ООО «Прото-Проект»
ОГРН 1237700122450, ИНН 7713496842, КПП 771301001
РФ, 127591, г. Москва, ул. Дубнинская, д. 79А, стр. 1, офис 13Б
E-mail: proto-project@yandex.ru

Заказчик: Филиал ПАО «РусГидро» - «Загорская ГАЭС»

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

«Разработка технических решений и рабочей документации по модернизации пьезометрической сети Загорской ГАЭС»

Проект организации строительства.

Книга 1

ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

№ 3-ТПИР-ПИР-2023-ПОС.1.ПЗ

Договор от № 3-ТПИР-ПИР-2023 от 15.09.2023

г. Москва, 2024

ООО «Прото-Проект»
ОГРН 1237700122450, ИНН 7713496842, КПП 771301001
РФ, 127591, г. Москва, ул. Дубнинская, д. 79А, стр. 1, офис 13Б
E-mail: proto-project@yandex.ru

Заказчик: Филиал ПАО «РусГидро» - «Загорская ГАЭС»

ПРОЕКТНАЯ ДОКУМЕНТАЦИЯ

«Разработка технических решений и рабочей документации по модернизации пьезометрической сети Загорской ГАЭС»

Проект организации строительства.

Книга 1

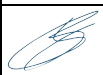
ПОЯСНИТЕЛЬНАЯ ЗАПИСКА

№ 3-ТПИР-ПИР-2023-ПОС.1.ПЗ

Договор от № 3-ТПИР-ПИР-2023 от 15.09.2023

Генеральный директор	Бадмаев А.Ж.
Главный инженер проекта	Костюрин Ю.В.

г. Москва, 2024

Фамилия И.О.	Должность	Разделы, виды работ	Подпись, дата
Зимин Н.Л.	Инженер-проектировщик	Разработка и оформление	
Галошина Л.А.	Ведущий инженер	Проверка	
Бадмаев А.Ж.	Генеральный директор	Нормоконтроль	
Кострюрин Ю.В.	Главный инженер проекта	Курирование проекта	

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Оглавление

1. Перечень принятых сокращений 2
2. Введение 3
3. Общие сведения 4
4. Характеристика местоположения ГТС 6
4.1. Природно-климатические условия в зоне расположения ГТС 6
4.2. Информация о ГТС 6
5. Описание объемов и технологии производства работ 10
5.1. Установка пьезометров безнапорных в грунтовых сооружениях 10
5.2. Установка пьезометров безнапорных в подпорных стенках ПС 1, ПС 2, ПС 3, ЛС 1 и ЛС 2 16
5.3. Автоматизация установленных пьезометров безнапорных в подпорных стенках ПС 1, ПС 2, ПС 3, ЛС 1 и ЛС 2 19
6. Организационно-технологическая схема 21
7. Контроль качества строительно-монтажных работ 23
8. Календарный план 26

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	3-ТПИР-ПИР-2023-ПОС.1.ПЗ			
						Разработка технических решений и рабочей документации по модернизации пьезометрической сети Загорской ГАЭС			
Разработал		Зимин			18.10.24	Проект организации строительства	Стадия	Лист	Листов
Проверил		Галошина			18.10.24		П	1	28
Н. контр.		Бадмаев			18.10.24	Содержание тома	ООО «Прото-Проект»		
ГИП		Костюрин			18.10.24				

1. Перечень принятых сокращений

АСДК – автоматизированная система диагностического контроля;

ГАЭС – гидроаккумулирующая электростанция;

ГТС – гидротехнические сооружения;

КИА – контрольно-измерительная аппаратура;

ИДС – информационно диагностическая система;

ПОБ – пьезометр опускной безнапорный;

ПНН – программа натурных наблюдений.

2. Введение

Настоящий том проектной документации выполнен в соответствии с требованиями договора подряда № 3-ТПИР-ПИР-2023 от 15.09.2023 года по теме: «Разработка технических решений и рабочей документации по модернизации пьезометрической сети Загорской ГАЭС».

Настоящий том проектной документации разработан на основании следующих документов:

– п. 18.3 Акта регулярного обследования гидротехнических сооружений филиала ПАО «Федеральная гидрогенерирующая компания – РусГидро» - «Загорская ГАЭС» от 24.05.2021;

– Технический отчет по результатам оценки достаточности работоспособных пьезометров для осуществления контроля состояния гидротехнических сооружений филиала ПАО «РусГидро» - «Загорская ГАЭС», 2018 г.;

– 1975.26-40-029. Проектно-изыскательские работы на дамбе верхнего водохранилища, водоприемнике, напорных водоводах Загорской ГАЭС. Итоговый технический отчет, 2020 г.

3. Общие сведения

Загорская ГАЭС расположена на левобережном склоне реки Кунья Московской области.

В состав Загорской ГАЭС входят следующие сооружения:

- дамба верхнего водохранилища;

- реверсивный водоприемник с подпорными стенками, встроенный в тело ограждающей дамбы верхнего водохранилища;

- 6 напорных водоводов;

- склоны напорных водоводов (Северный и Южный склоны);

- станционный узел, включающий в себя здание ГАЭС и другие здания и сооружения;

- берегоукрепительные сооружения № 3 и № 4.

Опускные безнапорные пьезометры располагаются на дамбе верхнего водохранилища, низовой плотине, северном и южном склонах, в подпорных стенах водоприемника и в различных по строению грунтах.

Водоприемник представляет собой монолитную железобетонную неразрезную конструкцию общей высотой 48,0 м, шириной по потоку от 69,8 до 70,4 м, длиной 102,7 м. Водоприемник состоит из входного оголовка в виде раструба с шестью водопропускными галереями, здания водоприемника и участка галерей, сопрягающихся с компенсаторными секциями напорных водоводов. В основании водоприемника, низовых подпорных стен, верховых подпорных стен I яруса залегают моренные суглинки.

Сопряжение водоприемника с дамбой верхнего водохранилища осуществляется подпорными стенками, расположенными в 2 яруса по высоте: первый ярус до отм. 244,500 м, второй ярус - до отм. 269,000 м. Первый ярус – это подпорные стены уголкового типа со стороны верхнего бьефа водоприемника (ЛВ-1÷5 и ПВ-1÷5) и со стороны нижнего бьефа водоприемника (ЛН-1÷5 и ПН-1÷5), вдоль напорных водоводов. Второй ярус – это подпорные стены, примыкающие с обеих сторон к водоприемнику, имеющие различную конструкцию: стены расположенные ближе к водоприемнику (ЛС-1÷3 и ПС-1÷3) – ячеистые, более низкие и удаленные от водоприемника стены (ЛС-4 и ПС-4÷7) имеют уголковый профиль.

