

tehnologij. Mat-ly Mezhdun. nauchno-prakt. konf., posvyashchennoj 65-letiyu Pobedy v Velikoj Otechestvennoj vojne. – Voolgograd: Izd-vo VGU, 2010. – S. 264-266.

5. **Gaisin A.A.** Sposob sovershenstvovaniya gidrodinamicheskikh regulyatorov ras-kho\_da // Nauchny zhurnal Rossijskogo NII problem melioratsii. – 2015, № 3. – S. 159-170. URL: <http://www.rosniipm-sm.ru/archive?n=351&id=364> (data obrashcheniya 10.08.2020).

6. **Snezhko V.L., Gaisin A.A., Benin D.M.** Resursosberegayushchie vodopropusknye sooruzheniya dlya orositelnyh kanalov // Prirodoo-bustrojstvo. – 2015. – No. 5. – S. 26-31.

7. **Snezhko V.L., Benin D.M.** Injeksionnye regulyatory raskhoda dlya napornyh vodopropusknyh sooruzheniy // V sb.: Sovemennye problemy gidrauliki i gidrotehnicheskogo stroitelstva [Elektronnyy resurs]: SDoklady III Vserosij-skogo nauchno-prakt. seminar. – Electron. dan. i progr. (1,2 Mb). – M.: Izd-vo MISI-MGSU, 2020.

8. Vodostruyny nasos: pat. 193930 SSSR: MPK G 05d / Fabrikov A.I. № 1037590/25-8; zayavl. 17.11.1965; opubl. 13.03.1967, byul. № 7. – 2 s.

9. Strujny nasos: pat. RU2246642 S2: MPK F 04 F 5/46 / Alexandrova V.O., Bredikhin I.V., Gripa A.D., Kulko A.P., Khudyakov K.V.; № 2003108552/06; zayavl. 20.10.2004; opubl. 20.02.2005, byul. № 5. – 10 s.

10. **Lyamaev B.F.** Gidrostrujnye nasosy i ustanovki. – L.: Mashinostroenie. Leningr. otd-nie, 1988. – 256 s.

11. **Husni S.I.** Sovershenstvovanie konstruksij reguliruyushchih sooruzhenij nba

orositelnyh kanalah s primeneniem gidrodinamicheskogo samoregulirovaniya: dis. ... cand. tehn. nauk. – M.: 1993. – 218 s.

The material was received at the editorial office  
04.07.2020

#### Information about the authors

**Benin Dmitry Mikhailovich**, candidate of technical sciences, associate professor of the department «Information technologies in AIC», Federal state budgetary educational institution of higher education «Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after C.A. Timiryazev», Moscow, Russian Federation: 127550, Moscow, ul. Pryanishnikova, 19; e-mail: [dbenin@rgau-msha.ru](mailto:dbenin@rgau-msha.ru);

**Snezhko Vera Leonidovna**, doctor of technical sciences, professor, head of the chair «Information technologies in AIC», Federal state budgetary educational institution of higher education «Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after C.A. Timiryazev», Moscow, Russian Federation: 127550, Moscow, ul. B. Academicheskaya, 44; E-mail: [VL\\_Snejko@mail.ru](mailto:VL_Snejko@mail.ru); Phone

**Abdullayev Imran Ikram Ogly**, postgraduate student of the Department «Information technologies in AIC», Federal state budgetary educational institution of higher education «Russian State Agrarian University – Moscow Agricultural Academy named after C.A. Timiryazev», Moscow, Russian Federation: 127550, Moscow, ul. B. Academicheskaya, 44; 19; e-mail: [abdullaev.ikram@yandex.ru](mailto:abdullaev.ikram@yandex.ru)

УДК 502/504:627.8:614.7

DOI 10.26897/1997-6011-2020-3-91-99

**Я.В. ВОЛОСУХИН<sup>1</sup>, Т.В. ИВАНКОВА<sup>2</sup>, Ю.Я. ПОТАПЕНКО<sup>3</sup>**

<sup>1</sup> Инженерный консалтинговый центр «Безопасность гидротехнических сооружений», г. Новочеркасск, Российская Федерация

<sup>2</sup> Южно-Российский государственный политехнический университет, Новочеркасск, Российская Федерация

<sup>3</sup> Северо-Кавказская региональная межведомственная стратиграфическая комиссия, Эссентуки, Российская Федерация

## ЭКОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ЗОН САНИТАРНОЙ ОХРАНЫ ОСНОВНОГО ИСТОЧНИКА ВОДОСНАБЖЕНИЯ ГОРОДА-КУРОРТА КИСЛОВОДСКА

