

Влияние паводков на русловой режим реки Нальчик (Кабардино-Балкарская республика)

Л. Б. Чигирова ✉

Высокогорный геофизический институт, Российская Федерация
(360030, г. Нальчик, пр. Ленина, 2)

Аннотация. Цель работы – изучение влияния паводков на русловой режим реки Нальчик для разработки рекомендаций по защите береговой линии реки и инфраструктуры городского округа Нальчик от наносимого паводком ущерба.

Материалы и методы. В настоящей работе основой является анализ данных, полученных при натурных обследованиях прибрежной территории реки Нальчик (май-июнь 2023 года и июнь-июль 2024 года), используются архивные материалы, гидрологические характеристики реки и ее основных притоков.

Результаты и обсуждение. Проанализировав архивные материалы и результаты натурных обследований русла реки Нальчик после прохождения паводков 2023–2024 годов выявлены опасные участки, наиболее подверженные разрушительному воздействию паводковых вод. Определены максимальные значения расходов воды 1 % обеспеченности на наиболее опасных участках русла реки Нальчик.

Выводы. Предложены рекомендации по комплексной защите береговой линии реки Нальчик на территории городского округа Нальчик для минимизации наносимого ущерба паводками инфраструктуре, а также безопасного использования зон отдыха.

Ключевые слова: паводки, расход воды, река Нальчик, гидрологический пост, наносоводные потоки.

Для цитирования: Чигирова Л. Б. Влияние паводков на русловой режим реки Нальчик (Кабардино-Балкарская Республика) // Вестник Воронежского государственного университета. Серия: География. Геоэкология, 2024, № 3, с. 90–100. DOI: <https://doi.org/10.17308/geo/1609-0683/2024/3/90-96>

ВВЕДЕНИЕ

Равнинные районы Кабардино-Балкарской республики входят в зону, где наводнения могут быть вызваны как паводками местного происхождения (бурное таяние снега, проливные дожди), так и паводками, сформировавшимися в зоне гор и предгорий. Значительный ущерб при этом наносится населенным пунктам и инфраструктуре, зонам отдыха, расположенным в прибрежной территории реки и т.д. Паводковое воздействие охватывает территорию площадью 10,3 тыс. км², включая и равнинную часть города Нальчик [1, 5, 9].

Река Нальчик (в верховье на протяжении 14 км она называется река Хара) берет свое начало на северном склоне Скалистого хребта на высоте 2900 м и впадает в реку Урвань бассейна реки Черек. Средняя ширина бассейна реки составляет 10–11 км, на приустьевом участке 4–5 км (описание к гидропосту, Кабардино-Балкарский Центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (КБ ЦГМС)).

Основными притоками реки Нальчик являются правые притоки рек Белая, Нешбурка и левый приток реки Бешенка. Водосборные площади рек Белая и Нешбурка смежные, а их устья находятся в 100 м друг от друга, выше города Нальчик между сельскими поселениями Белая Речка и Хасанья, а река Бешенка впадает в реку Нальчик в верхней части сельского поселения Белая Речка [3].

Река Белая имеет площадь 25 км², длину 7,2 км, объем максимального единовременного выноса – 50 тыс. м³, максимальный объем твердых отложений – 58 857 м³. Река Нешбурка имеет площадь 24 км², длину 8 км, объем максимального единовременного выноса – 10 тыс. м³, максимальный объем твердых отложений – 64 954 м³ [4]. В совокупности эти две реки могут выносить в русло реки Нальчик до 123 811 м³ твердого материала.

Основной источник питания реки – грунтовые воды с постоянным стоком в течение года. Водный режим характеризуется многочисленными паводками, проходящими с мая по октябрь, невысоким половодьем и устойчивой осенне-зимней меженью. Летние дождевые паводки, проходят с апреля по август, подъем длится несколько часов, спад – до 2 суток.

