

**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](mailto:dtv@nts-ees.ru), <http://www.nts-ees.ru/>

**Утверждаю:**

Председатель НП «НТС ЕЭС»

член-корр. РАН, профессор, д.т.н.

А.Ф. Дьяков

*Б.Д.* 06.03.2014

**ПРОТОКОЛ**  
заседания секции «Гидроэлектростанции и гидротехнические сооружения»  
НП «НТС ЕЭС».

по рассмотрению результатов технологического и ценового аудита проектной документации для строительства Канкунской ГЭС

**04 марта 2014 г.**

**№ 1**

**г. Москва**

**Присутствовали:**

Члены секции НП «НТС ЕЭС», представители ЗАО «Гипробум-Пеуру», «Южно-Якутский ГЭК» и ОАО «Ленгидропроект»; эксперт Лапин Г.Г.

На заседании секции был заслушан доклад директора по энергетике ЗАО «Гипробум-Пеуру» Нохова Л.Г. «Результаты технологического и ценового аудита проектной документации для строительства Канкунской ГЭС».

Аудит выполнен, по заказу ОАО «Южно-Якутский ГЭК» в соответствии с Постановлением Правительства РФ от 30 апреля 2013 г. № 382 “О проведении публичного технологического и ценового аудита крупных инвестиционных проектов с государственным участием и о внесении изменений в некоторые акты Правительства Российской Федерации”, решением Совета директоров ОАО «РусГидро», (протокол №184 от 15.07.2013), Договором №ЮЯГЭК-341Д от 28.11.2013.

Аудит проведен по инвестиционному проекту «Разработка проектной документации для строительства Канкунской гидроэлектростанцией», Генеральный проектировщик - ОАО «Ленгидропроект».

**1 Основные положения проекта**

Площадка Канкунского гидроузла располагается на р. Тимптон, в Алданском и Нерюнгринском районах Республики Саха (Якутия), с экстремальными климатическими условиями района строительства, его удаленностью от значимых

инфраструктурных и экономических центров.

Район строительства плотины характеризуется резко континентальными климатическими условиями с продолжительной, холодной зимой и сравнительно теплым, но коротким летом. Среднегодовая температура воздуха составляет минус 10,1 °С. Самый холодный месяц январь со средней температурой минус 33 °С, а самый теплый месяц года – июль со средней температурой 16 °С.

Основание на выбранной площадке для Канкунской ГЭС сложено в основном метаморфизованными породами - гнейсами, с прослойками биотит-амфиболитовых сланцев. Среди интрузивных образований, слагающих небольшие массивы, граниты и гранито-гнейсы.

Район строительства характеризуется наличием вечномёрзлых пород с температурами от -1 °С до -4 °С. Мощность мёрзлых пород составляет до 100 м в пределах поймы и до 300 м в скальных бортах.

Канкунская ГЭС представляет собой гидроузел с водохранилищем общим объемом 16,0 км<sup>3</sup> отметка НПУ – 596,0 м над уровнем моря, максимальный напор – 198 м.

#### Основные параметры гидроузла:

Наименование показателя	Ед. изм.	Значение показателя
Нормальный подпорный уровень (НПУ)	м	596,00
Уровень мертвого объёма (УМО)	м	566,00
Объёмы водохранилища: - при НПУ - при УМО	км <sup>3</sup>	15,958 9,854
Площади водохранилища : - при НПУ - при ФПУ (598,10 м)	км <sup>2</sup>	244,6 250,30
Максимальные приточные среднесуточные расчетные расходы дождевых паводков вероятностью превышения: - 0,01% с гарантийной поправкой - 0,1% - 0,2% - 0,5% - 1,0%	м <sup>3</sup> /с	18 600 12 300 11 300 9 820 8 820
Полная пропускная способность ГЭС (четыре агрегата)	м <sup>3</sup> /с	627