В 2018 году при проведении работы «Оценка достаточности работоспособных пьезометров для осуществления контроля состояния гидротехнических сооружений Загорской ГАЭС» проводилось обследование состояния пьезометров, в рамках которого определены нечувствительные и неработоспособные пьезометры. По отдельным пьезометрам выявлены дефекты, влияющие на достоверность показаний или создающие невозможность выполнения фильтрационных наблюдений по ним: искривление стволов пьезометров, нарушение герметичности затрубного пространства, наличие посторонних предметов.

При проведении регулярного обследования при декларировании безопасности ГТС Загорской ГАЭС в 2021 году было рекомендовано провести прочистку пьезометров и по результатам прочистки выполнить переустановку.

Прочистка пьезометров выполнялась в 2021-2023 годах, после прочистки до отметки забоя проверялась чувствительность. По данным подрядной организации, выполнившей прочистку, по значительной части приборов чувствительность улучшилась.

Согласно конструктивным решениям настоящей разрабатываемой проектной документации в рамках данной работы предусматривается два этапа работ:

1-ый этап работ включает установку 13, взамен вышедших из строя, расположенных в грунтовых сооружениях Загорской ГАЭС, устройство новых 10 пьезометров в подпорных стенах ПС-1…3 и ЛС-1…2 водоприемника, в т.ч. их автоматизация и автоматизация двух установленных пьезометров на ПС-1;

2-ой этап работ включает переустройство 33 пьезометров, необходимость в перебуривании которых необходимо определить после проведения проверки, прочистки и/или проведения дополнительных наблюдений

4. Характеристика местоположения ГТС

4.1. Природно-климатические условия в зоне расположения ГТС

Сооружения Загорской ГАЭС расположены на северном склоне Клинско-Дмитровской моренной гряды (сформировавшейся в московскую стадию среднечетвертичного оледенения), в пределах древней переуглублённой долины реки Куньи (левый приток реки Дубны). В пределах участка расположения станции широко развиты оползневые процессы

Геологические условия района расположения ГАЭС характеризуются как сложные. Современный рельеф сформирован моренными отложениями (суглинками и супесями), перекрытыми чехлом покровных суглинков, а также аллювиальными отложениями, сформировавшими существующие пойму и террасу реки Куньи. Под ними залегают меловые отложения, представляющие собой чередующиеся пласты песков и глин, залегающие практически горизонтально. В толщу меловых пород на глубину до 100 м врезана древняя погребённая долина Пра-Куньи, заполненная песчаными отложениями. В пределах участка строительства выявлено три основных водоносных горизонта, не считая ряда локальных горизонтов в толще моренных отложений. Грунтовые воды в большинстве случаев имеют напор 10—15 м.

Загорская ГАЭС расположена в таёжно-лесной зоне. Климатические условия характеризуется как влажные — среднемноголетнее количество осадков составляет 629 мм в год, из которых 70 % выпадает в тёплое время года. Количество дней с осадками в году — до 260, суточный максимум осадков может достигать 60 мм.

4.2. Информация о ГТС

В состав Загорской ГАЭС входят станционный узел, верхний аккумулирующий бассейн, напорные трубопроводы, реверсивный водоприёмник, нижний аккумулирующий бассейн.

Состав станционного узла Загорской ГАЭС входят:

- здание ГАЭС;
- монтажная площадка;
- сопрягающие подпорные стенки 1 и 2 ярусов;
- крепление нижнего бьефа;
- сопрягающие напорно-земляные дамбы;
- открытое распределительное устройство (ОРУ) 500 кВ;
- служебно-производственный корпус;
- трансформаторная мастерская;
- помещения пусковых тиристорных устройств;

– дренажные системы.

Здание Загорской ГАЭС железобетонное, длиной 138 м, шириной 73 м и высотой 50 м. Конструктивно здание разделено на 5 секций: 4 боковых с одним гидроагрегатом в каждой и центральную, в которой размещены 2 гидроагрегата, и насосная станция системы осушения. В машинном зале здания ГАЭС размещены 6 вертикальных обратимых гидроагрегатов. Монтаж/демонтаж гидроагрегатов производится при помощи двух мостовых кранов грузоподъёмностью 320 т каждый. Обратимые гидроагрегаты состоят из насосотурбин и двигателей-генераторов. Насосотурбина РОНТ 115/812-В-630 радиально-осевая с диаметром рабочего колеса 6,3 м, имеет мощность в турбинном режиме 205 МВт, работает на расчётном напоре 100/105 м. Направляющий аппарат имеет 20 лопаток; приводы лопаток на агрегатах № 1 и 2 с индивидуальными сервомоторами на каждую лопатку, на остальных агрегатах — с регулирующим кольцом и сдвоенными сервомоторами. Насосотурбины изготовлены Ленинградским металлическим заводом. Двигатель-генератор ВГДС 1025/245-40УХЛ4 зонтичного типа имеет мощность 200/220 МВт в двигательном и генераторном режимах соответственно; номинальная частота вращения — 150 об/мин. Двигатели-генераторы изготовлены предприятием «Уралэлектротяжмаш».

Электроэнергия на/с двигателей-генераторов подаётся на напряжении 15,75 кВ, для его преобразования в напряжение линий электропередачи (500 кВ) используются 6 блочных трансформаторов номинальной мощностью 250 000 кВ.А и весом 330 т каждый, установленных на открытом воздухе со стороны напорных трубопроводов. На крыше здания ГАЭС установлены портальные опоры воздушных перекидок на ОРУ 500 кВ.

