ТИПОВЫЕ ПРОЕКТНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ СИСТЕМ АВТОМАТИЧЕСКОГО УПРАВЛЕНИЯ ГИДРОАГРЕГАТАМИ

(ТПР САУ ГА)

Пояснительная записка

10996791.425290.024.П2

Часть 2

2024

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

СОДЕРЖАНИЕ

6 Аппаратная реализация 4
6.1 Требования к составу и структуре САУ ГА 4
6.2 Требования к составу и структуре ПТК 6
6.3 Требования к быстродействию 8
6.4 Требования к шкафам САУ ГА 9
6.4.1 Требования к внешнему виду и конструктиву шкафов 9
6.4.2 Требования к удобству обслуживания 10
6.4.3 Требования электробезопасности 11
6.4.4 Требования к температурному контролю 13
6.4.5 Требования к клеммным рядам 14
6.4.6 Требования к электропитанию 15
6.5 Решения по защите от влияния внешних воздействий 16
6.5.1 Решения по электромагнитной совместимости 16
6.5.2 Решения по экранированию кабелей 16
6.5.3 Решения по температурному режиму 17
6.5.4 Решения по шумо- и виброзащите 17
6.5.5 Решения по климатическому исполнению 17
6.5.6 Решения по условиям хранения и транспортировки 18
6.6 Решения по стандартизации и унификации расположения оборудования на ГЭС 18
6.7 Решения по стандартизации и унификации технических требований для серийно выпускаемых компонентов 19
6.7.1 Общие требования по стандартизации и унификации компонентов 19
6.7.2 Электротехнические шкафы 19
6.7.3 Несущие конструкции внутри шкафов 20
6.7.4 Устройства контроля температуры внутри шкафов 20
6.7.5 Кабельные короба 20
6.7.6 Монтажные рейки 21
6.7.7 Клеммные зажимы 21
6.7.8 Блоки питания 21
6.7.9 Автоматические выключатели 22
6.7.10 Программируемые логические контроллеры 22
6.7.11 Модули ввода дискретных сигналов 23
6.7.12 Модули вывода дискретных сигналов 23
6.7.13 Модули ввода аналоговых сигналов 23
6.7.14 Модули вывода аналоговых сигналов 23
6.7.15 Коммуникационные процессоры в составе ПЛК 24
6.7.16 Станции распределенной периферии 24
6.7.17 Сетевые коммутаторы 24
6.7.18 Операторские панели 24
6.7.19 Разделительные усилители (гальваноразвязки) 25
6.7.20 Устройства защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП) 26

6.7.21 Промежуточные реле 26
6.7.22 Светосигнальная арматура 26
6.7.23 Кнопки 27
6.7.24 Переключатели 27
6.7.25 Показывающие стрелочные приборы 27
6.7.26 Звуковые сигнализаторы 27
6.7.27 Устройства автоматической синхронизации 27
6.7.28 Синхроноскоп 28
6.7.29 Измерители электрических величин 28
6.7.30 Измерительные преобразователи уровня в шкафах ДН и ЛН 29
6.7.31 Измерительные преобразователи частоты вращения гидроагрегата 29
6.7.32 Пускатели 30
6.7.33 Устройства плавного пуска (УПП) 30
6.7.34 Провода и кабели 31
6.7.35 Датчики 31
6.7.36 Каналы измерения вибрации 32
6.8 Решения по эргономике и технической эстетике 33
6.8.1 Требования кодировки шкафов САУ ГА 33
6.8.2 Требования кодировки кабеля 34
Перечень принятых сокращений, терминов и определений 36

6 АППАРАТНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ

6.1 Требования к составу и структуре САУ ГА

6.1.1 Структура САУ ГА представлена в документе 10996791.425290.024.С1 "Структурная схема комплекса технических средств".

6.1.2 САУ ГА представляет собой многоуровневую иерархическую структуру сбора, обработки, передачи, хранения, представления информации и принятия управляющих воздействий по заложенным алгоритмам или по команде оперативного (обслуживающего) персонала.

В САУ ГА выделены следующие иерархические уровни:

– полевой уровень – находящиеся на объекте управления датчики (измерительные преобразователи), двигатели, приводы исполнительных механизмов и кабельные связи к ним;

– уровень управления (контроллерный уровень) – устройства реализующие алгоритмы управления гидроагрегатом и его вспомогательным оборудованием;

– сетевой уровень;

– верхний уровень – серверы SCADA-системы и сетевое оборудование.

Распределение оборудования по иерархическим уровням представлено в документе 10996791.425290.024.С1 "Структурная схема комплекса технических средств".

6.1.3 В состав САУ ГА должны входить:

– один или несколько управляющих программно-технических комплекса (ПТК), разделяющих между собой функции, описанные в разделе 5.1 "Функциональный состав САУ ГА" настоящего документа;

– местная панель управления (МПУ);

– шкаф управления дренажными насосами (ДН) (при наличии ДН в составе оборудования гидроагрегата);

– шкаф управления лекажной системой (при наличии лекажного насоса (ЛН) в составе оборудования гидроагрегата).

6.1.4 Под ПТК в рамках настоящего проекта понимается один или несколько типовых электротехнических шкафов (Таблица 6.1), работающих под управлением одного контроллера.

6.1.5 Распределение функций САУ ГА представлено в таблице 6.1. В документе 10996791.425290.024.С1 "Схема структурная комплекса технических средств" представлена структура САУ ГА.

Таблица 6.1 – Распределение функций САУ ГА

Название ПТК	**Реализуемые функции**
АРЧМ	АРЧМ
	Управление МНУ
ТАиУВО	ТА
	УВО
ВК	Виброконтроль

Примечание – При отклонении от типового состава САУ ГА требуется указать обоснования, которые выбранный изготовитель САУ ГА обязательно должен привести в выпускаемой проектной документации, чтобы подтвердить целесообразность отступления от типового решения

6.1.6 ПТК на уровне управления обмениваются минимальным перечнем сигналов, необходимым для выполнения управляющих функций. Перечень сигналов приведен в документе 10996791.425290.024.П8 "Список сигналов ПТК САУ ГА".

6.1.7 Способ обмена для каждого сигнала указан в перечне сигналов и, как правило, реализуется контрольным кабелем. Использование цифровых каналов связи для обмена сигналами между ПТК допускается, если это указано в перечне сигналов.

6.1.8 Каждый ПТК в составе САУ ГА должен иметь отдельный канал связи с верхним уровнем. Решения по интеграции в АСУТП ГЭС/ГАЭС рассмотрены в разделе 12.4 "Решения по интеграции с верхним уровнем АСУТП".

6.1.9 ПТК в составе САУ ГА должны взаимодействовать с общестанционными управляющими системами:

- групповым регулятором активной мощности (ГРАМ);
- групповым регулятором напряжения и реактивной мощности (ГРНРМ);
- общесистемной противоаварийной автоматикой (ПА).

Решения по интеграции с этими системами рассмотрены в разделе 12.5 "Решения по интеграции с общестанционными управляющими системами" настоящего документа.

6.1.10 Каждый ПТК в составе САУ ГА должен выдавать сигналы для местной и центральной сигнализации. Решения по формированию сигнализации рассмотрены в разделе 12.6 "Решения по формированию сигнализации" настоящего документа.

6.1.11 Для реализации измерения электрических величин предусмотрены цифровые измерители, подключение которых к ПТК АРЧМ и ПТК ТАиУВО в составе САУ ГА выполняется отдельными цифровыми каналами связи (использование ТСПД ВУ АСУТП ГЭС не допускается).

6.1.12 Для подключения измерителей электрических величин допускается использование протоколов на основе стандартов последовательной передачи данных (Modbus RTU, МЭК 60870-5-101 на основе стандартов RS-485/422) и протоколы на основе Ethernet (Modbus TCP, МЭК 60870-5-104).

