

## Оценка влияния низконапорных водохранилищных гидроузлов на окружающую среду

*С.О. Курбанов, А.А. Созаев, С.М. Жемгуразов*

*Кабардино-Балкарский государственный  
аграрный университет им. В.М. Кокова, Нальчик*

**Аннотация:** В статье приводятся материалы исследований и оценки влияния водохранилищных гидроузлов на окружающую среду. Сделан подробный анализ причин и параметров влияния гидроузлов малых гидроэлектростанций и водохранилищ на гидробиологические ресурсы рек. Приведены результаты исследования и оценки уровня загрязнения донных отложений головного узла Кашхатауской гидроэлектростанции, которые подтвердили незначительное превышение допустимого уровня концентрации по содержанию кадмия и нефтепродуктов. На примере Некрасовского водохранилищного гидроузла определены основные факторы влияния низконапорных водохранилищ на природную среду и на восстановление рыбных ресурсов малых рек. По результатам инженерно-экологических исследований установлена сравнительная характеристика загрязнения почв нефтепродуктами по отношению к допустимому уровню. Анализируя полученные результаты, сделан вывод, что содержание нефтепродуктов в отобранных пробах почв находится в пределах установленных норм. Дана комплексная оценка загрязнения водных ресурсов и почв прибрежных водоохраных зон.

**Ключевые слова:** водохранилищный гидроузел, малая гидроэлектростанция, водно-биологические ресурсы, твердый сток, загрязнения рек, паводковые воды, фоновые концентрации, тяжелые металлы, гидротехнические сооружения.

При создании водохранилищных гидроузлов на малых реках, степень их влияния на окружающую среду зависит от их напоров и занимаемых (затапливаемых) площадей. При этом низконапорные гидроузлы оказывают значительно меньшее влияние на биоресурсы рек. Соблюдение природоохраных требований и применение биопозитивных технологий в период строительства гидроузлов можно свести к минимуму возможный ущерб водным биоресурсам рек [1, 2].

Для исследования и анализа были взяты низконапорные водохранилищные гидроузлы, расположенные в регионах Юга России и Свердловской области.

Были исследованы водохранилищные гидроузлы р. Черек, возведенные в виде каскада на горных участках реки в Черекском районе Кабардино-Балкарской республики [3, 4].

Согласно проведенным исследованиям средний многолетний объем твердого стока реки Черек в створе плотины Кашхатауской гидроэлектростанции (далее Кашхатау ГЭС) составляет 1,34 млн. тонн или 1,16 млн. м<sup>3</sup> в год. Твёрдый сток состоит из взвешенных и влекомых наносов. Средний диаметр взвешенных наносов равен 0,38 мм и составляет около 63 %, средний диаметр влекомых наносов – 52,1 мм.

При оценке состояния окружающей среды одним из наиболее информативных факторов является состояние донных отложений водных объектов, представляющие собой наносы, образовавшиеся и осевшие на дно в результате внутриводоемных процессов, в которых участвуют вещества как естественного, так и антропогенного происхождения. Аккумулируя загрязнители, поступающие с различных водосборов в течение длительного временного периода, донные осадки являются индикатором экологического состояния территории, своеобразным интегральным показателем уровня загрязненности.

Результаты исследования и оценка уровня загрязнения донных отложений головного узла Кашхатау ГЭС показали незначительное превышение допустимого уровня концентрации по содержанию кадмия и нефтепродуктов. Превышения уровней, требующих вмешательства не зафиксировано [5].

Водохранилище Кашхатау ГЭС расположено в пойме р. Черек в 1 км ниже слияния рек Черек Хуламский и Черек Балкарский и введено в эксплуатацию в 2006 году. Водохранилище предназначено для подпора уровня воды и подачи его в деривационный канал Кашхатау ГЭС с возможностью суточного регулирования водного стока реки Черек в

---

меженный период. Полный объем водохранилища Кашхатау ГЭС при нормальном подпорном уровне (далее НПУ) 738,0 м составляет 6,38 млн. м<sup>3</sup>. При отметке 736,5 м его объем составляет 5,5 млн. м<sup>3</sup>.

