ТИПОВЫЕ ПРОЕКТНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ГЭС

(ТПР АСУТП ВО ГЭС)

САУ НО

Пояснительная записка

1026300970123.28.99.39.190.224.ПЗ.06.М

2024

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

СОДЕРЖАНИЕ

1 Область применения 3
2 Описание САУ НО 4
2.1 Описание первичного оборудования 4
2.2 Описание процесса деятельности 4
3 Аппаратная реализация 6
3.1 Описание состава и структуры САУ НО 6
3.2 Решения по стандартизации и унификации расположения оборудования на ГЭС 8
4 Описание работы САУ НО 9
4.1 Общие положения 9
4.2 Описание функций выполняемых САУ НО 9
5 Программное обеспечение 13
5.1 Информационное наполнение типовых графических форм отображения информации САУ НО на АРМ ВУ и ОП 13
6 Перечень принятых сокращений, терминов и определений 15

Перв. примен.

Справ. №

Подп. и дата

Инв. № дубл.

Взам. инв. №

Подп. и дата

Инв. № подл.

Изм.	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	1026300970123.28.99.39.190.224.П2.06.М		
Разраб.					ТПР АСУТП ВО ГЭС	Лит.	Лист 2 / Листов 15
Пров.					САУ НО		
Н. контр.					Пояснительная записка	ПАО «РусГидро»	

Копировал Формат А4

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1 В рамках настоящего проекта рассматриваются технические решения, относящиеся к автоматизированной системе управления насосами откачки воды из водосборных и дренажных емкостей ГЭС (ГАЭС) (САУ НО).

1.2 Разделы настоящего документа являются дополнением описания, приведенного в документе 1026300970123.28.99.39.190.224.П2.М "Пояснительная записка. Общие решения" настоящего ТПР АСУТП ВО и содержит описание, учитывающее специфику функционирования САУ НО. Настоящий документ и документ 1026300970123.28.99.39.190.224.П2.М "Пояснительная записка. Общие решения" следует рассматривать совместно.

1.3 Настоящий проект предназначен для применения проектными организациями при разработке новых систем САУ НО.

2 ОПИСАНИЕ САУ НО

2.1 Описание первичного оборудования

2.1.1 Описание первичного оборудование насосных откачки систем осушения и дренажа приведено в документах 1026300970123.28.99.39.190.224.С4.05.М "САУ НО. Типовые технологические схемы" и 1026300970123.28.99.39.190.224.П9.05.М "САУ НО. Описание комплекса технических средств".

2.2 Описание процесса деятельности

2.2.1 В водоприемные емкости (колодцы) поступает самотеком вода из схемы опорожнения проточной части ГА и донных водосбросов (дополнительно в зависимости от принятой компоновки ГЭС (ГАЭС) в водоприемную емкость может быть организован сбор воды из вспомогательных сооружений гидроузла, а также из аварийно - затапливаемых помещений ГЭС (ГАЭС)).

2.2.2 В дренажные емкости (колодцы) поступает самотеком фильтрационная вода через дренажную сеть канавок, перепускных отверстий в перегородках, трубопроводов.

2.2.3 Поступающая в водоприемные и дренажные емкости вода удаляется насосами откачки через систему трубопроводов в нижний бьеф.

2.2.4 САУ НО обеспечивает контроль текущего уровня воды в водоприемных и дренажных емкостях, обеспечивает управление насосами откачки и запорной арматурой (задвижками) схемы отведения воды, обеспечивает формирование информационных сигналов, сообщений и сигнализации для информирования оперативного персонала станции о текущем состоянии водоприемных и дренажных емкостей, оборудования насосной станции, собственного оборудования САУ НО. Функционирование САУ НО подробно описано в разделе 4.

2.2.5 На ГЭС (ГАЭС) в зависимости от принятой компоновки может быть организовано несколько водоприемных и дренажных емкостей.

Проектом ТПР АСУТП ВО предусматривается реализация САУ НО водоприемных емкостей (схема опорожнения проточной части) и САУ НО дренажных емкостей (схема осушения помещений станции) в раздельных ПТК.

В остальном решение о реализации в рамках одного ПТК САУ НО управления несколькими насосными откачки воды из водоприемных (дренажных) емкостей должно быть сформулировано при проектировании САУ НО для конкретной станции с учетом таких факторов как географическое расположение водоприемных (дренажных) емкостей (насосных откачки), отнесение насосных откачки к зоне обслуживания одного и того же оперативного персонала.

