпадением снега при положительной температуре воздуха, дают плавные и растянутые во времени пики. Продолжительность паводков колеблется от нескольких часов до нескольких суток. Так, паводок, прошедший на Абдалке 22–23.09.2014, длился около 40 часов, уровень воды в среднем течении поднимался на 1 м от нормального, а расход достигал 1250 л/с. Меженный период, связанный с малой водностью и длительным снижением уровня воды на реке Абдалке, ежегодно наблюдается в августе – сентябре (Рис. 3). В это время исчезают временные родники и мочажины у поймы реки. Даже относительно крупные источники могут оказаться на некоторое время без воды. Так, за период наблюдений с июля по октябрь 2014 г. родник Верхний ключ стоял сухим, а расход самой реки 04.08.2014 опускался до отметки 20 л/с.

Термический режим – периодически повторяющиеся изменения температуры воды в течение определенного времени (суток, года). Суточные наблюдения на реке не проводились. Сезонные колебания носят циклический характер (Рис. 4) и четко следуют за колебаниями температуры воздуха.

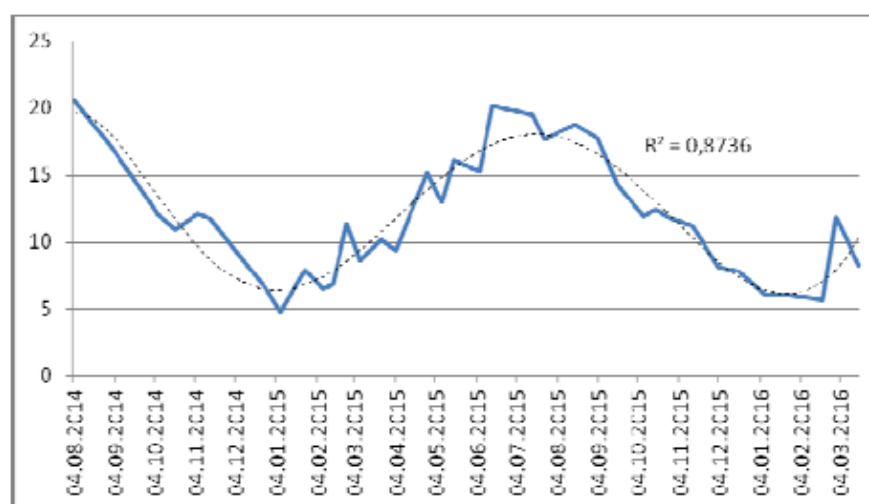


Рис. 4. Фактические значения температуры воды в р. Абдалке за 2014–2016 гг. и трендовая кривая (пунктир).

При средней температуре воздуха в бассейне 11,9°C (Табл. 1) средняя годовая температура воды в реке – 11,8°C. Обычно в реках температура воды всегда несколько выше температуры воздуха. Обратное соотношение в бассейне р. Абдалки еще раз указывает на ведущую роль в ее питании холодных карстовых вод. В зимнее время они, наоборот, оказывают обогревающий эффект, так как постоянно близки к среднегодовой температуре воздуха. Поэтому зимой речные воды редко (даже при отрицательной температуре воздуха) покрываются льдом. Термический режим оказывает существенное влияние на химические и биологические процессы в реке

(растворимость газов в воде, скорость химических реакций, жизнедеятельность организмов и пр.).

Гидрохимический режим в бассейне Абдалки изучался с позиции электропроводности воды и ее минерализации. Для этого использовался автономный портативный кондуктометр ЕС 300.

Известно, что химически чистая вода – плохой проводник электричества. Электропроводность воды немного увеличивается с повышением температуры и сильно возрастает с увеличением минерализации. В последнем случае важное значение имеет также химический состав, т. к. при равной минерализации двух растворов выше электропроводность будет в том из них, где больше ионов  $Cl^-$  и  $K^+$ . Они влияют значительно сильнее, чем другие ионы.