6.1.13 Для подключения к ПТК ТАиУВО и ПТК АРЧМ в измерителе электрических величин:

– предусмотрены разные порты связи – при организации связи на основе стандартов последовательной передачи данных;

– предусмотрена возможность установки не менее двух логических соединений – при организации связи на основе стандарта Ethernet.

6.2 Требования к составу и структуре ПТК

6.2.1 Отдельный ПТК в составе САУ ГА включает следующие компоненты:

– шкаф контроллеров – обязательно наличие одного шкафа в составе ПТК;

– шкафы устройства связи с объектом (шкафы УСО) – только для ПТК ТАиУВО.

6.2.2 Шкаф контроллеров является основной управляющей частью ПТК и обязательным элементом в составе ПТК. В шкаф контроллеров входит:

– схема питания шкафа;

– сетевые устройства;

– промышленный контроллер (резервированный промышленный контроллер);

– модули ввода/вывода;

– 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";

– ключи и кнопки управления (наличие и состав определяются тем функционалом, который реализует ПТК, и рассматриваются в соответствующем разделе);

– показывающие приборы (наличие и состав определяются тем функционалом, который реализует ПТК, и рассматриваются в соответствующем разделе);

– операторская панель управления (наличие определяется тем функционалом, который реализует ПТК, и рассматривается в соответствующем разделе).

6.2.3 Шкаф УСО является вспомогательным шкафом ПТК, предназначен для расширения шкафа контроллера по количеству каналов ввода/вывода, а также минимизации кабельных связей. Включает в себя:

– схему питания шкафа;

– станции распределенной периферии;

– модули ввода/вывода;

– схемы подключения к модулям ввода/вывода полевых устройств.

На двери шкафа размещаются:

– лампы индикации напряжения на вводах питания шкафа.

6.2.4 Возможные варианты исполнения шкафов перечислены в таблице 6.2.

6.2.5 Общий шкаф УСО (Таблица 6.2, №6) предназначен для объединения в рамках одного электротехнического шкафа станций распределенной периферии, подключенных к разным ПТК. Например, для реализации подключения ключей управления разными гидроагрегатами с главного щита управления (ГЩУ) (ЦПУ).

6.2.6 Наличие в составе САУ ГА и выбор варианта исполнения шкафов УСО осуществляется при создании проекта САУ ГА для конкретного гидроагрегата с учетом расположения оборудования.

Таблица 6.2 – Перечень типовых шкафов в составе ПТК

№	Описание	Габаритные размеры (ШхВхГ), мм; тип обслуживания	Количество в составе одного ПТК
1	Шкаф контроллеров ТАиУВО	800x2200x600; двустороннее	1 шт. в составе ПТК ТАиУВО
2	Шкаф АРЧМ (контроллеров)	800x2200x600; двустороннее	1 шт. в составе ПТК АРЧМ
3	Шкаф ПТК ВК	800x2200x600; двустороннее	1 шт. в составе ПТК ВК
4	Шкаф УСО, полноразмерное исполнение	800x2200x600; двустороннее	Определяется проектом САУ ГА для конкретного гидроагрегата
5	Шкаф УСО, навесное исполнение	1040x1400x300 (допускается изменение размера); одностороннее	Определяется проектом САУ ГА для конкретного гидроагрегата
6	Общий шкаф УСО, полноразмерное исполнение	800x2200x600 (допускается изменение размера); двустороннее	Определяется проектом САУ ГА для конкретного гидроагрегата

6.2.7 Связь между промышленным контроллером в составе шкафа контроллеров и станциями распределенной периферии в составе шкафов УСО осуществляется с использованием цифровых каналов связи.

6.2.8 Протоколы цифрового взаимодействия промышленного контроллера и станций распределенной периферии должны удовлетворять следующим требованиям:

– протоколы заявлены производителем промышленного контроллера и станций распределенной периферии как штатное сетевое решение;

– протоколы гарантируют опрос подключенных устройств или определение отсутствия связи с устройством;

– цикл опроса позволяет обеспечить достаточное время реакции на входное воздействие (описанное в разделе 6.3).

Предпочтительными протоколами для связи с устройствами распределенной периферии являются:

– Profibus DP;

– EtherCAT;

– ProfiNET.

Физическая среда передачи данных определяется исходя из условий на объекте и требований протокола обмена для каждого конкретного случая реализации.

Использование беспроводных протоколов передачи данных для связи промышленного контроллера со станциями распределенной периферии не допускается.

6.2.9 Промышленный контроллер должен иметь два независимых порта Ethernet для связи с верхним уровнем.

6.2.10 Промышленный контроллер должен иметь отдельный независимый порт Ethernet для организации цифровых взаимодействий между разными устройствами в составе САУ ГА по агрегатному сегменту сети САУ ГА.

6.2.11 При использовании для опроса измерителей электрических величин протоколов связи на основе последовательной передачи данных (Modbus RTU, МЭК 60870-5-101 на основе стандартов RS-485/422) опрос должен выполняться ведущим контроллером из резервированной пары, резервный контроллер отключает опрос для исключения коллизий на шине (одновременной работы двух master-устройств на общей информационной шине).

6.2.12 При использовании для опроса измерителей электрических величин протоколов связи на основе Ethernet (Modbus TCP, МЭК 60870-5-104) и наличии технической возможности измерителя электрических величин поддерживать одновременно два логических TCP-соединения рекомендуется опрос измерителей выполнять одновременно ведущим и резервным контроллерами резервированной пары. При отсутствии технической возможности измерителя электрических величин поддерживать более одного логического соединения опрос выполняется только ведущим контроллером из резервированной пары, резервный контроллер отключает опрос.

6.3 Требования к быстродействию

6.3.1 Время реакции ПТК определяется временем от момента подачи входного воздействия на входные клеммы ПТК до момента получения реакции на выходных клеммах.

6.3.2 Ко времени реакции ПТК предъявляются требования, приведенные ниже.

Таблица 6.3 – Допустимое время реакции

Задачи управления	**Время реакции**
Контур управления главными золотниками в АРЧМ	10 мс
Контур управления сервомотором в АРЧМ	50 мс
Дискретные сигналы технологических защит (при отключенной задержке по времени)	200 мс
Аналоговые сигналы технологических защит (при отключенной задержке по времени)	500 мс
Температурные сигналы	1000 мс
Прочие сигналы	500 мс

6.4 Требования к шкафам САУ ГА

6.4.1 Требования к внешнему виду и конструктиву шкафов

6.4.1.1 Высота шкафов полноразмерного исполнения, расположенных в одном помещении, должна быть одинаковой.

6.4.1.2 Глубина шкафов, расположенных в одном ряду, должна быть одинаковой.

6.4.1.3 Шкафы, расположенные в одном ряду, должны быть разделены между собой металлической перегородкой (возможно разделение боковыми стенками, комплектуемыми заводом-изготовителем), крайние шкафы должны иметь боковые стенки.

6.4.1.4 Шкафы, расположенные в одном ряду, должны быть скреплены между собой соединительными элементами.

6.4.1.5 Цвет шкафов должен соответствовать RAL7035 (светло-серый). Применение другого цвета допускается по согласованию с заказчиком.

6.4.1.6 Шкафы должны устанавливаться на цоколь высотой 100 мм. Применение другого размера цоколя допускается при наличии технического обоснования и должно быть согласовано с заказчиком.

6.4.1.7 Цвет цоколя шкафа должен соответствовать RAL7022 (темно-серый). Применение другого цвета допускается по согласованию с заказчиком.

6.4.1.8 Для крепления шкафа к полу должно использоваться болтовое соединение, крепление с помощью сварки запрещается.

6.4.1.9 Шкафы должны быть изготовлены из серийно выпускаемых комплектующих. Стандартные габаритные размеры шкафов представлены в таблицах 6.2 и 6.4. Применение шкафов нестандартных размеров допустимо только по требованию заказчика.