При проектировании Кашхатау ГЭС учитывалось, что водохранилище подвергнется быстрому заилению. Показатель условной заиляемости водохранилища не превышает 6 лет. В действительности срок заиления оказался значительно большим, поскольку, по мере заполнения водохранилища наносами, количество и крупность сбрасываемых в нижний бьеф наносов возрастает. В период заиления водохранилища взвешенными наносами, влекомые наносы накапливаются в хвосте бара. За 15-17 лет их отложение достигло примерно 1,0 млн. м<sup>3</sup>. Они прикрывают осевшие здесь ранее взвешенные наносы.

В состав основных сооружений Кашхатау ГЭС входит бассейн суточного регулирования (далее БСР), к которому вода поступает от головного узла по лотку-каналу и деривационному тоннелю. Объем БСР при НПУ 738,0 м. составляет 1433 тыс. м<sup>3</sup>. Объем БСР при уровне мертвого объема (далее УМО) 729,5 м. составляет 485 тыс. м<sup>3</sup>. Полезный объем БСР (между НПУ и УМО) составляет 828 тыс. м<sup>3</sup>

Проведённые обследования показывают, что за 7 лет эксплуатации ориентировочный объем накопленных наносов в БСР составляет более 400 тыс. м<sup>3</sup>. Часть наносов уже снижает полезный объем БСР, влияющий на объем выработки электроэнергии в меженный период. В последующие годы эксплуатации продолжится снижение полезного объема БСР.

Как показывают расчеты и анализ опыта эксплуатации, полное заиление БСР до уровня 733,0 м с формированием естественного русла в отложениях наносов может произойти через десятки лет с начала эксплуатации. Отсутствие в составе БСР Кашхатау ГЭС грязеспуска является грубой проектной ошибкой. В результате нарушается режим суточного

---

регулирования выработки электроэнергии в меженный период и это снижает выработку электроэнергии всеми 3-я станциями каскада Нижне-Черекских ГЭС. В будущем, для обеспечения работы каскада в штатном режиме необходимо обустроить грязеспуск на БСР Кашхатау ГЭС со сбросом наносов в реку Черек [3, 6].

#### *Некрасовский водохранилищный гидроузел*

Гидротехнические сооружения Некрасовского водохранилища (нижний пруд) расположены на реке Каменка в 38 км от устья реки и в 6,0 км юго-восточнее села Некрасово, на территории муниципального образования «Белоярский район». Водохранилище образовано земляной плотиной, длиной 650,0 м, шириной по гребню 8,0 м и высотой 8,0 м. Отметка гребня – 197,80 м, условная; заложение верхового откоса – 1:2,0; заложение низового откоса – 1:1,5 м; крепление верхового откоса из каменной наброски, а в районе водосброса из сборных железобетонных плит.

Паводковое водосбросное сооружение шахтного типа. Головная водоприемная часть сооружения выполнена в виде вертикального колодца (шахты), оборудованного регулируемыми устройствами (затворами). Транзитная водопроводящая часть сооружения выполнена в виде двухочковой трубы из монолитного железобетона сечением одной ветки 2,1×1,5 м и длиной 22,5 м. Сопряжение водосброса с руслом выполнено при помощи отводящего канала. В настоящее время водосбросное сооружения находится в полуаварийном состоянии и нуждается в капитальном ремонте. Тело земляной плотины и откосные крепления местами деформированы, в том числе, в районе низового откоса наблюдаются и частичные фильтрационные деформации грунтов. В сильно деформированных местах верхового и низового откосов требуются капитальные мероприятия по их восстановлению.