Наименование показателя	Ед. изм.	Значение показателя
Максимальные сбросные расходы воды вероятностью превышения: - 0,01 % с гарантийной поправкой - 0,1 % - 0,2 % - 0,5 % - 1,0 %	м <sup>3</sup> /с	13 630 12 930 11 085 9 820 8 820
Напоры (нетто): - максимальный рабочий - минимальный - расчетный по мощности	м	198,0 166,0 177,0
Мощности: - установленная (4 гидроагрегата) - гарантированная зимняя обеспеченностью 93%	МВт	1 000 470
Среднемноголетняя выработка электроэнергии	млрд. кВт·ч	4,86
Основные сооружения гидроузла		
Гравитационная плотина с расширенными швами Отметка гребня плотины Длина по гребню Максимальная высота Ширина по гребню (максимальная)	м	603,00 990,0 228,0 35,8
Водосбросные сооружения в составе гидроузла		
1. Водосбросная плотина в русле реки: Количество водосбросных отверстий Пропускная способность при НПУ 596,00 м Пропускная способность при ФПУ 598,10 м	шт. м <sup>3</sup> /с м <sup>3</sup> /с	10 9060,0 9250,0
2. Правобережный береговой водосброс Количество водосбросных отверстий Пропускная способность при НПУ 596,00 м Пропускная способность при ФПУ 598,10 м	шт. м <sup>3</sup> /с м <sup>3</sup> /с	4 3870 4380
Открытое здание ГЭС на левом берегу		
Количество гидроагрегатов Тип турбины	шт.	4 РО 200-В-455
Максимальная мощность турбины при напоре: - максимальном - минимальном	МВт	257,7 235,0

Пропуск расчетных расходов в строительный и эксплуатационный периоды выполнен в соответствии с требованиями СНиП 33-01-2003 «Гидротехнические сооружения. Основные положения».

Канкунская ГЭС предназначена для обеспечения электроэнергией потребителей энергосистемы Якутии и ОЭС Востока в Дальневосточном регионе и оказания других системных услуг: регулирование активной и реактивной мощности, частоты и автоматическое противоаварийное регулирование.

Канкунская ГЭС имеет основания рассматриваться как пионерный инфраструктурный объект государственного масштаба для экономического развития крупного региона Дальнего Востока.

## **2 Основные замечания и предложения ЗАО «Гипробум-Пеуру» (далее Консультант) по оптимизации проекта**

### **2.1 По выбору типа плотины**

Выбранный тип пустотелой гравитационной бетонной плотины требует больших трудозатрат в связи с большой площадью бетонной части. В наше время плотины такого типа редко являются конкурентоспособным вариантом для обычных условий строительства.

Учитывая, что технология использования укатанного бетона сейчас развита до такой степени, что стала практически и экономически эффективным альтернативным вариантом, следует повторно оценить возможные преимущества бетонной плотины из укатанного бетона. В этом контексте следует рассмотреть проект ГЭС Суситна (Susitna) на Аляске, в котором плотина из укатанного бетона принимается в качестве возможного варианта.

### **2.2 Каменно-набросные плотины**

Каменно-набросные плотины с бетонным экраном высотой 200 и более метров были успешно построены на территориях со сложными климатическими условиями. Поэтому рекомендуется повторно оценить возможность использования плотины такого типа, учитывая такие ее преимущества, как более короткий срок и меньшая стоимость строительства, а также более полное использование строительных материалов, имеющихся на площадке. Вариант каменно-набросной плотины с бетонным экраном, рассматриваемый в проектной документации, имеет объем меньше на 38%, что оказывает большое влияние на сроки и стоимость проекта.

### **2.3 По пропуску расходов**

Пропускная способность строительного водосброса 1 на отметке 410 м, встроенного в тело плотины, считается достаточно высокой в сравнении с принятой международной практикой проектирования, особенно с учетом, что этот

водосброс рассчитан на эксплуатацию только на протяжении около года в период строительства. Рекомендуется оценить необходимость строительного водосброса 1, учитывая, что в указанный период также имеется строительный туннель.