*Авторы изучали последствия дождевого паводка 22 июня 2002 г. за весь прошедший период до 2020 г., в том числе комплексно обследовали состояние Эшкаконского водохранилища. Руло обследовалось пешеходными маршрутами, состояние склонов оценивалось в маршрутах с фиксацией тропиной эрозии и проявлений природных экзогенных процессов. Были проведены маршруты по долине р. Эшкакон выше водохранилища, по долине р. Подумок от устья р. Эшкакон до перевала Гум-Баши и далее на юго-восток в верховья р. Эшкакон. Вода в верхнем и среднем течении*

малой р. Эшкакон отличается чистотой, отвечает стандартам, предъявляемым к питьевой воде по гидрохимическим, гидробиологическим, токсикологическим показателям, по концентрации фенолов, нефтепродуктов, тяжелых металлов и других загрязнителей. Проведена комплексная оценка природоохранного обустройства и природопользования бассейновой геосистемы реки Эшкакон в связи с использованием её водных ресурсов. Отмечены конфликтные ситуации в сферах управления и собственности между субъектами РФ (Ставропольский край, Карачаево-Черкесская Республика) по принадлежности комплекса ГТС Эшкаконского водохранилища. Функциональная эффективность утвержденных границ зон санитарной охраны оценена как недостаточная вследствие несоответствия их положения геоморфологическим особенностям местности. На основе геоэкологического обследования предложен вариант районирования водосборного бассейна по степени антропогенных изменений.

*Водохранилище, зоны санитарной охраны, геоэкология.*

**Введение.** Основным источником водоснабжения города-курорта Кисловодска является Эшкаконский водопровод и местные источники, представляющие собой родники (Лермонтовский 1, 2; Теплушка; Находка; Близнецы), каптированные, начиная с 1895 г.

Резервным источником водоснабжения г. Кисловодска является Большой Ставропольский канал ( $Q_{\max} = 180 \text{ м}^3/\text{с}$ ), забор воды осуществляется непосредственно из канала и из Кубанского водохранилища ( $W_{\text{полн}} = 587,0 \text{ млн м}^3$ ,  $W_{\text{полез}} = 487 \text{ млн м}^3$ ,  $F = 50,8 \text{ км}^2$ ).

Объем воды в Эшкаконском водохранилище (проектные значения на период сдачи в эксплуатацию (на 1989 г.):  $W_{\text{полн}} = 10,5 \text{ млн м}^3$ ,  $W_{\text{полез}} = 9,50 \text{ млн м}^3$ , фактические значения на 2020 г.:  $W_{\text{полн}} = 7,90 \text{ млн м}^3$ ,  $W_{\text{полез}} = 7,57 \text{ млн м}^3$ ) достаточен для обеспечения водой города-курорта Кисловодска, для которого среднесуточный перспективный расход до 2025 г. на хозяйственно-питьевые нужды составляет 47,0 тыс. м<sup>3</sup>/сут. Из Эшкаконского водохранилища (отметка НПУ 1212,00) через очистные сооружения вода подается в камеру переключения «Гора-кольцо» в п. Мирный Предгорного района Ставропольского края, откуда она поступает с объемами от 30 до 100 тыс. м<sup>3</sup>/сутки в водопроводную сеть города и насосную станцию № 2 Кубанского водопровода.

В последние два десятилетия нет необходимости в дополнительной подаче воды из Кубанского водопровода (он сохраняется как резервный) и вода из Эшкаконского водохранилища подается в прилегающие населенные пункты Карачаево-Черкесской Республики, г. Кисловодск, г. Ессентуки, п. Белый Уголь, п. Подкумок.

Эшкаконское водохранилище (НПУ 1212,00) главенствует даже над самыми высокими отметками г. Кисловодска (Кисловодский олимпийский комплекс расположен

на высоте 1200 м над уровнем моря), что существенно снижает энергозатраты при водоподаче.

Объект исследования – бассейн малой реки Эшкакон, служащий водосбором для Эшкаконского водохранилища. Реку Эшкакон принято считать правым притоком реки Подкумок, относящейся к бассейнам р. Кума и Каспийского моря. Однако по совокупности морфологических и морфометрических данных р. Эшкакон является главным истоком всего бассейна Кумы [1]. Длина реки 42 км, площадь водосбора 316 км<sup>2</sup>, средний уклон 0,03. Главное русло, имеющее субмеридиональную ориентировку, принимает 37 субширотных притоков, наиболее крупные из которых левые притоки – Кичиезен, Тешикташ, Камышлы-Кол и Чирак-Кол. Водный режим р. Эшкакон характеризуется продолжительным весенне-летним половодьем, на которое часто накладываются дождевые паводки.