Требуется капитальный ремонт железобетонных конструкций водосбросного сооружения с заменой регулирующих устройств (затворов) в водоприемной шахте на входной части. На верховом откосе плотины в районе входной части водосбросного сооружения (с левой и правой сторон) необходима замена крепления из железобетонных плит. На остальных деформированных участках откосов предусмотрено восстановление креплений из каменной наброски с грунтовой подсыпкой.

*Воздействия на окружающую среду при проведении строительных работ.*

Проведение строительных работ по капитальному ремонту сооружений в русле реки и на откосах плотины связано с воздействием на компоненты окружающей среды. Определение типов и характера вероятных воздействий позволяет установить точные границы их распространения. Можно выделить 2 группы воздействий сооружений на окружающую среду рекреационной зоны р. Каменка:

Строительные – от технологических процессов строительства, временного характера, связанные с ведением строительных работ.

Эксплуатационные (как инженерного сооружения), проявляющиеся в течение длительного времени.

**Строительные.** Воздействие процесса строительства сооружений в русле реки носит временный характер, но имеет достаточно высокую интенсивность. Степень их последствий обусловлена первичностью и интенсивностью вторжения в сложившуюся систему, которая не успевает быстро адаптироваться.

Отрицательное воздействие в процессе строительства на окружающую среду оказывает лишь применение строительной техники (автомобили - самосвалы, экскаватор, бульдозер, каток). Поскольку участок работ находится в водоохранной зоне р. Каменка, не предусматривается устройство временных

---

складов ГСМ. Большой объем ручного труда предопределяет, что воздействие на окружающую среду загрязняющими веществами от выхлопов строительных машин при производстве ремонтно-восстановительных работ будет сведено к минимуму [7, 8].

Мероприятия по капитальному ремонту гидротехнических сооружений существенного негативного влияния на окружающую среду не оказывают. В значительной степени сами эти сооружения относятся к природоохранным конструкциям, которые обеспечивают не только регулирование стока реки, но и частичное восстановление рыбо-биологических ресурсов реки.

Предусматривается использование строительных машин и механизмов с дизельными двигателями, исключая выбросы в атмосферу соединений свинца. Фоновые концентрации по диоксиду серы, окиси углерода, диоксиду азота и пыли на рассматриваемой территории ниже предельно-допустимых концентраций. Положительным фактором является ограниченное время действия и локализации территории проведения этих работ.

Таким образом, влияние на природную среду в процессе строительных работ сведено к минимуму и удовлетворяет требованиям экологической безопасности.

*Эксплуатационные.* Эти виды воздействия имеют постоянный характер. Степень постоянных воздействий определяют конструктивные особенности эксплуатируемых сооружений.

Защищаемый и укрепляемый участок реки существует достаточно длительное время. На откосах насыпи земляной плотины и берегах реки сформировался достаточно равновесный фаунистический и флористический комплекс, с преобладанием местной растительности и с активным антропогенным воздействием (сорняки и пр.).

Грунтовая плотина и водосбросное сооружение, при их эксплуатации негативное влияние на гидробиологический режим водохранилища и реки не оказывают. Они в русле реки создают застойные зоны и условия для образования гидробионтов, нереста и воспроизводства рыбных ресурсов реки. Таким образом, создаются относительно благоприятные условия для рекреационного и природоохранного использования водохранилища.

Что касается воспроизводящей на территории предполагаемых работ поверхностной фауны, то она представлена не имеющими хозяйственной ценности, мелкими грызунами, разнообразными пресмыкающимися, большим количеством насекомых. Учитывая длительное существование рассматриваемого участка и сложившийся на нем и вокруг него природный комплекс можно констатировать, что, этот объект как инженерно-техническое сооружение, не оказывает существенного отрицательного воздействия на экологическую ситуацию в районе.