Пропускная способность строительного водосброса 2 на отметке 472 м, встроенного в тело плотины, также считается достаточно высокой в сравнении с принятой международной практикой проектирования, особенно с учетом, что этот водосброс рассчитан на эксплуатацию только на протяжении трех лет во время строительства. Рекомендуется повторно проверить возможность уменьшения его пропускной способности и, следовательно, количества каналов, при обеспечении безопасности в период временной эксплуатации сроком примерно 3 года.

Рекомендуется рассмотреть возможность встраивания строительного водосброса 2 в конструкции эксплуатационного водосброса, что позволит сократить число водосбросов на отметке 544 м.

#### 2.4 По определению расчетной сейсмичности

Период повторяемости 100 лет, использованный при расчете проектного землетрясения меньше периода 145 лет, который обычно рекомендуется в международных руководствах по проектированию для расчетного землетрясения при эксплуатации.

#### 2.5 По использованию оборудования дробильной установки

Коэффициент использования оборудования на дробильной установке при производстве бетона составляет 0,46. Это достаточно низкий коэффициент в сравнении с международной практикой проектирования, при которой коэффициент использования оборудования принимается в диапазоне от 0,65 до 0,70.

#### 2.6 По стоимости строительства

Прямые затраты на строительство оценены в проекте в размере 233,8 млрд.руб. (в ценах на 1-й квартал 2013 г., что соответствует 7,31 млрд. долл. США с учетом НДС, по курсу рубля к доллару 32:1).

Для сравнения Консультант оценил затраты на базе международного уровня цен. По оценкам Консультанта стоимость строительства составит около 7,85 млрд. долл.США (прямые затраты, включая НДС). Таким образом, полученные оценки прямых затрат на строительство имеют один и тот же порядок. Затраты на монолитный бетон для плотины и затраты на устройство основания оказывают очень большое влияние на уровень общих затрат по проекту. Поэтому рекомендуется провести подробное изучение формирования этих затрат, в том числе и влияния суровых климатических условий и удаленности площадки. В отношении бюджета Заказчика необходимо также учитывать и косвенные издержки. По оценкам Консультанта, совокупный бюджет Заказчика

должен составлять порядка 9 млрд.долл.США.

## 2.7 Финансово-экономическая оценка инвестиционного проекта

Консультантом был выполнен экономический анализ. По результатам выполненного экономического анализа стоимость производства электроэнергии составляет около 0,30 долл.США/кВтч (что эквивалентно около 9,6 руб/кВтч). Расчет в целом подтверждает расчеты, выполненные в проектной документации.

## 2.8 Выявление основных рисков

Консультант выявил основные риски для проекта Канкунской ГЭС. Если такие риски материализуются, в большинстве случаев это повлечет рост затрат по проекту. Выполнение бетонных работ принято в качестве основного риска в период строительства, так как отклонение от проекта может повлечь за собой удлинение периода строительства, возрастание затрат и плохое качество. Основные рыночные риски возникают в случае неожиданно низкого спроса на электроэнергию, выработанную на Канкунской ГЭС.

**3 Ответы на замечания Консультанта** доложил первый заместитель генерального директора ОАО «Южно-Якутский ГЭК» Попов Д.Б.

### 3. 1 По выбору типа плотины

При выборе типа плотины Генпроектировщиком рассмотрены различные варианты компоновок с грунтовыми и бетонными плотинами, проведено их компонентное сопоставление, включая затраты на материалы и стоимость строительства.

Плотина из укатанного бетона не рассматривалась, поскольку в суровых климатических условиях района строительства Канкунской ГЭС использование технологии укатанного бетона потребует введения дополнительных противоморозных добавок, а также проведение дополнительных мероприятий по уходу и обеспечению температурно-влажностного режима укатанного бетона в зимний период, что не приведет к значительному сокращению сроков и стоимости строительства.

