# ТИПОВЫЕ ПРОЕКТНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ АВТОМАТИЗИРОВАННЫХ СИСТЕМ УПРАВЛЕНИЯ ВСПОМОГАТЕЛЬНОГО ОБОРУДОВАНИЯ ГЭС

## (ТПР АСУТП ВО ГЭС)

САУ МХ

Пояснительная записка

1026300970123.28.99.39.190.224.ПЗ.04.М

2024

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

# СОДЕРЖАНИЕ


1 Область применения ..... 3
2 Описание САУ МХ ..... 4
2.1 Описание первичного оборудования ..... 4
2.2 Описание процесса деятельности ..... 4
3 Аппаратная реализация ..... 5
3.1 Описание состава и структуры САУ МХ ..... 5
3.2 Решения по стандартизации и унификации расположения оборудования на ГЭС ..... 7
4 Описание работы САУ МХ ..... 8
4.1 Общие положения ..... 8
4.2 Описание функций выполняемых САУ МХ ..... 8
5 Программное обеспечение ..... 11
5.1 Информационное наполнение типовых графических форм отображения информации САУ МХ на АРМ ВУ и ОП ..... 11
6 Перечень принятых сокращений, терминов и определений ..... 13


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.П2.04.М | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|
| Разраб. | | | | | ТПР АСУТП ВО ГЭС | Лит. | Лист 2 / Листов 13 |
| Пров. | | | | | САУ МХ | | |
| 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 масляным хозяйством ГЭС (ГАЭС) (САУ МХ).

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 МХ. 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 МХ.

# 2 ОПИСАНИЕ САУ МХ

## 2.1 Описание первичного оборудования

2.1.1 Описание первичного оборудования схем МХ приведено в документах 1026300970123.28.99.39.190.224.С4.03.М "САУ МХ. Типовые технологические схемы" и 1026300970123.28.99.39.190.224.П9.03.М "САУ МХ. Описание комплекса технических средств".

## 2.2 Описание процесса деятельности

2.2.1 Масляное хозяйство представляет собой отдельный вспомогательный технологический комплекс состоящий из сооружений, оборудования, резервуаров, системы трубопроводных коммуникаций и систем вспомогательного обеспечения, предназначенный для приема, хранения, обработки, выдачи и контроля состояния турбинного и изоляционного масел.

2.2.2 САУ МХ обеспечивает контроль текущего состояния оборудования МХ, обеспечивает поддержку выполнения технологических операций в МХ за счет организации местного и ручного дистанционного управления насосами и запорной арматурой (задвижками) схемы МХ, обеспечивает формирование информационных сигналов, сообщений и сигнализации для информирования оперативного персонала станции о текущем состоянии оборудования МХ, собственного оборудования САУ МХ. Функционирование САУ МХ подробно описано в разделе 4.

2.2.3 Каждая технологически не связанная схема масляного хозяйства (схема масляного хозяйства для турбинного масла, схема масляного хозяйства для изоляционного масла) комплектуется отдельной САУ МХ.

2.2.4 Функционирование разных САУ МХ должно быть независимым (отказ или вывод из работы одной САУ МХ не должен сказываться на работоспособность другой САУ МХ).

# 3 АППАРАТНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ

## 3.1 Описание состава и структуры САУ МХ

3.1.1 Структура системы САУ МХ представлена в документе 1026300970123.28.99.39.190.224.С1.03.М "САУ МХ. Схема структурная комплекса технических средств".

3.1.2 В САУ МХ выделены следующие иерархические уровни:

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

– уровень управления (ПТК САУ МХ) – реализуется на ПЛК с алгоритмами контроля состояния и управления оборудованием маслохозяйства 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 МХ входят:

– на полевом уровне:

  - датчики и исполнительные механизмы в соответствии с описанием технологических схем отдельных узлов маслохозяйства, приведенной в документах 1026300970123.28.99.39.190.224.С4.03.М "САУ МХ. Типовые технологические схемы" и 1026300970123.28.99.39.190.224.П9.03.М "САУ МХ. Описание комплекса технических средств";
  - шкафы управления насосами;
  - шкафы управления задвижками;

– на уровне управления:

  - ПТК САУ МХ.

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 МХ.

3.1.5 Шкаф управления насосом содержит пусковое устройство обеспечивающее подачу напряжения на электродвигатель насоса. В качестве пускового устройства предусмотрено устройство плавного пуска, которое обеспечивает щадящий пуск двигателя насоса, контроль за его режимом работы, а также выполняет защитные функции. Схема, реализованная в шкафу управления насосом, обеспечивает управление насосом по месту (кнопками со шкафа управления насосом) или дискретными командами от ПТК САУ МХ.

