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»

Сведения об инженерном оборудовании, о сетях и системах инженерно-технического обеспечения

ПД № 3-ТПИР-ПИР-2023-ИОС

Пояснительная записка

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»

Сведения об инженерном оборудовании, о сетях и системах инженерно-технического обеспечения

ПД № 3-ТПИР-ПИР-2023-ИОС

Пояснительная записка

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 текстовой и графической части	
Галошина Л.А.	Ведущий инженер	Проверка	
Бадмаев А.Ж.	Генеральный директор	Нормоконтроль	
Кострюрин Ю.В.	Главный инженер проекта	Курирование проекта	

Обозначение	Наименование	Примечание
3-ТПИР-ПИР-2023-ИОС-С	Содержание тома	
3-ТПИР-ПИР-2023-ИОС.ПЗ	Пояснительная записка	
3-ТПИР-ПИР-2023-ИОС.ГЧ	Графическая часть	

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

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

Содержание

1. Перечень принятых сокращений 2
2. Введение 3
3. Общие сведения 4
4. Общая концепция и архитектура АСДК ГТС 5
   4.1. Существующая АСДК ГТС Загорской ГАЭС 6
5. Автоматизированная КИА в подпорных стенах водоприемника (ПОБ) 9
   5.1. Структурная схема 10
   5.2. Технические характеристики датчиков и основной телекоммуникационной аппаратуры модернизированной АСДК 10
   5.3. Датчики для автоматизации доустанавливаемых в подпорных стенах водоприемника пьезометров 10
   5.4. Активный разветвитель-повторитель 12
6. Интеграция дополнительно устанавливаемых датчиков в существующую систему АСДК ГТС 14
7. Метрологическое обеспечение 19
8. Перечень мероприятий по охране окружающей среды 22
9. Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности 23

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата
Разработал		Зимин			18.10.24
Проверил		Галошина			18.10.24
Н. контр.		Бадмаев			18.10.24
ГИП		Костюрин			18.10.24

3-ТПИР-ПИР-2023-ИОС-ПЗ

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

Стадия	Лист	Листов
П	1	24

Пояснительная записка

ООО «Прото-Проект»

1. Перечень принятых сокращений

ГТС – гидротехнические сооружения;

ГАЭС – гидроаккумулирующая электростанция;

КИА – контрольно измерительная аппаратура;

ПОБ – пьезометр опускной безнапорный;

АСДК – автоматизированная система диагностического контроля;

АСО – автоматизированная система опороса КИА;

ИДС – информационно диагностическая система;

ИУ – измерительное устройство;

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» и посвящён автоматизации пьезометров опускных безнапорных в подпорных стенах водоприемника ПС-1, 2, 3 ЛС-1, 2 Загорской ГАЭС, для обеспечения оперативного контроля величины противодавления на фундаментную плиту водоприёмника.

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;

- нижнее водохранилища с низовой плотиной и донным водосбросом.

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

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 техническому заданию необходимо разработать разделы по автоматизации доустанавливаемых в подпорных стенах пьезометрах, включая интеграцию в существующую АСДК ГТС Загорской ГАЭС. В существующем разделе представлена автоматизация 10 новых и 2 установленных пьезометра на подпорных стенах.

4. Общая концепция и архитектура АСДК ГТС

Автоматизированная система диагностического контроля ГТС (АСДК ГТС) представляет собой интегрированную систему, включающую в себя АСО КИА и ИДС контроля состояния ГТС, работающие в общей компьютерной сети и интегрированные на программном уровне.

Целью создания АСДК является обеспечение точности, надёжности и достоверности результатов наблюдений, повышение оперативности контроля и диагностирования состояния ГТС для своевременного принятия мер по обеспечению их безопасной и надежной эксплуатации.

Принципы построения АСДК ГТС заключаются в следующем:

- Автоматизированная система опроса (АСО) осуществляет сквозную передачу данных от первичных датчиков до центрального сервера сбора данных. На выходе из сервера сбора данных АСО КИА интегрируется с ИДС. При этом в целом АСДК ГТС представляет собой автоматизированную систему «открытого» типа, что обеспечивает возможность поэтапного развития системы, взаимозаменяемость аппаратных и программных средств и совместимость с АСУ другого уровня;
- Автоматизированная система опроса (АСО КИА) представляет собой распределенную систему дистанционного контроля, которая построена по технологии «промышленной сети», что обеспечивает надёжную защиту от помех, удешевление и упрощение работ по монтажу и эксплуатации системы автоматики;
- «Промышленная сеть» осуществляет физическое объединение измерительных, коммуникационных и управляющих устройств, и позволяет использовать открытые программно логические протоколы обмена информацией;
- Применяются датчики промышленного (серийного) типа, имеющие высокие метрологические характеристики и обеспечивающие выходной сигнал унифицированного вида;
- Автоматизированная система диагностического контроля (АСДК ГТС) удовлетворяет требованиям по функциональности, надёжности и экономичности.