Для проведения систематических гидрологических наблюдений на реке Нальчик в сельском поселении Белая Речка установлен оборудованный гидрологический пост (ГП). Площадь водосбора реки Нальчик до гидропоста 140 км², длина – 25 км, средняя высота водосбора составляет 1510 м, а общая длина реки 54 км (описание к гидропосту, КБ ЦГМС). По архивным данным гидропоста самым большим за весь период наблюдений (с 1947 года) был паводок в 1968 году, расход которого отмеченный на ГП Белая Речка составил 169 м³/с. Была затоплена вся пойма реки Нальчик в сельском поселе-

© Чигирова Л. Б., 2024

✉ Чигирова Лейля Барасбиевна, e-mail: Leilyach@yandex.ru



Контент доступен под лицензией Creative Commons Attribution 4.0 License.

нии Белая Речка, размывы берега реки и ложа русла в черте городского округа Нальчик, разрушены мостовые переходы между городским округом Нальчик и сельским поселением Нартан, затоплена прибрежная территория сельского поселения Нартан [10].

Целью научного исследования является изучение влияния паводков на русловой режим реки Нальчик, для защиты береговой линии реки и инфраструктуры городского округа Нальчик от наносимого паводком ущерба.

МАТЕРИАЛЫ И МЕТОДЫ

В настоящей работе основой является анализ данных наблюдений ГП Белая Речка реки Нальчик Кабардино-Балкарского Центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (КБ ЦГМС), материалы маршрутных обследований прибрежных территорий после прохождения в мае-июне 2023 года наносоводных паводков и в июне-июле 2024 года. Использовались наземные фотографии и материалы аэрофотосъемок БПЛА. Выполнено определение максимальных значений расходов воды 1 % обеспеченности на наиболее

опасных участках русла реки для разработки комплексных мероприятий по защите городского округа Нальчик.

РЕЗУЛЬТАТЫ И ОБСУЖДЕНИЕ

По реке Нальчик и ее притокам 28 и 31 мая 2023 года сошли мощные наносоводные паводки, спровоцированные ливневыми осадками, интенсивностью 50,0 и 58,6 мм, соответственно. Уровень паводка, сошедшего 28 мая по реке Нальчик, достигал 276 см с расходом 77,4 м³/с. Паводок, сошедший 31 мая, стал результатом прохождения интенсивных ливневых осадков на водосборной территории рек Белая и Нешбурка. Так как притоки рек Белая и Нешбурка впадают в реку Нальчик ниже ГП Белая Речка, точных данных об уровнях и расходах паводка нет.

Паводками (28 и 31 мая 2023 года) была размыва береговая линия реки Нальчик, повреждено полотно автодороги, разрушен навесной пешеходный мост, повреждена водоводная магистраль для подачи питьевой воды городскому округу Нальчик, завалены илом и мусором территории зон отдыха (рис. 1-4).



Рис. 1. Выносы карча и мусора в русле реки Нальчик в сельском поселении Белая Речка
[Fig. 1. Removal of karch and rubbish in the Nalchik River bed in Belaya Rechka rural settlement]



Рис. 2. Разрушенный навесной пешеходный мост через реку Нальчик
[Fig. 2. Destroyed hinged pedestrian bridge over the Nalchik River]



Рис. 3. Заваленная илом и мусором территория зоны отдыха
[Fig. 3. The area of the recreation area covered with silt and rubbish]



Рис. 4. Полотно объездной грунтовой автодороги, размытое паводковыми водами реки Нальчик
[Fig. 4. Bypass dirt road bed eroded by flood waters of the Nalchik River]

После прохождения паводков 2023 года в русле реки Нальчик были проведены руслорегулировочные работы, а именно: на участке размыва береговой линии (сельское поселение Хасанья) на протяжении более

3 км вдоль правого берега была сооружена грунтовая дамба высотой до 4 м, состоящая из материала русла реки и привозного грунтового материала с включениями крупных камней и валунов.