Водоснабжение района Кавказских Минеральных вод (КМВ) вплоть до середины XX века осуществлялось из родников и поверхностных вод р. Подкумок. В 1954 г. было построено водозаборное сооружение на р. Эшкакон для обеспечения высококачественной водой обогатительной фабрики г. Лермонтов, имевшей стратегическое значение. Водозабор поставлял до 40 тыс. м<sup>3</sup> воды в сутки, в том числе в Кисловодск – 17 [2]. Родниковые воды бассейна р. Эшкакон отличаются чистотой и отвечают стандартам, предъявляемым к питьевой воде.

В 1979-1989 гг. выше водозабора было построено Эшкаконское водохранилище (рис. 1). Сооружение рассчитано на максимальный суточный водозабор 170 тыс. м<sup>3</sup>, что в 4 раза больше водозабора 50-х годов. За 25 лет эксплуатации Эшкаконский гидроузел подал более 715 млн м<sup>3</sup> воды, а за 60 лет города КМВ потребили более 1 млрд м<sup>3</sup>.



Рис. 1. Вид на зеркало Эшкаконского водохранилища от плотины на юг

В 1991 г. было завершено составление важного природоохранного документа «ТерКСОП Кавказских Минеральных Вод». Согласно этому документу бассейн Эшкакона получал «особо охраняемый» статус с режимом ограниченного природопользования. К сожалению, после событий 1990-1991 гг. ТерКСОП не был реализован. Ликвидация колхозов и совхозов привела к резкому уменьшению поголовья домашних животных на горных пастбищах Северного Кавказа. Но экологическое состояние малых рек средне- и низкогорий продолжает ухудшаться из-за возрастания антропогенной нагрузки вследствие миграции населения из высокогорных аулов. В связи с этим актуальна оценка эффективности современного водоохранного законодательства в новых экономических условиях.

**Результаты работы.** Авторы, начиная с 2002 г., участвуют в исследовании гидрологии и гидротехнических сооружений бассейна р. Кума, выполняемом Институтом безопасности гидротехнических сооружений (ИБГТС, г. Новочеркасск). После катастрофического паводка 2002 года в число изучаемых территорий был включен и бассейн р. Эшкакон. Проведенные наблюдения позволяют на примере этого объекта обсудить три аспекта водопользования: 1) собственность и управление водными объектами, 2) обоснованность границ водоохраных зон, 3) современное экологическое состояние и режим природопользования водосборного бассейна.

**1. Проблемы управления водными объектами.** В соответствии с ч. 1 ст. 8 Водного кодекса Российской Федерации [3], все водные объекты (исключения, ч. 2 данной статьи) находятся в федеральной собственности. Обязанность по установлению проектов,

границ и режима зон санитарной охраны водных объектов, принятию мер по ограничению, приостановлению или запрещению их использования возложена на субъекты РФ на основании норм Федерального закона «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» от 30.03.1999 №52-ФЗ [4]. При этом непонятно, кто именно и в какой части должен нести ответственность за надлежащее качество воды в источниках питьевого водоснабжения – Российская Федерация или субъекты РФ. Так, Эшкаконские водозабор и водохранилище, возведенные предприятиями Ставропольского края, после 1991 г. оказались на территории другого субъекта РФ.

**2. Оптимизация границ водоохраных зон.** В целях охраны водных объектов, используемых для питьевого и хозяйственно – бытового водоснабжения, а также содержащих природные лечебные ресурсы, устанавливаются зоны и округа санитарной охраны в соответствии с законодательством РФ. Зона санитарной охраны (ЗСО) представляет собой территорию, на которой соблюдается специальный режим и выполняются мероприятия, направленные на охрану водных объектов. Она делится на три пояса, в каждом из которых устанавливается особый режим. Ее границы определяются на карте, а границы первого пояса отмечаются в натуре соответствующими знаками (столбы с надписями). Местная администрация обязана оповестить население о границах зоны санитарной охраны и ее режиме.

Поскольку правила проведения границ поясов различны для равнинного и горного рельефа, приведем краткую геолого-геоморфологическую характеристику бассейна р. Эшкакон.

Водосборный бассейн р. Эшкакон большей частью расположен на северном макросклоне Скалистого хребта, представляющего собой типичную куэсту. Северный, относительно пологий склон хребта сложен верхнеюрскими известняками, пласты которых наклонены на север под углами 5-10°. Южный склон хребта образует эскарп – обрыв, местами вертикальный, сложенный теми же известняками. Крупные субмеридиональные реки северного склона Большого Кавказа, пересекающие Скалистый хребет, образуют в нем узкие ущелья (Чегем, Черек Балкарский) или эрозионные «треугольники» (Кубань, Бол. Зеленчук, Уруп и др.). В последних эскарп отклоняется от главного субширотного водораздела



хребта на север, обрисовывая своими уступами эрозионные границы водосборных бассейнов притоков основного русла. В отличие от рек Кумы и Подкумка, верховья которых располагаются на северном склоне Скалистого хребта, р. Эшкакон полностью прорезал Скалистый хребет. Его верховья находятся южнее Скалистого хребта, в пределах морфоструктуры Северо-Юрской депрессии, сложенной субгоризонтально залегающими терригенными толщами нижней и средней юры. За исток р. Эшкакон принят родник на плоском водоразделе бассейнов рек Кубань и Малка, известном как плато Бийчесын, в 3 км к северу от г. Бийчесын (2364 м).