Таблица 6.4 – Габаритные размеры шкафов

№ п/п	Тип шкафа	Габаритные размеры (ШхВхГ), мм	Тип обслуживания	Исполнение двери
1	МПУ	800x2200x600	Одностороннее (сзади)	Двустворчатая (минимальные угол открытия 130 °)

6.4.2 Требования к удобству обслуживания

6.4.2.1 Конструкция шкафов должна обеспечивать возможность и удобство проведения их монтажа и ремонта с минимально возможными затратами времени.

6.4.2.2 Все двери должны закрываться стандартным (комплектуемым заводом-изготовителем) замком.

6.4.2.3 Шкафы должны быть сконструированы таким образом, чтобы отдельные операции можно было выполнять в процессе эксплуатации и под напряжением.

К таким операциям относятся:

- визуальная проверка:
  - коммутационных устройств и другого оборудования;
  - уставок и индикаторов оборудования;
  - соединений и маркировки проводов;
- регулировка и калибровка оборудования;
- замена плавких вставок предохранителей.

6.4.2.4 Должна быть обеспечена возможность проведения текущего обслуживания функционального блока или группы блоков при сохранении под напряжением соседних блоков или групп. Для этого необходимо предусмотреть разделение оборудования на потенциальные группы по питанию с возможностью селективного отключения одной или нескольких групп.

6.4.2.5 Для удобства монтажа и обслуживания шкафов должно быть предусмотрено внутреннее освещение и сервисная розетка. Если шкаф двустороннего обслуживания, плафон освещения и сервисную розетку необходимо устанавливать с каждой из сторон обслуживания.

6.4.2.6 Освещение должно включаться автоматически при открытии двери шкафа, а также должны быть предусмотрены ручные выключатели освещения в шкафу.

6.4.2.7 Освещение шкафа и сервисные розетки должны подключаться к сети переменного тока напряжением 220 В и частотой 50 Гц через отдельный автоматический выключатель.

6.4.2.8 Типовая схема подключения электропитания освещения и сервисных розеток приведена в электрических схемах на типовые шкафы.

6.4.2.9 На двери (для шкафов двустороннего обслуживания – на передней двери) должен быть предусмотрен карман для документации, необходимой для эксплуатации и обслуживания шкафа.

6.4.2.10 При монтаже используется цветовое разделение цепей по напряжению и их назначению в соответствии с таблицей 6.5.

Таблица 6.5 – Цветовое разделение цепей по напряжению и назначению

№ п/п	Тип цепи	Напряжение, ток	Описание	Цвет
1	Цепи питания	380 В, 220 В AC	A, B, C	коричневый
			N	голубой
		220 В DC	"+"	красный
			"-"	синий
		24 В DC	"+"	красный
			"-"	синий
2	Цепи измерения напряжения	100 В AC	A, B, C, N	черный
3	Цепи измерения тока	1 А, 5 А AC		серый
4	Цепи измерительных каналов	24 В DC, 4-20 мА	"+"	оранжевый
			"-"	серый
5	Цепи оперативного тока	220 В DC	"+"	красный
			"-"	синий
		24 В DC	дискретный ввод ("+","-")	черный
			дискретный вывод ("+","-")	белый

6.4.3 Требования электробезопасности

6.4.3.1 Расположение оборудования и цепей в шкафах должно быть таким, чтобы исключить возможность прямого прикосновения к опасным токоведущим частям.

6.4.3.2 Опасные токоведущие части должны быть полностью покрыты изоляцией, которая может быть снята только ее разрушением или с помощью инструмента. Изоляция должна быть выполнена из соответствующих материалов, способных выдерживать механические, электрические и тепловые нагрузки, которые могут иметь место при эксплуатации.

6.4.3.3 Для защиты от поражения электрическим током в случае повреждения изоляции кабелей (проводов) открытые проводящие элементы шкафа (боковые стенки, двери, крыша, и

задняя стенка в шкафах одностороннего обслуживания) заземляются на каркас шкафа проводом сечением не менее 4 мм^2 (Рисунок 6.1).

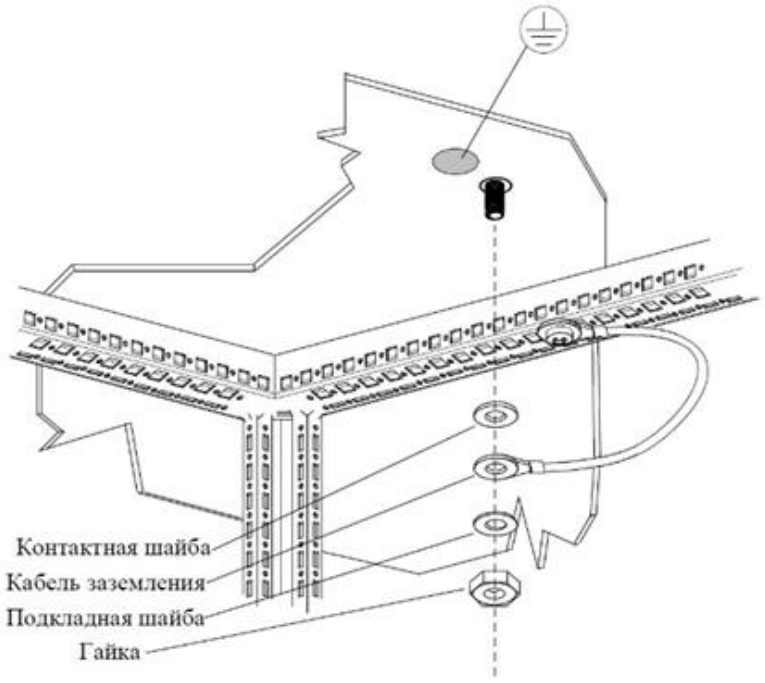


Рисунок 6.1 – Заземление элементов шкафа на каркас (крыша)

6.4.3.4 Для заземления оборудования шкафа должна быть предусмотрена шина защитного заземления, установленная в нижней части шкафа в горизонтальной плоскости.

6.4.3.5 Каркас шкафа соединяется с шиной защитного заземления проводом сечением не менее 4 мм^2 (Рисунок 6.2).

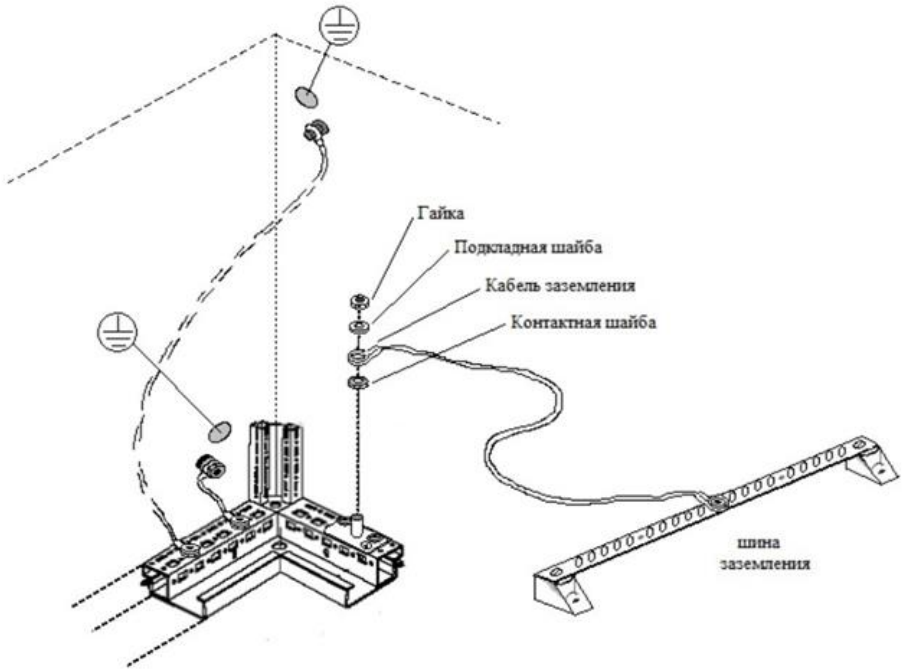


Рисунок 6.2 – Соединение каркаса шкафа с шиной заземления

6.4.3.6 Оборудование внутри шкафов, требующее заземления, должно быть присоединено к внутренней шине защитного заземления проводом сечением не менее 2,5 мм^2, все точки и шина защитного заземления должны быть помечены знаком ⏚ (Рисунок 6.1, Рисунок 6.2).