На рисунке 5, характеризующем фактическое распределение показателей электропроводности и минерализации за весь период наблюдений, отмечается практически идентичный характер обеих кривых и их трендов (пунктирные линии). Это говорит о том, что электропроводность полностью контролируется минерализацией карстовых вод.

На обоих графиках отмечается слабая межгодовая цикличность. Для зимнего периода (декабрь 2014 г. – январь 2015 г.) характерны минимальные показатели, очевидно, связанные с повышенным количеством холодных, иногда талых, вод. Низкие температуры замедляют биологические и биохимические процессы, ведущие к увеличению органических соединений, влияющих на минерализацию. В летний период, когда температура воды увеличивается, гео- и биохимические процессы активизируются и наблюдается рост минерализации с максимумом в июле – августе.

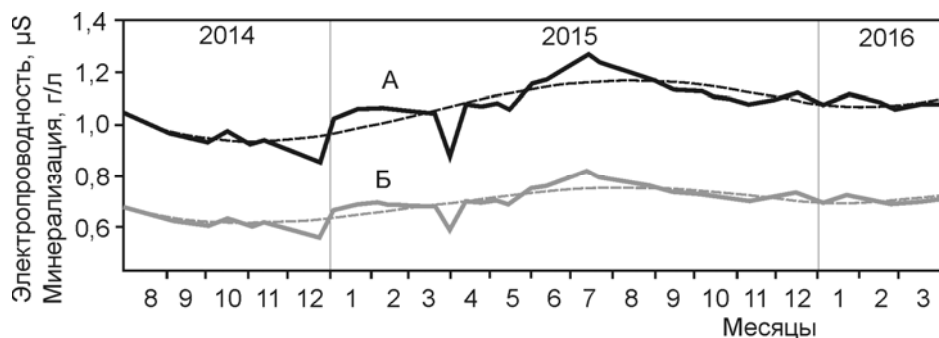


Рис. 5. Совмещенные графики электропроводности (А) и минерализации (Б) воды в реке Абдалке по материалам наблюдений 2014–2016 гг.

Выявленная межгодовая цикличность имеет одну характерную особенность. Начало каждого следующего цикла, приходящегося на начало зимы, имеет более высокие показатели электропроводности и минерализации, чем у начала предыдущего цикла. То есть имеет место линейно возрастающая цикличность. Поскольку оба показателя связаны с температурой, то это значит, что за период

наблюдений каждая последующая зима была теплее предыдущей. Налицо один из возможных примеров проявления признаков прогрессирующего глобального потепления. Аналогичные тенденции выявлены в ходе мониторинговых исследований карстовых вод в горном Крыму (Скельская пещера).

### ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Таким образом, впервые подробно описаны географические условия формирования стока в бассейне р. Абдалки. Установлено, что бассейн полностью располагается в Северной продольной депрессии предгорного Крыма на восточном участке Симферопольского поднятия, а долина состоит из консеквентного и субсеквентного отрезков. Развитие водосборной площади на известняках обусловило карстовый характер питания и режима речных вод.

Имеющиеся на широком структурном склоне Внутренней гряды разрывные нарушения, выраженные в рельефе пологими балочными понижениями, играют активную гидрогеологическую роль барражей, вдоль которых происходит концентрация и переориентация подземного стока с родниковой разгрузкой в устьях консеквентных балок. Характер взаимодействия подземных вод и трещинных канально-полостных систем приводит к формированию ярко выраженных геоморфологических аномалий в русле реки, которые являются хорошим индикатором для выявления зон дополнительного питания.

Наличие разнообразных карстопроявлений (карров, воронок, пещер, гротов, участков с зонами кавернозности и тафони), присутствие поглотителей поверхностного стока (поноров) и карстовых источников в русле характеризуют Абдалку как типично карстовую реку. Карстовая природа подтверждается водобалансовыми расчетами, согласно которым 14 % годовой суммы осадков, выпадающих над бассейном, в виде подземного стока уходит на питание водоносных горизонтов равнинного Крыма.