Для водохранилища был выбран участок долины р. Эшкакон, находящийся в нижней трети северного склона Скалистого хребта. Здесь долина представляла собой узкое ущелье, выработанное в палеозойских гранитах. При заполнении водоема значительная часть его берега представлена скалами гранитов. Выше по склону на протяжении 150-400 м обнажаются песчаники нижнеюрского возраста. Далее следуют отложения верхней юры, представленные преимущественно известняками и образующие крутые, зачастую ступенчатые склоны.

Использование Эшкаконского водохранилища осуществляется согласно «Правилам эксплуатации» [5], утвержденным в 1997 г.; зоны санитарной охраны показаны на топографической карте (приложение № 3). С учетом изложенных выше геолого-геоморфологических данных рассмотрим обоснованность проведения границ первого и второго поясов ЗСО Эшкаконского водохранилища. Для этого проанализировано положение их в рельефе с использованием топографических карт, космоснимков и полевых маршрутов.

**Первый пояс** (зона строгого режима) организуется для охраны места забора воды и прилегающих к нему участков, а также головных сооружений водопроводов. Эта территория на Эшкаконском гидроузле ограждена, благоустроена, находится под наблюдением постоянной вооруженной охраны. Здесь запрещено проживание и временное нахождение лиц, непосредственно не связанных с работой на водопроводных сооружениях. В первый пояс ЗСО включена также вся прибрежная полоса водохранилища шириной до 200 м. Каких-либо возражений расположение границ первого пояса не вызывает.

**Второй пояс** (зона ограничений) включает территорию, непосредственно

окружающую источники водоснабжения и их притоки. Во втором поясе запрещается такое использование территории или источников водоснабжения, которое может вызвать качественное или количественное их ухудшение. В соответствии с п. 2.3.2.1 СанПиН 2.1.4.1110-02 «Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов питьевого назначения» [6] границы второго пояса ЗСО водотоков (реки, канала) и водоемов (водохранилища, озера) определяются в зависимости от природных, климатических и гидрологических условий».

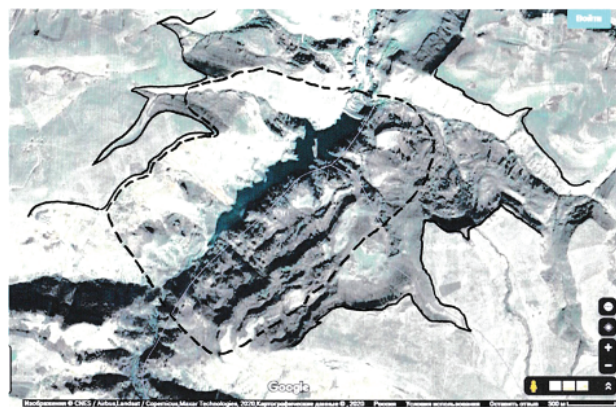


Рис. 2. Космоснимок. Фрагмент долины р. Эшкакон с водохранилищем:

- 1 – бровка эскарпа Скалистого хребта;
- 2 – граница второго пояса ЗСО, перенесенная со схемы «Правил эксплуатации», приложение 3

На Эшкаконском водохранилище во второй пояс ЗСО включены [5] (Правила эксплуатации...1997) левый и правый крутые склоны долины р. Эшкакон (рис. 2). Длина поясов по склонам соответствует протяженности водохранилища при ширине по 1 км. Общая площадь второго пояса составляет около 5,5 км<sup>2</sup>.

Рассмотрим обоснованность проведения границ второго пояса ЗСО Эшкаконского водохранилища отдельно – боковых и на водотоке.

*Боковые границы второго пояса ЗСО* при гористом рельефе должны быть удалены до вершины первого склона, обращенного в сторону источника (т.е. до водораздела с соседним водотоком), но не менее 1000 м при крутом склоне. Это расстояние соблюдено, но не учтены особенности рельефа местности – боковые границы второго пояса проведены ниже вершин склонов, обращенных

в сторону водохранилища. В водохранилище впадает шесть ручьев – постоянных водотоков. Два из них имеют длину более 1 км и их истоки находятся за пределами второго пояса ЗСО. Граница на левом склоне на протяжении 1,7 км проведена по бровке – выпуклому перегибу рельефа, отделяющему крутой склон долины (эскарп) от пологого северного макросклона Скалистого хребта (рис. 2). Но бровка – это еще не водораздел. С положением этого отрезка границы можно было бы согласиться, но в данном случае пологий склон на протяжении более 1,5 км северо-западнее и гипсометрически выше бровки входит в водосборный бассейн ручья, впадающего в водохранилище. Граница второго пояса на правобережье проведена совершенно произвольно, даже ниже бровки куэсты, т.е. в пределах крутого склона.

