

Гидротехническое строительство

УДК 502/5046:621.311.2

И. Л. ДМИТРИЕВА, Т. Б. ГУРЬЕВИЧ, А. Н. САМОСЕЙКО

ЗАО «Инженерный центр сооружений, конструкций и технологий в энергетике»

ВОПРОСЫ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОГО ОБОСНОВАНИЯ ПРОЕКТОВ МАЛЫХ ГЭС В РЕСПУБЛИКЕ ЧЕРНОГОРИИ

Рассмотрены перспективы строительства малых деривационных ГЭС на горных реках Черногории. Представлен опыт геоэкологического обоснования проекта Нижнешекуларской малой гидроэлектростанции – первоочередного объекта строительства.

Компоновка сооружения, факторы воздействия, горные реки, оценка геоэкологического состояния.

The prospects for construction of small derivative hydropower plants on the mountain rivers of Montenegro are considered. The experience of geo-ecological substantiation of the Nizhneshekularskaya small HPP project as a priority construction project is given.

Arrangement of the structure, factors of impact, mountain rivers, assessment of geo-ecological state.

В настоящее время суммарная мощность вырабатываемой электроэнергии в Республике Черногории составляет 868 МВт, из которых 76 % приходится на ГЭС Перучица (Perućica) на реке Зета и ГЭС Пива (Piva) на той же реке, остаток обеспечивается работой тепловой электростанции Пльевля (Pljevlja). Дефицит мощности в стране составляет более 1800 ГВт, хотя реки Республики Черногории обладают значительным гидроэнергетическим потенциалом. Развитие малой гидроэнергетики на горных реках является перспективным направлением для экономики страны, поскольку позволяет снизить дефицит электроэнергии на определенных территориях, повысить надежность энергоснабжения потребителей, снизить зависимость энергосистем от внешнего рынка.

Специалистами Черногории и России намечено свыше 20 площадок возможного строительства малых гидроэлектростанций (МГЭС) на реках страны. Критериями выбора перспективных площадок служит потенциальная возмож-

ность максимальной выработки электроэнергии, технической и экологической безопасности объекта, высокой экономической эффективности, а также социальная значимость объекта.

Исходя из указанных критериев определены и оптимальные варианты компоновки станций. В период 2008–2010 годов в бассейнах ряда рек были проведены специальные гидротехнические и геоэкологические исследования.

В качестве одного из первоочередных объектов строительства рекомендована Нижнешекуларская малая ГЭС. Подготовлен идейный проект станции, дана оценка ее воздействию на окружающую среду, определен состав природоохранных мероприятий.

Нижнешекуларская МГЭС проектируется на реке Шекуларска, притоке реки Лим. Назначение МГЭС – повышение гарантированного энергоснабжения населенных пунктов и хозяйственных объектов района Беране Республики Черногории. В состав основных сооружений Нижнешекуларской МГЭС входят: водозаборный

гидроузел (ВГУ); напорный трубопровод; стационарный узел. Створ водозаборного гидроузла МГЭС находится в 7,07 км вверх по течению от населенного пункта Маринеску-река, стационарная площадка – в 2 км от указанного пункта. Длина трассы деривации составляет 5,07 км.

Строительство малой ГЭС не затрагивает территорий населенных пунктов и промышленных объектов, ценных сельскохозяйственных земель, охраняемых природных резерватов, памятников истории и культуры, объектов инфраструктуры.

При выборе компоновки малой ГЭС были рассмотрены следующие варианты:

для водозаборного гидроузла – строительство ВГУ с глухой плотиной, образующей подпор (отстойник наносов) в верхнем бьефе; строительство ВГУ с плотиной, имеющей водосброс-промывник для удаления наносов из отстойника; отстойники объемом от 400 до 4000 м³;

для системы деривации – использование трубопровода диаметром 0,8 м; использование трубопровода диаметром 1,0 м;

левобережное размещение трубопровода; правобережное размещение трубопровода; для стационарного узла – строительство здания малой ГЭС; размещение оборудования в контейнерах на стационарной площадке;

для присоединения малой ГЭС к энергосистеме – через реконструируемую ВЛ-10 кВ на Беране; через строящуюся ВЛ-20 кВ на Андреевице.