Вывод о предпочтении бетонной массивно - гравитационной плотины для условий Канкунского гидроузла сделан на основе соображений надежности крупного энергетического объекта длительной эксплуатации в суровых климатических условиях. Этот вариант основного сооружения объекта имеет также весьма важные преимущества и по организации строительства и производству работ.

### 3.2 Каменно-набросные плотины

Самой главной задачей при выборе плотины из грунтовых материалов была задача проектирования противофильтрационного элемента из негрунтового материала, ввиду отсутствия необходимых объемов связных и песчано-гравийных грунтов в районе строительства.

Анализ сопоставленных вариантов не выявил явных преимуществ какого-либо типа грунтовой плотины. Следует отметить отсутствие аналогов строительства столь высоких плотин из грунтовых материалов с асфальтобетонной диафрагмой в столь жестких климатических условиях.

Представители мирового лидера в области проектирования и строительства гидротехнических сооружений в районах суровых климатических условий и вечной мерзлоты - фирмы «SNC – Lavalin inc.» (Канада) - также подтвердили отсутствие на данное время в мировой практике опыта возведения столь высоких грунтовых плотин с асфальтобетонной диафрагмой или ж/б экраном, какой является плотина Канкунской ГЭС, в столь экстремальных климатических условиях, какими являются природные условия створа Канкунской ГЭС. Основываясь на опыте строительства гидроузлов на севере Канады, ими была высказана позиция в поддержку предложенного ОАО «Ленгидропроект» варианта Канкунского гидроузла с бетонной плотиной.

По результатам многофакторного сопоставления вариантов компоновок сооружений гидроузла с бетонной плотиной и плотиной из грунтовых материалов с комбинированными противофильтрационными устройствами, с учетом того, что в настоящее время в мире отсутствует опыт проектирования в суровых климатических условиях высоких грунтовых плотин с негрунтовыми противофильтрационными элементами на основании из вечномёрзлых грунтов и высоким уровнем сейсмичности.

Вопрос о варианте грунтовой плотины рассматривался неоднократно на НТС РусГидро и решением Бюро научно-технического совета ОАО «РусГидро» был одобрен в качестве основного варианта для дальнейшего проектирования вариант с бетонной массивно-гравитационной плотиной.

### 3.2 По оценке расчетной сейсмичности

$I_{100}^{ПЗ}$  и  $I_{145}^{ПЗ}$  различаются не более, чем на 0.1 балла, что меньше точности оценки сейсмической опасности для мало изученной в сейсмическом отношении территории Южной Якутии. При использовании при расчетах значений интенсивности в целочисленных баллах они будут идентичными. Поэтому указанное замечание является чисто формальным. (Полностью ответы начальника отдела сейсмической безопасности д.г.-м.н. Строма А.Л. на замечания Консультанта приложены к данному протоколу).

### 3.3 По пропуску расходов

Пропускная способность водосбросных отверстий (туннелей, водосбросов I-го, II-го ярусов, эксплуатационных отверстий) подтверждена выполненными гидравлическими исследованиями в лабораторных условиях. Принятая схема пропуска расчетных расходов не вызывала сомнений и замечаний при прохождении государственной экспертизы проектной документации.

На стадии «рабочая документация» для оптимизации принятых решений проектной стадии, будут проведены более детальные уточняющие расчеты и гидравлические исследования водосбросов с построением фрагментарных крупномасштабных моделей.

Район строительства Канкунской ГЭС не относится к району циклонической деятельности, поэтому пропуск вероятного максимального паводка (PMF) при определении параметров сооружений гидроузла учитывать не нужно.

*(Полностью ответы ОАО «Ленгидропроект» на замечания Консультанта приложены к данному протоколу).*

### 3.4 По оценке расчетной сейсмичности.

$I_{100}^{ПЗ}$  и  $I_{145}^{ПЗ}$  различаются не более, чем на 0,1 балла, что меньше точности оценки сейсмической опасности для мало изученной в сейсмическом отношении территории Южной Якутии. При использовании при расчетах значений интенсивности в целочисленных баллах они будут идентичными. Поэтому указанное замечание является чисто формальным (Полностью ответы начальника отдела сейсмической безопасности д.г.-м.н. Строма А.Л. на замечания Консультанта приложены к данному протоколу).