Автоматизированная система диагностического контроля (АСДК ГТС) структурно включает в себя следующие элементы.

Нижний уровень: датчики, измерительные устройства.

Средний уровень: система телекоммуникаций, преобразования и передачи информации в цифровом коде на центральный блок сбора данных АСО КИА.

Верхний уровень: программно-технический комплекс, содержащий центральный блок автоматизированного опроса АСО КИА и ИДС с соответствующим компьютерным и программным обеспечением.

На нижнем уровне АСДК использует непосредственно измерительные устройства с датчиками, которые регистрируют физические процессы и воздействия на сооружения. В системе автоматизации могут применяться: датчики уровней воды, датчики избыточного давления на напорных и безнапорных пьезометрах, расходомеры на дренажных скважинах и мерных водосливах, датчики перемещений на щелемерах, отвесах, струнных створах, датчики температуры. Общим требованием к датчикам является их унифицированный аналоговый, цифровой или радиочастотный выход стандартного вида и взаимозаменяемость. Таким требованиям на сегодня удовлетворяет большинство датчиков серийного промышленного производства.

Средний уровень АСДК ГТС включает в себя средства коммутации датчиков, преобразования аналогового сигнала в цифровой код и линии связи для передачи сигналов от датчиков на центральный блок системы АСО КИА. Для присоединения датчиков к линии связи с промышленным интерфейсом используются модули сбора данных, располагаемые в зонах наибольшей концентрации измерительных устройств. Преобразование аналоговых сигналов от датчиков в цифровые коды с использованием стандартного интерфейса позволяет осуществлять передачу данных по проводным и радиочастотным линиям связи на сравнительно большие расстояния.

Верхний уровень системы АСДК ГТС представляет собой программно технический комплекс, включающий контроллер ввода вывода данных, центральный блок на базе промышленного сервера сбора данных, базовое и специализированное программное обеспечение для управления автоматизированным опросом датчиков и автоматизированные рабочие места с комплексом программ в составе ИДС контроля безопасности ГТС. Информационно диагностическая система представляет собой заключительное звено АСДК ГТС. Она взаимодействует с системой АСО КИА на программном уровне по локальной компьютерной сети ГАЭС.

4.1. Существующая АСДК ГТС Загорской ГАЭС

В существующую систему АСДК ГТС Загорской ГАЭС включены следующие виды измерительных устройств:

- Двухосные щелемеры – 105 шт.;
- Обратные отвесы – 17 шт.;
- Безнапорные пьезометры – 229 шт.;
- Напорные пьезометры – 25 шт.;
- Водосливы- 6 шт.;
- Струнная закладная КИА – 696 шт.

Датчики установлены непосредственно на существующих ИУ или рядом с ними.

Измерительные устройства (ИУ) в соответствии с их расположением коммутируются группами в настенных интеграционных шкафах, внутри которых установлены восьмипортовые модули сбора данных и блоки питания на 24 В постоянного тока. Модули сбора данных имеют на выходе цифровой интерфейс RS 485, что позволяет объединить их в единую линию «шинной» топологии и передавать данные опроса датчиков по проводной или беспроводной связи на сервер сбора данных центрально пункта АСО КИА.

Для совместимости протокола обмена данными все первичные датчики (кроме закладной КИА) имеют аналоговый токовый выход 4…20 мА. Данные от безнапорных пьезометров на низовой плотине и склонах, передаются при помощи радиомодема.

Для измерения пьезометрических уровней воды в напорных пьезометрах на их оголовках установлены датчики избыточного давления.

На безнапорных пьезометрах ГАЭС установлены датчики уровня воды погружного типа.

На щелемерах установлены датчики линейных перемещений.

На обратных отвесах установлены датчики линейных перемещений.

На расходомерах установлены датчики линейных перемещений поплавкового типа. Рядом с каждым расходомером внутри колодца установлена клеммная коробка, в которой аналоговый сигнал при помощи модуля сбора данных преобразуется на цифровой и передается в центральный сервер АСО КИА.

Существующая структурная схема приведена на рисунке 4.1.1.

Сегментация принята исходя из расположения шкафов и технической возможности их объединение в линию «шинной» топологии, так чтобы оптимально довести проводную связь до центрального пункта сбора данных в помещение АТС административного корпуса.