Рис. 5. Отложения грунтово-каменного материала в русле реки Нальчик
[Fig. 5. Deposits of soil and rock material in the Nalchik River bed]



Рис. 6. Отсыпная грунтовая дамба на участке размыва автодороги паводком в 2023 году
[Fig. 6. Backfill dirt dam at the section of the road erosion by flood in 2023]

Обследование русла реки Нальчик после паводка 25 июня 2024 года показало, что отсыпная грунтовая дамба в районе сельского поселения Хасанья была частично размывта на всем протяжении. Весь размывтый грунт потоком отложился ниже по течению, что привело к накоплению большого количества грунтово-каменного материала в русле реки Нальчик (рис. 5, 6). Поднялось ложе русла, уклоны уменьши-

лись, и, следовательно, изменился русловой режим реки Нальчик.

Обследование русла реки Нальчик 13 июля 2024 года в связи с уменьшением расхода воды в реке показало, что на некоторых участках с пониженными уклонами и большим содержанием грунтово-каменного материала, вода в русле реки ушла под ложе, формируя так называемое «слепое русло» на протяжении 150 м (рис. 7).



Рис. 7. «Слепое русло» реки Нальчик
[Fig. 7. «Blind riverbed» of the Nalchik River]

Однако, при прохождении очередных паводков, с высоким уровнем воды поднятие ложа (гальвега) русла может привести к размывам береговой линии и затоплению прибрежной территории. Также большое содержание твердого материала в русле во время прохождения паводков может спровоцировать заторы на поворотных участках русла и под мостами с последующим их размывом и разрушением.

Ниже приводятся расчеты максимальных расходов воды 1 % обеспеченности в русле реки Нальчик на наиболее опасных участках, для использования данных при проектировании защитных мероприятий.

В районе ГП Белая Речка по данным КБ ЦГМС расход воды 1 % обеспеченности составляет 149 м³/с. Для определения максимального расхода воды 1 % обеспеченности в районе с.п. Хасанья ниже гидропоста в 5 км был заложен гидроствор.

Расчет проводится по рекомендациям [2, 6, 7, 8] по методу аналогии.

Расчет максимального расхода воды 1 % обеспеченности дождевого паводка ($Q_{1\%}$) для р. Нальчик с.п. Хасанья определяется по формуле (1) [7]:

$$Q_{1\%} = q'_{1\%,a} \varphi_m (\delta \delta_2 / \delta_a \delta_{2a}) A, \quad (1)$$

где $q'_{1\%,a}$ – модуль максимального расхода воды реки аналога расчетной вероятности превышения $P_{1\%}$, м³/с·км², определяется по формуле (2):

$$q'_{1\%,a} = \frac{Q_{1\%,a}}{A_a}, \quad (2)$$

где φ_m – коэффициент, учитывающий редукцию максимального модуля стока дождевого паводка ($q_{1\%}$) с увеличением площади водосбора (A , км²) или продолжительности руслового времени добегания (τ_p , мин), рассчитывают в зависимости от значения коэффициента η_ϕ , представляющего соотношение коэффициентов формы водосбора исследуемой реки и реки-аналога, определяется по формуле (3):

$$\eta_\phi \approx LA_a^{0.56} / L_a A^{0.56}, \quad (3)$$

где L и L_a – гидрографическая длина водотока для исследуемой реки и реки-аналога, км; $L=30,0$ км, $L_a=25,0$ км; A и A_a – площадь водосбора для исследуемой реки и реки-аналога, км².

$$\eta_\phi \approx 30,0 \cdot 140,0^{0.56} / 25,0 \cdot 211,1^{0.56} = 0,95 < 1,5,$$

тогда $\varphi_m = (A_a/A)^n$, где $n = 0,15$, принимаем согласно [7].

δ и δ_a , δ_2 и δ_{2a} – поправочные коэффициенты, учитывающие для исследуемой реки и реки-аналога регулирующее влияние соответственно озер, прудов, водохранилищ, а также болот и заболоченных земель. Для горных рек при отсутствии озер (прудов, водохранилищ) и болот коэффициенты δ и δ_a , δ_2 и δ_{2a} равны 1; A – площадь водосбора исследуемой реки км².