6.4.3.7 Заземление шкафов выполняется на общую шину заземления ГЭС.

6.4.3.8 Заземление шкафов должно быть выполнено гибкими заземляющими защитными проводниками сечением не менее 10 мм^2 через болтовые соединения, при этом должны быть приняты меры против ослабления и коррозии контактного соединения.

6.4.4 Требования к температурному контролю

6.4.4.1 Для необходимости поддержания микроклимата в шкафу должна быть предусмотрена система терморегулирования шкафа, включающая в себя систему вентиляции и при необходимости систему обогрева.

6.4.4.2 Система обогрева должна использоваться при условии, что в помещении, где планируется установить шкаф, возможно понижение температуры ниже 10 °С.

6.4.4.3 Терморегулирование шкафа должно предусматривать изменение уставок температуры включения вентилятора и обогревателя, а также выдачу сигнала о превышении уставки разрешенной температуры внутри шкафа.

6.4.4.4 Температурные датчики, отвечающие за включение вентилятора и формирование сигнала превышения температуры, должны располагаться в верхней части шкафа, измерение температуры должно происходить в разных точках (например, датчик включения вентилятора с левой стороны шкафа, а датчик превышения температуры – с правой, таким образом осуществляется контроль температуры в большей зоне).

6.4.4.5 Температурный датчик включения обогревателя должен располагаться в нижней части шкафа.

6.4.4.6 При принудительной вентиляции вентилятор должен устанавливаться на передней двери в нижней ее части и настраиваться на вдув воздуха (таким образом исключается возможность возникновения пониженного давления в шкафу, вследствие которого через конструкционные зазоры может затягиваться пыль), вентиляционная решетка для отвода горячего воздуха должна располагаться на задней двери в верхней ее части (для шкафов одностороннего обслуживания вентиляционную решетку допускается устанавливать на дверь шкафа в верхней ее части или на крышу шкафа). Вентилятор и вентиляционная решетка должны быть оснащены фильтрующими элементами. Для шкафов навесного исполнения допускается установка вентилятора и вентиляционной решетки на боковину, причем

вентилятор должен располагаться в нижней части шкафа, а решетка максимально близко к верху шкафа.

6.4.4.7 Система контроля микроклимата в шкафу должна подключаться к сети переменного тока напряжением 220 В и частотой 50 Гц через отдельный автоматический выключатель. Типовая схема контроля микроклимата в шкафу приведена в электрических схемах на типовые шкафы.

6.4.5 Требования к клеммным рядам

6.4.5.1 Конструкция клеммы должна обеспечивать возможность снятия и замены без разбора клеммного ряда.

6.4.5.2 Все зажимы клеммного ряда должны быть выполнены в пружинном исполнении.

6.4.5.3 Клеммные зажимы, установленные для связи внутренних проводников с внешним кабелем, должны иметь по 2 точки подключения с каждой из сторон, а также разъем для установки соединительных мостиков.

6.4.5.4 При исполнении клеммных зажимов с открытой с торца контактной частью должны быть установлены концевые крышки, исключающие прикосновение и попадание инородных тел на открытую контактную часть.

6.4.5.5 Для визуального логического разделения цепей в клеммный ряд должны устанавливаться разделительные пластины. Перечень обязательно разделяемых цепей указан в таблице 6.6.

Таблица 6.6 – Разделяемые цепи

№ п/п	Тип цепи	Напряжение	Разделяемые цепи
1	Цепи питания	380 В AC	A, B, C, N
		220 В AC	L, N
		220 В DC	"+", "-"
		24 В DC	"+","-"
2	Цепи измерения напряжения	100 В AC	A, B, C, N
3	Цепи измерения тока	-	По группам трансформаторов
4	Цепи оперативного тока	220 В DC	"+", "сигнал", "-"
		24 В DC	"+","сигнал", "-"

6.4.5.6 Для разделения и изоляции соседних соединительных мостиков в клеммный ряд должны устанавливаться разделительные пластины либо разделительные перегородки, либо концевые крышки.

6.4.5.7 В каждом клеммном ряду должна предусматриваться маркировочная колодка для нанесения позиционного обозначения. В начале и конце клеммного ряда должны устанавливаться концевые держатели.

6.4.5.8 Маркировка зажимов должна производиться маркировочными приспособлениями, изготавливаемыми производителем зажимов, либо их аналогами.

6.4.5.9 Рукописная маркировка зажимов не допускается.

6.4.5.10 Ряды зажимов должны формироваться в функциональные группы с вертикальным размещением (при необходимости допускается горизонтальное размещение зажимов). Количество зажимов в одном ряду определяется полезной площадью монтажной поверхности.

6.4.5.11 В пределах одной функциональной группы зажимов должна быть выполнена сквозная нумерация всех зажимов, начиная с единицы, сверху вниз и слева направо.

6.4.6 Требования к электропитанию

6.4.6.1 Для питания каждого из ПТК необходимо организовать четыре ввода питания: один ввод питания освещения и сервисных розеток 220 В АС, один ввод питания ПТК от системы гарантированного питания ГЭС 220 В АС, два ввода питания от щита постоянного тока (ЩПТ) ГЭС (секция 1 и секция 2) 220 В DC.

6.4.6.2 Ввод питания освещения и сервисных розеток не должен использоваться для питания иных устройств в шкафу.

6.4.6.3 Питание контроля температуры в шкафу осуществляется от ввода системы гарантированного питания ГЭС 220 В АС.

6.4.6.4 Напряжение питания оборудования внутри шкафа 24 В постоянного тока.

6.4.6.5 Источники питания оборудования должны быть резервированы.

6.4.6.6 Цепи питания оборудования, установленного внутри шкафа, и цепи питания полевого оборудования, датчиков и сухих контактов должны быть гальванически развязаны. Для этого устанавливаются два резервированных блока питания для оборудования внутри шкафа и два резервированных блока питания для оборудования, датчиков и сухих контактов вне шкафа.

6.4.6.7 Номинал блоков питания рассчитывается исходя из максимального потребления всего оборудования внутри шкафа (либо полевого оборудования) с запасом 20 %.

6.4.6.8 Питание первого блока питания из резервированной пары необходимо осуществлять от ввода 220 В АС от системы гарантированного питания ГЭС, а питание второго блока питания – от ввода 220 В DC от ЩПТ ГЭС.

6.4.6.9 Для защиты цепей питания 24 В используются плавкие предохранители.

6.4.6.10 Для контроля исправности предохранителей в схеме питания предусматривается установка реле контроля питания.

6.4.6.11 Номинал предохранителя определяется максимальным потребляемым током защищаемого оборудования с запасом 20 %.

6.5 Решения по защите от влияния внешних воздействий

6.5.1 Решения по электромагнитной совместимости

6.5.1.1 ПТК САУ ГА должен соответствовать требованиям СТО 56947007-29.240.044-2010 и ГОСТ Р 51317.6.5.

6.5.1.2 При расположении оборудования в IV зоне жесткости электромагнитной обстановки для достижения более высокой электромагнитной совместимости (ЭМС) недостаточно использовать стандартные корпуса шкафов из листовой стали, требуется использование новых материалов, обеспечивающих дополнительную защиту. Такой защитой может быть специальная цинково-алюминиевая обработка поверхности и использование специальных ЭМС-коммутирующих деталей.