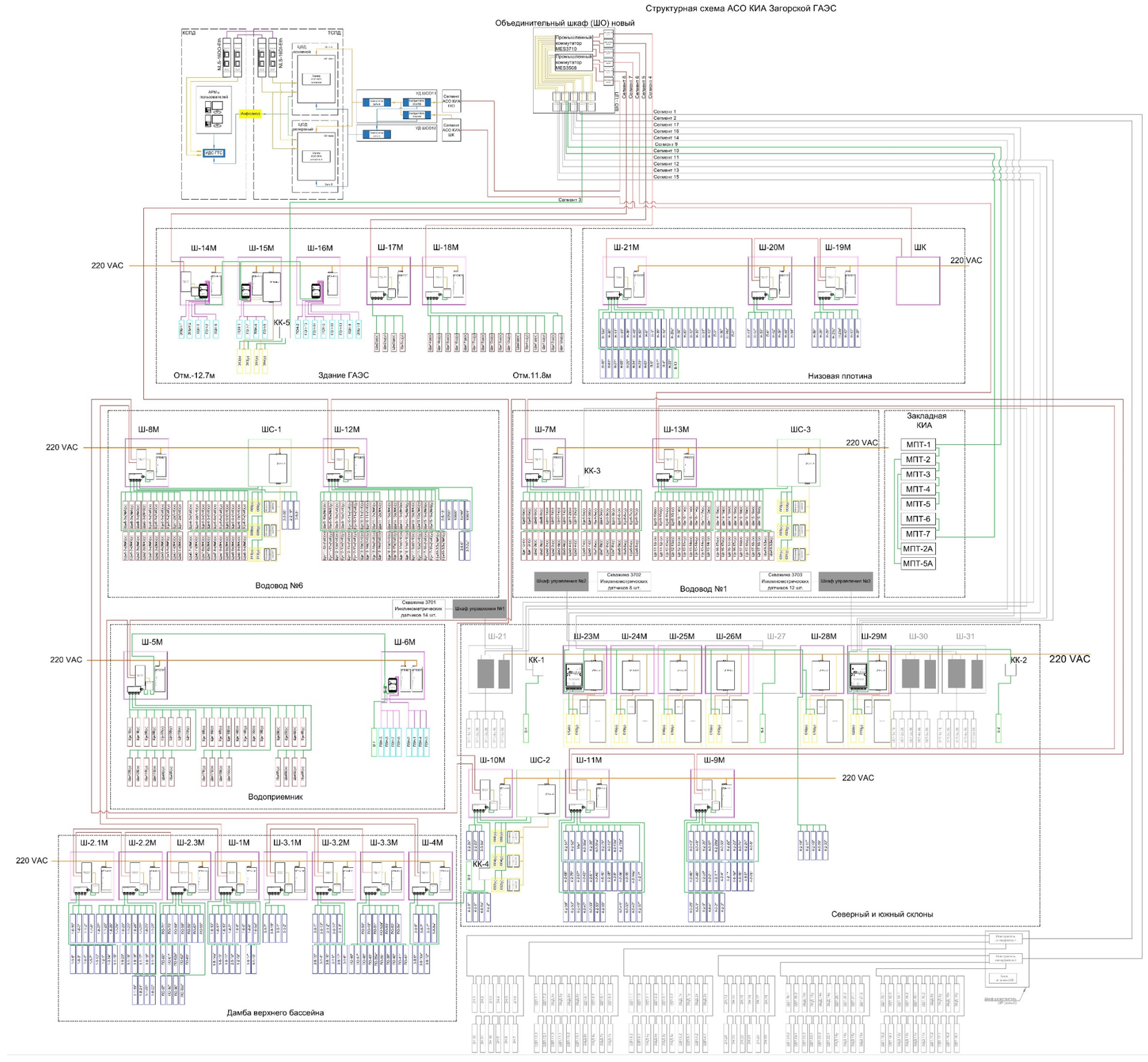

Рисунок 4.1.1 – Существующая структурная схема АСО КИА ГАЭС

Взам. инв. №	Подп. и дата	Инв. № подл.

Изм.	Кол.уч.	Лист	№ док.	Подпись	Дата	3-ТПИР-ПИР-2023-ИОС-ПЗ	Лист 8

5. Автоматизированная КИА в подпорных стенах водоприемника (ПОБ)

В дополнение к существующей АСО КИА настоящей проектной документацией предусматривается автоматизация доустанавливаемых в подпорных стенах водоприемника пьезометрах в количестве 10 шт., а также автоматизация двух установленных на ПС-1 пьезометров (ПОБ.1 и ПОБ.2), запроектированных в рамках РД № 1975.33-34-002 «Капитальный ремонт пьезометров водоприемника. Автоматизация».