Морфометрические характеристики – река Нальчик сельского поселения Хасанья: площадь водосбора $A = 211,1$ км²; длина русла $L = 30,0$ км; средневзвешенный уклон русла $I = 87\%$; средняя высота водосбора 1500 м; – озерности и заболоченности нет.

Река аналог – река Нальчик сельского поселения Белая Речка: площадь водосбора $A = 140,0$ км²; длина

русла $L = 25,0$ км; средневзвешенный уклон $I = 101\%$; средняя высота водосбора 1510 м; максимальный расход воды реки Нальчик 1 % обеспеченности 149,0 м³/с (КБ ЦГМС).

$$q'_{1\%,a} = \frac{149,0}{140,0} = 1,064$$

$$\eta_\phi \approx 30,0 \cdot \frac{140,0^{0.56}}{25,0} \cdot 211,1^{0.56} = 0,95 < 1,5$$

При $\eta_\phi < 1,5$ расчетное значение коэффициента φ_m определяется по формуле (4):

$$\varphi_m = (A_a/A)^n \quad (4)$$

$$\varphi_m = (140,0/211,1)^{0.15} = 0,94026$$

Подставляя данные в формулу (1), получаем:

$$Q_{1\%} = 1,064 \cdot 0,94026 \cdot 1 \cdot 211,1 = 211,2 \text{ м}^3/\text{с}.$$

Таким образом, максимальный расход воды реки Нальчик 1 % обеспеченности в сельском поселении Хасанья составил 211,2 м³/с.

Аналогичным способом рассчитан максимальный расход 1 % обеспеченности для опасного участка в районе разрушенного мостового перехода, район Александровка, городской округ Нальчик. Максимальный расход 1 % обеспеченности составил 282,3 м³/с.

Приведенные выше расчеты по определению максимального расхода воды 1 % обеспеченности на наиболее опасных участках необходимы при проектировании комплексных мероприятий по защите инфраструктуры городского округа Нальчик и зон отдыха от наносоводных паводков.

ВЫВОДЫ

Наносоводные паводки способствуют накоплению большого количества твердого материала в русле реки, что, в свою очередь, приводит к значительным изменениям режима русла реки с перераспределением потока воды в русле. Во время паводков из-за уменьшения высоты береговой линии происходят размывы и обрушения берегов, а также затопление прибрежных территорий. Для защиты инфраструктуры и прибрежных территорий в районе городского округа Нальчик необходимо провести ряд комплексных мероприятий с учетом расчетных данных по определению максимального расхода воды 1 % обеспеченности для опасных участков, таких как расчистка русла и мостовых проемов; руслорегулирующие работы; берегоукрепительные сооружения; облицовка железобетонными плитами насыпной грунтовой дамбы; установка в верховьях реки Нальчик и ее притока реки Бешенка кольчужных сеток для удержания камней, карчей и стволов деревьев с последующей ее расчисткой по мере накопления материала.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Государственные доклады «О состоянии защиты населения и территорий Кабардино-Балкарской Республики от чрезвычайных ситуаций природного и техногенного характера в 2008-2014 гг.» Нальчик: Главное управление МЧС РФ по Кабардино-Балкарской Республике, 2009-2015.
2. Денисов В. М., Пак А. В. Методика определения максимальных расходов воды и объемов стока дождевых паводков для малых водосборов // *Метеорология и гидрология*, 2009, № 12, с. 66-75

3. Емузова Л. З., Сижазева М. С. К вопросу об изменении гидрографического статуса реки Нальчик // *Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук*, 2015, № 2, с. 58-63

4. *Кадастр селевой опасности Юга Европейской части России* / Кондратьева Н. В., Аджиев А. Х., Беккиев М. Ю. и др. Москва, Нальчик: Феория, 2015. 148 с.

5. Масштабы и опасность наводнений на Северном Кавказе / В. В. Разумов, М. Ю. Беккиев, Н. В. Разумова, С. И. Шагин // *Науки о Земле. «Наука. Инновации. Технологии»*, № 1, 2018, с. 143-160.