#### *Оценка воздействия на состояние атмосферного воздуха*

На территории Белоярского городского округа основными источниками загрязнения атмосферного воздуха являются следующие предприятия: Белоярская фабрика асбокартонных изделий, ЗАО «Грайф Упаковка», завод «Элкаб», Свердловский лесхоз, Баженовский ЖБК. Основными источниками загрязнения атмосферного воздуха МО «Каменский городской округ» стационарные и передвижные источники, среди которых: производственные, коммунальные объекты, животноводческие фермы; железнодорожные магистрали, автодороги; очистные сооружения и отстойники; сельскохозяйственные предприятия; ОАО «Уралтранстром» (производство железобетонных изделий); ООО «Уралпромторгбизнес» (производство изделий из резины); ЗАО «Маминская горнорудная компания»; ООО «МАБЛ».

---

Степень интенсивности техногенной нагрузки на территорию, сформированная за счет прямого воздействия хозяйственной деятельности, определяется фоновыми значениями содержания загрязняющих веществ в природных компонентах [9, 10].

Сведения о фоновых концентрациях загрязнения воздушной среды в районе городского округа были получены в Свердловском центре по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды по следующим веществам: диоксид серы, пыль, оксид углерода, диоксид азота и др.

По материалам инженерно-экологических изысканий ниже приведены фоновые концентрации основных наиболее распространенных примесей в районе расположения объекта (р. Каменка, дер. Бубнова) на территории Свердловской области:

- диоксид азота – 0,055 мг/м<sup>3</sup>;
- диоксид серы – 0,018 мг/м<sup>3</sup>;
- оксид азота – 0,038 мг/м<sup>3</sup>;
- взвешенные вещества – 0,199 мг/м<sup>3</sup>.

Сравнение фоновых концентраций с гигиеническими нормативами показывает превышение предельно допустимых концентраций по следующим показателям: диоксид азота – 1,3ПДК с.с; взвешенные вещества – 1,3ПДК с.с. Концентрация диоксида серы и оксида азота в воздухе изучаемого участка находится в пределах установленных нормативов.

#### *Воздействие объекта на почву и мероприятий по её охране*

Район проектируемого объекта расположен в поясе равнинной зоны. Здесь почвы находятся под сильным антропогенным воздействием, ведущим к нарушениям их естественных функций.

В целом структура почвенного покрова сложная по строению и среднеконтрастная по составу. Территория водохранилища и р. Каменка характеризуется аллювиальными (пойменными) почвами. Пойменные почвы

---

– приурочены к поймам рек. Отличительной их особенностью является периодическое затопление паводковыми водами, сопровождающееся привносом и отложением на поверхности почвы нового минерального материала. Кроме того, на данные почвы оказывает влияние близкое залегание грунтовых вод. Характер строения профиля пойменных почв: гумусовый горизонт А – зернистый, темно-серой окраски; горизонт В – переходный, иногда с признаками глееватости; горизонт С – очень слабо гумусированный, слоистый. Гранулометрический состав почв преимущественно среднесуглинистый. В результате антропогенного воздействия происходит изменение морфологических, физических, физико-химических и других признаков почв. Техногенная деятельность, связанная с технологическими процессами, неизбежно приводит к изменению нативных признаков почвы. В районе объекта изысканий техногенное влияние проявляется в отсыпки автодороги, проходящей по плотине, а так же завезенным песком, образующим пляж.

По результатам инженерно-экологических изысканий принята сравнительная характеристика загрязнения почв нефтепродуктами по отношению к допустимому уровню, т. е. 1000 мг/кг, следовательно, анализируя полученные результаты химических исследований, сделан вывод, что содержание нефтепродуктов в отобранных пробах почв находится в пределах установленных нормативов. При оценке загрязнения почв тяжелыми металлами определялись их валовые формы. Степень загрязнения почв тяжелыми металлами оценивалась согласно ГН 2.1.7.2511-09 «Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве» и ГН 2.1.7.2041-06 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве». Во всех исследуемых образцах не зафиксировано превышения ПДК по бенз(а)пирену. Согласно результатам

---

анализов почвенных образцов, можно сделать вывод, что почва на исследуемой территории не загрязнена тяжелыми металлами.