Данным комплектом отменяется оборудование для автоматизации, монтаж его, материалы и работы по прокладке кабельных линий, запроектированных в рамках РД № 1975.33-34-002 «Капитальный ремонт пьезометров водоприемника. Автоматизация».

Перечень КИА подлежащий автоматизации представлен в таблице 5.1.1

Таблица 5.1.1 – Перечень КИА подлежащей автоматизации

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

Схема расположения доустанавливаемых в подпорных стенах водоприемника пьезометрах представлена на чертеже № 3-ТПИР-ПИР-2023-ИОС.ГЧ листы 2 и 3

5.1. Структурная схема

Для автоматизации и коммутации пьезометров опускных безнапорных, измеряющих противодавление под подошвой подпорных стен водоприемника, два новых сегмента линий RS-485 подключаются к активному разветвитель-повторитель SP1AM, российского производства фирмы ООО НТП Горизонт, устанавливаемого рядом с существующим шкафом АТ-2 на гребне водоприемника Загорской ГАЭС.

Фрагмент дополненной структурной схемы доустанавливаемых в подпорных стенах водоприемника пьезометрах представлен на чертеже № -ТПИР-ПИР-2023-ИОС.ГЧ лист 4.

5.2. Технические характеристики датчиков и основной телекоммуникационной аппаратуры модернизированной АСДК

Выбор датчиков и телекоммуникационной аппаратуры основывался на опыте проектирования автоматизированных систем, а также требованиями нормативно технической документации и Законодательства Российской Федерации. В соответствии с требованиями Технической политики ПАО «РусГидро» для применения на объектах гидроэнергетики необходимо использовать датчики промышленного (серийного) типа, имеющие высокие метрологические характеристики, аттестованные в качестве типа средства измерений и обеспечивающие выходной сигнал унифицированного вида, с учетом импортозамещения.

5.3. Датчики для автоматизации доустанавливаемых в подпорных стенах водоприемника пьезометров

Датчики давления PLLG (далее - датчики) предназначены для измерений избыточного давления жидкости, порового давления грунта при проведении геотехнического мониторинга грунтового массива на этапе строительства и эксплуатации строительных конструкций, хвостохранилищ, дамб, мониторинге природных объектов.

Пьезометр имеет цифровой выход RS-485, что позволяет подключать большое количество датчиков на одну измерительную линию на расстояния до 800м

Принцип действия датчиков давления PLLG основан на использовании зависимости между измеряемым давлением и изменением выходного электрического сигнала чувствительного элемента – первичного преобразователя давления. Выходной электрический сигнал пропорциональный измеряемому давлению поступает в блок преобразования для последующего преобразования в цифровой код.

Конструктивно датчики состоят из герметичных цилиндрических корпусов из нержавеющей стали, с установленными фильтром и прижимной крышкой с одной стороны, и

присоединенным кабелем, с другой стороны. В зависимости от исполнения, датчики комплектуются электронными блоками.



Рисунок 5.3.1 – Цифровой пьезометр PLLG-D21

Таблица 5.3.1. Метрологические характеристики

Наименование характеристики	Значение
ВПИ избыточного давления, кПа	10; 20; 30; 100; 200; 300; 400; 500; 600; 1000; 2000; 3000[1)]
Пределы допускаемой приведенной к ВПИ избыточного давления погрешности, %	±0,1 ±0,5
Примечание: 1) – в зависимости от заказа	

Таблица 5.3.2. Основные технические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Напряжение питания постоянного тока, В	от 9 до 28
Значение выходного сигнала силы постоянного тока[1)], мА	от 4 до 20
Внешние интерфейсы[2)]	RS-485; LoRaWAN; XNB
Габаритные размеры (длина×диаметр) датчика, мм, не более	217×50
Габаритные размеры электронного блока (длина×ширина×высота), мм, не более	160×80×55
Общая масса (без батареи), кг, не более	1,5
Рабочие условия эксплуатации: - температура окружающей среды, °С	от -10 до +60
Средняя наработка на отказ, час	100000
Средний срок службы, лет	10
Примечание: 1) – для обозначений с кодом 01; 2) – в зависимости от заказа, для обозначений с кодами D01, D21, D22, D23	

Регистрационный номер в Госреестре № 87395-22.

Межповерочный интервал – 3 года.

Для автоматизации пьезометров опускных безнапорных выбраны датчики с пределом допускаемой приведенной к ВПИ погрешности измерений давления 0,1%, типом фильтрующих элементов LAE – размер поры 50мкм.

Схема установки доустанавливаемых в подпорных стенах водоприемника пьезометрах представлена на чертеже № -ТПИР-ПИР-2023-ИОС.ГЧ лист 4.