6. *Методические рекомендации по определению расчетных гидрологических характеристик при наличии данных гидрометрических наблюдений*. Санкт-Петербург: «Нестор-История», 2005. 122 с.

7. Рождественский А. В., Водогрещкий В. Е., Копылов А. П. *Пособие по определению расчетных гидрологических характеристик*. Ленинград: Гидрометеиздат, 1984. 248 с.

8. СП 33-101-2003 *Определение основных расчетных гидрологических характеристик*. Москва: Госстрой России, 2004. 83 с.

9. *Схема комплексного использования и охраны водных объектов рек бассейна реки Терек (Российская часть бассейна). Приложение 4. Пояснительная записка к Книге 2 проекта СКИОВО «Оценка экологического состояния и ключевые проблемы речного бассейна»*. Москва: НТЦ «РегионГидро-Проект», 2015. 53 с.

10. Чигирова Л. Б. Динамика развития паводкового режима реки Нальчик Кабардино-Балкарской республики // *Успехи современного естествознания*, 2023, № 12, с. 162-168.

Конфликт интересов: Автор декларирует отсутствие явных и потенциальных конфликтов интересов, связанных с публикацией настоящей статьи.

Поступила в редакцию: 15.09.2023

Принята к публикации: 30.08.2024

UDC 502/504:551:311.2

ISSN 1609-0683

DOI: <https://doi.org/10.17308/geo/1609-0683/2024/3/90-96>

Impact of Floods on the Channel Regime of the Nalchik River (Kabardino-Balkar Republic)

L. B. Chigirova ✉

*High-Mountain Geophysical Institute, Russian Federation
(2, Lenin Ave., Nalchik, 360030)*

Abstract. The purpose of the work is to study the impact of floods on the channel regime of the Nalchik River in order to develop recommendations for the protection of the riverbank and infrastructure of the Nalchik urban district from flood damage.

Materials and methods. This study is based on the analysis of data obtained during field surveys of the coastal territory of the Nalchik River (May-June 2023 and June-July 2024), using archival materials, hydrological characteristics of the river and its main tributaries.

Results and discussion. Having analysed archival materials and results of field surveys of the Nalchik River channel after the floods of 2023-2024, the hazardous areas most exposed to the destructive impact of flood waters have been identified. The maximum values of water discharge of 1 % capacity at the most dangerous sections of the Nalchik River bed were determined.

Conclusion. Recommendations on integrated protection of the Nalchik River shoreline on the territory of the Nalchik urban district to minimise flood damage to infrastructure and safe use of recreational areas are proposed.

Key words: floods, water discharge, Nalchik River, hydrological post, sediment flows.

For citation: Chigirova L. B. Impact of Floods on the Channel Regime of the Nalchik River (Kabardino-Balkar Republic). *Vestnik Voronezhskogo gosudarstvennogo universiteta. Seria: Geografia. Geoekologia*, 2024, no. 3, pp. 90-96. (In Russ.) DOI: <https://doi.org/10.17308/geo/1609-0683/2024/3/90-96>

REFERENCES

1. *Gosudarstvennyye doklady «O sostoyanii naseleniya i territoriy Kabardino-Balkarskoy Respubliki ot yavleniy prirodnoy i tekhnogennoy kharaktera v 2008-2014 gg»* [State reports «On the state of protection of the population and territories of the Kabardino-Balkarian Republic from natural and man-made emergencies in 2008-2014»]. Nalchik: Glavnoe upravlenie MChS RF po Kabardino-Balkarskoj Respublike, 2009-2015. (In Russ.)
2. Denisov V. M., Pak A. V. Metodika opredeleniya maksimal'nykh raskhodov vody i ob'yemov stoka dozhdevykh pavodkov dlya malykh vodosborov [Methodology for determining

maximum water flows and runoff volumes of rain floods for small catchment areas]. *Meteorologiya i gidrologiya*, 2009, no. 12, pp. 66-75. (In Russ.)