### 3.5 По использованию оборудования дробильной установки

При расчетной минимальной производительности дробильной установки 780 тонн/ч коэффициент использования мощностей составит 0,75. Учитывая запланированную производительность установки в размере 1000 тонн/ч, для удовлетворения спроса достаточно обеспечить коэффициент использования мощности около 0,59.

### 3.6 По стоимости строительства

Затраты на монолитный бетон для плотины и затраты на устройство основания учтены в общих затратах по проекту, в том числе и влияние сировых климатических условий и удаленности площадки. На стадии разработки рабочей документации указанные затраты будут уточнены.

Сметная стоимость строительства Канкунской ГЭС с учетом косвенных издержек составляет 278,35 млрд.руб. в ценах I квартала 2013г. (8,7 млрд. долл. США), достоверность которой подтверждена заключением государственной

экспертизы. По оценкам Консультанта, совокупный бюджет Заказчика должен составлять **8,98 млрд. долл. США**. Расчет Консультанта в целом подтверждает расчеты, выполненные в составе проектной документации, оценка общих затрат одно и того же порядка.

### 3.7 Финансово-экономическая оценка инвестиционного проекта

Расчеты Консультанта по финансово-экономической оценке инвестиционного проекта подтверждают расчеты, выполненные в проекте.

### 3.8 Выявление основных рисков

В проектной документации выявлены и количественно оценены основные риски по финансированию, строительству, эксплуатации строительства Канкунской ГЭС. Идентификация рисков является дальнейшим этапом процесса управления рисками по проекту.

**4 Экспертное заключение по результатам выполненного аудита** (Эксперт - Лапин Г.Г.. главный редактор журнала «Гидротехническое строительство»).

Эксперт констатировал, что Консультант подтвердил полноту и достаточность выполненных инженерных изысканий, научных исследований, правильность принятых проектных решений, достоверность определения объёмов работ и затрат на строительство Канкунской ГЭС.

Эксперт согласился с предложениями Консультанта, что:

- следует оценить возможности государственного и/или частного софинансирования и наладить систему управления рисками при строительстве Канкунской ГЭС;

- выбранная гравитационная плотина с расширенными швами нетехнологична, требует больших трудозатрат и более длительного срока строительства, чем приведено в проектной документации;

- массивно-гравитационная плотина из укатанного бетона может быть предпочтительнее по сравнению с гравитационной плотиной с расширенными швами. Эксперт предлагает рекомендовать инвесторам и заказчику-застройщику в случае принятия решения о строительстве Канкунской ГЭС в рамках актуализации проектной документации разработать вариант с массивно-гравитационной плотиной из укатанного бетона;

- для варианта с массивно-гравитационной плотиной из укатанного бетона можно вообще отказаться от эксплуатационного водосброса с отм. порога 544,0 и сделать водосбросы 2 яруса строительно-эксплуатационными. Он рекомендовал при актуализации проектной документации Канкунской ГЭС рассмотреть вариант со строительно-эксплуатационным водосбросом на отм. 472,0, отказавшись от эксплуатационного водосброса на отм 544,0.

## **Эксперт не согласился с предложениями Консультанта:**

- что необходимо повторно рассматривать вариант с каменнонабросной плотиной с железобетонным экраном;
- что пропускная способность водосбросов 1 и 2-го ярусов завышена;
- что можно отказаться от водосброса 1 яруса.

*(Экспертное заключение Латина Г.Г. прилагается к данному протоколу).*

## **Решение секции гидроэлектростанций и гидротехнических сооружений НП «НТС ЕЭС»**

Рассмотрев и обсудив результаты публичного технологического и ценового аудита проектно-сметной документации для строительства Канкунской ГЭС, заслушав экспертное заключение секция НП «НТС ЕЭС» отмечает:

1 Проектная документация по Канкунской ГЭС соответствует нормативным документам Российской Федерации в области проектирования и строительства гидроэнергетических сооружений.

