



**Некоммерческое партнерство
«НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКИЙ СОВЕТ
Единой энергетической системы»**

109044 г.Москва, Воронцовский пер., дом 2
Тел. (495) 912-1078, 912-5799, факс (495) 632-7285
E-mail: dtv@nts-ees.ru, <http://www.nts-ees.ru/>
ИНН 7717150757

УТВЕРЖДАЮ:

Президент НП «НТС ЕЭС»,
д.т.н., профессор

Н.Д. Рогалёв

«30» октября 2019 г.

ПРОТОКОЛ

заседания секции «Гидроэлектростанции и гидротехнические сооружения»
НП «НТС ЕЭС» на тему:

**Рассмотрение результатов технологического и ценового аудита
по объекту Барсучковская малая ГЭС**

30 октября 2019 года

г. Москва

Присутствовали:

Члены секции «Гидроэлектростанции и гидротехнические сооружения»,
представители АО «Институт Гидропроект», ЗАО «ЭФ-ТЭК».

С докладом по проектным решениям, принятым институтом Гидропроект в
ходе разработки проектной документации Барсучковской МГЭС выступила
главный инженер проекта Трофимова Ольга Николаевна.

Ниже изложены основные положения доклада.

Площадка строительства Барсучковской малой ГЭС (МГЭС) расположена в
Кочубеевском районе Ставропольского края в 2-х км северо-восточнее
г. Невинномысска. МГЭС предназначена для энергетического использования
части стока, поступающего в выравнивающее водохранилище ГЭС-4 Каскада
Кубанских ГЭС и не востребованного Невинномысской ГРЭС (НГРЭС). В
настоящее время излишки воды сбрасываются в р. Барсучки 2-е через аварийный
водосброс выравнивающего водохранилища.

В 2014 году Барсучковская МГЭС прошла конкурсный отбор, в результате
которого был заключён Договор о предоставлении мощности квалифицированных
генерирующих объектов, функционирующих на основе использования
возобновляемых источников энергии (ДПМ ВИЭ) на условиях предусмотренных
Постановлением Правительства РФ от 28 мая 2013 г. № 449 [1]. При этом
установленная мощность малой ГЭС должна быть не менее 5,04 МВт, а
коэффициент использования установленной мощности не менее 0,38.

Проектная документация (ПД) по Барсучковской МГЭС разработана АО «Институт Гидропроект» в 2018 г. на основе ранее выполненного АО «Трест Гидромонтаж» обоснования выбора площадки строительства, количества и типа гидроагрегатов.

Комплекс сооружений МГЭС размещается на площадке ограниченной правым откосом канала, по которому вода из выравнивающего водохранилища ГЭС №4 ККГЭС подаётся для технического водоснабжения НГРЭС, опорами ВЛ-110 и 330 кВ, лотком аварийного водосброса выравнивающего водохранилища ГЭС №4 и ямой размыва в нижнем бьефе водосброса.

Особенностью проектирования Барсучковской малой ГЭС помимо небольшой по размерам площадки строительства (~180x180 м), явилась необходимость учёта режимов работы существующих водопользователей: ГЭС-4 Каскада Кубанских ГЭС и Невинномысской ГРЭС.

Для создания напора на ГЭС используется перепад между уровнем воды в канале, подводящем воду к НГРЭС и уровнем воды в реке Барсучки 2-е в нижнем бьефе аварийного водосброса. Статический напор, исходя из имеющихся условий, составляет 12,4-15,65 метров. Расчётный расход – 48 м³/с.

Участок строительства расположен в пределах долины р. Барсучки 2-е. В геологическом строении участка до глубины 37 м принимают участие (сверху вниз):

- техногенные насыпные грунты (tQIV) (щебень, галька, песок, в основном глина из выемок при строительстве канала к НГРЭС), мощностью до 2,5 м;
- делювиальные отложения верхнечетвертичного возраста (dQIII) (глина от полутвердой до тугопластичной консистенции с отдельными линзами мягко- и текучепластичных грунтов имеющих незакономерное распространение, мощностью 6-14,5 м);
- элювиальные образования майкопской серии верхнего палеогена (e(P3mk)) (глина полутвердая, слоистая, сильно трещиноватая, мощностью 1-3 м);
- отложения майкопской серии верхнего палеогена (P3mk) (глина тяжелая, твердая, слоистая, аргиллитоподобная, слабо трещиноватая).

Все естественные грунты являются набухающими.