3.1.6 ПТК САУ МХ представляет собой электротехнический шкаф (шкаф контроллеров), который работает под управлением ПЛК с реализованными алгоритмами контроля состояния и управления оборудованием МХ по поступающей входной измерительной и диагностической информации (в соответствии с описанием раздела 4 настоящего документа).

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

3.1.8 Перечень входных сигналов, собираемых ПТК САУ МХ с полевого уровня, приведен в документе 1026300970123.28.99.39.190.224.П8.03.М "САУ МХ. Список сигналов".

3.1.9 ПТК САУ МХ на уровне управления не требует реализации цифрового информационного обмена. Цифровой информационный обмен строится 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.

3.1.10 В шкаф ПТК САУ МХ (контроллеров) входит:

– схема питания шкафа;

– сетевые устройства;

– промышленный контроллер (в отдельных обоснованных случаях – 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.

3.1.11 Состав и исполнение шкафов в составе САУ МХ приведены в таблице 1.

Таблица 1 – Типовой перечень шкафов в составе САУ МХ

| № | Описание | Исполнение | Количество в составе одного ПТК |
|---|---|---|---|
| 1 | Шкаф контроллеров САУ МХ | 1026300970123.28.99.39.190.224.ВО.М<br>(1026300970123.28.99.39.190.224.ВО.06.М)<br>1026300970123.28.99.39.190.224.СБ.М | 1 |
| 2 | Шкаф управления насосом | 1026300970123.28.99.39.190.224.ВО.03.М<br>1026300970123.28.99.39.190.224.СБ.03.М | по количеству стационарных насосов |

| № | Описание | Исполнение | Количество в составе одного ПТК |
|---|---|---|---|
| 3 | Шкаф управления задвижкой | 1026300970123.28.99.39.190.224.ВО.02.М<br>1026300970123.28.99.39.190.224.СБ.02.М | по количеству задвижек, оборудованных электрифицированным приводом |

## 3.2 Решения по стандартизации и унификации расположения оборудования на ГЭС

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

3.2.2 Проектом предусматривается установка шкафа контроллеров САУ МХ в аппаратной маслохозяйства.

3.2.3 В остальном 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 МХ

## 4.1 Общие положения

4.1.1 Алгоритмы управления оборудованием МХ реализуются в ПТК САУ МХ.

4.1.2 Описание алгоритмов приведено для управления одним технологически связанным участком масляного хозяйства (для обслуживания турбинного масла или для обслуживания изоляционного масла).

## 4.2 Описание функций выполняемых САУ МХ

4.2.1 ПТК САУ МХ выполняет следующие функции:

- прием, контроль достоверности и обработку входных сигналов;
- контроль исправности датчиков и механизмов МХ;
- управление насосами МХ;
- управление задвижками МХ;
- формирование предупредительной и аварийной сигнализации.

4.2.2 ПТК САУ МХ выполняет сбор и обработку информации, поступающей от датчиков и исполнительных механизмов оборудования МХ, выполняет обработку полученной информации и формирует выходные управляющие воздействия в соответствии с заложенными алгоритмами. Перечни входных сигналов и выходных команд управления приведены в документе 1026300970123.28.99.39.190.224.П8.03.М "САУ МХ. Список сигналов".

4.2.3 ПТК САУ МХ в части обработки измеренной аналоговой информации (уровней, расходов) обеспечивает контроль предупредительной и аварийной уставок, выдает соответствующие сообщения на ОП САУ МХ и АРМ ВУ АСУТП ГЭС (ГАЭС), а также на собственную световую сигнализацию шкафа ПТК САУ МХ.

4.2.4 ПТК САУ МХ обеспечивает управление стационарно установленными насосами и задвижками.

4.2.5 Подача напряжения на электродвигатель насосов МХ выполняется из силового шкафа управления насосами. Схема управления двигателя насоса МХ приведена в документе 1026300970123.28.99.39.190.224.СБ.04.М "Шкаф управления насосом длительного времени работы. Схема электрическая принципиальная".

4.2.6 На уровне силового шкафа управления насоса МХ предусмотрены электрические защиты, которые реализуются устройством плавного пуска совместно с вводными плавкими предохранителями и автоматическим выключателем:

- максимальная токовая защита;
- защита от перегрузки;

– защита от понижения напряжения на вводе;

– проверка чередования фаз.

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

4.2.7 САУ МХ позволяет осуществлять оперативное управление насосами:

– ручной пуск и останов насосов – программными ключами с АРМ ВУ АСУТП ГЭС (ГАЭС) и ОП САУ МХ.