ОРУ 500 кВ предназначено для связи ГАЭС с энергосистемой. Шесть агрегатов ГАЭС объединены без выключателей в два укрупнённых блока (по три агрегата), которые подключены к сборным шинам ОРУ, выполненным по схеме четырёхугольника. Такая схема упрощает конструкцию ОРУ, но снижает его надёжность. С энергосистемой ОРУ 500 кВ соединено двумя линиями электропередачи напряжением 500 кВ: на Костромскую ГРЭС и подстанцию Трубино, отключение производится воздушными выключателями ВНВ-500. Линия электропередачи Костромская ГРЭС — Трубино существовала до строительства Загорской ГАЭС, ОРУ которой было подключено к ней путём врезки

Верхний аккумулирующий бассейн

Верхний аккумулирующий бассейн (водохранилище) Загорской ГАЭС имеет полезный объём 22,4 млн м³, полный объём — 30 млн м³, площадь зеркала — 2,6 км². Объём бассейна позволяет осуществлять работу ГАЭС на мощности 1200 МВт в течение 4 часов 20 минут; при этом вырабатывается 4,6—5,2 млн кВт·ч электроэнергии. Отметка нормального подпорного уровня верхнего бассейна составляет 266,5 м, уровня мёртвого объёма — 257,5 м. Бассейн имеет

вытянутую с востока на запад форму, образован с помощью дамб общей длиной около 9 км и высотой 15—30 м. Дамбы возведены как из моренных грунтов, так и из смеси грунтов различных типов — моренных и покровных. Для отвода фильтрующихся вод в теле дамб проложен вертикальный и горизонтальный песчаный дренаж. Напорная грань дамб укреплена монолитным железобетоном толщиной 20 см, закреплённым бетонными анкерами.

Реверсивный водоприёмник

Реверсивный водоприёмник располагается в районе верхнего аккумулирующего бассейна и предназначен для подачи воды из/в напорных трубопроводов. Конструкция водоприёмника руслового типа (его сооружения непосредственно воспринимают напор бассейна). Водоприёмник представляет собой железобетонное сооружение длиной 102 м, шириной 70 м и высотой 48 м, с шестью водопроводящими галереями и башней управления. В состав сооружений водоприёмника входят двухъярусные подпорные стенки, здание водоприёмника, крепление подводящего канала и железобетонный понур. В водоприёмнике смонтированы сороудерживающие решётки, а также плоские ремонтные и аварийно-ремонтные затворы, для оперирования которыми имеется козловой кран.

Напорные трубопроводы

Напорные трубопроводы предназначены для перемещения воды из нижнего в верхний бассейн и обратно в процессе работы ГАЭС. Загорской ГАЭС имеет шесть напорных трубопроводов, по одному на каждый агрегат. Напорные трубопроводы располагаются на склоне (уклон до 10°), соединяя реверсивный водоприёмник и здание ГАЭС; склон в районе трубопроводов укреплён многоступенчатой бетонной плитой толщиной 20 см с дренажными устройствами. Каждый трубопровод имеет длину 723 м и внутренний диаметр 7,5 м.

Напорные трубопроводы сталежелезобетонные (внутренняя оболочка толщиной 10 мм стальная, стенки толщиной 40 см железобетонные), выполнены из отдельных секций (по 19 секций длиной 40 м на каждый трубопровод), между которыми размещены температурные компенсаторы из листовой резины. Каждая секция, в свою очередь, смонтирована из отдельных звеньев длиной 4,41 м и весом 140 т каждое. Трубопроводы опираются на фундамент, выполненный в виде ростверка из одиночных буронабивных свай диаметром 1 м, заглублённых на 16—22 м.

Нижний аккумулирующий бассейн

Нижний аккумулирующий бассейн представляет собой водохранилище, созданное путём перекрытия реки Кунья грунтовой плотиной, намытой из песка. Длина плотины — 770 м, максимальная высота — 26 м, верховой откос плотины укреплён железобетонными плитами. Сброс избыточных расходов воды производится через двухниточный донный водосброс пропускной способностью 160 м³/с, перекрываемый затворами. Склоны бассейна, прилегающие

к зданию ГАЭС, а также противоположный от здания ГАЭС склон укреплены железобетонными плитами; на остальном протяжении бассейна крепления нет, участки, не обладающие устойчивостью, подвергнуты искусственному уположению. Полный объём нижнего бассейна составляет 33,9 млн м³, отметка нормального подпорного уровня — 162,5 м, уровня мёртвого объёма — 152 м.

5. Описание объемов и технологии производства работ

На Загорской ГАЭС в рамках работ по модернизации пьезометрической сети выполняются следующие виды работ:

- Установка пьезометров безнапорных в грунтовых сооружениях;
- Установка пьезометров безнапорных в подпорных стенках ПС 1, ПС 2, ПС 3, ЛС 1 и ЛС 2.
- Автоматизация установленных пьезометров безнапорных в подпорных стенках ПС 1, ПС 2, ПС 3, ЛС 1 и ЛС 2.

5.1. Установка пьезометров безнапорных в грунтовых сооружениях

В рамках работ по этапу № 1 производится установка новых пьезометров безнапорных в грунтовых сооружениях в количестве 13 шт.

Номера устанавливаемых пьезометров и их основные параметры представлены в таблице № 5.1.1.

Таблица 5.1.1 – Общее параметры устанавливаемых пьезометров этап № 1

Наименование сооружения	Измеряемый показатель	Номер КИА	Отм. устья, м	Отм. фильтр (верх), м	Отм. фильтр (низ), м	Отм. дна, м	Количество КИА, шт.
Дамба верхнего водохранилища	Пьезометрический уровень	ПО-51(н)	269,120	262,380	259,380	258,380	1
		ПО-60(н)	268.380	262.340	259.340	258.340	1
		ПО-59(н)	268,330	260,150	258,950	257,950	1
		1-8-6(н)	268,000	238,610	237,610	235,910	1
Южный склон напорных водоводов		4-2-80(н)	165,850	161,850	160,850	159,850	1
		4-2-58(н)	206,160	197,240	194,240	193,240	1
		4-2-49(н)	214,650	190,420	187,420	186,420	1
		4-2-54(н)	213,200	187,220 м	184,470	183,970	1
		4-8-4(н)	228,130	218,490	217,190	216,690	1
Северный склон напорных водоводов		2-6-7(н)	173,940	111,390	109,890	108,890	1
		10801(н)	165,120	155,080	153,580	151,580	1
		2П(н)	157,810	148,990	147,490	145,490	1
Низовая плотина		Н-36(н)	153,840	150,030	148,030	147,030	1
						Итого	13

Спецификация оборудования, изделий и материалов приведена на чертеже № 3-ТПИР-ПИР-2023-КР.1.ГЧ лист 6-8

Ведомость основных объёмов работ приведена на чертеже № 3-ТПИР-ПИР-2023-КР.1.ГЧ лист 9-10.

В рамках работ по этапу № 2 производится установка новых пьезометров безнапорных в грунтовых сооружениях в количестве 33 шт.