По содержанию сульфатов и хлоридов делювиальные и элювиальные грунты являются сильно агрессивными к бетону марки по водонепроницаемости ниже W8.

По результатам микросейсморайонирования уровень проектного землетрясения для здания ГЭС и водоприемника для дневной (свободной) поверхности составляет VIII баллов, максимальное расчётное землетрясение (МРЗ) – IX баллов, а на уровне подошвы здания ГЭС -VII баллов и МРЗ – VIII баллов по шкале MSK-64.

С учётом результатов дополнительных инженерных изысканий в проектной документации рассмотрены два варианта компоновки основных сооружений:

- вариант строительства здания ГЭС в открытом котловане;
- вариант, в котором наиболее заглублённая агрегатная часть здания ГЭС возводится способом опускного колодца, а отводящий тракт выполняется, также без устройства котлована, в виде трёх напорных туннелей.

По результатам технико-экономического сравнения к реализации принят вариант строительства здания ГЭС в открытом котловане под защитой «целиков» как со стороны канала к НГРЭС, так и со стороны ямы размыва аварийного водосброса. Целики разбираются из-под воды на завершающей стадии строительства при полной готовности бетонных сооружений.

Основные гидротехнические сооружения Барсучковской малой ГЭС: подводящий канал, водоприёмник, напорный водовод, здание ГЭС, отводящий канал.

Подводящий канал расположен по правому берегу существующего канала к Невинномысской ГРЭС на расстоянии 145 м от выравнивающего водохранилища ГЭС 4 Каскада Кубанских ГЭС. Канал проходит в основном в выемке. Длина канала - 38 м, ширина по дну - 16,0 м, глубина - 5,1 м, заложение откосов - 1:2,5. Крепление откосов подводящего канала выполняется отсыпкой в воду камня диаметром от 130 до 330 мм. Сопряжение с водоприёмником выполнено в виде ковша - монолитной железобетонной конструкцией докового типа.

Водоприёмник представляет собой монолитную железобетонную рамную конструкцию. Водозaborные отверстия водоприёмника размером 2,8x2,8 м перекрываются аварийно-ремонтными затворами, с индивидуальным канатным механизмом грузоподъёмностью 20 т. Перед водозaborными отверстиями устанавливаются сороудерживающие решётки. Для предотвращения обмерзания сороудерживающие решётки загублены ниже минимального уровня НБ на 80 см. В пазы решётки при необходимости могут устанавливаться ремонтные затворы. Очистка решёток и водного пространства перед решётками осуществляется плоскочелюстным электрогидравлическим грейфером. Маневрирование грейфером, ремонтными затворами и сороудерживающими решётками осуществляется при помощи козлового электрического крана грузоподъёмностью 10 т.

Напорный водовод объединяет три турбинных водовода квадратного сечения с размерами 2,8X2,8 м (В×Н) каждый и представляет собой железобетонную конструкцию, разделённую деформационным швом на две секции. Турбинные водоводы рассчитаны на внутренний напор с учётом гидравлического удара, равным 24,7 м. Внутренняя поверхность водоводов по условиям исключения фильтрации облицовывается металлом.

Здание МГЭС возводится в выемке слева от аварийного водосброса. Габариты гидротехнической подземной части здания ГЭС определены параметрами гидросилового, электротехнического и механического оборудования. Подземная часть здания ГЭС представляет собой пространственную монолитную железобетонную конструкцию, выполненную единым блоком без деформационно-осадочных швов, размером в плане 28x42 м.

В машинном зале размещаются 3 горизонтальных поворотно-лопастных гидроагрегата с номинальной мощностью 1,75 МВт каждый.

Работа гидросилового оборудования предусмотрена без постоянного присутствия эксплуатационного персонала.

Верхнее строение здания ГЭС состоит из машинного зала и блока служебно-производственных помещений (БСПП).

Отводящий канал длиной 20 м и шириной по дну 16 м отводит воду от здания ГЭС в яму размыва аварийного водосброса. В состав отводящего канала входят железобетонный лоток и рисберма. Крепление рисбермы предусматривается отсыпкой камня диаметром 160...500 мм.

На станционной площадке располагаются силовой трансформатор, открытое распределительное устройство 35кВ, дизельная станция, очистные сооружения системы производственной канализации и дождевых стоков, очистные хозяйствственно-бытовых стоков.

Для защиты железобетонных конструкций от агрессивного воздействия грунтовой воды: фундаментная часть массивной (подземной) части здания ГЭС, ковша подводящего канала и водоприёмника выполняется из бетона марки по водопроницаемости W8 на сульфатостойком цементе.