Анализ сезонной изменчивости стока позволяет отнести реку к категории водотоков паводкового типа. Наблюдения последних лет указывают, что паводковый сток может превышать меженный примерно в 60 раз. Однако паводки кратковременны (до 40 ч), отчасти регулируются Абдальским ставком и не всегда успевают выполнить свою полезную экологическую функцию – очистить русло от скопления мусора.

Выявлено, что термический режим реки зависит от колебаний температуры воздуха и повторяет ее годовой ход. Относительно низкий температурный фон речной воды свидетельствует о существенной роли в питании холодных карстовых вод. Величины минерализации и электропроводности имеют слабую, но синхронную межгодовую цикличность, которая объясняется термической причиной.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ и Совета министров Республики Крым в рамках научных проектов 16–45–910579 «р\_а» и 16–45–910583 «р\_а».*

**Список литературы**

1. Михайлов В. Н., Добровольский А. Д. Общая гидрология. М.: Просвещение, 1991. 368 с.
2. Олиферов А. Н., Тимченко З. В. Реки и озера Крыма. Симферополь: Доля, 2005. 216 с.
3. Тимченко З. В. Реки Симферополя // Устойчивый Крым. Симферополь – южная столица. Симферополь: Доля, 2001. С. 264-275.
4. Спиридонов А. И. Основы общей методики полевых геоморфологических исследований и геоморфологического картографирования. М.: Высшая школа, 1970. 456 с.
5. Юдин В. В. Геология и геодинамика района Симферополя // Спелеология и карстология. 2014. № 12. С. 42–56.
6. Климчук А. Б., Тимохина Е. И., Амеличев Г. Н., Дублянский Ю. В., Шпетль К. Гипогенный карст Предгорного Крыма и его геоморфологическая роль. Симферополь: ДИАЙПИ, 2013. 204 с.
7. Юдин В. В. Геодинамика Крыма. Симферополь: ДИАЙПИ, 2011. 336 с.
8. Душевский В. П., Лысенко Н. И. Возраст разрывных нарушений Восточно-Крымского предгорья // Бюлл. МОИП, отд. геологии. 1978. № 43(1). С. 51–53.
9. Дублянская Г. Н., Дублянский В. Н. Теоретические основы изучения парагенезиса карст – подтопление. Пермь: Изд-во Перм. ун-та, 1998. 214 с.
10. Ботян З. Ф. Симферопольский полигон твердых бытовых отходов: проблемы, решения // Устойчивый Крым. Симферополь – южная столица. Симферополь: Доля, 2001. С. 54-60.
11. Кальфа Т. Ф. Экологическое состояние подземных вод Симферополя // Ученые записки ТНУ. 2007. № 20 (59). Вып. 2. С. 188–193.
12. Амеличев Г. Н., Дмитриева А. Ю., Самохин Г. В. Гипогенный карст Симферополя (Предгорный Крым) и его эволюция // Спелеология и карстология. 2012. № 8. С. 50–62.
13. Важов В. И. Целебный климат. Симферополь: Таврия, 1979. 80 с.
14. Бабков И. И. Климат Крыма. Л.: ГМИ, 1961. 88 с.
15. База данных о состоянии метеоэлементов Симферополя [Электронный ресурс]. Режим доступа: [http://гр5.ua/Архив\\_погоды\\_в\\_Симферополе](http://гр5.ua/Архив_погоды_в_Симферополе)
16. Ведь И. П. Климатический атлас Крыма. Симферополь: Таврия-Плюс, 2000. 112 с.
17. Ресурсы поверхностных вод СССР. Т. 6. Вып. 4. Крым. Л.: Гидрометеиздат, 1966. 344 с.
18. Амеличев Г. Н. Методические указания к выполнению практических работ по курсу «Общая гидрология» для географов. Симферополь: ТНУ, 2000. 36 с.
19. Дублянский В. Н., Кикнадзе Т. З. Гидрогеология карста Альпийской складчатой области юга СССР. М.: Недра, 1984. 150 с.