*Граница второго пояса вверх по течению* Эшкакона проведена всего в 300 м от береговой линии с отметкой 1212 м (уровень максимального заполнения водохранилища). Согласно рекомендациям [6] СанПИН (2002 г.) «2.3.2.2. Граница второго пояса на водотоке в целях микробного самоочищения должна быть удалена вверх по течению водозабора настолько, чтобы время пробега по основному водотоку и его притокам, при расходе воды в водотоке 95% обеспеченности, было не менее 5 суток – для I А, Б, В и Г, а также II А климатических районов и не менее 3 суток – для I Д, II Б, В, Г». Эта рекомендация должна соблюдаться на Эшкаконском водохранилище, поскольку в весенне-летний период оно функционирует в проточном режиме.

В пределах водосборного бассейна Эшкакона, расположенного выше водохранилища, средняя скорость течения даже в межень составляет не меньше 1м/с. При максимальном расстоянии до истоков притоков не более 30 км время пробега воды до водозабора не превышает 8 часов, или треть суток. Соответственно во второй пояс должен быть включен весь водосборный бассейн Эшкакона.

**Третий пояс** (зона наблюдений) в общем случае охватывает смежную со вторым поясом территорию, неблагополучное состояние которой может вызвать распространение инфекционных заболеваний через водопровод. Границы третьего пояса ЗСО поверхностных источников водоснабжения на водотоке вверх и вниз по течению совпадают с границами второго пояса (п. 2.3.3.1 СанПиН 2.1.4.1110-02). Боковые границы проходят по линиям водоразделов в пределах 3-5 километров, включая притоки.

### 3. Об экологической ситуации на территории бассейна.

При проведении геоэкологических маршрутов авторами оценивались характер антропогенной нагрузки, состояние растительности и проявления современных экзотических процессов. По степени антропогенных изменений бассейн Эшкакона в настоящее время четко разделяется на три части: 1) низкогорная внутриваловая сильно измененная 2) средне-высокогорная первично природная и 3) высокогорное плато с пастбищной дигрессией.

*Нижняя часть долины* от устья до плотины водохранилища представлена антрополизированными экосистемами, сформировавшимися в основном после 1990 г. Здесь присутствуют следующие типы антропогенной нагрузки: селитебный, сельскохозяйственный (животноводческий подтип), транспортный и водохозяйственный. Наибольшую антропогенную нагрузку несет поверхность речных террас. На отрезке 0-3 км от устья террасы застроены жилыми домами пос. Учкеек, в 5 км от устья расположен небольшой участок с дачными постройками. В интервале 3-10 км от устья на поверхности террас имеется три небольших (очевидно, частных) круглогодичных загон для скота (крупного рогатого и овец), сооруженных близ заброшенных кирпичных построек советских времен. На террасах расположены также грунтовая дорога, водовод и линия электропередач.

До паводка 2002 года в 1 км к северу от плотины водохранилища много лет функционировал камнедробильный цех, изготавливавший из красных палеозойских гранитов гравий для посыпки прогулочных дорожек в курортных парках КМВ. Цех включал бетонированную площадку на левом берегу реки, две дробилки и небольшой карьер. Эти сооружения были подмыты и вышли из строя в 2002 г. во время июньского паводка.

От устья реки вплоть до плотины состояние травяного покрова соответствует крайней степени пастбищной дигрессии (сбой 6-7 ступени), поверхность террас и склонов долины р. Эшкакон усеяна калом крупного рогатого скота и лошадей, покрыта густой сетью скотобойных тропинок. На этой площади активно проявлена тропиочная эрозия – смыв во время летних ливней почвенного покрова и рыхлых образований почвоподстилающего горизонта (элювия на плоских водоразделах, коллювия на крутых склонах). В целом нижняя часть длины



представлена совокупностью антропоизированных экосистем [7] (по Б.В. Виноградову,

1998, с. 342): пастбищных, дорожно-линейных и селитебных.



Рис. 3,4. Свалки мусора и коровьего помета на территории второго пояса ЗСО на расстоянии 0,5-1 км от водохранилища. Фото 2 марта 2020 г.

