

ОБЩЕСТВО С ОГРАНИЧЕННОЙ ОТВЕТСТВЕННОСТЬЮ  
«КАРЕЛЬСКИЙ ГЕОДЕЗИЧЕСКИЙ ЦЕНТР»

ПАЛЬЕОЗЕРСКАЯ ГЭС  
на р. Суна

Договор № 1167  
от 20.02.2007г.

ПРОГРАММА  
НАТУРНЫХ ГЕОДЕЗИЧЕСКИХ НАБЛЮДЕНИЙ ЗА ДЕФОРМАЦИЯМИ  
ГИДРОТЕХНИЧЕСКИХ СООРУЖЕНИЙ.

№ 1167-07-8Т

Текст 39 листов  
Таблиц 4  
Рисунков 5  
Приложений 23

Генеральный директор ООО «Карелгеоцентр» ..... В.А. Гололобов

СОГЛАСОВАНО: ..... ОАО «ВНИИГ им. Б.Е.Веденеева»

Зав.отделом 110 «Центр по безопасности  
гидротехнических сооружений»  
к.т.н. В.С.Кузнецов

СОГЛАСОВАНО: ..... ОАО «Инженерный центр ЕЭС» филиал

«Институт Ленгидропроект»  
начальник отдела ГТО-2  
Ю.В.Танхилевич



г. Петрозаводск  
2007г.

6.5. Цикличность геодезических наблюдений .....	34
6.6. Отчетная документация .....	36
7. Организация геодезических наблюдений. Технический контроль.....	36
8. Техника безопасности .....	36
9. Заключение .....	36
Список источников информации .....	37

### Приложения

1. План расположения Пальеозерской ГЭС	40
2. План напорно-станционного узла	41
3. Деривационный канал (план и поперечный разрез)	42
4. План и поперечные разрезы подводящего канала	43
5. Схема геологического строения основания водосбросного канала и водосброса	44
6. Водосброс (поперечный разрез)	45
7. Напорный бассейн (план и продольный разрез)	46
8. План здания ГЭС на отметке машзала	47
9. Здание ГЭС (поперечный разрез по оси агрегата)	48
10. Схема геологического строения основания отводящего канала	49
11. Напорный трубопровод (продольный и поперечный разрез)	50
12. Гирвасская бетонная плотина (план и поперечные разрезы по глубинному водосбросу и водосливу)	51
13. Дамба «Ваган» (план и продольный разрез)	52
14. Дамба «Койкары» (план и поперечный разрез)	53
15. Схема расположения геодезической КИА на напорно-станционном узле	54
16. Схема расположения геодезической КИА на Гирвасской плотине	55
17. Схема расположения геодезической КИА на дамбе «Койкары»	56
18. Схема ходов гидротехнического нивелирования II разряда и оптического створа на напорно-станционном узле	57
19. Схема ходов гидротехнического нивелирования II разряда и оптического створа на Гирвасской плотине	58
20. Схема ходов гидротехнического нивелирования III класса на дамбе «Койкары»	59
21. Чертежи центров пунктов высотной сети	60
22. Чертежи центров пунктов плановой сети	61
23. Конструкция шелемера ЩП-1.00.000	62

## 1. Общие сведения

Настоящая «Программа натуральных геодезических наблюдений за деформациями гидротехнических сооружений Пальезерской ГЭС» (далее «Программа») составлена ООО «Карелгеоцентр» по договору №1167 от 20.02.2007г. с ОАО «ТГК-1» на выполнение работ по разработке Программ геодезических наблюдений за сооружениями и зданиями филиала «Карельский» ОАО «ТГК-1».

В «Программе» изложены результаты обследования геодезической контрольно-измерительной аппаратуры (КИА), установленной на гидротехнических сооружениях (ГТС), результаты анализа выполненных до 2007г. геодезических наблюдений за деформациями ГТС, уточнена концепция размещения геодезической КИА с учетом необходимого и достаточного количества знаков для получения информации о горизонтальных и вертикальных смещениях ГТС Пальезерской ГЭС. Величины таких смещений будут служить основой для оценки напряженно-деформированного состояния и оценки безопасности эксплуатации ГТС. При составлении программы и разработке схем размещения КИА учитывались предложения «Института Ленгидропроект» и ОАО «ВНИИГ им. Б.Е. Веденеева».