Спецификация оборудования и материалов представлена на чертеже № 3-ТПИР-ПИР-2023-ИОС.ГЧ лист 6.

Ведомость объемов работ представлена на чертеже № 3-ТПИР-ПИР-2023-ИОС.ГЧ лист 7.

Кабельный журнал представлен на чертеже № 3-ТПИР-ПИР-2023-ИОС.ГЧ лист 8.

Чтобы избежать повреждения гибкой жилы кабеля при затяжке винтового соединения и обеспечить надёжный контакт, необходимо обжать жилы всех кабелей с двух сторон наконечниками НШВИ.

5.4. Активный разветвитель-повторитель

Активный разветвитель–повторитель SP1AM предназначен для построения разветвленных сетей RS-485 большой протяженности или имеющих ответвления.



Рисунок 5.4.1 – SP1AM Активный разветвитель-повторитель

Таблица 5.4.1. Технические характеристики

Наименование характеристики	Значение
Способ монтажа	Фланец с резьбовыми отверстиями/ Фланец с для монтажа на хомуты

Количество коммутируемых линий	3
Выполняемые функции	Удлинение линии RS-485/ ответвление линии RS-485
Скорость обмена данными по линиям RS-485, бит/с	9600/115200
Напряжение питания, В	9-28
Собственное токопотребление (при напряжении 24в), мА	1,5
Напряжение коммутируемого питания отходящей линии к датчику, В	до 27
Коммутируемый ток, А	до 2
Габаритные размеры, мм	98х65х35
Диаметр подводимого кабеля линии RS-485,мм	5-8/ 6-11
Степень пыле-влагозащиты	IP65
Диапазон рабочих температур, °С	-50 +60

6. Интеграция дополнительно устанавливаемых датчиков в существующую систему АСДК ГТС

Для обеспечения работоспособности АСДК ГТС данные от проектируемой КИА путём интеграции должны поступать в ИДС «БИНГ-3», являющейся элементом верхнего уровня АСДК ГТС Загорской ГАЭС.

Интеграции в существующую АСДК ГТС подлежат следующие проектируемые датчики:

— пьезометр опускной безнапорный – 12 шт.

Для реализации функции диспетчерского управления на базе АРМа оператора, предусматривается наладка программного обеспечения ИДС «БИНГ» Загорской ГАЭС.

Для достижения функций, предусмотренных заданием на доработку программного обеспечения АСО КИА и интеграция с ИДС БИНГ, требуется провести настройку данного ПО. Для реализации проектных функций необходимо выполнить следующие настройки:

— Настроить параметры каждой точки измерения. – 12 ф.н.

— Задать частоту опроса каналов измерения – 1 ф.н.

— Задать глубину архива полученных данных – 1 ф.н.

— Задать значения верхних и нижних предупредительных границ – 12 ф.н.

Итого: 26 функциональных настроек.

В рамках работ по интеграции предполагается выполнение следующего объёма пусконаладочных работ с предоставлением необходимой исполнительной документации (таблица 6.1.1).

Таблица 6.1.1 – Объём пусконаладочных работ

Наименование работ	Результат выполненных работ, и необходимая исполнительная документация	Объем работ
1 Подготовительные работы:		
1.1 Проверка комплектности проектной и рабочей документации по АСДК ГТС Загорской ГАЭС	Акт передачи проектной и рабочей документации наладочной организации для производства работ	Один комплект технической документации на Систему
1.2 Проверка метрологической документации на КИА и оборудование АСДК ГТС	Акт передачи свидетельств о поверке	Один комплект метрологической документации на Систему
1.3 Осмотр и оценка готовности монтажа технических средств (КТС), программно-технических комплексов (ПТК), локальной вычислительной	Акт приемки и монтажа приборов и средств автоматизации оборудования пускового комплекса Протоколы о возможности (невозможности) допуска	Один комплект технической документации на Систему