– прямое ручное управление насосами (без участия контроллера ПТК САУ МХ) – ключами управления, расположенными по месту расположения насоса (на силовом шкафу управления насосом).

4.2.8 Автоматическое управление для насосов МХ не предусматривается.

4.2.9 САУ МХ выполняет отключение насоса (запрет включения) при наличии блокирующих условий:

– не открыта задвижка на напоре или всасе насоса (реализуется при наличии автоматизированных в рамках САУ МХ задвижек);

– нет расхода в напорных линиях насоса (не появился после включения).

Прямое ручное управление насосом МХ (ключом, расположенным на силовом шкафу управления насосом), осуществляется подачей команды непосредственно на пускатель двигателя насоса. В этом случае перечисленные блокирующие условия действуют только на сигнализацию.

4.2.10 Подача напряжения на электродвигатель задвижки МХ для открытия или закрытия выполняется из силового шкафа управления задвижками. Схема управления задвижкой приведена в документе 1026300970123.28.99.39.190.224.СБ.02.М "Шкаф управления задвижкой. Схема электрическая принципиальная".

4.2.11 На уровне силового шкафа управления задвижкой МХ предусмотрены электрические защиты, которые реализуются совместно вводным автоматическим выключателем и устройством плавного пуска (если выбран вариант схемы с управлением задвижкой от реверсивного устройства плавного пуска):

– максимальная токовая защита;

– защита от перегрузки;

– защита от понижения напряжения на вводе;

– проверка чередования фаз.

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

4.2.12 САУ МХ позволяет осуществлять оперативное управление задвижками:

– ручное открытие и закрытие задвижек – программными ключами с АРМ ВУ АСУТП ГЭС (ГАЭС) и ОП САУ МХ.

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

4.2.13 Автоматическое управление для насосов МХ не предусматривается.

4.2.14 ПТК САУ МХ обеспечивает расчет объема масла прошедшего через участок трубопровода с расходомером. Объем масла рассчитывается накопительным итогом на основании измеренных значений расхода. Рассчитанная величина объема сбрасывается по нажатию оператором программной кнопки с АРМ ВУ АСУТП ГЭС (ГАЭС) или с ОП САУ МХ.

4.2.15 ПТК САУ МХ обеспечивает расчет объема масла в маслобаках исходя из показаний датчиков уровня на основе статической, заданной в настройках САУ МХ характеристики уровень-объем.

# 5 ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

## 5.1 Информационное наполнение типовых графических форм отображения информации САУ МХ 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 МХ.

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

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

### 5.1.2 Информационное наполнение мнемосхемы маслохозяйства

5.1.2.1 Типовая компоновка мнемосхемы МХ соответствует документу 1026300970123.28.99.39.190.224.С9.03.М "САУ МХ. Чертежи видеокадров" и должна уточняться на этапе проектирования конкретной САУ МХ.

5.1.2.2 На мнемосхеме МХ изображаются:

– упрощенная технологическая схема масляного хозяйства;

– параметры масляного хозяйства.

5.1.2.3 При изображении технологической схемы МХ рекомендуется упрощение схемы, не влияющее на понимание протекающих технологических процессов (исключение элементов, и участи технологической схемы не участвующих в автоматизированном управлении, участи технологической схемы).

5.1.2.4 В состав технологической схемы МХ включаются:

– масляные баки;

– аварийная емкость;

– емкость грязного масла (при наличии);

– схемы приема масла;

– схемы выдачи масла;

– схемы очистки масла;

– насосы;

– задвижки;

– фильтры.

5.1.2.5 На мнемосхеме представлены в цифровом виде следующие текущие значения основных технологических параметров МХ:

- уровень масла в каждом баке МХ;
- объем масла в каждом баке МХ;
- уровень масла в аварийной емкости МХ;
- уровень масла в емкости грязного масла МХ (при наличии);
- измеренный расход масла;
- объем масла, прошедшего через участок трубопровода с расходомером;
- текущее состояние каждого насоса (включен, отключен, режим работы);
- ток насосов;
- состояние пуско-регулирующей аппаратуры каждого насоса;
- наработка насосов;
- текущее состояние каждой задвижки (открыта, закрыта, режим работы);
- состояние пуско-регулирующей аппаратуры каждой задвижки;
- индикатор засорения фильтров.

# 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

МХ – маслохозяйство

ОП – оперативный персонал

ПЛК – программно-логический контроллер

ПО – программное обеспечение

ПТК – программно-технический комплекс

САУ – система автоматического управления

ТПР – типовые проектные решения