Сравнительный анализ вариантов позволил выбрать следующую компоновку:

водозаборный гидроузел с плотиной, имеющей водосброс-промывник и образующей зону подпора (отстойник наносов) на реке Шекуларска объемом 400...500 м³; деривационный трубопровод диаметром 1,0 м, проходящий по левому берегу реки;

размещение энергетического оборудования на стационарной площадке в контейнерах;

присоединение малой ГЭС к энергосистеме через ВЛ-10 кВ на Беране.

Параметры станции в выбранном варианте компоновки приведены в табл. 1.

Таблица 1

Характеристики Нижнешекуларской малой ГЭС

Параметр	Величина
Мощность, МВт:	
установленная	2,2
гарантированная	0,3
Среднегодовая выработка электроэнергии, млн кВт·ч	7,0
Уровень воды отстойника, м:	
НПУ	869,5
ФПУ	869,8
УМО	867,6
Напоры МГЭС, м:	
при НПУ	2,5
при ФПУ	2,8
Суммарная водопропускная способность ВГУ, м ³ /с:	
при НПУ	54,0
при ФПУ	78,4
Максимальный водозабор в систему деривации, м ³ /с	2,4
Число гидроагрегатов	3
Класс сооружений МГЭС	IV
Продолжительность строительства, лет	1

В состав водозаборного гидроузла включены: отстойник, водозабор малой ГЭС, паводковый водосброс-промывник, сопряжения водосбросных сооружений с берегами, автоматический водослив-водосброс, рыбозащитные устройства.

В составе водозаборного гидроузла принята емкость (подпор бьефа) для от-

стоя наносов и суточного регулирования расходов воды с учетом существенного снижения среднемесячных расходов реки Шекуларска в течение четырех месяцев – с июля по октябрь.

Малая ГЭС будет работать на расходах реки Шекуларска с сохранением минимального санитарно-природоохранного

попуска воды в 10 % от среднегодового речного расхода, что составляет 0,1 м³/с. В паводок попуск может достигать 3,0 м³/с. Гарантированный попуск с водозаборного гидроузла предотвращает обезвоживание реки на участке деривации, что соответствует природоохранным требованиям.

Охарактеризуем современное состояние окружающей среды района размещения малой ГЭС. Река Шекуларска – левый приток реки Лим. Длина реки – 12,6 км, площадь водосбора – 58,8 км². Результаты гидрометрических измерений представлены в табл. 2.

Таблица 2

Гидрометрические данные по бассейну реки Шекуларска

Река	Площадь водосбора, км ²	Расход, м ³ /с (13/14.06.2008)	Расход, м ³ /с (2.07.2008)
Шекуларска	58,80	1,210	0,207

На формирование стока наносов реки Шекуларска наибольшее влияние оказывают гравитационные процессы на склонах, водная эрозия, селевые процессы и выветривание. Селевая активность в бассейне реки Шекуларска небольшая, однако смыв наносов отдельными селевыми потоками может достигать 10 тыс. м³ с 1 км² активной площади селеобразования. Средний многолетний модуль поверхностного смыва может достигать 100 т/км² в год.

Мутность воды для рассматриваемого участка реки Шекуларска составляет от 50 до 100 г/м³. Наибольшие величины мутности воды в реке отмечены в период половодья в мае. В этот же период проходит наибольшее количество взвешенных наносов (до 98 % годового стока). Среднегодовой сток влекомых наносов на реке Шекуларска составляет в среднем около 25 % от стока взвешенных наносов. Согласно проведенным расчетам, среднегодовой объем стока взвешенных наносов в створе водозаборного гидроузла составит 35...36 т/год.

Гидрохимический режим реки Шекуларска формируется за счет интенсивных атмосферных осадков, обуславливающих сток с поверхности водосбора и вымывание водорастворимых веществ. По химическому составу вода реки Шекуларска относится к гидрокарбонатному классу (группе кальция, иногда – натрия).

Воды являются среднеминерализованными. Уровень минерализации составляет 80...200 мг/л. Водородный показатель изменяется от слабокислого (6,20) до почти нейтрального (7,95). Содержание растворенного кислорода в воде колеблется в пределах 8,0...12,0 мг/л. Для реки характерно низкое содержание в воде органических и биогенных веществ. Их концентрация несколько повышается в районе расположения населенных пунктов. Величина перманганат-

ной окисляемости колеблется от 1,25 до 3,2 мг/л.