Номера устанавливаемых пьезометров и их основные параметры представлены в таблице № 5.1.2.

Таблица 5.1.2 – Общее параметры устанавливаемых пьезометров этап № 2

	№	Расположение	Расположение фильтра	Отм. верха	Отм. устья	Фильтр (верх)	Фильтр (низ)	Отм. дна
1	ПО-39а	ПК35+00 в теле (в пределах гребня) дамбы верхнего водохранилища	грунт – моренный суглинок (thQiv)	269,95 м	268,88 м	262,36 м	259,36 м	258,36 м
2	1-8-17	ПК89+15в дренаже тела дамбы верхнего водохранилища	дренаж	247,86 м	246,56 м	230,48 м	229,48 м	228,48 м
3	9281	в основании тела дамбы верхнего водохранилища	грунт – галька средняя и мелкая, гравий, щебень различных пород, заполнитель песок средней крупности (fqlQIIdn-ms).	255,03 м	254,11 м	182,11 м	178,11 м	176,11 м
4	9284	в основании тела дамбы верхнего водохранилища	грунт – галька средняя и мелкая, гравий, щебень различных пород, заполнитель песок средней крупности (fqlQIIdn-ms).	262,40 м	261,40 м	179,40 м	177,40	176,40 м
5	1-2-1	ПК78+80 в основании тела дамбы верхнего водохранилища	грунт – галька средняя и мелкая, гравий, щебень различных пород, заполнитель песок средней крупности (fqlQIIdn-ms).	259,29 м	258,40 м	220,98 м	217,98 м	216,98 м
6	ПО-54	в основании дамбы верхнего водохранилища	грунт – микулинский горизонт (суглинки, супеси и глины с прослоями торфа, реже песков с гравием) (l,plsQIIImik).	260,707 м	259,48 м	257,82 м	254,82 м	253,82 м
7	ПЗ-44	ПС-6 в подпорных стенах II яруса водоприемника	основание	269,37 м	269,00 м	262,09 м	н/д	н/д
8	4-2-79	во внутриморенном водоносном горизонте Южного склона напорных водоводов	моренные суглинки (gl Q_{II} ms)	202,36 м	201,31 м	197,28 м	195,28 м	193,28 м
9	4-2-63	во внутриморенном водоносном горизонте Южного склона напорных водоводов	моренные суглинки (gl Q_{II} ms)	211,24 м	210,54 м	192,03 м	189,03 м	187,03 м

10	2-2-26	во внутриморенном водоносном горизонте Северного склона напорных водоводов	моренные суглинки (gl Q_{II} ms)	220,62 м	219,85 м	203,06 м	198,06 м	197,06 м
11	Н-37	в теле (в пределах гребня) грунтовой низовой плотины, правобережное примыкание	пески мелкие и средние	167,38 м	166,27 м	159,21 м	157,21 м	156,21 м
12	9188	в основании грунтовой низовой плотины, правобережное примыкание	пески мелкие и средние.	162,78 м	161,86 м	133,76 м	131,36 м	129,86 м
13	1-1-8	ПК73+00 в теле (в пределах гребня) дамбы верхнего водохранилища	грунт – моренный суглинок (thQiv).	269,63 м	268,40 м	266,31 м	263,31 м	262,31 м
14	1-1-13	ПК78+00 в теле (в пределах гребня) дамбы верхнего водохранилища	грунт – моренный суглинок (thQiv).	269,67 м	268,71 м	266,1 м	263,1 м	262,21 м
15	4-2-17	во внутриморенном водоносном горизонте Южного склона напорных водоводов	грунт – моренные суглинки (gl Q_{II} ms)	216,13 м	215,13 м	206,64 м	203,64 м	201,64 м
16	4-2-18	во внутриморенном водоносном горизонте Южного склона напорных водоводов	грунт – моренные суглинки (gl Q_{II} ms).	216,08 м	214,98 м	205,57 м	202,57 м	200,57 м
17	4-2-19	ПК88+50 во внутриморенном водоносном горизонте Южного склона напорных водоводов	грунт – моренные суглинки (gl Q_{II} ms).	217,15 м	216,05 м	206,90м	203,90 м	201,90 м
18	4-5-12	в сеноманском водоносном горизонте Южного склона напорных водоводов	грунт – пески мелкие и средние, местами глинистые (K_2cm).	199,97 м	198,97 м	178,51м	175,51 м	173,51 м
19	4-6-8(4-8-12)	в подпарамоновском водоносном горизонте Южного склона напорных водоводов	грунт – пески сильно глинистые (K1al2)	190,22 м	189,52 м	138,00 м	135,00 м	133,00 м
20	4-8-9	в подпарамоновском водоносном горизонте Южного склона напорных водоводов	дренаж упорной призмы	198,04 м	196,99 м	184,34 м	181,34 м	179,34 м
21	ДЗ-134	в дренажной завесе Южного склона напорных водоводов	грунт – дренажная завеса	215,26 м	214,44 м	207,64 м 195,74 м 183,94 м	204,64 м 192,74 м 179,94 м	177,94 м
22	ДЗ-137	в дренажной завесе Южного склона напорных водоводов	грунт – дренажная завеса	214,39 м	213,04 м	206,54 м 196,04 м 183,94 м	203,54 м 193,04 м 179,94 м	177,94 м
23	ДЗ-142	в дренажной завесе Южного склона напорных водоводов	грунт – дренажная завеса	216,65 м	215,63 м	206,83 м 198,33 м 184,63 м	203,83 м 195,33 м 180,63 м	178,63 м
24	ДЗ-144	в дренажной завесе Южного склона напорных водоводов	грунт – дренажная завеса	216,71 м	215,71 м	206,91 м 198,41 м 184,71 м	203,91 м 195,41 м 180,71 м	178,71 м
25	ДЗ-154	в дренажной завесе Южного склона напорных водоводов	грунт – дренажная завеса	216,83 м	215,83 м	206,83 м 198,53 м 185,33 м	203,83 м 195,53 м 181,33 м	179,33 м