6.5.2 Решения по экранированию кабелей

6.5.2.1 Все контрольные кабели должны иметь экранирующую оболочку.

6.5.2.2 Экраны кабелей в обязательном порядке заземляются с одного конца на шину информационного заземления в шкафу – приемнике сигнала.

6.5.2.3 Если экран кабеля выполнен в виде металлической фольги, его необходимо заземлять либо на специализированную шину уравнивания потенциалов с помощью зажима, либо напайкой на него заземляющего проводника сечением не менее 1,5 мм^2, выведенного на шину информационного заземления.

6.5.2.4 Если экран кабеля выполнен в виде многопроволочной гибкой оплетки, то, помимо перечисленных выше способов заземления, возможно его прямое подключение к зажиму шины информационного заземления (если оставшаяся часть экрана достаточной длины).

6.5.2.5 Шина информационного заземления соединяется с общим контуром информационного заземления ГЭС гибким медным проводником сечением не менее 6 мм^2. При отсутствии контура информационного заземления на ГЭС шина информационного заземления

объединяется с шиной защитного заземления гибким медным проводником сечением не менее 6 мм^2.

6.5.3 Решения по температурному режиму

6.5.3.1 Для поддержания нормальной температуры внутри шкафа, допустимой температурой в помещении считать температуру в диапазоне от 5 до 40 °С.

6.5.3.2 Температурный режим, поддерживаемый в шкафу, зависит от тепловых потерь электрооборудования, установленного в шкафу и температуры окружающей среды. Оборудование, установленное в шкафу, должно выдерживать данный температурный режим.

6.5.3.3 Установку шкафов с серверными устройствами и устройствами связи с иными требованиями к допустимой температуре в помещении необходимо выполнять в отдельных помещениях с поддержанием необходимого температурного режима.

6.5.4 Решения по шумо- и виброзащите

6.5.4.1 В конструкции электротехнических изделий должны быть предусмотрены средства шумо- и виброзащиты, обеспечивающие уровни шума и вибрации на рабочих местах в соответствии с утвержденными санитарными нормами. Допустимые значения шумовых и вибрационных характеристик электротехнических изделий должны быть установлены в стандартах и технических условиях на конкретные виды и не должны превышать значений, указанных в ГОСТ 12.1.003, ГОСТ 12.1.012.

6.5.4.2 ПТК САУ ГА должен соответствовать группе М40 по ГОСТ 17516.1, выдерживая при этом синусоидальную вибрацию в диапазоне 0,5-100 Гц с максимальной амплитудой ускорений 0,7 g, а также пиковые ударные ускорения 3,0 g при длительности воздействия 2-20 мс.

6.5.4.3 При установке ПТК САУ ГА в сейсмоопасных районах, для которых недостаточно группы М40 ГОСТ 17516.1, величины механических воздействий на шкафы в сейсмоустойчивом исполнении должны быть согласованы между заказчиком и изготовителем (ГОСТ IEC 61439-1-2013).

6.5.5 Решения по климатическому исполнению

6.5.5.1 Климатическое исполнение шкафов должно соответствовать УХЛ4 по ГОСТ 15150.

6.5.5.2 Шкафы САУ ГА должны быть предназначены для эксплуатации в атмосфере типа II при следующих условиях:

- предельные значения температуры окружающего воздуха от 5 до 40 ºС;
- относительная влажность воздуха 80 % при температуре 25 ºС;

– атмосферное давление 630–800 мм рт. ст.;

– максимальная высота над уровнем моря 2000 м.

6.5.6 Решения по условиям хранения и транспортировки

6.5.6.1 Требования к стойкости устройств при воздействии механических факторов в условиях хранения и транспортирования должны соответствовать ГОСТ 23216.

6.5.6.2 Для упрощения процедуры погрузки-разгрузки во время транспортировки все оборудование должно устанавливаться на поддоны. Шкафы электротехнические должны снабжаться рым-болтами для возможности транспортировки краном.

6.5.6.3 Все хрупкие изделия, установленные снаружи на лицевой стороне шкафа, в обязательном порядке должны быть защищены от повреждения. На внешней стороне упаковки, в таком случае, указывается расположение лицевой стороны и знак "осторожно, хрупкое".

6.5.6.4 Шкафы САУ ГА, негабаритные по условиям транспортирования, должны транспортироваться разделенными на транспортные секции. Конструкция САУ ГА, часть которой транспортируется отдельно, должна обеспечивать механическую сборку и электрический монтаж на месте эксплуатации без доработки элементов конструкции.

6.6 Решения по стандартизации и унификации расположения оборудования на ГЭС

6.6.1 Расположение оборудования на объекте определяется в каждом конкретном случае реализации САУ ГА с учетом общих требований, приведенных в настоящем разделе.

6.6.2 ПТК САУ ГА необходимо располагать в помещении, соответствующем требованиям, указанным в пункте 6.5 настоящего документа.

6.6.3 При установке шкафов САУ ГА в ряд рекомендуется придерживаться следующей последовательности:

– МПУ;

– шкаф АРЧМ;

– шкаф контроллеров ТАиУВО;

– шкафы УСО полноразмерные;

– шкаф МНУ;

– шкаф вибродиагностики;

– шкафы электрических защит генератора (блока генератор-трансформатор);

– прочие шкафы (силовые распределительные шкафы, шкафы пожаротушения, управления выключателем и т.д.).

6.6.4 При замене существующих шкафов САУ ГА необходимо сохранять места расположения сходных по функционалу шкафов.

6.6.5 Места расположения навесных шкафов УСО необходимо выбирать с учетом минимизации кабельных связей с контрольно-измерительными приборами и исполнительными механизмами, также учитывая требования, указанные в пункте 6.5 настоящего документа.

6.6.6 Места установки шкафов управления дренажными и лекажными агрегатами, а также шкафов управления техническим водоснабжением (ТВС), выбирать максимально приближенно к объекту управления (ОУ), учитывая требования пункта 6.5 настоящего документа, а также удобство обслуживания данных шкафов оперативным персоналом.

6.6.7 Места установки оборудования на главном щите управления (ГЩУ) (ЦПУ) определяются в каждом конкретном случае реализации САУ ГА с учетом расположения существующих (или заранее спроектированных) шкафов (панелей) на ГЩУ.

6.7 Решения по стандартизации и унификации технических требований для серийно выпускаемых компонентов

6.7.1 Общие требования по стандартизации и унификации компонентов

6.7.1.1 При проектировании шкафов САУ ГА необходимо использовать максимально унифицированные компоненты, такие как кабельные зажимы, реле, блоки питания, автоматические выключатели и т.д.

6.7.1.2 Номенклатурный перечень оборудования, используемого во всех шкафах САУ ГА, для сокращения номенклатуры запасных частей, инструментов, принадлежностей (ЗИП) должен быть максимально сокращен для простоты эксплуатации.

6.7.1.3 Для установки в шкафы САУ ГА допускается только серийно производимое оборудование.

6.7.1.4 В ПТК должно использоваться оборудование отечественного производства. Оборудование, применяемое в составе САУ ГА, для подтверждения российского происхождения должно быть включено в следующие реестры:

- реестр российской промышленной продукции;
- единый реестр российской радиоэлектронной продукции.

6.7.2 Электротехнические шкафы

6.7.2.1 Электротехнические шкафы должны быть изготовлены из листовой стали толщиной не менее 1,5 мм с порошковым полимерным покрытием (окраской). При необходимости следует учитывать требования пункта 6.5.1.2.

6.7.2.2 В основе шкафа должен лежать профильный несущий каркас с возможностью закрепления на нем различного монтажного оборудования.