2 Проектная документация Канкунской ГЭС прошла государственную экспертизу. Получены положительные заключения государственной экспертизы на техническую и сметную части проектной документации объектов производственного и непроизводственного назначения.

3 Консультанты ЗАО «Гипробум-Пеуру» подтвердили полноту и достаточность выполненных инженерных изысканий, научных исследований, правильность принятых проектных решений и достоверность определения затрат на строительство Канкунской ГЭС.

По расчётам ОАО «Ленгидропроект» прямые затраты на строительство, включая НДС, составляют 233,8 млрд. руб. в ценах первого квартала 2013 г., что соответствует 7,31 млрд. USD (при курсе 1 доллар равен 32 руб.). По расчётом Консультанта, выполненным в международных ценах, эти затраты составляют 7,85 млрд. USD. Учитывая различие методик определения затрат, применение Консультантом укрупнённых единичных расценок, можно считать, что расхождение в стоимости находится в пределах точности счёта и что Консультант таким образом подтвердил стоимость прямых затрат на строительство Канкунской ГЭС.

Сметная стоимость строительства Канкунской ГЭС с учетом косвенных издержек составляет 278,35 млрд.руб. в ценах I квартала 2013г. (8,7 млрд. долл. США), достоверность которой подтверждена заключением государственной экспертизы. По оценкам Консультанта, совокупный бюджет Заказчика должен составлять **8,98 млрд. долл. США**. Расчет Консультанта в целом подтверждает расчеты, выполненные в составе проектной документации, оценка общих затрат одно и того же порядка.

Наряду с этим, Консультанты ЗАО «Гипробум-Пеуру» дали ряд предложений, которые были рассмотрены Заказчиком, Ленгидропроектом и экспертами.

**Секция НП «НТС ЕЭС» решила:**

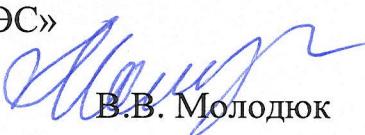
1. Констатировать что Консультант подтвердил полноту и достаточность проектной документации на строительство Канкунской ГЭС, разработанной ОАО «Ленгидропроект».
2. Заключение о публичном и ценовом аудите проекта строительства Канкунской гидроэлектростанции в целом считать положительным.
3. Согласиться с предложениями Консультанта и рекомендовать на стадии разработки рабочей документации

-дополнительно провести сопоставительный анализ вариантов строительства массивно-гравитационной плотины из укатанного бетона и гравитационной плотины с расширенными швами из монолитного бетона.

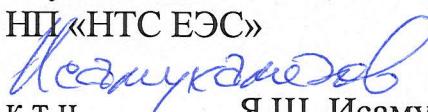
- при наличии приоритетности варианта строительства плотины из укатанного бетона рассмотреть возможность отказа от эксплуатационного водосброса на отм. 544,0, спроектировав временный водосброс 2 яруса на отм. 472,0 как строительно-эксплуатационный.

3. Рекомендовать включить строительство Канкунской ГЭС в инвестиционную программу ОАО «РусГидро» и Государственную программу социально-экономического развития Дальнего Востока и Байкальского региона

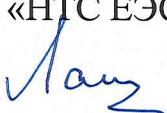
Заместитель председателя  
Научно-технической коллегии  
НП «НТС ЕЭС»

д.т.н. проф.  В.В. Молодюк

Учёный секретарь  
Научно-технической коллегии  
НП «НТС ЕЭС»

 Я.Ш. Исамухамедов

Председатель секции  
«Гидроэлектростанции и  
гидротехнические сооружения»  
НП «НТС ЕЭС»

 к.т.н. С.Я. Лащенов

Секретарь секции  
«Гидроэлектростанции и  
гидротехнические сооружения» НП  
«НТС ЕЭС»

 Т.П. Осипова