26	2-6-8 (2-5-13)	в подпарамоновском водоносном горизонте Северного склона напорных водоводов	грунт – пески сильно глинистые (K1al2).	165,55 м	164,68 м	138,88 м	135,88 м	133,88 м
27	3-3-7	ПК03+00 в основании тела дамбы верхнего водохранилища	грунт – галька средняя и мелкая, гравий, щебень различных пород, заполнитель песок средней крупности (fqlQIIdn-ms).	250,02 м	249,10 м	215,51 м	212,51 м	210,51 м
28	4-1-3	в техногенных отложениях Южного склона напорных водоводов	грунт – суглинистые, супесчаные, песчаные насыпные (thQIV)	202,02 м	200,84 м	188,72 м	185,72 м	183,72 м
29	ДЗ-29	в дренажной завесе Южного склона напорных водоводов	грунт – дренажная завеса	217,88 м	217,18 м	195,42 м 190,82 м	193,42 м 188,82 м	187,12 м
30	3-8-1	ПК21+42 в дренаже тела дамбы верхнего водохранилища	грунт – моренный суглинок (thQIV)	269,93 м	268,50 м	257,5 м	256,50 м	255,00 м
31	4-2-73	во внутриморенном водоносном горизонте Южного склона напорных водоводов	грунт – моренные суглинки (gl QII ms)	190,55 м	189,85 м	187,61 м	184,61 м	182,61 м
32	10625	во внутриморенном водоносном горизонте Южного склона напорных водоводов	грунт – моренные суглинки (gl QII ms)	217,90 м	216,78 м	208,40 м	205,40 м	203,40 м
33	4-2-53	во внутриморенном водоносном горизонте Южного склона напорных водоводов	грунт – моренные суглинки (gl QII ms)	211,24 м	209,84 м	198,90 м	195,90 м	193,90 м

Безнапорный пьезометр предназначен для измерения фильтрационного режима в теле и основании грунтовых сооружений Загорской ГАЭС и изменении показаний во времени.

Бурение скважин проводить передвижной буровой установкой УКС-22М или аналогичной установкой. В случае глубины скважины более 20 м скважину следует устраивать многоколонного типа, бурение производится от большего диаметра к меньшему (см. лист 10 ПД № 3-ТПИР-ПИР-2023-КР.2.ГЧ). В таблице 5.1.3 представлены основные технические характеристики буровой установки УКС-22М.

Таблица 5.1.3 – Основные технические характеристики буровой установки УКС-22М

Глубина бурения, м	300
Наибольший диаметр бурения, мм	600
Скорость передвижения станка при буксировке по шоссе, км/ч	20
Мощность электродвигателя, кВт	20
Масса бурового инструмента, кг	1300
Напряжение, В	220/380
Число ударов бурового инструмента в мин	40 - 50
Скорость подъема бурового инструмента, м/с	1,1 - 1,5

мГрузоподъемность барабана, кг	2000
Диаметр каната, мм:	
бурового инструмента	21,5
челночного	12,5
Высота мачты, м	12,5
Канатоемкость барабана, м:	
инструментального	350
желоночного	350
пылевого	135
Грузоподъемность мачты, т	12
Габариты, мм:	
длина в транспортном положении	8670
длина в рабочем положении	5800
ширина	2290
высота в транспортном положении	2750
высота в рабочем положении	12700
Масса, т	7,6

Безнапорный пьезометр состоит из следующих частей: фильтровой, состоящей из водоприёмника с отстойником, пьезометрической трубы и оголовка.

Водоприёмник безнапорного пьезометра должен изготавливаться из стальной оцинкованной трубы с диаметром условного прохода Ø 80 мм (внешний диаметр трубы – Ø 88,5 мм) по ГОСТ 3262-75. Большая часть трубы водоприёмника перфорируется круглыми, диаметром Ø 10 мм, расположенными по 6 шт. вдоль окружности и через 60 мм по высоте (скважность перфорации составляет около 20 %). Нижняя, не перфорированная, часть трубы высотой 1,5 м является отстойником для мелких частиц грунта, попавших в трубу. Длина фильтровой части пьезометра 4,0 м (соединительная часть с пьезометрической трубой – 0,5 м, водоприёмника 2,0 м, отстойника – 1,5 м).

Фильтровую часть пьезометра соединяют с трубой пьезометра с помощью муфты прямой с цилиндрической резьбой, поставляемой заводом изготовителем вместе с оцинкованным трубами пьезометра.

Пьезометрические трубы имеют металлические направляющие скобы с шагом по высоте 3,0 м.

Для предотвращения засорения фильтровой части частицами грунта вокруг его перфорированной части устраивается фильтровая обёртка, состоящая из последовательно закреплённых на трубе фильтровых материалов. Первый слой – пластиковая или металлическая (нержавеющая) сетка. Пластиковая сетка крепится к поверхности трубы приклеиванием к поверхности трубы клеевым составом, металлическая – при помощи точечной сварки. Второй слой – геотекстиль в два слоя, плотностью 100–200 г/м^2. Шов геотекстиля соединяется сваркой или сшивается нитями.

По торцам и середине фильтр закрепляется при помощи обмотки изоляционной лентой, верх которой стягивают монтажной медной проволокой.

Внутренняя сетка, являющаяся подкладкой под геотекстиль, предотвращает её продавливание в перфорационные отверстия трубы и увеличивает дренажную способность водоприёмника.

Вокруг водоприёмника устраивается обратный фильтр, на высоту 4,0 м, из песчаных грунтов крупностью фракции Ø 0,5–2,0 мм, предварительно просеянных, промытых и высушенных. Выше обратного фильтра, по стволу скважины, затрубное пространство пьезометра засыпается глиной бентонитовой порошковой.

В качестве пьезометрических труб применены стальные оцинкованные трубы с диаметром условного прохода Ø 80 мм (внешний диаметр трубы – Ø 88,5 мм) по ГОСТ 3262 75, соединяемые муфтами.

Все резьбовые соединения элементов пьезометра должны выполняться с соблюдением следующих требований:

- резьба на трубах и муфтах должна быть чистой, без заусенцев. Не допускается сорванная или неполная резьба;
- уплотнение резьбовых соединений, выполняемых соединительными частями, должно производится подмоткой на резьбу льняного волокна, смазанных материалами, обеспечивающими герметизацию резьбовых соединений (например, фум-лента, фум-нить, герметик для резьбовых соединений и др.).

Для предотвращения поступления поверхностных вод через затрубное пространство в водоприёмную часть пьезометра, её верхняя часть тампонируется водонепроницаемым грунтом.

Оголовок пьезометра представляет собой верхний обрез пьезометрической трубы, выведенный на 1,0 м выше поверхности земли, обетонированный и оборудованный защитной крышкой, препятствующей несанкционированному доступу к пьезометру.