*Средняя часть бассейна* р. Эшкакон, имеющая протяженность около 20 км, от водохранилища на севере до широты г. Мамычар (2354 м) на юге, находится в удовлетворительном состоянии. Характерно асимметричное распределение фитоценозов. Лесная растительность, занимающая до 60% площади, представлена лиственным породами. Она покрывает северные склоны долин многочисленных притоков до высот 2000-2100 м и сохранилась в первичном состоянии. Луговая растительность, распространенная на южных и юго-восточных склонах, также представлена первичными экоклиматическими фитоценозами, сохранению которых способствовал сильно расчлененный рельеф, неудобный для выпаса скота.

*Верхняя часть бассейна* р. Эшкакон входит в состав плато Бийчесын, расположенного южнее эскарпа Скалистого хребта в междуречье Кубани и Малки. Характерны плоские водоразделы, образовавшиеся на субгоризонтально залегающих толщах осадочных пород нижней-средней юры. На высотах 1900-2300 м развиты субальпийские луга с преобладанием вейниковых и пестрострострово-пестроовсяниковых ассоциаций. Эта территория издавна использовалась кабардинцами и карачаевцами в качестве пастбищ, особенно интенсивно – в советское время, в 1950-1990 гг. Поэтому на плато преобладают обедненные луговые фитоценозы, испытавшие пастбищную дигрессию средней ступени.



Рис. 5. Верховья Эшкакона к югу от эскарпа Скалистого хребта с вершиной Гуд-Гора (2489 м). Отвал грунтовой дороги зарос сорными травами

Южная граница бассейна Эшкакона контактирует с самой освоенной частью плато Бийчесын. Именно здесь расположено пересечение гравийных и грунтовых дорог, ведущих в долину р. Подкумок через перевал Гумбаши, в долину р. Хасаут («Долину Нарзанов», бассейн р. Малка), в долину р. Худес (бассейн р. Кубань) и на юг, к горнорудным объектам Передового хребта. Первые две дороги проложены по водоразделам и фактически обрамляют бассейн Эшкакона с юга. Близ г. Бийчесын до 1990-х годов действовали сырзавод, продовольственный магазин и бензозаправочная станция, а к здешним молочным фермам доходил водопровод с юга от высокогорного

Передового хребта. Плато пересекала также высоковольтная ЛЭП Кисловодской геологоразведочной партии. Эту центральную часть плато Бийчесын в период 1955-1990 гг. следовало относить по степени антропоизации (классификация Б.В. Виноградова, [7] 1998 г.) к полуприродным дисклиматическим экосистемам. После 1990 г. все перечисленные хозяйственные объекты, кроме дорог, были демонтированы жителями горных селений.

Истоки Эшкакона в 1955-1990 гг. испытывали меньшее антропогенное воздействие, использовались в качестве пастбищ, которые соответствовали субклиматическим полуприродным экосистемам. После 1990 г. летняя пастбищная нагрузка уменьшилась и в 2001 г. нами было отмечено начало восстановления коренных растительных сообществ.

При посещении верховий Эшкакона в 2010-2020 гг. авторы статьи наблюдали многочисленные признаки недавнего летнего выпаса крупного рогатого скота – скотобойные тропинки (рис. 3); на крутых склонах – единичные небольшие участки (10-50 м<sup>2</sup>) без почвенного покрова (рис. 3). Почва оползла под влиянием физического воздействия веса пасущихся животных. В истоках р. Тешикташ зафиксированы свежие овраги – продольные промоины на склоне, образование которых спровоцировано подрезанием склона при прокладке дороги.



Рис. 6. Верховья р. Эшкакон. Скотобойные тропинки на склоне долины р. Тешикташ. Фото 6 ноября 2015 г.

### Выводы

1. Система управления и пользования водными объектами Северного Кавказа нуждается в оптимизации, поскольку поверхностные водные ресурсы находятся

в пределах горного рельефа, а пользователи – в предгорьях и на равнине.

2. «Правила эксплуатации» Эшкаконского водохранилища (1997 г.) не соответствуют ныне действующему СанПиН 2.1.4.1110-02 «Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов хозяйственно-питьевого назначения». Выделение поясов ЗСО Эшкаконского водохранилища, расположенного на малой горной реке, должно проводиться с привлечением специалистов-геоморфологов.

3. Режимы природопользования в пределах бассейна р. Эшкакон нуждаются в пересмотре в соответствии с предложенной в статье уточненной схемой ЗСО. В частности, должен быть запрещен выпас крупного рогатого скота на всей территории водосборного бассейна р. Эшкакон.