**HYDROLOGICAL FEATURES OF THE RIVER ABDALKA (SIMFEROPOL)  
IN RECHARGE AREA OF THE PLAIN CRIMEA ARTESIAN BASIN**

*Amelichev G. N., Oliferov A. N., Novikova F. N.*

*V. I. Vernadsky Crimean Federal University, Simferopol, Crimea  
E-mail: lks0324@yandex.ru*

The article gives information regarding geographic conditions of forming of the Abdalka river surface flow situated within Simferopol city border. The river has a length of about 9 km and inflows in the main river Small Salgir. The watershed of the Abdalka river is 23,4 km<sup>2</sup> and it is situated between the Inner and the Outer ranges of the Piedmont Crimea. Its average elevation is 286 m a.s.l. The average riverbed inclination is 1°. There are obvious geomorphologic anomalies in riverbed profile the karst springs connected with.

The watershed is underlied by Eocene limestone and marl. It causes the ubiquitous development of karst relief features and subsurface cavities. Head of the river has an elevation 350 m a.s.l. Several small springs resurge there forming a surface flow. There is

a full swallowing of riverbed water in upper part of stream. The river flows underground on the length of more than 1,5 km. Then it appears on surface through the large spring Bely Kluch. Several smaller springs feed it in its middle and downer parts, where a small flowing pond is too.

Semiarid climate has an average annual temperature of 10°C, precipitation of 539 mm and evaporation of 450 mm. There are frequent thaws in cold season of year that prevent a formation of mean water in winter and high water in spring.

Among the main kinds of river feed a groundwater and a karst feeding prevail (78 % of flow total volume). Intraannual ratio of different kinds of feed is characterized by hydrograph. Maximal flow rates of the river occur in summer (june) during short time rain storms (222 l/s). A mean water occurs in august and september (20 l/s). The absolute maximum of flow rate obtained in the result of flood maximal level calculation is 1250 l/s. Water balance calculation shows that just 14 % of basin water form surface river flow. The remain portion of water moves to the north out of surface watershed border within Middle-Eocene aquifer refilling water budget of the Plane Crimea. The areas of positive and negative water balance value have been determined in bed of the river that allows to control the ecological situation in the basin.

Temperature regime of the river depends on air temperature fluctuations reflecting its annual regime. Relative low river water temperature background suggests a significant role of cold karst water in its feed. Intraannual distribution of total dissolved solids and conductivity value shows almost identical cyclic behavior with a minimum in winter and a maximum in summer. A linearly increasing cyclic recurrence is revealed on the charts that may be linked with progressing global warming.

**Keywords:** river, runoff, watershed, basin characteristics, type of feed, water regime, high water, low water, temperature and salinity regime.