На оголовок пьезометра приваривается сигнальный флажок с целью обозначения пьезометров в условиях ограниченной видимости. Поверхность сигнальных флажков выкрашена в светоотражающую краску.

После устройства оголовка пьезометра нивелированием должна быть определена его фактическая отметка.

После завершения монтажа пьезометра все его выступающие из грунта незащищённые металлические части, в том числе оголовок, должны быть покрыты эмалью в два слоя, на предварительно очищенную, обеспыленную, обезжиренную и загрунтованную поверхность, с последующим нанесением на оголовок пьезометра проектного номера краской по трафарету.

Сдача и приёмка пьезометров в эксплуатацию должна проводится после полного их оборудования и проверки работоспособности (чувствительности) путём налива.

Чувствительность пьезометра характеризуется временем восстановления уровня воды в его стволе после принудительного воздействия на пьезометр наливом воды.

На каждый оборудованный пьезометр составляется паспорт, в котором указывают все его основные характеристики.

5.2. Установка пьезометров безнапорных в подпорных стенках ПС 1, ПС 2, ПС 3, ЛС 1 и ЛС 2

В рамках работ производится установка новых пьезометров безнапорных в подпорных стенках ПС 1, ПС 2, ПС 3, ЛС 1 и ЛС 2 в количестве 10 шт.

Номера устанавливаемых пьезометров и их основные параметры представлены в таблице № 5.2.1.

Таблица 5.2.1 – Общее параметры устанавливаемых пьезометров

Наименование сооружения	Вид наблюдений	Измеряемый показатель	Наименование КИА	Номер КИА	Количество КИА, шт.
ПС-1	Фильтрационные наблюдений	Противодавле-ние	Пьезометр опускной безнапорный	ПОБ.3 ПОБ.4	2
ПС-2				ПОБ.5 ПОБ.6	2
ПС-3				ПОБ.7 ПОБ.8	2
ЛС-1				ПОБ.9 ПОБ.10	2
ЛС-2				ПОБ.11 ПОБ.12	2
				Всего:	10

Спецификация оборудования, изделий и материалов приведена на чертеже № 3-ТПИР-ПИР-2023-КР.2.ГЧ лист 6-7

Ведомость основных объёмов работ приведена на чертеже № 3-ТПИР-ПИР-2023-КР.2.ГЧ лист 8-9.

Безнапорный пьезометр предназначен для измерения величины противодавления на основание подпорных стенок ПС 1, ПС 2, ПС 3, ЛС 1 и ЛС 2 Загорской ГАЭС и изменении показаний во времени.

Бурение скважины для установки пьезометра ПОБ. выполняется в железобетоне (диаметром 151 мм) до отметки 242,350 м, далее диаметром 132 мм (с обсадными трубами диаметром 127 мм) в 6-ой группе грунтов (моренный суглинок, дренаж) до отметки забоя скважины.

Бурение скважин проводить гидравлической буровой установкой ГБУ 30М или аналогичной установкой. В таблице 5.2.2 представлены основные технические характеристики буровой установки ГБУ 30М.

Таблица 5.2.2 – Технические характеристики ГБУ 30М

Параметр	Показатель
Тип установки	Малогабаритная на прицепе
Крутящий момент	900 Н/м
Тип двигателя	Бензин, дизель
Мощность установки	30 л.с.
Тип привода подачи каретки	Цилиндр
Глубина бурения	
с промывкой	100 метров
с продувкой	100 метров
с шнеком	30 метров

При бурении скважин следует вести буровой журнал с описанием грунтов, извлекаемых из скважины с фиксированием глубин их залегания. Во время проведения буровых работ составляется геолого-технический разрез по каждой скважине. По окончанию обустройства пьезометрических скважин на каждую составляется паспорт с указанием основных технических параметров и сведений.

Безнапорный пьезометр состоит из следующих частей: фильтровой, состоящей из водоприёмника с отстойником, пьезометрической трубы и оголовка.

Водоприёмник безнапорного пьезометра должен изготавливаться из стальной оцинкованной трубы с диаметром условного прохода Ø 80 мм (внешний диаметр трубы – Ø 88,5 мм) по ГОСТ 3262-75. Большая часть трубы водоприёмника перфорируется круглыми, диаметром Ø 10 мм, расположенными по 6 шт. вдоль окружности и через 60 мм по высоте (скважность перфорации составляет около 20 %). Нижняя, не перфорированная, часть трубы высотой 1,0 м является отстойником для мелких частиц грунта, попавших в трубу. Длина фильтровой части пьезометра 3,0 м (водоприёмника 2,0 м, отстойника – 1,0 м).

Фильтровую часть пьезометра соединяют с трубой пьезометра с помощью муфты прямой с цилиндрической резьбой, поставляемой заводом изготовителем вместе с оцинкованным трубами пьезометра.

Пьезометрические трубы имеют металлические направляющие скобы с шагом по высоте 3,0 м.

Для предотвращения засорения фильтровой части частицами грунта вокруг его перфорированной части устраивается фильтровая обёртка, состоящая из последовательно

закреплённых на трубе фильтровых материалов. Первый слой – пластиковая или металлическая (нержавеющая) сетка. Пластиковая сетка крепится к поверхности трубы приклеиванием к поверхности трубы клеевым составом, металлическая – при помощи точечной сварки. Второй слой – геотекстиль в два слоя, плотностью 100–200 г/м^2. Шов геотекстиля соединяется сваркой или сшивается нитями.

По торцам и середине фильтр закрепляется при помощи обмотки изоляционной лентой, верх которой стягивают монтажной медной проволокой.

Внутренняя сетка, являющаяся подкладкой под геотекстиль, предотвращает её продавливание в перфорационные отверстия трубы и увеличивает дренажную способность водоприёмника.

Вокруг водоприёмника устраивается обратный фильтр, на высоту 4,0 м, из песчаных грунтов крупностью фракции Ø 0,5–2,0 мм, предварительно просеянных, промытых и высушенных. Выше обратного фильтра, по стволу скважины, затрубное пространство пьезометра цементно-песчаным раствором М300.

В качестве пьезометрических труб применены стальные оцинкованные трубы с диаметром условного прохода Ø 80 мм (внешний диаметр трубы – Ø 88,5 мм) по ГОСТ 3262 75, соединяемые муфтами.