Для обоснования надёжности конструкций гидротехнических сооружений, в составе проекта, выполнены расчёты прочности и устойчивости при эксплуатационном (основном), строительном, ремонтном и особых (сейсмическое воздействие уровня ПЗ, МРЗ) сочетаниях нагрузок в объёмной постановке.

Гидравлическое обоснование сооружений Барсучковской малой ГЭС выполнялось с использованием методов математического моделирования. По результатам расчётов определены оптимальные гидравлические условия для сооружений (положение оси основных сооружений МГЭС, ширина подводящего канала, отметка дна отводящего канала, скорости в подводящем и отводящем каналах), выполнена оценка размывов в существующем канале Невинномысской ГРЭС и яме размыва аварийного водосброса, сформированы рекомендации по режимам работы малой ГЭС.

Наиболее неблагоприятные гидравлические условия в существующем канале Невинномысской ГРЭС возникают, при работе малой ГЭС на полную мощность и забором на ГРЭС максимального расхода. В этом случае расход по начальному участку канала составит $88 \text{ м}^3/\text{с}$, а скорости течения достигают 1,4-1,5 м/с при уровне воды 335,00 м.

В отводящем канале ГЭС, устанавливается спокойный режим течения во всем диапазоне эксплуатационных расходов. Максимальные скорости течения у dna в зоне откосов отводящего канала на участке каменного крепления не превышают 1,7 м/с.

Согласно проведённым исследованиям при совместном пропуске расходов через МГЭС и аварийный водосброс с распределением общего сбросного расхода интенсивность размыва уменьшается, т.е. работа МГЭС оказывается положительно на деформационных процессах в нижнем бьефе гидроузла.

Проектная документация и результаты инженерных изысканий по Барсучковской малой ГЭС получили положительное заключение АУ СК «Государственная экспертиза в сфере строительства» № 26-1-1-3-005520-2018 от 23.11.2018 г., сметная документация - №26-1-0174-18 от 28 декабря 2018.

Основные объёмы работ по гидроузлу согласно проектной документации составляют:

- выемка грунта	тыс.м ³	111,3
- насыпь грунта	тыс.м ³	38,4
- насыпь крупного камня	тыс.м ³	6,8
- укладка монолитного ж/бетона	тыс.м ³	15,8
- монтаж арматуры	т	744
- монтаж металлоконструкций и механизмов	т	812
- монтаж гидросилового оборудования	т	198
- монтаж электротехнического оборудования	т	63

Сметная стоимость строительства Барсучковской малой ГЭС - **1,53 млрд. руб.** в текущих ценах на 4 кв. 2018 года.

Водохозяйственные и водоэнергетические расчёты малой ГЭС выполнены на основе анализа фактических данных о расходах воды, сбрасываемой ГЭС-4 в выравнивающее водохранилище, заборе воды на НГРЭС и холостых сбросах из выравнивающего водохранилища ГЭС-4 за 25 летний период с 1992 по 2016 г.г. с учётом внутримесячной неравномерности располагаемых водных ресурсов. Располагаемые водные ресурсы для расчетов определялись как разница между расходами, поступающими в выравнивающее водохранилище через ГЭС-4 и расходами, забираемыми на нужды НГРЭС. По результатам расчетов отмечено, что существующий режим работы ГЭС-4 в графике нагрузки и неравномерный забор воды в канал НГРЭС оказывают существенное влияние на величину многолетней выработки электроэнергии Барсучковской малой ГЭС. Для минимизации холостых сбросов и обеспечения проектной величины выработки электроэнергии МГЭС графики выдачи мощности ГЭС-4 и Барсучковской малой ГЭС должны быть синхронизированы.

Ниже приведены основные показатели Барсучковской малой ГЭС:

Установленная мощность	МВт	5,25
Количество агрегатов	шт	3
Расчётный расход ГЭС	м ³ /с	48
Расчётный напор	м	12,66
Годовая выработка электроэнергии	млн.кВт*ч	24,7/24,0*
Число часов использования установленной мощности	часы	4685/4570*
Коэффициент использования установленной мощности	-	0,54/ 0,52 *
Удельные капиталовложения: -на 1 кВт установленной мощности	тыс.руб./кВт	291

Срок окупаемости недисконтированный лет 8
Срок окупаемости дисконтированный лет 26

* в знаменателе – с учётом влияния внутримесячной неравномерности располагаемых водных ресурсов.