2.2.6 Если на ГЭС (ГАЭС) предусмотрено несколько САУ НО, то их функционирование должно быть независимым (отказ или вывод из работы одной САУ НО не должен сказываться на работоспособность другой САУ НО).

3 АППАРАТНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ

3.1 Описание состава и структуры САУ НО

3.1.1 Структура системы САУ НО представлена в документе 1026300970123.28.99.39.190.224.С1.05.М "САУ НО. Схема структурная комплекса технических средств".

3.1.2 В САУ НО выделены следующие иерархические уровни:

– полевой уровень – находящиеся на объекте управления датчики (измерительные преобразователи), исполнительные механизмы, кабельные связи к ним;

– уровень управления (ПТК САУ НО) – реализуется на ПЛК с алгоритмами группового управления насосами откачки и задвижками по поступающей входной измерительной и диагностической информации от датчиков по контрольным кабелям с полевого уровня;

– верхний уровень – реализуется средствами ВУ АСУТП ГЭС.

3.1.3 В состав САУ НО входят:

– на полевом уровне:
  - два аналоговых датчика уровня в водоприемной (дренажной) емкости;
  - дискретные датчики низкого уровня для организации защиты от "сухого хода" – по количеству насосов откачки;
  - два дискретных датчика аварийно-высокого уровня воды;
  - да дискретных датчика затопления помещения насосной (для дренажных насосных);
  - шкафы управления задвижками;
  - шкафы управления насосами (для насосов с напряжением питания 0,4 кВ);

– на уровне управления:
  - ПТК САУ НО.

3.1.4 Шкаф управления задвижкой содержит пусковые устройства обеспечивающие подачу напряжения на электропривод задвижки для ее открытия и закрытия. Схема, реализованная в шкафу управления задвижкой, обеспечивает управление задвижкой по месту (кнопками со шкафа управления задвижкой) или дискретными командами от ПТК САУ НО.

3.1.5 Шкаф управления насосом содержит пусковое устройство, обеспечивающее подачу напряжения на электродвигатель насоса откачки. В качестве пускового устройства предусмотрено устройство плавного пуска. Схема, реализованная в шкафу управления насосом, обеспечивает управление насосом по месту (кнопками со шкафа управления насосом) или дискретными командами от ПТК САУ НО.

3.1.6 Шкаф управления насосом используется только для насосов с напряжением питания 0,4 кВ. Для насосов 6 (10) кВ (при их наличии) управление обеспечивается непосредственно из питающей ячейки КРУ 6 (10) кВ станции.

3.1.7 ПТК САУ НО представляет собой электротехнический шкаф (шкаф контроллеров), который работает под управлением ПЛК с реализованными алгоритмами группового управления насосами и задвижками по поступающей входной измерительной и диагностической информации от датчиков (в соответствии с описанием раздела 4 настоящего документа).

3.1.8 Типовым вариантом организации ПТК САУ НО является вариант с нерезервированным исполнением ПЛК. Резервированное исполнение ПЛК является опциональным, необходимость резервированного исполнения ПЛК должно быть в явном виде указано при создании САУ НО конкретной станции.

3.1.9 Перечень входных сигналов, собираемых ПТК САУ НО с полевого уровня приведен в документе 1026300970123.28.99.39.190.224.П8.05.М "САУ НО. Список сигналов".

3.1.10 ПТК САУ НО на уровне управления не требует реализации цифрового информационного обмена. Цифровой информационный обмен строиться только с ВУ АСУТП ГЭС в соответствии с решениями раздела 7 документа 1026300970123.28.99.39.190.224.П2.М "Пояснительная записка. Общие решения" настоящего ТПР АСУТП ВО.

3.1.11 В шкаф ПТК САУ НО (контроллеров) входит:

– схема питания шкафа;
– сетевые устройства;
– промышленный контроллер (резервированный промышленный контроллер);
– модули ввода/вывода;
– схема сбора диагностических сигналов (от оборудования в составе шкафа);
– схемы подключения к модулям ввода/вывода полевых устройств.

На двери шкафа размещаются:

– лампы индикации напряжения на вводах питания шкафа;
– лампы индикации сигнализации "Предупреждение" и "Авария";
– операторская панель управления (опционально).