Все резьбовые соединения элементов пьезометра должны выполняться с соблюдением следующих требований:

- резьба на трубах и муфтах должна быть чистой, без заусенцев. Не допускается сорванная или неполная резьба;
- уплотнение резьбовых соединений, выполняемых соединительными частями, должно производится подмоткой на резьбу льняного волокна, смазанных материалами, обеспечивающими герметизацию резьбовых соединений (например, фум-лента, фум-нить, герметик для резьбовых соединений и др.).

Оголовок пьезометра представляет собой верхний обрез пьезометрической трубы, выведенный на 1,0 м выше поверхности земли, обетонированный и оборудованный защитной крышкой, препятствующей несанкционированному доступу к пьезометру.

На оголовок пьезометра приваривается сигнальный флажок с целью обозначения пьезометров в условиях ограниченной видимости. Поверхность сигнальных флажков выкрашена в светоотражающую краску.

После устройства оголовка пьезометра нивелированием должна быть определена его фактическая отметка.

После завершения монтажа пьезометра все его выступающие из грунта незащищённые металлические части, в том числе оголовок, должны быть покрыты эмалью в два слоя, на

предварительно очищенную, обеспыленную, обезжиренную и загрунтованную поверхность, с последующим нанесением на оголовок пьезометра проектного номера краской по трафарету.

Сдача и приёмка пьезометров в эксплуатацию должна проводится после полного их оборудования и проверки работоспособности (чувствительности) путём налива.

Чувствительность пьезометра характеризуется временем восстановления уровня воды в его стволе после принудительного воздействия на пьезометр наливом воды.

На каждый оборудованный пьезометр составляется паспорт, в котором указывают все его основные характеристики.

5.3. Автоматизация установленных пьезометров безнапорных в подпорных стенках ПС 1, ПС 2, ПС 3, ЛС 1 и ЛС 2

После установки пьезометров безнапорных в подпорных стенок ПС 1, ПС 2, ПС 3, ЛС 1 и ЛС 2 производится их автоматизация с помощью датчиков давления с цифровой выход RS-485.

Номера автоматизируемых пьезометров представлены в таблице № 5.3.

Таблица 5.3 – Перечень КИА подлежащей автоматизации

Наименование КИА	Наименование сооружения	Количество, шт.	Номер КИА	Измеряемый показатель	Отм. установки датчика
Пьезометр опускной безнапорный	Подпорная стена водоприёмника ПС-1	4	ПОБ.1 (сущ.) ПОБ.2 (сущ.) ПОБ.7 ПОБ.8	Противодавление	241,500 241,500 241,500 240,500
	Подпорная стена водоприёмника ПС-2	2	ПОБ.5 ПОБ.6	Противодавление	241,500 240,500
	Подпорная стена водоприёмника ПС-3	2	ПОБ.3 ПОБ.4	Противодавление	240,500 241,500
	Подпорная стена водоприёмника ЛС-1	2	ПОБ.9 ПОБ.10	Противодавление	240,500 241,500
	Подпорная стена	2	ПОБ.11 ПОБ.12	Противодавление	

Наименование КИА	Наименование сооружения	Количество, шт.	Номер КИА	Измеряемый показатель	Отм. установки датчика
	водоприёмника ЛС-2				247,500 248,500

Для автоматизации пьезометров производится монтаж конструкции для установки датчика на оголовок (см. чертеж № 3-ТПИР-ПИР-2023-ИОС.2.ГЧ л.3).

Установку датчика должна проводить на уровне не менее на 50-100 см ниже расчетного нижнего уровня водного горизонта.

После установки датчика на требуемой глубине, необходимо закрепите кабель пьезометра на оголовке используя манжету на кабеле и карабин.

Электронный блок пьезометра размещается в защитном шкафу конструкции для автоматизации.

Два новых сегмента линий RS-485 (первый с ПС 1, ПС 2, ПС 3; второй с ЛС 1 и ЛС 2) подключаются к активному разветвитель-повторитель, устанавливаемого рядом с существующим шкафом АТ-2 на гребне водоприемника Загорской ГАЭС.

Объединений сегмент линий RS-485 подключается на свободный порт МОХА, установленной в шкафу АТ-2.

Спецификация оборудования, изделий и материалов приведена на чертеже № 3-ТПИР-ПИР-2023-ИОС.2.ГЧ лист 5

Ведомость основных объёмов работ приведена на чертеже № 3-ТПИР-ПИР-2023-ИОС.2.ГЧ лист 6.

После выполнения всех строительно-монтажных работ производятся пуско-наладочные АСО КИА и АСДК и подготавливается исполнительная документация.

6. Организационно-технологическая схема

Подготовительные работы.

До начала основных строительно-монтажных работ необходимо провести работы по подготовке строительного производства, включающие в себя организационно-подготовительные мероприятия, внутриплощадочные подготовительные работы.

Организационно-подготовительные работы предусматривают:

- изучение инженерно-техническим персоналом строительно-монтажной организации, проектно-сметной документации и местных условий производства строительно-монтажных работ по модернизации системы пьезометрического мониторинга состояния гидротехнических сооружений;
- подготовку необходимых строительных машин и механизмов, приборов и инструментов.

В подготовительный период должны быть выполнены следующие внутриплощадочные работы:

- завоз и установка временных инвентарных зданий;
- определение конкретных точек установки контрольно-измерительной аппаратуры;
- определение трасс кабелей;
- устройство площадок для складирования материалов и размещения механизмов, с последующим завозом материалов, конструкций и механизмов.

Подготовка работ.

Заказчик представляет для производства работ территорию на площадке Загорской ГАЭС, обеспечивая своевременное начало работы, в том числе при необходимости подводку инженерных сетей.

Территория производства работ освобождается от посторонних предметов, оборудования.

При подготовке к ведению работ администрация Заказчика и исполнитель работ назначают ответственного за оперативное руководство работами и определяют порядок согласованных действий. При этом определяют:

- объёмы, технологию, сроки выполнения работ, условия их совмещения с работой ГАЭС;
- порядок оперативного руководства, включая действия строителей и эксплуатационников при аварийных ситуациях;

- порядок использования строителями услуг предприятия и его технических средств;
- условия организации комплектной и первоочередной поставки оборудования и материалов, перевозок, складирования грузов и передвижения строительной техники по территории гидроузла.

Складирование.

Складирование устраивается на одной площадке. Выбор места складирования материалов происходит в соответствии со средним расстоянием до рабочих участков.