#### References

1. Mihajlov V.N., Dobrovol'skij A.D. Obshchaya gidrologiya (General hydrology). M.: Prosveshchenie, 1991. 368 s. (in Russ.).
2. Oliferov A.N., Timchenko Z.V. Reki i ozera Kryma (Rivers and lakes of the Crimea). Simferopol': Dolya, 2005. 216 s. (in Russ.).
3. Timchenko Z.V. Reki Simferopolya (River Simferopol). Ustojchivyy Krym. Simferopol' – yuzhnaya stolica. Simferopol': Dolya (Publ.), 2001. S. 264-275. (in Russ.).
4. Spiridonov A.I. Osnovy obshchej metodiki polevyh geomorfologicheskikh issledovaniy i geomorfologicheskogo kartografirovaniya (Fundamentals of General methods of geomorphological researches and geomorphological mapping). M.: Vysshaya shkola (Publ.), 1970. 456 s. (in Russ.).
5. Yudin V.V. Geologiya i geodinamika rajona Simferopolya (Geology and geodynamics of the district of Simferopol). Speleologiya i karstologiya. 2014. №12. S. 42-56. (in Russ.).
6. Klimchuk A.B., Timohina E.I., Amelichev G.N., Dublyanskij Y.V., Shpyotl' K. Gipogennyj karst Predgornogo Kryma i ego geomorfologicheskaya rol' (Hypogene karst of the Crimean Foremountains and its role in the region geomorphogenesis). Simferopol': DIP (Publ.), 2013. 204 s. (in Russ.).
7. Yudin V.V. Geodinamika Kryma (Geodynamics of the Crimea). Simferopol': DIP (Publ.), 2011. 336 s. (in Russ.).
8. Dushevskij V.P., Lysenko N.I. Vozrast razryvnyh narushenij Vostochno-Krymskogo predgor'ya (Age of the faults of the Eastern Crimean foremountains). Byull. MOIP, otd. geologii. 1978. № 43(1). S.51–53. (in Russ.).

9. Dublyanskaya G.N., Dublyanskij V.N. Teoreticheskie osnovy izucheniya paragenezisa karst – podtoplenie (Theoretical foundations of the study of paragenesis of karst-flooding). Perm', 1998. 214 s. (in Russ.).
10. Botyan Z.F. Simferopol'skij poligon tverdyh bytovyh othodov: problemy, resheniya (Simferopol landfill of solid household waste: problems, solutions). Ustojchivyy Krym. Simferopol' – yuzhnaya stolica. Simferopol': Dolya (Publ.), 2001. S. 54-60. (in Russ.).
11. Kal'fa T.F. Ekologicheskoe sostoyanie podzemnyh vod Simferopolya (The ecological status of groundwater Simferopol). Uchenye zapiski TNU. 2007. №20(59). Vyp.2. S. 188-193. (in Russ.).
12. Amelichev G.N., Dmitrieva A.YU., Samohin G.V. Gipogennyj karst Simferopolya (Predgornyj Krym) i ego evolyuciya (Hypogene karst Simferopol (Piedmont Crimea) and its evolution). Speleologiya i karstologiya. 2012. №8. S. 50-62. (in Russ.).
13. Vazhov V.I. Celebnyj klimat (The healing climate). Simferopol': Tavriya (Publ.), 1979. 80 s. (in Russ.).
14. Babkov I.I. Klimat Kryma (The Climate of the Crimea). L.: GMI (Publ.), 1961. 88 s. (in Russ.).
15. Baza dannyh o sostoyanii meteoelementov Simferopolya (Database on the status of meteorological elements Simferopol) [Elektronnyj resurs]. – Rezhim dostupa: [http://tp5.ua/Arhiv\\_pogody\\_v\\_Simferopole](http://tp5.ua/Arhiv_pogody_v_Simferopole)
16. Ved' I.P. Klimaticheskij atlas Kryma (The Climatic Atlas of Crimea). Simferopol': Tavriya-Plyus (Publ.), 2000. 112 s. (in Russ.).
17. Resursy poverhnostnyh vod SSSR (Surface water resources of the USSR). T.6. Vyp. 4. Krym. L.: Gidrometeoizdat (Publ.), 1966. 344 s. (in Russ.).
18. Amelichev G.N. Metodicheskie ukazaniya k vypolneniyu prakticheskikh rabot po kursu «Obshchaya gidrologiya» dlya geografov (Methodical instructions to performance of practical works on the course of General Hydrology for geographers). Simferopol', 2000. 36 s. (in Russ.).
19. Dublyanskij V.N., Kiknadze T.Z. Gidrogeologiya karsta Al'pijskoj skladchatoj oblasti yuga SSSR (Hydrogeology of karst of the Alpine plicated area in the South of USSR). M.: Nedra (Publ.), 1984. 150 s. (in Russ.).

*Поступила в редакцию 27.01.2017 г.*