6.7.2.3 Габаритные размеры и цвет шкафов определяются согласно пункту 6.4.1 настоящего документа.

6.7.3 Несущие конструкции внутри шкафов

6.7.3.1 Шкаф должен позволять размещать в нем одну или две монтажные панели, а также оборудование на боковинах.

6.7.3.2 При необходимости шкаф должен иметь возможность с помощью серийно выпускаемых монтажных элементов штатно расположить в нем оборудование, рассчитанное на монтаж на 19" стойке.

6.7.3.3 При необходимости размещения оборудования на боковинах необходимо использовать специализированные монтажные перемычки или монтажные шасси, устанавливаемые на каркас шкафа.

6.7.3.4 Все несущие конструкции внутри шкафа должны иметь запас как минимум 50 % по массе устанавливаемого оборудования, с учетом уже установленного.

6.7.4 Устройства контроля температуры внутри шкафов

6.7.4.1 Для контроля температуры внутри шкафа, включения обогревателя и вентилятора необходимо использовать механические термостаты с регулировкой температуры срабатывания.

6.7.4.2 Термостаты должны быть рассчитаны на коммутирование рабочего напряжения от 24 до 60 В постоянного тока и от 24 до 220 В переменного тока.

6.7.4.3 Обогреватели необходимо использовать конвекционного типа (без вентилятора).

6.7.4.4 Вентиляторы и вентиляционные решетки должны комплектоваться сменными фильтр-элементами. Замена фильтрующего элемента должна производиться без специального инструмента снаружи шкафа.

6.7.4.5 Вентиляторы для напольных шкафов рекомендуется использовать производительностью 100-150 $м^3$/час, для навесного шкафа УСО 20-50 $м^3$/час.

6.7.5 Кабельные короба

6.7.5.1 Кабельные короба должны быть изготовлены из поливинилхлорида, не поддерживающего горение, и иметь серый цвет.

6.7.5.2 Кабельные короба должны быть перфорированы для облегченного вывода провода или кабеля сбоку короба.

6.7.5.3 Кабельные короба должны быть рассчитаны на запас 20 % по наполнению с учетом всех рабочих связей внутри шкафа.

6.7.6 Монтажные рейки

6.7.6.1 Монтажные рейки для зажимов, реле и прочего стандартного оборудования должны соответствовать формату DIN и иметь типовую ширину 35 мм. Рекомендуемая глубина монтажной рейки 7,5 мм. Для специализированного оборудования может применяться рейка глубиной 15 мм.

6.7.6.2 Монтажные DIN-рейки должны быть перфорированы для удобства монтажа.

6.7.6.3 Монтажные рейки для ПЛК необходимо выбирать исходя из типа применяемого ПЛК.

6.7.7 Клеммные зажимы

6.7.7.1 Все клеммные зажимы внутри шкафа должны соответствовать пункту 6.4.5 настоящего документа.

6.7.7.2 Клеммные зажимы должны быть рассчитаны минимум на двукратный запас по номинальному пропускаемому току.

6.7.7.3 Клеммные зажимы должны обеспечивать работоспособность соединения в течение всего срока эксплуатации ПТК при регулярном обслуживании согласно руководству производителя зажимов.

6.7.7.4 Для коммутации измерительных цепей трансформаторов тока требуется использовать клеммные зажимы специализированной конструкции с размыкателем, позволяющие выкорачивать обмотки измерительных трансформаторов для выполнения работ по калибровке преобразователей, либо иных работ. Зажимы должны быть устроены таким образом, чтобы при переводе размыкателя из рабочего положения в положение "выкорочено" не происходил разрыв цепи. Это может быть осуществлено либо установкой временной втычной перемычки, либо реализовано во внутренней конструкции зажима.

6.7.7.5 Требуемые минимальные характеристики зажимов приведены в документе 10996791.425290.024.П9 "Опросные листы".

6.7.8 Блоки питания

6.7.8.1 Блоки питания должны иметь широкий диапазон входного питания и быть универсальными по типу входного тока (постоянный / переменный ток).

6.7.8.2 Блоки питания должны иметь выходное напряжение 24 В (если не требуется иное). Также обязательно наличие подстроечного потенциометра для точной настройки выходного напряжения.

6.7.8.3 Блоки питания должны иметь внутреннюю защиту от перенапряжений и переполюсовки питающей сети, от короткого замыкания в выходной цепи.

6.7.8.4 Блоки питания должны иметь только пассивный тип охлаждения.

6.7.8.5 Блоки питания должны иметь гальваническую развязку цепи питания и выходной цепи.

6.7.8.6 Блоки питания должны иметь индикацию исправности выходного напряжения в виде светодиода на самом блоке питания и "сухого контакта" для дистанционного контроля.

6.7.8.7 Мощность блоков питания при их работе в резервированной паре выбирается таким образом, чтобы один блок мог обеспечить работу всего подключенного оборудования (в соответствии с пунктом 6.4.6.7).

6.7.8.8 Требуемые минимальные характеристики блоков питания приведены в документе 10996791.425290.024.П9 "Опросные листы".

6.7.9 Автоматические выключатели

6.7.9.1 Автоматические выключатели должны полностью отключать защищаемое оборудование от линии питания. Запрещено использование однополюсных автоматических выключателей в цепях питания 220 В АС.

6.7.9.2 При выборе номинального тока автоматического выключателя и его отключающей характеристики необходимо руководствоваться требованиями защищаемого оборудования.

6.7.9.3 Для защиты цепей трансформаторов напряжения необходимо устанавливать на каждый измерительный канал трехфазный автоматический выключатель с отключающей характеристикой "В" и номинальным током 2 А.

6.7.9.4 Все автоматические выключатели должны быть оборудованы индикатором состояния (включен, отключен, сработал).

6.7.9.5 Все автоматические выключатели должны иметь модульную конструкцию, обеспечивающую техническую возможность установки дополнительных контактов сигнализации состояния выключателя.

6.7.9.6 Требуемые минимальные характеристики автоматических выключателей приведены в документе 10996791.425290.024.П9 "Опросные листы".

6.7.10 Программируемые логические контроллеры

6.7.10.1 Установленные в ПТК ТАиУВО и ПТК АРЧМ центральные процессоры и их блоки питания должны быть аппаратно резервированы.

6.7.10.2 ПЛК других ПТК используются в нерезервированном исполнении, если на это нет отдельного технического требования.

6.7.10.3 Питание ПЛК должно осуществляться напряжением 24 В DC.

6.7.10.4 При потере питания ПТК контроллер должен обеспечивать сохранность исполняемой программы в течении минимум 1 месяца.

6.7.10.5 Максимальный размер одной корзины резервированного ПЛК не должен превышать 620х360 мм (ШхВ).

6.7.11 Модули ввода дискретных сигналов

6.7.11.1 Модули ввода дискретных сигналов должны быть рассчитаны на рабочее напряжение 24 В DC.

6.7.11.2 Быстродействие модуля должно быть не больше 5 мс.

6.7.11.3 Модули должны быть снабжены светодиодными индикаторами состояния каждого из каналов.

6.7.12 Модули вывода дискретных сигналов

6.7.12.1 Модули вывода дискретных сигналов должны быть рассчитаны на рабочее напряжение 24 DC В.

6.7.12.2 Быстродействие модуля должно быть не больше 5 мс.

6.7.12.3 Модули должны быть снабжены светодиодными индикаторами состояния каждого из каналов.

6.7.13 Модули ввода аналоговых сигналов

6.7.13.1 Модули ввода аналоговых сигналов должны быть рассчитаны на рабочее напряжение 24 В DC и токовый сигнал диапазоном 4...20 мА (если не требуется иного).

6.7.13.2 Быстродействие типового модуля должно быть не больше 100 мс.

6.7.13.3 Для управления быстропротекающими процессами (для контроля положения главного золотника) необходимо использовать модули с быстродействием не больше 2 мс.