3.1.12 Состав и исполнение шкафов в составе САУ НО приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Типовой перечень шкафов в составе САУ НО

№	Описание	Исполнение	Количество в составе одного ПТК
1	Шкаф контроллеров САУ НО	1026300970123.28.99.39.190.224.ВО.М (1026300970123.28.99.39.190.224.ВО.06.М) 1026300970123.28.99.39.190.224.СБ.М	1

№	Описание	Исполнение	Количество в составе одного ПТК
2	Шкаф управления насосом откачки	1026300970123.28.99.39.190.224.ВО.03.М 1026300970123.28.99.39.190.224.СБ.03.М	2 или больше (по количеству насосов откачки), только для насосов с напряжением питания 0,4 кВ
3	Шкаф управления задвижкой на напоре насоса откачки	1026300970123.28.99.39.190.224.ВО.02.М 1026300970123.28.99.39.190.224.СБ.02.М	2 или больше (по количеству насосов откачки)

3.2 Решения по стандартизации и унификации расположения оборудования на ГЭС

3.2.1 Проектом предусматривается установка шкафов управления насосами (задвижками) в составе САУ НО в непосредственной близости от управляемых ими насосов (задвижек).

3.2.2 Проектом предусматривается установка шкафа контроллеров САУ НО на незатопляемой отметке (на отметке выше максимального эксплуатационного уровня нижнего бьефа или в изолированных помещениях с входом на отметку выше уровня нижнего бьефа).

3.2.3 Расположение оборудования на объекте определяется в каждом конкретном случае реализации системы с учетом общих требований, приведенных в настоящем разделе, в разделе 5.4 документа 1026300970123.28.99.39.190.224.П2.М "Пояснительная записка. Общие решения" настоящего ТПР АСУТП ВО и согласовывается с заказчиком.

4 ОПИСАНИЕ РАБОТЫ САУ НО

4.1 Общие положения

4.1.1 Алгоритмы управления насосами откачки реализуются в ПТК САУ НО.

4.1.2 Описание алгоритмов приведено для управления отведением воды из одной водоприемной (дренажной) емкости. При реализации на базе одного ПТК САУ НО управления отведением воды из нескольких водоприемных (дренажных) емкостей описание применяется в равной степени для управления оборудованием каждой из них.

4.2 Описание функций выполняемых САУ НО

4.2.1 ПТК САУ НО выполняет следующие функции:

– прием, контроль достоверности и обработку входных сигналов;

– контроль исправности датчиков и механизмов насосной откачки;

– поддержание уровня в водоприемной (дренажной) емкости в нормальных пределах за счет включения и отключения насосов откачки;

– управление насосами откачки;

– управление задвижками на напоре насосов откачки;

– формирование предупредительной и аварийной сигнализации;

4.2.2 Схема управления двигателя насоса откачки приведена в документе 1026300970123.28.99.39.190.224.СБ.03.М "Шкаф управления насосом периодического включения. Схема электрическая принципиальная".

4.2.3 Схема управления задвижкой приведена в документе 1026300970123.28.99.39.190.224.СБ.02.М "Шкаф управления задвижкой. Схема электрическая принципиальная".

4.2.4 ПТК САУ НО позволяет осуществлять оперативное управление:

– режимом работы насоса откачки (автоматический / ручной) – программными ключами с АРМ ВУ АСУТП ГЭС (ГАЭС) и ОП САУ НО;

– режимом смены очереди включения насоса откачки (автоматическая смена очереди, насос 1-ой очереди (рабочий насос), насос 2-ой очереди (резервный насос)) – программными ключами с АРМ ВУ АСУТП ГЭС (ГАЭС), с ОП САУ НО;

– в ручном режиме управления насосами осуществлять ручной пуск и останов насосов откачки – программными ключами с АРМ ВУ АСУТП ГЭС (ГАЭС) и ОП САУ НО.

– прямое ручное управление насосами откачки (без участия контроллера ПТК САУ НО) – ключами управления, расположенными по месту расположения насосов откачки (на силовом шкафу управления насосом);

– прямое ручное управление задвижками (без участия контроллера ПТК САУ НО) – ключами и кнопками управления, расположенными по месту расположения задвижек (на силовом шкафу управления задвижкой).

4.2.5 САУ НО предполагает совместное управление насосом откачки и задвижкой на напоре насоса откачки как в автоматическом режиме работы насоса откачки, так и в ручном режиме со шкафа ПТК САУ НО (в соответствии с пунктами 4.2.12, 4.2.13, 4.2.14).

4.2.6 Прямое ручное управление насосом откачки (ключом, расположенным на силовом шкафу управления насосом) осуществляется подачей команды непосредственно на пускатель двигателя насоса откачки. Управление задвижкой на напоре насоса в этом случае не выполняется и, при необходимости, должно осуществляться так же вручную кнопками, расположенными на силовом шкафу управления задвижкой.