По завершении презентации докладчиком были сделаны следующие выводы:

1. Проектная документация по Барсучковской малой ГЭС разработана с учетом:

-топографических, геологических, гидрологических и экологических
условия участка строительства;

- работы малой ГЭС в условиях сложившихся водопользователей, эксплуатация которых регулируется соответствующими правилами и инструкциями;

- градостроительного кодекса Российской Федерации, действующей нормативной документацией.

2. Гидротехнические сооружения Барсучковской малой ГЭС в соответствии с СП 58.13330.2012 «Гидротехнические сооружения. Основные положения» запроектированы таким образом, чтобы расчётное условие недопущения наступления предельных состояний соблюдалось на всех этапах строительства и эксплуатации в течении расчётного срока их службы (50 лет).

3. Особенностью режима работы Барсучковской МГЭС будет являться его полная зависимость от работы вышележащей ГЭС-4 Каскада Кубанских ГЭС, а также от потребности в обеспечении водой Невинномысской ГРЭС.

В продолжение заседания, с докладом о результатах проведенного технологического и ценового аудита выступил Заместитель технического директора ООО «ЭФ-ТЭК» **Александров Анатолий Сергеевич**.

Члены секции были ознакомлены с составом технологического и ценового аудита, а также с основными замечаниями и выводами.

В частности, касательно гидротехнических решений аудитором были сделаны следующие предложения:

1. Рассмотреть технические решения по снижению скорости потока в отводящем канале с целью исключения возможности размывов основания понура.

2. Выполнить обоснование по применению каменного наброса на отводящем канале, в том числе подготовки основания. Аудитор не исключает возникновения эжектирующего эффекта выноса мелкодисперсных частиц, слагающих основание канала, в частности слой dQ3 (см. том 2018- KP1).

3. Рассмотреть технические решения по предотвращению наносов, ввиду большой концентрации твердого стока.

4. Рассмотреть технические решения по укреплению склона на котором размещаются напорные водоводы.

По каждому из пунктов проектной организацией был дан аргументированный ответ о рассмотрении в процессе проектирования указанных предложений и о полученных результатах.

По принятым в проекте архитектурно-строительным решениям, решениям по отоплению, вентиляции, кондиционированию воздуха, а также по системам

водоснабжения и водоотведения, аудитором был сделан вывод, что все они соответствуют действующим стандартам, нормам и правилам РФ и отвечают современным требованиям в области энергетического строительства.

Проектные решения по организации строительства Барсучковской МГЭС, по мнению аудитора, являются типовыми в области гидротехнического строительства и отвечают современному уровню развития технологий. Общий срок строительства МГЭС составляет 10 месяцев, что достаточно для выполнения всего комплекса работ.

В заключение доклада аудитором были сделаны следующий вывод:

Технологический и ценовой аудит представленной документации показал, что принятые в Проектной документации технические и технологические решения являются достаточно обоснованными и подлежат дальнейшему уточнению на последующих стадиях проектирования (разработка рабочей документации) и строительства.

Аудитор рекомендует инвестиционный проект к дальнейшей реализации.

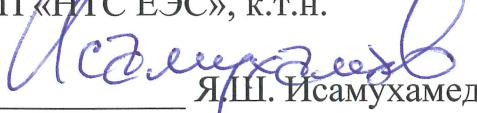
По окончании докладов состоялось их обсуждение, по итогам которого секция «Гидроэлектростанции и гидротехнические сооружения» приняла решение:

1. Одобрить принятые в Проектной документации технические и технологические решения по строительству Барсучковской малой ГЭС, выполненные АО «Институт Гидропроект».
2. Поддержать решение ООО «ЭФ-ТЭК», выполнившего технологический и ценовой аудит по объекту Барсучковская малая ГЭС, что принятые в Проектной документации технические и технологические решения являются достаточно обоснованными, и, что аудитор рекомендует инвестиционный проект к дальнейшей реализации.

Первый заместитель Председателя
Научно-технической коллегии
НП «НТС ЕЭС», д.т.н., профессор


V.B. Молодюк

Учёный секретарь
Научно-технической коллегии
НП «НТС ЕЭС», к.т.н.


Я.Ш. Исамухамедов

Председатель секции
«Гидроэлектростанции и
гидротехнические сооружения»
НП «НТС ЕЭС», к.т.н.


С.Я. Лашенов

Ученый секретарь секции
«Гидроэлектростанции и
гидротехнические сооружения»
НП «НТС ЕЭС»


М.Ю. Гущин