6.7.13.4 Модули должны иметь максимальную погрешность измерения не более 0,5 %.

6.7.14 Модули вывода аналоговых сигналов

6.7.14.1 Модули вывода аналоговых сигналов должны быть рассчитаны на рабочее напряжение 24 В DC и токовый сигнал диапазоном 4...20 мА (если не требуется иного).

6.7.14.2 Быстродействие типового модуля должно быть не больше 100 мс.

6.7.14.3 Для управления быстропротекающими процессами (для управления исполнительными органами турбины) необходимо использовать модули с быстродействием не больше 2 мс.

6.7.14.4 Модули должны иметь максимальную погрешность измерения не более 0,5 %.

6.7.15 Коммуникационные процессоры в составе ПЛК

6.7.15.1 Коммуникационные функции ПЛК могут выполняться как встроенными средствами, так и дополнительно устанавливаемыми (при необходимости) коммуникационными процессорами (использование дополнительных, внешних по отношению к ПЛК, коммуникационных устройств (серверов), предназначенных для преобразования протокола обмена, не допускается).

6.7.15.2 Питание коммуникационных процессоров должно обеспечиваться:

– внутренним питанием ПЛК (коммуникационные процессоры без внешнего питания);

– внешним питанием 24 В DC.

6.7.15.3 Коммуникационные процессоры, обеспечивающие связь с верхним уровнем АСУТП, должны обеспечить выполнение требований раздела 12.4 "Решения по интеграции с верхним уровнем АСУТП".

6.7.16 Станции распределенной периферии

6.7.16.1 Станции распределенной периферии должны быть рассчитаны на напряжение питания 24 В DC.

6.7.16.2 Станции распределенной периферии должны обеспечивать непрерывную цифровую связь с контроллером. Требования к цифровому протоколу приведены в разделе 6.2.8 настоящего документа.

6.7.17 Сетевые коммутаторы

6.7.17.1 Сетевые коммутаторы должны быть рассчитаны на напряжение питания 24 В DC.

6.7.17.2 Коммутаторы, обеспечивающие связь ПТК в составе САУ ГА с верхним уровнем АСУТП, должны поддерживать VLAN (802.1Q) (не менее 4094), защиту от широковещательного шторма и иметь минимум два оптических порта для организации связи с верхним уровнем.

6.7.17.3 Сетевые коммутаторы должны иметь конструктивную возможность монтажа на DIN-рейку либо другим способом на монтажную панель.

6.7.18 Операторские панели

6.7.18.1 Операторские панели должны быть рассчитаны на напряжение питания 24 В DC.

6.7.18.2 Рекомендуемый диагональный размер для операторских панелей САУ ГА – 37,5 см (15 дюймов).

6.7.18.3 Операторская панель должна обеспечивать непрерывную цифровую связь с ПЛК в составе САУ ГА.

6.7.18.4 Операторская панель должна иметь возможность хранения архивной информации.

6.7.19 Разделительные усилители (гальваноразвязки)

6.7.19.1 Настоящим проектом в качестве типового варианта предусмотрена реализация электрической схемы входных и выходных аналоговых каналов без применения разделительных усилителей (гальванических развязок).

6.7.19.2 В обоснованных случаях допускается дополнить схемы входных и выходных аналоговых каналов разделительными усилителями. Необходимость применения, а также схемы по их применению, определяются для каждого отдельного случая реализации САУ ГА и должны быть согласованы с заказчиком. При этом разделительные усилителей должны удовлетворять требованиям настоящего раздела.

6.7.19.3 Разделительные усилители должны иметь гальваническое разделение входной, выходной цепи и цепи питания.

6.7.19.4 Питание разделительных усилителей должно осуществляться напряжением 24 В.

6.7.19.5 Входной и выходной сигнал для разделительных усилителей – унифицированный токовый сигнал 4...20 мА, если иного не требуется для подключения нестандартных датчиков.

6.7.19.6 Разделительные усилители должны иметь возможность подключения датчиков по двухпроводной и четырехпроводной схеме токовой петли.

6.7.19.7 Разделительные усилители должны иметь защиту от короткого замыкания в цепи датчика, а также защиту от неправильного подключения датчика и питания.

6.7.19.8 Передаточная характеристика разделительного усилителя должна быть 1:1, если иного не требуется проектом.

6.7.19.9 Требуемые минимальные характеристики разделительных усилителей указаны в таблице 6.7.

Таблица 6.7 – Минимальные характеристики разделительных усилителей

№ п/п	Параметр	Минимальное значение
1	Диапазон напряжений питания	20…28 В DC
2	Ошибка передачи, максимальная	<0,1 % от предела измерения

№ п/п	Параметр	Минимальное значение
3	Максимальное напряжение гальванической изоляции канал - питание	2,5 кВ

6.7.20 Устройства защиты от импульсных перенапряжений (УЗИП)

6.7.20.1 УЗИП в ПТК САУ ГА в обязательном порядке устанавливаются на аналоговых вводных каналах измерения температуры статора генератора, если они не предусмотрены производителем генератора в промежуточном клеммнике.

6.7.20.2 УЗИП должны обеспечивать защиту от поперечных составляющих перенапряжений между проводниками.

6.7.20.3 Номинальное рабочее напряжение УЗИП должно составлять 24 В.

6.7.21 Промежуточные реле

6.7.21.1 Время срабатывания промежуточных реле, используемых в цепях дискретных входных каналов контроллера, должно быть не более 10 мс.

6.7.21.2 Рекомендуется использовать промежуточные реле со светодиодным либо механическим указателем положения.

6.7.21.3 Для импульсных сигналов с высокими требованиями по быстродействию необходимо использовать быстродействующие полупроводниковые реле.

6.7.21.4 Для часто переключающихся сигналов (срабатывание чаще чем 1 раз в минуту), например, для включения ламп индикации, имеющий импульсный режим свечения, рекомендуется использовать твердотельное реле для увеличения надежности канала.

6.7.22 Светосигнальная арматура

6.7.22.1 Для световой сигнализации необходимо использовать лампы (лампы-кнопки) диаметром 22 мм. Для индикации положения коммутационных устройств допускается использование ламп-индикаторов диаметром 6-12 мм.

6.7.22.2 Все лампы сигнализации состояния ГА и положения коммутационных устройств должны иметь питание 24 В DC.

6.7.22.3 Лампы нормальных состояний гидроагрегата должны быть белого цвета (ХХТ, ХХГ, Г, СК, Останов, Готовность к пуску). Для индикации состояний обратимого гидроагрегата лампы насосных режимов рекомендуется использовать синего цвета (насосный режим, СК насосного режима, готовность к пуску в насосном режиме).

6.7.22.4 Лампы и табло предупредительной сигнализации должны быть желтого цвета.

6.7.22.5 Лампы и табло аварийной сигнализации и аварийных состояний гидроагрегата должны быть красного цвета.

6.7.22.6 Лампы индикации положения коммутационных элементов и состояния оборудования должны быть:

– красными (отображающие положение "включено");

– зелеными (отображающие положение "отключено").

6.7.22.7 Лампы сигнализации наличия питания на вводах ПТК должны быть зеленого цвета. Лампы сигнализации наличия питания ПТК должны быть подключены к вводам шкафа через плавкие предохранители.

6.7.23 Кнопки

6.7.23.1 Кнопки необходимо использовать диаметром 22 мм. Для индикации состояний гидроагрегата рекомендуется использовать лампы-кнопки.

6.7.23.2 Рекомендуется использовать кнопки модульного исполнения, позволяющие устанавливать дополнительные контактные группы.

6.7.24 Переключатели

6.7.24.1 Минимальный угол между положениями переключателя должен составлять 30°.

6.7.25 Показывающие стрелочные приборы

6.7.25.1 Показывающие приборы должны соответствовать ГОСТ 30012.1, ГОСТ 22261.