4.2.7 Каждый из насосов откачки может работать в следующих режимах работы:

– автоматический;

– ручной.

4.2.8 В автоматическом режиме насосу откачки назначается очередь включения:

– насос 1-ой очереди (рабочий);

– насос 2-ой очереди (резервный);

– очередь не назначена.

4.2.9 Выбор очередности включения насосов откачки возможен вручную и автоматически. При автоматическом режиме предусмотрено переключение насосов откачки циклически (смена очереди осуществляется при выключении всех насосов, работающих в автоматическом режиме).

4.2.10 В ПТК САУ НО предусмотрен ввод сигналов от двух аналоговых преобразователей уровня воды в водоприемной (дренажной) емкости.

Для работы выбирается достоверный датчик. Переключение рабочего датчика осуществляется только при выходе из строя рабочего датчика или по команде оператора.

ПТК САУ НО реализует сравнение показаний измерителей уровня дренажной воды: измеренные значения уровня дренажной воды от двух измерителей должны находиться в диапазоне допустимого рассогласования (устанавливается в настройках ПТК САУ НО и, как правило, должен быть не более удвоенной погрешности измерительного канала). При расхождении показаний более допустимой величины формируется предупредительная сигнализация.

4.2.11 По показаниям аналоговых преобразователей уровня воды в водоприемной (дренажной) емкости формируются сигналы:

– включение насоса 1 очереди (рабочего насоса);

– включение насоса 2 очереди (резервного насоса);

– отключение насосов;

– низкий уровень воды в водоприемной (дренажной) емкости – защита от "сухого хода" (предупредительная сигнализация).

– аварийно-высокий уровень воды в водоприемной (дренажной) емкости (аварийная сигнализация).

4.2.12 Включение насосов откачки выполняется:

– в автоматическом режиме по командам ПТК САУ НО при повышении уровня в водоприемной (дренажной) емкости в соответствии с очередью запуска насоса;

– в ручном режиме программным ключом с АРМ ВУ АСУТП или ОП САУ НО.

При включении насоса обеспечивается пуск электродвигателя насоса на закрытую напорную задвижку, после окончания пуска двигателя подается команда на открытие напорной задвижки насоса откачки.

4.2.13 Отключение насосов откачки выполняется:

– в автоматическом режиме при достижении уровня отключения насосов;

– в ручном режиме программным ключом с АРМ ВУ АСУТП или ОП САУ НО;

В этом случае САУ НО сначала закрывает задвижку на напоре насоса, и, после поступления сигнала о закрытом положении задвижки (или по истечении заданного в настройках САУ НО времени на закрытие задвижки), снимается команду на включение электродвигателя насоса откачки.

4.2.14 В ПТК САУ НО предусмотрено отключение насоса по аварийному повышению температуры электродвигателя или подшипников насоса откачки (при наличии предусмотренных заводом изготовителем насоса (двигателя) датчиков температуры электродвигателя и подшипников).

4.2.15 В САУ НО предусмотрено отключение насоса откачки при достижении уровня воды в водоприемной (дренажной) емкости уровня защиты от "сухого хода" насосов откачки.

На уровне ПТК САУ НО защита от "сухого хода" выполнена по показаниям аналоговых датчиков уровня и сравнением их с уставкой защиты от "сухого хода" и действует на сброс выходной команды ПТК САУ НО на включение насоса откачки как в автоматическом режиме, так и в режиме ручного управления.

На уровне силового шкафа управления насосом откачки защита от "сухого хода" реализуется включением контакта дискретного датчика уровня в цепь контроля исправности насоса откачки (на электрической схеме контакт "внешняя защита"), который обеспечивает снятие команды включения на пускателе и формирование обобщенного для насоса откачки сигнала "Неисправность схемы управления".

4.2.16 Для двигателя насоса откачки с напряжением питания 0,4 кВ в схеме управления предусмотрены электрические защиты, которые реализуются устройством плавного пуска совместно с вводными плавкими предохранителями:

- максимальная токовая защита;
- защита от перегрузки;
- защита от понижения напряжения на вводе;
- проверка чередования фаз.

Перечисленные условия действуют на отключение (блокировку включения) двигателя насоса откачки и формирование сигнала "Неисправность схемы управления" насоса откачки.