Наименование работ	Результат выполненных работ, и необходимая исполнительная документация	Объем работ
сети (ЛВС), кабельных связей электропитания, кабельных связей от датчиков и устройств	частей оборудования пускового комплекса (датчики, отдельные КТС и ПТК) к автономной наладке	
1.4 Определение готовности систем электроснабжения для наладки оборудования пускового комплекса	Акт готовности объекта к производству работ по наладке оборудования пускового комплекса	Один комплект документов на Систему
2 Автономная наладка оборудования АСДК ГТС:		
2.1 Оборудования пускового комплекса АСО КИА: Наладка системы электропитания; Проверка функционирования сетевого оборудования (включая конфигурирование коммутаторов); Проверка, наладка программного обеспечения (ПО) серверного оборудования; Проверка функции регистрации служебных сигналов; Проверка функций ПТК. Наладка отображения информации на экранных формах терминала оператора (ТО) ПТК. Проверка, наладка каналов ввода сигналов от датчиков Проверка информационного обмена между шкафом и датчиками; Проверка информационного обмена между шкафом с ПК в автономном режиме; Проверка формирования и обработки сигналов контроля оборудования шкафа; Проверка информационного обмена по ЛВС между шкафом и ПТК; ПТК АРМ 1 и ПТК АРМ 2:	Протоколы наладки монтажных единиц технических средств и программного обеспечения (локальные КТС и ПТК) АСО КИА пускового комплекса. Протоколы калибровки измерительных каналов технических средств АСО КИА пускового комплекса. Акты о возможности (невозможности) допуска частей подсистемы (отдельные КТС и ПТК) к комплексной наладке пускового комплекса.	Один пусковой комплекс АСО КИА, наладка комплекта ПО на 2х устройствах: ЦП и АРМ, проверка регистрации 12 сигналов, проверка функций ПТК в соответствии с ТЗ, проверка обмена информацией 12 датчиков уровня и 1 шкафа (АТ-2), проверка связи между 1-им Шкафом автоматизации и ЦП в автономном режиме, проверка, наладка информационного обмена между АРМ и ЦП (ПТК), наладка отображения информации на АРМ, наладка электропитания АРМ и ЦП, проверка связи между ЦП и АРМ

Наименование работ	Результат выполненных работ, и необходимая исполнительная документация	Объем работ
Проверка, наладка системы электропитания; Проверка, наладка информационного обмена между ПТК АРМ и ПТК; Проверка, наладка ПО ПТК АРМ; Наладка отображения информации на экранных формах ТО ПТК АРМ. ЦП АСДК ГТС: Проверка, наладка системы электропитания; Проверка, наладка информационного обмена между ЦП АСДК ГТС АРМ и ПТК; Проверка, наладка ПО ЦП АСДК ГТС		
2.2 Проверка функционирования КТС Информационно-диагностической системы (ИДС); Включение оборудования и индивидуальная проверка; Проверка функционирования и настройка программного обеспечения ИДС (ПО ИДС): Отладка ПО подсистемы обработки внешних воздействий; Отладка ПО модулям специальной обработки данных; Отладка ПО подсистемы пересчета показаний	Протоколы проверки работоспособности приборов, программного обеспечения ИДС. Акт о возможности (невозможности) допуска частей системы (локальные КТС и ПТК) к комплексной наладке	Проверка ИДС БИНГ, ЦП, 1 АРМ, 1 шкафа (АТ-2), отладка ИДС БИНГ, проверка модулей интеграции с АСО КИА
2.3 Проверка правильности маркировки, подключения и фазировки электрических проводок шкафа. Включение оборудования и индивидуальная их проверка	Протоколы автономной наладки шкафа Акт о возможности (невозможности) допуска шкафа к комплексной наладке	1 шкаф (АТ-2)

Наименование работ	Результат выполненных работ, и необходимая исполнительная документация	Объем работ
2.4 Проверка правильности маркировки, подключения и фазировки электрических проводок ЦП АСДК ГТС; Включение оборудования и индивидуальная проверка; Проверка функционирования элементов ЦП АСДК ГТС; (при неисправности отдельных компонентов, замена их на исправные из состава ЗИП)	Протоколы автономной наладки функций ЦП АСДК ГТС. Протоколы автономной наладки работоспособности приборов, программного обеспечения ЦП АСДК ГТС. Акты о возможности (невозможности) допуска АСДК ГТС к комплексной наладке	1 ЦП, 1 N-Port, 1 сервер HP, 1 модем, 1 коммутатор
2.5 Проверка правильности маркировки, подключения и фазировки электрических проводок АРМ; Включение оборудования и индивидуальная проверка; Проверка функционирования элементов АРМ; (при неисправности отдельных компонентов, замена их на исправные из состава ЗИП).	Протоколы автономной наладки функций АРМ. Протоколы автономной наладки работоспособности приборов, программного обеспечения АРМ. Акты о возможности (невозможности) допуска АРМ к комплексной наладке.	1 АРМ
3 Комплексная наладка оборудования пускового комплекса:		
3.1 Проверка измерительных каналов АСДК ГТС Загорской ГАЭС-2 (от источника сигнала до его представления с учетом параметризации; Отладка подсистемы диагностики функционирования ПТК ИДС и ПТК АСО КИА; Проверка работоспособности и правильности выполнения функций и технологических задач, возложенных на АСДК ГТС Загорской ГАЭС-2; Анализ работы АСДК ГТС в пробной эксплуатации;	Протоколы комплексной наладки АСДК. Акт о возможности (невозможности) допуска оборудования пускового комплекса к этапу «Приемка в постоянную эксплуатацию»	Проверка измерительных каналов в кол-ве 12 шт., проверка 1 ПТК, анализ работы 1 АСДК. Оформление 1 комплекта документации