Настоящая «Программа» составлена в соответствии с требованиями нормативной литературы [4-37] к организации натуральных наблюдений за деформациями ГТС на сооружениях I класса. Она является руководящим документом при проведении геодезических наблюдений за смещениями ГТС на период с 2007г. по 2017г. По истечении этого периода «Программа», при необходимости, может быть пересмотрена.

## 2. Состав, компоновка и конструкция ГТС

В состав Пальезерского гидроузла входят следующие гидротехнические сооружения (см. приложение 5):

- головной узел:
  - водосливная гравитационная плотина;
  - правобережная земляная дамба;
  - левобережная земляная дамба;
- дамба «Койкары»;
- деривационный канал;
- дамба «Ваган»;
- напорно-станционный узел:
  - подводящий канал;
  - напорный бассейн;
  - напорные трубопроводы;
  - здание ГЭС;
- отводящий канал;
- водосброс с подводящим и отводящим каналами.

В настоящей «Программе» предлагается производство геодезических наблюдений за всеми вышеперечисленными гидротехническими сооружениями, кроме напорных трубопроводов, отводящего канала и дамбы «Ваган».

### Головной узел

*Головной узел* состоит из глухой (правобережная и левобережная дамбы) и водосливной частей (поверхностный резервный и донный водовыпуск).

Глухая часть — это насыпные, земляные дамбы из сортированного мореного грунта. Левобережная дамба имеет бетонную диафрагму и дренажную призму в основании низового откоса.

Общая длина плотины по гребню 220,5 м. Наибольшая высота в русле реки 13,5 м. Максимальный напор на плотину при НПУ=101,50м - 10,8 м. Отметка гребней дамб и верха автодорожного моста через плотину - 103,1 м.

Русловая, водосливная гравитационная, бетонная плотина имеет донный водовыпуск и поверхностный резервный водосброс. Донный водовыпуск расположен у правого берега, имеет два водосбросных отверстия размером 6,5х4,8м каждое, общей пропускной способностью через оба отверстия - 526 м<sup>3</sup>/сек. Отметка дна водосбросных отверстий - 90,90м. Водовыпуск разрезан температурными швами на две секции, водосбросные отверстия перекрываются сегментными затворами.

В основании плотины залегают диабазы.

Кроме донного водовыпуска, в бетонной части плотины имеется поверхностный водослив с пятью водосливными отверстиями, перекрываемыми бетонными затворами, размером каждое 6,0х2,0 м, с отметкой гребня водосливов - 99,7 м. На отметке 93,50м в водосливной плотине устроена смотровая потерна.

Общий расход через все пять отверстий - 129,0 м<sup>3</sup>/сек, при отметке ФПУ=101,65 м.

#### **Основные размеры водосбросной части:**

длина по гребню	102,80 м,
ширина по гребню	10,90 м,
ширина по подошве резервного водосброса	9,60 м,
ширина по подошве донного	15,00 м,
отметка гребня	103,10 м,
отметка порога водослива	99,70 м,
отметка порога донного водовыпуска	90,90 м.

<b>Основные параметры отверстий:</b>	Поверхностные	Донные
Количество отверстий	5	2
Размеры отверстия, м	6,0 х 2,5	6,5 х 4,8

Пропускная способность одного отверстия, м<sup>3</sup>/сек

При НПУ=101,50м	25,8	263
При ФПУ= 101,65м	29,0	266
Тип затвора	плоский	сегментный

Над плотиной по выпускам бычков сооружен железобетонный автодорожный мост. Пролетное строение моста железобетонное, монолитное.

В период эксплуатации плотина не подвергалась реконструкции, проводился необходимый косметический ремонт водосливных и напорных поверхностей плотины.

Согласно [2] наблюдается разрушение бетонных поверхностей бычков в зоне переменного уровня, фильтрация по температурно-осадочным швам в потерне и через бетон напорной грани водосливной плотины с выщелачиванием бетона. На пороге донных водовыпусков имеется разрушение бетона.

Сопрягающие грунтовые дамбы входят в состав сооружений водонапорного фронта ГЭС, служат для сопряжения бетонной плотины с берегами.