Химическое загрязнение почв оценивалось по суммарному показателю химического загрязнения ( $Z_c$ ) в соответствии с СП 11-102-97 (пп.4.20, 4.21):

$$Z_c = K_{c1} + \dots + K_{ci} + K_{cn} - (n-1),$$

где  $n$  – число определяемых компонентов;  $K_{ci}$  – коэффициент концентрации  $i$ -го загрязняющего компонента, равный кратности превышения содержания данного компонента над его фоновым значением.

На данном участке (август-сентябрь 2018 г.) был произведен отбор фоновой пробы. Фоновые содержания валовых форм тяжелых металлов и мышьяка представлены ниже в таблице 1.

Таблица №1

Фоновые содержания валовых форм тяжелых металлов  
и мышьяка, мг/кг

| № п/п | Определяемый компонент, ед. изм | Результат КХА |
|-------|---------------------------------|---------------|
| 1     | Свинец                          | 13,0±3,9      |
| 2     | Кадмий                          | 0,34±0,10     |
| 3     | Цинк                            | 43,6±13,1     |
| 4     | Медь                            | 48,1±14,4     |
| 5     | Ртуть                           | < 0,7         |
| 6     | Никель                          | 28,2±8,5      |
| 7     | Мышьяк                          | 1,1±0,3       |

Из приведенных выше данных можно осуществить комплексную оценку категории загрязнения почв на исследуемом участке по СанПин 2.1.7.1287-03. Согласно полученным в ходе настоящих изысканий данным, почвы относятся к категории загрязнения «допустимая» (Приложение 1 к СанПин 2.1.7.1287-03) и не имеют ограничений к использованию, исключая объекты повышенного риска (Таблица 3, СанПин 2.1.7.1287-03).

Почва территории объекта, согласно требованиям СанПиН 2.1.7.1287-03 «Санитарно-эпидемиологические требования к качеству почвы», оценивается как «умеренно опасная» по степени эпидемической опасности и может быть использована в ходе строительных работ под отсыпки котлованов и выемок, на участках озеленения с подсыпкой слоя чистого грунта не менее 0,2 м.

Радиационное загрязнение. Мощность эквивалентной дозы гамма-излучения на территории проведения изысканий не превышает нормативных уровней. В ходе полного радиометрического обследования территорий, на которых фактический уровень МЭД превышает обусловленный естественный гамма-фон, не выявлено.

Почвенно-растительный слой откосов земляной плотины местами загрязнен пылью, шлаком и смазочными отходами.

В целом по результатам проведенных исследований и анализа влияний водохранилищных гидроузлов на окружающую среду можно сделать следующие выводы:

- установлены основные параметры влияния гидроэнергетического строительства на окружающую среду и дана оценка их влияния на водно-биологические ресурсы малых рек.
- дана комплексная оценка и определены факторы влияния низконапорных водохранилищных гидроузлов на окружающую среду и на водно-биологические ресурсы малых рек.

### Литература

1. Кашкай Р.М. Проблемы регулирования стока и его рациональное использование // Географический вестник, 2013. №3(26). С. 120-122.
2. Курбанов С.О., Созаев А.А. Проблемы инженерной защиты и природоохранного обустройства прибрежных урбанизированных зон малых



рек на Юге России // Политематический научный журнал КубГАУ, 2016. №118(04). С. 916-936.

3. Беллендир Е.Н. Система обеспечения безопасности объектов гидроэнергетики ОАО "РУСГИДРО" // В сборнике: Гидроэнергетика. Новые разработки и технологии. Восьмая научно-техническая конференция: доклады и выступления, 2015. С. 31-54.

4. Курбанов С.О., Созаев А.А., Жемгуразов С.М. Анализ и оценка безопасности гидротехнических сооружений Верхнебалкарской малой гидроэлектростанции // Инженерный вестник Дона, 2017, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4470.