Содержание таких загрязняющих веществ, как хлориды, сульфаты, ионы аммония, нитраты, нитриты, соединения железа и меди, нефтепродукты, фенолы составляет лишь доли ПДК.

Гидробиологический режим реки Шекуларска определяется высокими скоростями течения и низкими температурами воды. В связи с этим в реке практически отсутствует высшая водная растительность, слабо развиты планктон и бентос.

Доминирующий вид в ихтиофауне водотока – ручьевая форель, которая является ценной рыбой, требовательной к содержанию кислорода в воде. Взрослая часть популяции в основном состоит из трех-пятiletок. Средний вес взрослой форели 200 г.

Площадка размещения МГЭС приурочена к району Беране Республики Черногории. Ландшафты района строительства – горные, лесные, расчлененные. Долина реки Шекуларска представляет собой террасированное аллювиальное плато. Наиболее широкие террасы наблюдаются в устье реки.

Водозаборный гидроузел и деривационный трубопровод располагаются на левобережном горном устойчивом участке реки. На левом берегу развитая надпойменная терраса, сложенная аллювиальными отложениями, слегка прикрытыми продуктами выветривания. Ложе (дно) реки выстлано крупными обломками, скатившимися с берегов. Коренные породы района – глинистые сланцы трассового периода образования: в русловой части реки расположены на глубине около двух метров, в пойменной – от одного до двух метров. Расчетная сейсмичность района строительства – 8 баллов.

Паводковый водосброс-промывник размещается в пределах руслового участка реки Шекуларска на аллювиальных

гравийно-галечных отложениях. Станционная площадка возводится на плотных валунно-галечниковых грунтах с расчисткой примыканий от слабых грунтов.

Среди опасных экзогенных процессов, наблюдаемых в долине реки, следует отметить оползни, обвалы и осыпи, являющиеся следствием развития карстовых процессов. Однако в районе предполагаемого строительства эти процессы выражены слабо.

Почвы в зоне строительства относятся к аллювиальному типу, местами носят эрозийный характер.

В районе размещения проектируемой малой ГЭС развиты смешанные хвойные и лиственные леса. В лиственных лесах преобладают дуб, бук, вяз, каштан и другие породы деревьев, на возвышенностях растут сосны и пихты. Развита подлесок из вечнозеленых и листопадных кустарников. Из травостоя основное распространение имеют барвинок, папоротник, тысячелистник и др.

Фауна непосредственно на участке предполагаемого строительства разнообразная и немногочисленная вследствие действия антропогенного пресса от расположенных в бассейне реки пилорамы и автодороги, идущей по правому берегу. Фауна представлена мелкими грызунами (полевки, землеройки) и некоторыми хищниками (например, лисы). Обитания краснокнижных видов на площадке строительства не выявлено.

Анализ результатов обследования района размещения малой ГЭС, фондовых материалов специализированных черноморских организаций показал, что в настоящее время экологическое состояние изучаемого района является удовлетворительным при умеренном антропогенном воздействии хозяйственной деятельности человека. В районе размещения Нижнешекуларской малой ГЭС не прослеживается заметного загрязнения атмосферы, речных вод, деградации почвенно-растительного покрова, животного мира.

Опыт строительства и эксплуатации малых ГЭС деривационного типа показывает, что основные факторы воздействия этих объектов на окружающую среду следующие: в строительный период – подготовка площадок под основные сооружения; земляные и бетонные работы; монтаж и возведение объектов, временное выгораживание части речного дна до строительства водозаборного гидроузла; реконструкция и строительство автодорог, мостовых переходов; функционирование строительной техники; антропогенный прессинг вследствие появления контингента строителей; в период эксплуа-

тации – изъятие части территории бассейна под сооружения малых ГЭС; изъятие части речного стока в деривационную систему; накопление части речного стока и наносов в зоне подпора; перемешивание воды при прохождении через турбины; возможная фильтрация подземных вод; возможные утечки воды из деривационной системы [1–3].

Воздействие на окружающую среду строительного периода вследствие небольшого объема работ, использования ограниченного количества машин и механизмов, немногочисленного людского контингента будет краткосрочным и локализованным – практически в пределах отводимого участка. Благоустройство и озеленение территории по завершению строительства позволит устранить негативные изменения среды.

Длительное воздействие факторов эксплуатационного периода инициирует ряд техноприродных процессов, развитие которых, по оценкам авторов статьи, может привести к определенным изменениям компонентов природной среды.