Тип дамб - земляные, насыпные из сортированного моренного грунта. Дамбы выполнены с центральными бутобетонными диафрагмами толщиной 1 -1,3 м, врезанными в скальное основание. В теле правой дамбы расположено бетонное шандорохранилище. Диафрагма разделена температурно-осадочными швами на секции по 12,0 м. Уплотнения швов выполнены из плоского металлического листа, одна кромка которого жестко заделана в бутобетон, а другая - обернута просмоленным войлоком и запущена в массив другой части секции.

Дренажом дамб служит каменно-набросная призма сопряженная с телом дамбы двухслойным фильтром. Основанием правобережной дамбы служит прочная скала, включающая диабазы. Основанием левобережной дамбы служат также диабазы и частично конгломерат и кварцит. В её основании вдоль бутобетонной диафрагмы устроена цементационная завеса. Верховые откосы дамб имеют крепление в виде двойной каменной мостовой толщиной 40 см, низовые откосы - одернованы.

Левобережная дамба воспринимает напор 7,4 м, правобережная - 4,5 м. В теле левобережной дамбы, на ее конце, расположено головное сооружение бывшего лесосплавного лотка с размерами сечения 1,0x2,2 м. Отверстие лотка в данное время заглушено.

**Основные параметры дамб:** Левобережная      Правобережная

Длина по гребню, м	84,60	44,60
Ширина по гребню, м	8,50	11,25
Ширина по подошве, м	57,00	31,00
Наибольшая высота, м	7,90	5,80
Отметка гребня, м	103,10	103,10
Превышение гребня над НПУ	1,60	1,60
Заложение откосов: верхового	1:3	1:3

низового

1:2,5

1:2,5

В основании низового откоса левобережной дамбы выполнена дренажная призма с обратным фильтром. Заложение откосов призмы 1 : 1,5.

### Дамба «Койкары»

Тип дамбы - насыпная, земляная. Материалом для дамбы является моренная супесь. Грунты основания - валунно-галечниковые отложения, подстилаемые крупнозернистым песком с галькой и валунами. Максимальный напор на дамбу составляет 8,50 м.

#### **Основные размеры дамбы:**

длина по гребню	623,00 м,
ширина по гребню	8,50 м,
наибольшая высота	10,17 м,
отметка гребня	103,17 м,
превышение гребня над НПУ	1,65 м.

Тип крепления напорного откоса - одиночная мостовая. Толщина крепления - 0,2 м. Заложение верхового откоса 1:3 и 1:4; низового 1:2.

В правой части дамбы с верхнего бьефа выполнен понур из моренной супеси:

длина понура	185,00 м,
отметка верха	99,30 м,
отметка низа	97,80 м.

Для сбора профильтровавшейся через тело дамбы воды в основании низового откоса правобережной части устроен дренаж закрытого типа. Дренаж выполнен из железобетонных труб в трехслойном обратном фильтре.

Дамба выполнена из песчано-гравийных грунтов. Прилегающая к низовому откосу территория частично заболочена. Наблюдается выход фильтрационных вод на низовой откос.

### Дамба «Ваган»

Тип дамбы «Ваган» - земляная, насыпная, с бетонной диафрагмой. Материалом для дамбы являются разнозернистые пески. Грунты основания - диабазы и разнозернистые пески с гравием, галькой и валунами.

#### **Основные размеры дамбы:**

длина по гребню	1280,00 м,
ширина по гребню	от 6,50 м до 8,50 м,
ширина по подошве	35,00 м,
наибольшая высота	9,00 м,
отметка гребня	103,10 м,
превышение гребня над НПУ	50 м.
максимальный напор на дамбу	7,50 м.

Тип крепления напорного откоса - одиночная мостовая толщиной 20 см. Заложение верхового откоса 1:3,5, заложение низового откоса 1:2.

Дамба имеет бетонную диафрагму длиной 413,00 м на участке от ПК2+29 до ПК6+42, отметка верха диафрагмы 102,00 м, отметка низа - 96,50 м.

На втором участке в основании низового откоса расположен закрытый трубчатый дренаж с двумя водовыпусками на ПК4+20 и ПК5+20. Дренаж выполнен из сборных железобетонных труб диаметром 2,0 м. Трубы обсыпаны трехслойным фильтром. Длина дренажа - 240 м.