5. Оценка ущерба водным биологическим ресурсам реки Черек от эксплуатации каскада Нижне-Черекских ГЭС: Отчет по НИР Дагестанского филиала ФГУП «КаспНИРХ», г. Махачкала, 2016. 98 с.

6. Методические рекомендации по оценке риска аварий на гидротехнических сооружениях водного хозяйства и промышленности. 2-е издание, переработанное и дополненное. М.: Изд-во ЗАО «ДАР/ВОДГЕО», 2009. 64 с.

7. Курбатова И.Е. Мониторинг трансформации Краснодарского водохранилища с использованием спутниковых данных высокого разрешения // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса, 2014. Т. 11. № 3. С. 42–53.

8. Овчинникова С.В., Присс О.Г. Проведение инженерно-геологических изысканий под разработку рабочей документации для строительства эстакады на Невинномысской ГРЭС // Инженерный вестник Дона, 2016, №4. URL: ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2016/3951.

9. Bagnold R.A. The nature of saltation and of "bed-load" transport in water. Proc. Roy. Soc. L., 1973. A322, №1591. pp. 473-504.

10. Kurbanov S.O., Sozaev A.A. Problems of Ecological Safety and Reliability of Operations of Regulated River Channels and Protective River Structures // Eastern European Scientific Journal. Dusseldorf (Germany): AURIS Kommunikations und Verlagsgesellschaft mbH. Dusseldorf (Germany): Auris Verlag, 2015. №10 (2). pp. 119-124.

### References

1. Kashkaj R.M. Geograficheskij vestnik, 2013. №3 (26). pp. 120-122.
2. Kurbanov S.O., Sozaev A.A. Politematicheskij nauchnyj zhurnal KubGAU, 2016. №118 (04). pp. 916-936.
3. Bellendir E.N. Sbornik: Gidroenergetika. Novye razrabotki i tekhnologii. Vos'maya nauchno-tekhnicheskaya konferenciya: doklady i vystupleniya. 2015. pp. 31-54.
4. Kurbanov S.O., Sozaev A.A., Zhemgurazov S.M. Inženernyj vestnik Dona (Rus), 2017, №4. URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4470](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2017/4470).
5. Ocenka ushcherba vodnym biologicheskim resursam reki Cherek ot eksploatacii kaskada Nizhne-CHerekskih GES [Assessment of damage to water biological resources of the Cherek river from the operation of the lower Cherek hydroelectric power plant]: Otchet po NIR Dagestanskogo filiala FGUP «KaspNIRH», g. Mahachkala, 2016. 98 p.
6. Metodicheskie rekomendacii po ocenke riska avarij na gidrotekhnicheskikh sooruzheniyah vodnogo hozyajstva i promyshlennosti [Guidelines for the assessment of the risk of accidents at hydraulic structures of water management and industry]. 2-e izdanie, pererabotannoe i dopolnennoe. M.: Izd-vo ZAO «DAR/VODGEO», 2009. 64 p.
7. Kurbatova I.E. Sovremennye problemy distancionnogo zondirovaniya Zemli iz kosmosa, 2014. T. 11. № 3. pp. 42-53.



8. Ovchinnikova S.V., Priss O.G. Inzhenernyj vestnik Dona (Rus), 2016, №4.  
URL: [ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2016/3951](http://ivdon.ru/ru/magazine/archive/n4y2016/3951).

9. Bagnold R.A. The nature of saltation and of "bed-load" transport in water.  
Proc. Roy. Soc. L., 1973. A322, №1591. pp. 473-504.

10. Kurbanov S.O., Sozaev A.A. Eastern European Scientific Journal.  
Dusseldorf (Germany): AURIS Kommunikations und Verlagsgesellschaft mbH.  
Dusseldorf (Germany): Auris Verlag, 2015. №10 (2). pp. 119-124.