### Библиографический список

1. Волосухин Я.В. Река Кума. Комплексная характеристика бассейна. – Р./на Дону: Изд-во Южного федерального ун-та, 2013. – 424 с.
2. Волосухин Я.В., Иванкова Т.В. Эшкаконское водохранилище как комплексный памятник природы / Актуальные направления сбалансированного развития горных территорий в контексте междисциплинарного подхода: материалы I Междун. науч. конф. – Карачаевск: КЧГУ, 2019. – С. 194-199.
3. Водный кодекс Российской Федерации от 03.06.2006 № 74-ФЗ (ред. от 28.11.2015) // Собрание законодательства РФ. 05.06.2006. № 23. Ст. 2381.
4. Федеральный закон от 30.03.1999 г. № 52-ФЗ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» (ред. от 25.06.2012 г., с изм. и доп., вступающими в силу с 01.01.2013 г.) // Собрание законодательства РФ. – 1999. – № 14. – Ст. 1650
5. Правила эксплуатации 101018404-1089-97-П.Э. Регулирующее водохранилище на р. Эшкакон в Карачаево-Черкесской Республике. – Краснодар: 1997. – 70 с.
6. СанПиН 2.1.4.1110-02 «Зоны санитарной охраны источников водоснабжения и водопроводов хозяйственно-питьевого назначения» <http://docs.cntd.ru/document/901816579>
7. Виноградов Б.В. Основы ландшафтной экологии. – М.: ГЕОС. 1998. – 418 с.

Материал поступил в редакцию 19.06.2020 г.



## Сведения об авторах

**Волосухин Яков Викторович**, генеральный директор ООО «Инженерный консалтинговый центр «Безопасность гидротехнических сооружений»; 346400, Ростовская область, г. Новочеркасск, Буденновская, 156; e-mail: boss@ibgts.ru

**Иванкова Татьяна Викторовна**, аспирант кафедры «Водное хозяйство, инженерные сети и защита окружающей среды»

ЮРГПУ(НПИ), 346428, Ростовской обл., Новочеркасск. Просвещения, 132; e-mail: academy-design@mail.ru

**Потапенко Юрий Яковлевич**, доктор геолого-минералогических наук, профессор, Заслуженный деятель науки Карачаево-Черкесской Республики, Северо-Кавказская региональная межведомственная стратиграфическая комиссия, e-mail: nupotap@yandex.ru

YA.V. VOLOSUKHIN<sup>1</sup>, T.V. IVANKOVA<sup>2</sup>, YU.A. POTAPENKO<sup>3</sup>

<sup>1</sup> Engineering–consulting center «Safety of hydraulic structures», NovoCherkassk, Rostov region, Russian Federation

<sup>2</sup> South-Russian state polytechnic university, NovoCherkassk, Russian Federation

<sup>3</sup> North-Caucasian regional interdepartmental stratigraphic commission, Yessentuki, Russian Federation

## ECOLOGICAL ASPECTS OF AREAS OF SANITARY PROTECTION OF THE MAIN SOURCE OF WATER SUPPLY OF THE RESORT TOWN OF KISLOVODSK

*The authors studied the consequences of the rain flood on June 22, 2002 for the entire past period until 2020, including in a comprehensive expert examination of the state of the Eshkakonsky reservoir. The channel was examined by pedestrian routes, the condition of the slopes was assessed in routes with fixation of tropical erosion and manifestations of natural exogenous processes. Routes were carried out along the Eshkakon river valley above the reservoir, as well as along the valley of the river Podumok from the mouth of the river Eshkakon to the river Gum-Bashi and further southeast to the upper river Eshkakon. Water in the upper and middle flow of the small river Eshkakon is clean, meets the standards for drinking water according to hydro chemical, hydro biological, toxicological indicators, concentration of phenols, petroleum products, heavy metals and other pollutants. A comprehensive assessment of the environmental development and nature management of the Eshkakon river basin geosystem was carried out in connection with the use of its water resources. Conflict situations were noted in the spheres of management and property between the constituent entities of the Russian Federation (Stavropol Territory, Karachai-Cherkess Republic) on the basis of the belonging of the GTS complex of the Eshkakonsky reservoir. The functional effectiveness of the approved boundaries of sanitary protection zones was assessed as insufficient due to the discrepancy of their position with the geomorphological features of the area. On the basis of the geo ecological survey, the option of zoning the catchment area according to the degree of anthropogenic changes is proposed.*

*Reservoir, sanitary protection zones, geo ecology.*

### References

1. **Volosukhin Ya.V.** Reka Kuma. Kompleksnaya charakteristika bassejna. – R/na Donu. Izd-vo Yuzhnogo federalnogo un-ta, 2013. – 424 s.

2. **Volosukhin Ya.V., Ivanenkova T.V.** Eshkakonskoe vodohranilishche kak kompleksny pamyatnik prirody / Aktualnye napravleniya sbalansirovannogo razvitiya gornyh territorij v kontexte mezhdistsiplinarnogo podhoda: materialy I Mezhdun. nauchnoj konf. – Karachaevsk: KCHGU, 2019. – S. 194-199.

3. Vodny kodeks Rossijskoj Federatsii ot 03.06.2006 № 74-ФЗ (ред. от 28.11.2015) // Sobranie zakonodatelstva RF. – 05.06.2006. № 23. St. 2381.