Состояние дамбы работоспособное. Территория за дамбой частично заболочена.

### Деривационный канал

*Деривационный канал* начинается в конце левобережного залива водохранилища и далее проходит до точки расхождения осей каналов сбросного и подводящего. Канал проходит по естественному логу в выемке.

Деривационный канал - безнапорный, открытый, саморегулирующийся длиной 1200 м с расчетным расходом  $287 \text{ м}^3/\text{сек}$ . Канал полигонального сечения с заложением откосов: верхового 1:3, часть левого откоса является естественным кряжем, низового от 1:1,15 до 1:3. Часть откосов облицована одиночной мостовой, часть откосов крепится песчано-гравийным грунтом. Левый откос частично не укреплен.

#### **Основные параметры канала:**

ширина канала по верху	от 20 м до 30 м.
отметка дна в начале канала	95,50 м,
отметка дна в конце канала	95,50 м,
уклон	0,0.

Глубина воды при расчетном расходе в начале и конце канала 6,00 м. Канал выполнен в полувыемке-полунасыпи. Канал проходит по диабазовым и мореным грунтам.

### Напорный бассейн с подводящим каналом

*Подводящий канал* — безнапорный, открытый, саморегулирующийся, длиной 240 м с расчетным расходом  $87 \text{ м}^3/\text{сек}$ . Канал трапецеидального сечения с заложением откосов 1:3 и 1:2.

#### **Основные параметры канала:**

ширина канала по верху	37,00 и 40,12 м,
ширина по дну	10,00 м,
отметка дна в начале	95,50 м,
отметка дна в конце	94,50 м,
уклон	0,04.
средняя глубина воды	7,00 м.

Грунты основания канала супеси, разнозернистые пески и диабазы.

Бортами канала являются дамбы. Дамбы - насыпные из разнозернистых песков и мореного грунта с бетонной диафрагмой. Грунтами основания дамб являются диабазы, супеси и пески.

Основные размеры	правой дамбы	левой дамбы
длина по гребню	110,00	240,00
ширина по гребню	6,0	8,5
наибольшая высота	4,8	4,8
отметка гребня	102,80	102,80

Заложение верхового откоса дамб 1:2 и 1:3, низового - 1:1,5 и 1:2. Верховой откос крепится одиночной мостовой толщиной 20 см и каменной наброской толщиной 40 см.

Для уменьшения фильтрации в дамбах выполнена бетонная диафрагма на участке от автодорожного моста до напорного бассейна.

Длина диафрагмы в правой ограждающей дамбе	49,45 м,
отметка верха	102,00 м,
отметка низа	93,00 м.
Длина диафрагмы в левой дамбе	50,00 м,
отметка верха	102,00 м,
отметка низа	91,00 м.

Бетонные диафрагмы находятся в 1,5 м от кромки верховых откосов дамб.

В основании низового откоса левобережной дамбы выполнен закрытый трубчатый дренаж, расположенный на дне лотка деривационного канала временной ГЭС-3. Бетонная труба дренажа диаметром 10 см закрыта сверху 3-х слойным обратным фильтром толщиной 60 см. В правобережной дамбе выполнена дренажная призма с обратным фильтром по контуру. Высота призмы - 2,0 метра.

Аванкамера напорного бассейна трапецеидального сечения постепенно перед водоприемником переходящего в прямоугольное.

Длина аванкамеры	32,0 м,
ширина по дну вначале	10,0 м
ширина по дну в конце	17,0 м,
глубина при НПУ в начале	7,0 м,
глубина в конце	14,33 м,
уклон	0,24.

Крепление дна - монолитная бетонная плита толщиной 40 см.

Аванкамера ограждена бетонными подпорными стенками с засыпкой стоящими на диабазах.

Длина стенки по гребню	34,0 м,
ширина по гребню (вместе с засыпкой) левобережной стенки	9,0 м,



помощи вспомогательных пунктов А и В. Знаки пунктов А, Б, В, Г сохранились в хорошем состоянии.

На участке Гирвасской плотины были организованы наблюдения за смещением водосброса способом оптического створа. Знаки опорных пунктов Д и Е этого створа утрачены.

Расположение пунктов показано в приложении 16.