4.2.17 Для двигателей насоса откачки с напряжением питания 6 (10) кВ защиты реализуются терминалами релейных защит ячейки КРУ 6 (10) кВ от которой запитан двигатель (организация релейных защит ячеек КРУ 6 (10) кВ в рамках настоящего ТПР АСУТП ВО не рассматривается). Срабатывание релейных защит ячейки КРУ 6 (10) кВ обеспечивают отключение насоса откачки и формирование сигнала "Срабатывание релейных защит ячейки КРУ 6 (10) кВ питания насоса".

4.2.18 При отключении по условиям, перечисленным в пунктах 4.2.14, 4.2.15, 4.2.16, 4.2.17 САУ НО сразу снимает команду на включение электродвигателя насоса откачки и одновременно с этим формирует команду закрытия задвижки на напоре насоса откачки.

4.2.19 Предусмотрен автоматическая деблокировка устройства плавного пуска и перезапуск насоса откачки воды после кратковременного пропадания электропитания (перезапуск насоса также выполняется в соответствии с пунктом 4.2.12).

4.2.20 Предусмотрен контроль времени работы насоса откачки. В случае превышения времени работы насоса откачки заданной в настройках ПТК САУ НО допустимой длительности, формируется предупредительная сигнализация.

5 ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

5.1 Информационное наполнение типовых графических форм отображения информации САУ НО на АРМ ВУ и ОП

5.1.1 Общие требования

5.1.1.1 Мнемосхемы должны предусматривать достаточное количество уровней детализации, с которых возможно производить мониторинг и управление насосными откачки воды из водоприемных (дренажных) емкостей.

5.1.1.2 С АРМ ВУ АСУТП реализуется ввод параметров, относящихся к оперативному управлению режимами САУ НО, ввод параметров настройки САУ НО с АРМ ВУ АСУТП не допускается.

5.1.1.3 С экранных форм ОП САУ НО реализуется ввод параметров, относящихся к оперативному управлению режимом САУ НО, а также ввод параметров настройки САУ НО (под учетной записью обслуживающего персонала).

5.1.2 Информационное наполнение мнемосхемы насосной откачки

5.1.2.1 Типовая компоновка мнемосхемы насосной откачки соответствует документу 1026300970123.28.99.39.190.224.С9.05.М "САУ НО. Чертежи видеокадров" и должна уточняться на этапе проектирования конкретной САУ НО.

5.1.2.2 На мнемосхеме насосной откачки изображаются:

– упрощенная технологическая схема насосной откачки;

– параметры насосной откачки.

5.1.2.3 При изображении технологической схемы насосной откачки рекомендуется упрощение схемы, не влияющее на понимание протекающих технологических процессов (исключение элементов, не участвующих в автоматическом управлении).

5.1.2.4 Допускается вывод на одной мнемосхеме технологические схемы и параметры нескольких разных насосных откачки, если это не мешает восприятию информации.

5.1.2.5 В состав технологической схемы насосной откачки включаются:

– водоприемная (дренажная) емкость;

– насосы отведения воды из водоприемной (дренажной) емкости;

– задвижки на напоре насосов;

5.1.2.6 На мнемосхеме представлены в цифровом виде следующие текущие значения основных технологических параметров насосной откачки:

– уровень воды в водоприемной (дренажной) емкости;

– индикаторы аварийно-высокого уровня воды в водоприемной (дренажной) емкости;

– индикаторы затопления (для насосных откачки дренажа);

– текущее состояние каждого насоса откачки (включен, отключен, режим работы, текущая очередь);

– текущее состояние каждой задвижки на напоре насосов откачки (открыта, закрыта, режим работы);

– температура двигателя насоса откачки (при наличии соответствующего температурного контроля);

– температура подшипников насоса откачки (при наличии соответствующего температурного контроля);

– давление на напоре насосов откачки;

– ток насосов откачки;

– наработка каждого насоса откачки;

– состояние пуско-регулирующей аппаратуры каждого насоса откачки;

– расход дренажной воды (при наличии, для насосных откачки дренажа).

6 ПЕРЕЧЕНЬ ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ, ТЕРМИНОВ И ОПРЕДЕЛЕНИЙ

АРМ – автоматизированное рабочее место

АСУТП – автоматизированная система управления технологическими процессами

ВО – вспомогательное оборудование

ВУ – верхний уровень

ГАЭС – гидроаккумулирующая электростанция

ГЭС – гидроэлектростанция

НО – насосные откачки

ОП – оперативный персонал

ПЛК – программно-логический контроллер

ПТК – программно-технический комплекс

САУ – система автоматического управления

ТПР – типовые проектные решения