3. Emuzova L. Z., Sizhazheva M. S. K voprosu ob ustranении gidrograficheskogo vozdeystviya reki Nal'chik [On the issue of changing the hydrographic status of the Nalchik River]. *Aktual'nye problemy gumanitarnykh i estestvennykh nauk*, 2015, no. 2, pp. 58-63. (In Russ.)

4. *Kadastr selevoy opasnosti Yuga Yevropeyskoy chasti Rossii* [Inventory of mudflow hazard in the south of the European part of Russia] / N. V. Kondrat'yeva, A. Kh. Adzhiyev, M. Yu. Bekkiyev. Moscow, Nal'chik: Feoriya, 2015. 148 p. (In Russ.)

© Chigirova L. B., 2024

✉ Leilya B. Chigirova, e-mail: Leilyach@yandex.ru



The content is available under Creative Commons Attribution 4.0 License.

5. Masshtaby i opasnost' navodneniy na Severnom Kavkaze [The scale and danger of floods in the North Caucasus] / V. V. Razumov, M. Yu. Bekkiev, N. V. Razumova, S. I. Shagin // *Nauki o Zemle. «Nauka. Innovatsii. Tekhnologii»*, 2018, no.1, pp. 143-160. (In Russ.)

6. *Metodicheskiye rekomendatsii po opredeleniyu raschetnykh gidrologicheskikh kharakteristik pri nalichii dannykh gidrometricheskikh nablyudeni* [Methodological recommendations for determining calculated hydrological characteristics in the presence of hydrometric observation data]. Saint-Petersburg: «Nestor-Istorija», 2005. 122 p. (In Russ.)

7. Rozhdestvenskiy A. V., Vodogretniy V. Ye., Kopylov A. P. *Posobiye po grupe raschetnykh gidrologicheskikh kharakteristik* [A guide to determining design hydrological characteristics]. Leningrad: Gidrometizdat, 1984. 248 p. (In Russ.)

8. *SP 33-101-2003 Opredeleniye osnovnykh raschetnykh gidrologicheskikh kharakteristik* [Determination of the main calculated hydrological characteristics]. Moscow: Gosstroj Rossii, 2004. 83 p. (In Russ.)

9. Skhema kompleksnogo ispol'zovaniya i okhrany vodnykh ob'yektov reki basseyn reki Terek (Rossiyskaya chast' basseyna). Prilozheniye 4. Poyasnitel'naya zapiska k Knige 2 proyekta SKIOVO «Otsenka ekologicheskogo sostoyaniya i osnovnyye problemy rechno basseyna» [Scheme for the integrated use and protection of water bodies of rivers in the Terek River basin (Russian part of the basin). Appendix 4. Explanatory note to Book 2 of the SKIOVO project «Assessment of the environmental condition and key problems of the river basin»]. Moscow: NTC «RegionGidroProekt», 2015. 53 p. (In Russ.)

10. Chigirova L. B. Dinamika razvitiya pavodkovogo rezhima reki Nal'chik Kabardino-Balkarskoy respubliky [Dynamics of development of the flood regime of the Nalchik River in the Kabardino-Balkarian Republic]. *Uspekhi sovremennogo yestestvoznaniya*, 2023, no. 12, pp. 162-168. (In Russ.)

Conflict of interests: The author declares no information of obvious and potential conflicts of interest related to the publication of this article.

Received: 15.09.2023

Accepted: 30.08.2024

Чигирова Лейля Барасбиевна
научный сотрудник Высокогорного геофизического института, г. Нальчик, Российская Федерация, ORCID: 0009-0009-6501-0502, e-mail: Leilyach@yandex.ru

Leilya B. Chigirova
Researcher at the High-Mountain Geophysical Institute, Nalchik, Russian Federation, ORCID: 0009-0009-6501-0502, e-mail: Leilyach@yandex.ru

³ СП 33-101-2003 Определение основных расчетных гидрологических характеристик, 2004. 75 с.