Высотная геодезическая основа на территории Пальеозерской ГЭС состоит из 2-ух скальных реперов - марки 21 (1938г.) и грунтового репера фонд. Рп 50 (1957 г.). Марка 22 утрачена. В районе Гирвасской плотины была установлена скальная марка Ск.м. 35. По результатам полевого обследования и данным [1], пункт Ск.м. 35 утрачен. Расположение опорных реперов показано в приложениях 15 и 16.

### 5.2.2. Геодезическая КИА на ГТС Пальеозерской ГЭС

В процессе полевого обследования в натуре была осмотрена вся геодезическая КИА, установленная на ГТС Пальеозерской ГЭС в прежние годы (см. схемы в приложениях 15 и 16). Сведения об оснащённости гидротехнических сооружений Пальеозерской ГЭС контрольно-измерительной аппаратурой приведены в таблице 1.

Таблица 1

№ пп	Наименование КИА	Места установки	Кол-во
	Щелемеры	Гирвасская плотина (потерна)	5
		Напорный бассейн	1
	Грунтовые марки	Дамба подводящего канала	4 (из них утрачена 1)
		Отводящий канал (правый берег)	3 (из них утрачено 2)
		Дамба «Ваган»	2 (утрачены)
	Поверхностные марки	Гирвасская плотина	6 (из них утрачена 1)
		Водосброс	3
		Мост	4
		Щитовое помещение	1
		Подстанция 110 кВ	14
		Машинный зал	8
	Створные контрольные знаки	Напорный бассейн	3
		Гирвасская плотина	3 (утрачены)
	Опорные пункты створов	Территория ГЭС	4
		Гирвасская плотина	2 (утрачены)
	Опорные реперы высотной сети	Территория ГЭС	3 (утрачен 1)
		Гирвасская плотина	1 (утрачен)

ширина по гребню правобережной стенки	6,0 м.
наибольшая высота	7,0 м,
отметка гребня	102,8 м.
Заложение откосов: верхового - 1:2; низового 1:1,5.	

Тип крепления верхового откоса - каменная наброска, толщиной 40 см и бетонная облицовка, толщиной 40 см.

Подпорные стенки имеют засыпку, как с верхнего, так и с нижнего бьефа. Толщина стенки по верху изменяется от 1 до 2 м. Стенки выполнены монолитно с облицовкой дна и откосов аванкамеры. Стенки разрезаны температурно-осадочными швами на 3 секции каждая.

Напорный бассейн - это глубинный железобетонный водоприемник с размерами:

а) подводной части:		б) надводной части:	
длина	30,2 м,	длина	30,2 м;
ширина	13,85 м,	ширина	11,35 м;
высота	21,75 м.	высота	13,95 м.

В основании водоприемника залегают скальные грунты (диабазы). Подводная часть водоприемника разделена на 2 напорные камеры. Со стороны подводящего канала напорные камеры перекрываются ремонтными шандорами. Перед входом в патрубки напорных водоводов камеры перекрываются аварийными, быстропадающими, плоскими 2-х секционными щитами. Между ремонтными шандорами и рабочими затворами установлены наклонные сороудерживающие металлические 3-х секционные решетки.

Для маневрирования шандорами в здании водоприемника установлен мостовой кран грузоподъемностью 30/5 тонн, для маневрирования рабочими затворами имеются две стационарные лебедки грузоподъемностью 80 т.

Согласно [2] массивный бетон напорного бассейна в зоне переменного уровня воды, водосливных граней и устоев водосброса имеет разрушения с обнажением рабочей арматуры. Пороги затвора водоприемника частично разрушены и имеются значительные протечки при закрытых затворах.

Механическое оборудование находится в работоспособном состоянии.

### Напорные трубопроводы

*Напорные трубопроводы* предназначены для подвода воды от напорного бассейна к зданию ГЭС. Трубопроводы располагаются на скальном основании, выполнены из железобетона с засыпкой. В начале трубопровод имеет переходной участок, где сечение изменяется от квадратного к круглому; дальше трубопровод имеет круглое сечение.

Трубопровод имеет две нитки. Длина каждой нитки - 18,84 м,

Внутренние размеры:

вверху - 5,5х5,0 м,

диаметр внизу - 4,2 м.

Расчетный расход воды через один трубопровод - 43,0 м<sup>3</sup> / сек .