Прогноз влияния строительства и эксплуатации Нижнешекуларской МГЭС на окружающую среду дан с учетом современного состояния различных компонентов природного комплекса речной долины и факторов воздействия гидротехнического строительства. При прогнозировании учтен опыт изучения геоэкологических последствий эксплуатации малых ГЭС деривационного типа в горных условиях [1–3].

Показано, что строительство Нижнешекуларской малой ГЭС не приведет к изменению местного климата, загрязнению воздушных масс в районе ее размещения, а также на границе ближайшего населенного пункта – Маринеску-река.

При эксплуатации станции ожидается некоторое улучшение качества воды по показателям взвешенного вещества – на 10...15 %, сухого остатка – на 7...10 %, органических веществ – на 5...10 %, соединений тяжелых металлов – на 15...20 %.

Строительство Нижнешекуларской МГЭС изменит условия обитания речной ихтиофауны, что учитывается при разработке природоохранных мероприятий. Влияние гидроэлектростанции на прибрежную среду прогнозируется минимальным.

Построено дерево чрезвычайных ситуаций (ЧС) на Нижнешекуларской малой ГЭС, обусловленных природными и техноприродными процессами. Рассчитаны вероятности их проявления. Максимальная вероятность соответствует чрезвычайной ситуации,

вызванной образованием оползней и обвалов в зоне подпора водозаборного гидроузла. Зона влияния чрезвычайной ситуации фактически не выйдет за пределы землеотвода малой ГЭС.

Выводы

Согласно прогнозным оценкам, строительство и эксплуатация Нижнешекуларской малой гидроэлектростанции не приведет к нарушению экологического равновесия в районе ее размещения, изменению условий жизни местного населения.

Разработанные в проекте Нижнешекуларской малой ГЭС технические решения, методы их геоэкологического обоснования, состав природоохранных мероприятий могут рассматриваться как типовые для условий горных территорий Республики Черногории. Использование таких типовых подходов позволит оптимизировать проектирование и строительство объектов малой энергетики в Черногории.

1. Верхнебалкарская МГЭС: выбор параметров и компоновки сооружений с учетом требований безопасной эксплуатации /

Г. Н. Батранюк [и др.] // Гидротехническое строительство. – 2008. – № 9. – С. 11–14.

2. Особенности воздействия малых деривационных ГЭС на природную среду районов их размещения // И. Л. Дмитриева [и др.] // Малая энергетика. – 2008. – № 1–2. – С. 63–67.

3. Малик Л. К. Проблемы и перспективы создания малых ГЭС на малых реках // Малая энергетика. – 2004. – №1. – С. 37–48.

Материал поступил в редакцию 02.06.11.

Дмитриева Ирина Львовна, кандидат химических наук, начальник отдела экологической безопасности, доцент

Тел. 8 (916) 968-60-45

E-mail: cskte@rambler.ru

Гурьевич Татьяна Борисовна, кандидат технических наук, заместитель начальника отдела экологической безопасности

Тел. 8 (903) 580-20-25

E-mail: cskte@rambler.ru

Самосейко Анна Николаевна, ведущий сотрудник отдела экологической безопасности

E-mail: cskte@rambler.ru

УДК 502/504:627.824.003.12:627.81.004

Ю. М. КОСИЧЕНКО, Е. А. САВЕНКОВА

Федеральное государственное бюджетное научное учреждение
«Российский научно-исследовательский институт проблем мелиорации»

РАСЧЕТНАЯ ОЦЕНКА НАДЕЖНОСТИ РАБОТЫ ГРУНТОВОЙ ПЛОТИНЫ МАЛОГО ВОДОХРАНИЛИЩА С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ДИАГНОСТИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПО ДАННЫМ НАБЛЮДЕНИЙ

Представлены результаты расчетов надежности работы грунтовой плотины малого водохранилища, находящейся в одном из четырех возможных диагнозов при различной вероятности состояния диагностических параметров. Для оценки вероятности диагнозов использован метод Байеса.

Грунтовая плотина, диагностический параметр, метод Байеса, априорная вероятность, надежность.

There are given calculation results of the operation reliability of a ground dam for a small water basin located in one of the four possible diagnoses under a different probability of the state of diagnostic parameters. The Bayesian method was used to assess the probability of diagnoses.

Ground dam, diagnostic parameter, Bayesian method, a priori probability, reliability.