Складирование материалов, движение транспортных средств и установка строительных машин вдоль бровок траншей разрешается на расстояниях, указанных в требованиях главы СНиП по технике безопасности в строительстве, но не менее 1 м от бровки естественного откоса или крепления выемки.

Работы основного периода реконструкции.

В работы основного периода включаются непосредственно работы по модернизации пьезометрической сети Загорской ГАЭС.

7. Контроль качества строительно-монтажных работ

Управление качеством строительно-монтажных работ должно осуществляться строительно-монтажным предприятием и включать совокупность мероприятий, методов и средств, направленных на обеспечение высокого качества строительно-монтажных работ, отвечающих требованиям нормативных документов и указаний проектной организации.

Производственный контроль качества строительно-монтажных работ должен включать:

- входной контроль рабочей документации, конструкций изделий и материалов;
- оперативный контроль строительно-монтажных процессов и производственных операций;
- приёмный контроль строительно-монтажных работ.

При входном контроле проверяются:

- комплектность проектно-сметной документации и достаточность в ней технической информации для производства работ;
- наличие паспортов, сертификатов и других сопроводительных документов на строительные материалы, конструкции и изделия, а также производится их внешний осмотр на отсутствие (наличие) дефектов.

Запрещается применение строительных материалов и изделий, не имеющих паспортов, сертификатов и т.п., подтверждающих их соответствие требованиям государственных стандартов или техническим условиям.

Операционный контроль осуществляется в ходе выполнения строительных процессов или производственных операций и должен обеспечивать своевременное выявление дефектов и принятие мер по их устранению.

При операционном контроле проверяется соответствие технологии реконструктивных работ чертежам рабочей документации, строительным нормам и правилам.

При приемочном контроле производится проверка и оценка качества выполненных работ реконструкции по объекту в целом и наиболее ответственных конструкций.

На всех стадиях модернизации системы пьезометрического мониторинга состояния гидротехнических сооружений с целью проверки эффективности производственного контроля должен выборочно осуществляться инспекционный контроль.

Скрытые работы подлежат освидетельствованию с составлением актов. Акты освидетельствования скрытых работ должны оформляться подрядной организацией на завершенный строительно-монтажный процесс, подлежащий скрытию следующим видом работ с обязательным участием Заказчика.

На уставленную контрольно-измерительную аппаратуру составляется исполнительная схема установки в виде плана с привязкой к характерным элементам сооружений (внешний контур сооружений, пикетаж и т.д.)

Перечень исполнительной документации, предоставляемой Подрядчиком Заказчику:

1) Комплект рабочих чертежей с подписями о соответствии выполненных в натуре работ этим чертежам или о внесении в них по согласованию с проектировщиком изменениях, сделанным лицами ответственными за производство строительно-монтажных работ;
2) Ведомость изменений и отступлений от проекта;
3) Перечень организаций, участвующих в производстве строительно-монтажных работ с указаниями видов выполненных ими работ и фамилии инженерно-технических работников, непосредственно ответственных;
4) Реестр исполнительной документации Паспорта (со всеми приложениями) и сертификаты (либо другие документы, удостоверяющие тип и качество) на материалы и изделия, оборудование, а также инструкции по наладке, эксплуатации, схемы, журналы, регламенты и т.д;
5) Акты освидетельствования скрытых работ;
6) Журнал производства буровых работ;
7) Ведомость установленного оборудования;
8) Общий журнал раьот

В состав исполнительной документации электромонтажных работ входят:

- Журналы прокладки кабелей;
- Исполнительные схемы;
- Акты освидетельствования скрытых работ;
- Акты испытаний и ведомости;
- Сертификаты и паспорта качества на применяемые материалы и оборудование, санитарно-эпидемиологические заключения, сертификаты пожарной безопасности;
- Комплект рабочих чертежей на строительство предъявляемого к приемке объекта, разработанных проектными организациями, с надписями о соответствии выполненных в натуре работ этим чертежам или внесенным в них изменениям, сделанными лицами, ответственными за производство строительно-монтажных работ.

При изготовлении несерийных компонентов комплексов средств автоматизации и на стадии «Ввод в действие» разрабатывают следующие организационно-распорядительные документы:

- акт завершения работ;

- акт приемки в опытную эксплуатацию;
- акт приемки в промышленную эксплуатацию;
- план-график работ;
- приказ о составе приемочной комиссии;
- приказ о проведении работ;
- программа работ;
- протокол испытаний;
- протокол согласования.

8. Календарный план

Таблица 8.1 – Календарный план установки пьезометров безнапорных в грунтовых сооружениях

Месяцы / Перечень работ	II квартал			III квартал		
	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь
Изготовление пьезометрической колонны с защитной крышки пьезометра						
Бурение скважины диаметром 219 мм вращательным способом с применением (III категория грунтов) с креплением скважин обсадными трубами диаметром 219 мм с муфтовым соединением						
Монтаж пьезометрической колонны с крышкой						
Прокачка скважин до чистой воды эрлифтом с применением двигателя внутреннего сгорания						
Проверка чувствительности пьезометра путём налива воды в трубу пьезометра и последующим наблюдением за восстановлением уровня						
Оформление оголовка пьезометра (окраска, обетонирование)						
Привязка координат пьезометра на местности						

Таблица 8.2 – Календарный план установки и автоматизации пьезометров безнапорных в подпорных стенках ПС 1, ПС 2, ПС 3, ЛС 1 и ЛС 2

Месяцы / Перечень работ	II квартал			III квартал		
	Апрель	Май	Июнь	Июль	Август	Сентябрь
Изготовление пьезометрической колонны						
Колонковое бурение скважины в железобетоне диаметром 194 мм Колонковое бурение скважины в 6 группе грунтов диаметром 178 мм с креплением скважины обсадными трубами						
Монтаж пьезометрической колонны с крышкой						
Прокачка скважин до чистой воды эрлифтом с применением двигателя внутреннего сгорания						
Проверка чувствительности пьезометра путём налива воды в трубу пьезометра и последующим наблюдением за восстановлением уровня						
Оформление оголовка пьезометра (окраска, обетонирование)						
Привязка координат пьезометра на местности						
Установка конструкции для автоматизации пьезометра						
Прокладка кабеля, установка датчика пьезометра						
Пусконаладочные работы						

Таблица регистрации изменений

Изм.	Номера листов (страниц)				Всего листов (страниц) в документе	№ докум.	Подпись	Дата
	Изме-ненных	Заме-ненных	Новых	Аннули-рованных				