Наименование работ	Результат выполненных работ, и необходимая исполнительная документация	Объем работ
Оформление исполнительной документации		
4 Приемка оборудования пускового комплекса в эксплуатацию:		
4.1 Автономные испытания	Протокол проведения автономных испытаний. Акт о возможности (невозможности) допуска частей оборудования пускового комплекса (отдельные КТС и ПТК) к комплексным испытаниям	1 АСДК
4.2 Комплексные испытания	Протокол проведения комплексных испытаний. Акт о возможности (невозможности) допуска оборудования пускового комплекса к опытной эксплуатации	1 АСДК
4.3 Опытная эксплуатация	Протокол об успешном (неуспешном) проведении опытной эксплуатации. Акт о возможности (невозможности) допуска оборудования пускового комплекса к приемочным испытаниям	1 АСДК
4.4 Приемочные испытания	Протокол проведения приемочных испытаний. Акт о готовности пускового комплекса в целом к постоянной эксплуатации	1 АСДК

7. Метрологическое обеспечение

Для обеспечения соответствия АСО КИА требованиям п.3.6. Федерального закона "Об обеспечении единства измерений" от 26.06.2008 № 102-ФЗ необходимо проведение метрологической аттестации «Комплекса программно - технических средств мониторинга состояния гидротехнических сооружений (далее Комплекс) после реализации АСО КИА. Количество измерительных каналов в составе Комплекса должно соответствовать как минимум ИУ, на которые назначены критерии безопасности на момент проведения работ по метрологической аттестации в соответствии с действующей Декларацией безопасности объекта, как максимум должны быть внесены все ИУ в составе Комплекса. В связи с продолжительным регламентным сроком внесения Комплекса в государственный реестр средств измерений целесообразно установить срок опытной эксплуатации АСО КИА не менее 6 мес. с момента подписания Акта приёмки Системы в опытную эксплуатацию. Межповерочный интервал должен быть определен в рамках разработки комплекта метрологической документации, но должен быть не менее 1 года. Организация, проводящая испытания с целью утверждения типа средства измерений, должна иметь аккредитацию на право испытаний средств измерений в целях утверждения типа в соответствующих областях. Организация, проводящая испытания с целью утверждения типа средства измерений, должна предоставить следующий перечень метрологической документации:

1. Заявка в Росстандарт (внесение в Госреестр).
2. Заявка на испытания.
3. Декларация полноты документации, уровня защиты и отсутствия недокументированных возможностей ПО средств измерений (ПО).
4. Акт испытаний.
5. Описание типа (ОТ).
6. Программа испытаний.
7. Методика поверки (МП).
9. Протоколы испытаний.

В связи с тем, что выполнение периодической проверки измерительных каналов Комплекса в полевых условиях невозможно по причине несоответствия условий проведения испытаний требованиям к условиям эксплуатации эталонного оборудования, а также в связи с необходимостью обеспечения возможности замены первичного преобразователя на аналогичный с такими же или превосходящими метрологическими характеристиками, но отличный от исходного диапазона измерений значения давления, целесообразно выделить из состава измерительного канала первичный преобразователь, внесенный в государственный

реестр средств измерений и имеющий действующее свидетельство о периодической или первичной поверке и проводить аттестацию измерительного канала в соответствии с типом выходного сигнала первичного измерителя (как правило токовый сигнал в диапазоне 0 - 20мА.

Метрологические характеристики измерительного канала должны соответствовать требованиям к обобщенным метрологическим характеристикам измерительных каналов ИИС.

Определение погрешности измерительного канала (ИК) выполняется расчетом среднего квадратического отклонения случайной составляющей погрешности ИК. Расчет выполняется в соответствии с требованиями п. 3.2.2 РД 153-34.0-11.201-97 «Методика определения обобщенных метрологических характеристик измерительных каналов ИИС и АСУ ТП по метрологическим характеристикам агрегатных средств измерений».

В состав измерительного канала входит:

— первичный преобразователь с кабельной аналоговой линией (ПИП);

— аналогово-цифровой преобразователь (АЦП);

— цифровые линии связи (ЛС);

— программное обеспечение на ЦП АСО КИА (СПИ).

Количество компонентов (АСИ), имеющих нормированные МХ, в ИК температуры равно 3, т.к. цифровая линия связи не вносит погрешности в процессе измерений. Принимается допущение, что погрешности АСИ являются случайными величинами, распределенными по закону равномерной плотности. Схема измерительного канала приведена на рисунке 7.1.