4. Federalny zakon ot 30.03.1999 г. № 52-FZ «O sanitarno-epidemiologicheskom blagopoluchii

naseleniya» (red. ot 25.06.2012 g., s izm. i dop., vstupayushchimi v silu s 01.01.2013 g.) // Sobranie zakonodatelstva RF. – 1999. – № 14. – St. 650

5. Pravila ekspluatatsii 01018404-1089-97-P.E. Reguliruyushchee vodohranilishch na r. Eshkakon v Karachaevo-Cherkesskoj Respublike. – Krasnodar: 1997. – 70 s.

6. SanPiN2.1.4.1110-02 «Zony sanitarnoj ohrany istochnikov vodosnabzheniya i vodoprovodov hozyajstvenno-pitjevogo naznacheniya» <http://docs.cntd.ru/document/901816579>

7. **Vinogradov B.V.** Osnovy landshaftnoj ekologii. – M.: GEOS. 1998. – 418 s.

The material was received at the editorial office  
19.06.2020



**Information about the authors**

**Volosukhin Yakov Victorovich**, general director LLC «Engineering-consulting center «Safety of hydraulic structures»; 346400, Rostovskaya region, Novocherkassk, Budennovskaya, 156; e-mail: boss@ibgts.ru

**Ivankova Tatjana Victorovna**, post graduate student kafedry «Vodnoye khozyaystvo, inzhenernyye seti i zashchita okruzhayushchey

sredy» YURGPU(NPI), 346428, Rostovskaya region, Novocherkassk, Prosveshcheniya, 132; e-mail: academy-design@mail.ru

**Potapenko Yuriy Yakovlevich**, doctor of geological and mineralogical sciences, professor, Honored scientist of the Karachai-Cherkess Republic, North-Caucasian regional interdepartmental stratigraphic commission, e-mail: nupotap@yandex.ru

УДК 502/504:621.311.21:628.113

DOI 10.26897/1997-6011-2020-3-99-107

**А.П. КРЫЛОВ, А.М. БАКШТАНИН, Э.С. БЕГЛЯРОВА**

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева», г. Москва, Российская Федерация

## **ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ МОДЕЛЬНОЙ И РАБОЧЕЙ УСТАНОВКИ ПОРТАТИВНОЙ МИКРО-ГЭС С СИФОННЫМ ВОДОПОДВОДОМ**

*Цель исследований – поиск оптимальных конструктивных решений подвода потока для микро-ГЭС. Для определения расхода воды на микро-ГЭС с ортогональной турбиной в качестве рабочего агрегата и сифонным водоводом на Хоробровском гидроузле был выбран метод центробежной силы в колене. В ходе работ был проведен ряд предварительных испытаний портативной микро-ГЭС с сифонным водоподводом и ортогональной турбиной с пяти лопастным рабочим колесом установленной мощностью 30 кВт. В результате испытаний были получены характеристики гидросилового оборудования в располагаемых диапазонах напоров и расходов. Выполнен цикл теоретических и натурных исследований по использованию свободно-поточных ортогональных турбин в малой гидроэнергетике. Были проанализированы результаты испытаний ортогональной турбины опытной микро-ГЭС, определен её К.П.Д., а также режимы работы гидросилового оборудования при которых возникают кавитационные явления.*

*Микро-ГЭС, сифонный водоприемник, ортогональная турбина, микро-гидроэнергетика, расход, напор, пьезометр, контрольно-измерительная аппаратура.*

**Введение.** При разработке проекта строительства портативной микро-ГЭС на плотине Хоробровского гидроузла на реке Нерль одной из основных задач было минимизировать вмешательство в конструкцию существующих гидротехнических сооружений. Дополнительной особенностью данной опытной микро-ГЭС с ортогональной турбиной является использование сифонного водовода. Сифонные водосбросы широко используются в практике гидротехнического строительства для обеспечения автоматического поддержания уровня верхнего бьефа в заданных пределах. Традиционно применяемые сифонные водосбросы имеют прямоугольное поперечное сечение достаточно больших размеров [1, 2].

В качестве обоснования методики измерения расхода в колене были

использованы следствия из развития центробежной силы в колене водовода.

**Цели и задачи.** Одной из актуальных задач обеспечения надежности и безопасности работы гидроэнергетического объекта является поиск оптимальных конструктивных решений подвода потока для микро-ГЭС.

**Материалы и методы.** В рамках решения поставленной задачи и на основании анализа ранее выполненных работ [3] было установлено, что конструктивное решение подвода потока к микро-ГЭС с ортогональной турбиной нуждается в лабораторных и натурных исследованиях.

Все задачи экспериментального исследования рабочего процесса ортогональной турбины связаны с усовершенствованием методов и должны решаться в комплексе.