Рисунок 7.1 - Схема измерительного канала

Среднее квадратическое отклонение случайной погрешности ИК для реальных условий эксплуатации определяется по формуле (8.1):

$$\sigma[\partial\varepsilon] = \sqrt{\sum_{i=1}^{n} \sigma^2[\partial\varepsilon_i]} \qquad (7.1)$$

n — количество АСИ, входящих в состав ИК;

$[\partial\varepsilon_i]$ — среднее квадратическое отклонение случайной погрешности i-го АСИ, %;

∂_ПИП— основная погрешность средства измерений, для конкретного вида измерений. Определяется метрологическими характеристиками СИ. В нашем случае составляет 0,1 % от диапазона измерений.

∂_АЦП— основная погрешность преобразователя сигнала. Определяется метрологическими характеристиками АЦП. В нашем случае составляет 0,1 % от диапазона измерений.

∂_СПИ— погрешность комплекса программно-технических средств, вносимая при пересчете исходных значений и округлении значений при выполнении математических операций. В нашем случае отображение значений измеряемых величин происходит в единицах, соответствующих выходному сигналу первичного преобразователя (ПИП), математических операций не производится. Погрешность СПИ определяется максимальным возможным искажением измеренного значения за счет округления. Отображение измеренных значений происходит с точностью до одной тысячной, следовательно, округление может влиять только на 3 цифру после запятой. С учетом диапазона измерений АЦП 0 – 20 мА, погрешность комплекса программно-технических средств составит:

$$\partial_{\text{СПИ}} = \pm\frac{0{,}01}{20}100\% = 0{,}05\%$$

С учетом вышеизложенного среднее квадратическое отклонение случайной погрешности ИК для реальных условий эксплуатации составит:

$$\sigma[\partial\varepsilon] = \sqrt{\frac{\partial_{\text{пип}}{}^2 + \partial_{\text{АЦП}}{}^2 + \partial_{\text{СПИ}}{}^2}{3}} = \sqrt{\frac{0{,}1^2 + 0{,}1^2 + 0{,}05^2}{3}} = 0.086\%$$

В связи с тем, что расчетная погрешность ИК ПТКС составляет 0,1555 от диапазона измерений, при этом погрешность первичного преобразователя составляет 0,1 от диапазона измерений, целесообразно считать, что погрешность ИК ПТКС не должна превышать 0,1 % от диапазона измерений, что в единицах СИ соответствует 0,02 мА.

8. Перечень мероприятий по охране окружающей среды

При выполнении работ по модернизации пьезометрической сети Загорской ГАЭС к работе допускаются строительные машины и механизмы только серийного производства в технически исправном состоянии, исключающем утечку топлива и масел.

В процессе производства строительно-монтажных работ должны выполняться мероприятия, исключающие загрязнение акватории и прилегающей береговой зоны строительными отходами, мусором и токсичными веществами.

Стоянка строительных машин допускается только на площадках с твердым покрытием, где обеспечивается сбор загрязнений с последующим их вывозом.

Техническое обслуживание автомобильного транспорта предусматривается на базе автотранспортного предприятия, имеющего очистные сооружения.

Заправка строительных машин горюче-смазочными материалами производится только закрытым способом – автозаправщиками, либо на стационарных автозаправочных станциях.

Сбор строительного и хозяйственно-бытового мусора производится персоналом строительных подразделений в специальные контейнеры с последующим вывозом на полигон по переработке мусора.

Туалеты, устанавливаемые на строительной площадке, представляют собой биотуалеты контейнерного типа.

Перед выездом автотранспорта с мусором и грунтом за пределы строительной площадки необходимо груз закрывать брезентовым покрывалом.

В целом принятые методы выполнения строительно-монтажных работ с помощью строительной техники, машин и инструментов, оборудования серийного производства не представляют опасности для окружающей природной среды.

9. Мероприятия по обеспечению пожарной безопасности

При выполнении работ по модернизации пьезометрической сети Загорской ГАЭС обязательно соблюдение требований правил пожарной безопасности (Правил противопожарного режима в Российской Федерации (с изменениями на 24 октября 2022 года) (Постановление Правительства РФ от 16.09.2020 N 1479.)).

Основные требования пожарной безопасности при выполнении работ по автоматизации КИА:

1. Соблюдение правил ТБ и пожарной безопасности.
2. Запрет на использование открытого огня.

При соблюдении проектных решений, требований пожарной безопасности, технических регламентов – угрозы возникновения пожара нет, расчет пожарных рисков не требуется.

Таблица регистрации изменений

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