6.7.25.2 Все показывающие приборы должны быть внесены в государственный реестр средств измерения и иметь сертификат соответствия.

6.7.25.3 Показывающие приборы должны иметь типовые размеры 96х96 мм либо 144х144 мм.

6.7.25.4 Класс точности показывающих приборов должен быть не меньше 1,5.

6.7.26 Звуковые сигнализаторы

6.7.26.1 Звуковой сигнализатор должен соответствовать ГОСТ 21786.

6.7.26.2 Напряжение питания звукового сигнализатора должно составлять 24 В DC.

6.7.26.3 Необходимо использовать двухрежимный звуковой сигнализатор для подачи предупредительных и аварийных сигналов разной тональности.

6.7.27 Устройства автоматической синхронизации

6.7.27.1 Автоматический синхронизатор должен обеспечивать точность включения гидрогенератора в сеть согласно ПТЭ п. 5.1.19.

6.7.27.2 Автоматический синхронизатор должен в автоматическом режиме обеспечивать подгонку частоты и напряжения генератора к сети, а также формировать сигнал на включение выключателя генератора.

6.7.27.3 Питание автоматического синхронизатора рекомендуется осуществлять от цепей постоянного тока 220 В.

6.7.28 Синхроноскоп

6.7.28.1 Синхроноскоп должен обеспечивать точность включения гидрогенератора в сеть согласно ПТЭ п. 5.1.19.

6.7.28.2 Синхроноскоп должен иметь сухой контакт, разрешающий включение выключателя генератора при соблюдении уставок.

6.7.28.3 Синхроноскоп должен иметь в качестве изменяемых уставок угол рассогласования напряжения, величину разности напряжений и максимальную скорость скольжения частоты генератора и сборной шины.

6.7.28.4 Питание синхроноскопа должно осуществляться от использующихся для синхронизации измерительных цепей трансформаторов напряжения выводов генератора и (или) трансформаторов напряжения сборной шины (как правило, 100 В АС).

6.7.29 Измерители электрических величин

6.7.29.1 Для измерения электрических параметров генератора используются цифровые измерители электрических величин.

6.7.29.2 Цифровые измерители электрических величин используют напряжение питания 24 В DC.

6.7.29.3 Цифровые измерители электрических величин связаны с ПЛК по цифровому протоколу. В качестве протокола могут быть использованы:

- протоколы на основе последовательной передачи данных (RS-485, RS-422):
  - Modbus RTU;
  - МЭК 60870-5-101;
- протоколы на основе Ethernet:
  - Modbus TCP;
  - МЭК 60870-5-104.

6.7.29.4 При использовании протоколов на основе последовательной передаче данных цифровые измерители электрических величин должны иметь суммарно не менее двух интерфейсов (Ethernet, RS-485, RS-422) для подключения к ПТК ТАиУВО и ПТК АРЧМ отдельными линиями связи.

6.7.29.5 Для измерения электрических параметров сети (напряжение и частота) допускается использовать измерительные преобразователи сигнала ТН сети в унифицированный токовый сигнал 4…20 мА.

6.7.29.6 Измерители электрических величин должны обеспечить точность измерения параметра согласно СТО РусГидро 02.02.106-2019 и соответствовать ГДАР.411711.278 "Типовые проектные решения для систем ГЭС/ГАЭС, реализующих учет электрической энергии, измерение ее качества, электрические измерения".

6.7.30 Измерительные преобразователи уровня в шкафах ДН и ЛН

6.7.30.1 Измерительные преобразователи уровня установлены в схемах управления ДН и ЛН согласно схемам 10996791.425290.024.СБ.07 "Шкаф управления лекажными насосами (Шкаф ЛН). Схема электрическая принципиальная" и 10996791.425290.024.СБ.08 "Шкаф управления дренажными насосами (Шкаф ДН). Схема электрическая принципиальная".

6.7.30.2 Измерительные преобразователи уровня используют напряжение питания 220 В АС.

6.7.30.3 Входным сигналом измерительного преобразователя уровня является унифицированный токовый сигнал 4…20 мА.

6.7.30.4 Измерительный преобразователь уровня должен иметь минимум два дискретных выходных контакта, срабатывание которых производится по настраиваемым уставкам. Контакты должны быть рассчитаны на напряжение 220 В АС, 0,5 А.

6.7.31 Измерительные преобразователи частоты вращения гидроагрегата

6.7.31.1 Измерительные преобразователи частоты вращения гидроагрегата являются средством дополнительного контроля частоты вращения гидроагрегата, устанавливаются в канале измерения частоты согласно схеме 10996791.425290.024.СБ.04 "Шкаф автоматического регулирования частоты и мощности (Шкаф АРЧМ). Схема электрическая принципиальная" (обозначение на схеме CU). Преобразователи обеспечивают независимое измерение частоты импульсного сигнала (от датчика частоты вращения гидроагрегата, установленного на зубчатом колесе).

6.7.31.2 Измерительные преобразователи частоты вращения гидроагрегата используют напряжение питания 24 В DC.

6.7.31.3 Измерительные преобразователи частоты вращения гидроагрегата обеспечивают измерение частоты в диапазоне 0-200 %.

6.7.31.4 Измерительные преобразователи частоты вращения гидроагрегата формируют выходной унифицированный токовой сигнал 4…20 мА, пропорциональный измеренной частоте вращения гидроагрегата.

6.7.31.5 Измерительный преобразователь частоты вращения гидроагрегата должен иметь минимум два дискретных выходных контакта, срабатывание которых производится по настраиваемым уставкам. Контакты должны быть рассчитаны на напряжение 220 В DC, 0,1 А.

6.7.31.6 Измерительные преобразователи должны обеспечить точность измерения параметра согласно СТО РусГидро 02.01.059-2011.

6.7.32 Пускатели

6.7.32.1 Пускатели должны быть рассчитаны на номинальный ток коммутируемого устройства с запасом минимум 20 %.

6.7.32.2 Механические пускатели должны предусматривать возможность установки дополнительных контактов сигнализации.

6.7.32.3 Для управления исполнительными устройствами мощностью до 5 кВт допускается применение полупроводниковых пускателей.

6.7.32.4 Полупроводниковые пускатели должны иметь только пассивное охлаждение.

6.7.33 Устройства плавного пуска (УПП)

6.7.33.1 Устройства плавного пуска должны использоваться в цепях управления двигателями насосов МНУ, ТВС, а также иных двигателей мощностью более 10 кВт.

6.7.33.2 При повторно-кратковременном режиме работы двигателя согласно ГОСТ IEC 60034 допускается использовать схему подключения УПП без шунтирующего контактора.

6.7.33.3 При продолжительном режиме работы двигателя согласно ГОСТ IEC 60034 требуется использовать шунтирующий контактор в цепи управления двигателем для предотвращения перегрева и выхода из строя УПП.

6.7.33.4 УПП должен иметь следующие контакты:

- контакт сигнализации состояния двигателя (двигатель на номинальном режиме);
- контакт наличия напряжения на двигателе (начало пуска);
- контакт сигнализации неисправности (включая перегрузку двигателя).

6.7.33.5 Рекомендуется использовать УПП со встроенным аналоговым выходом для измерения тока двигателя или иного параметра.

6.7.33.6 При выборе защитного устройства для УПП следует придерживаться рекомендаций завода-изготовителя УПП.

6.7.34 Провода и кабели

6.7.34.1 Для электрических связей внутри шкафа необходимо использовать провод медный монтажный многопроволочный с ПВХ изоляцией по ГОСТ 6323 сечением не менее 0,5 мм^2.

6.7.34.2 Сечение монтажного провода необходимо выбирать исходя из максимального тока цепи с запасом минимум 20 %.

6.7.34.3 Для соединения шкафов между собой необходимо использовать экранированные контрольные кабели, соответствующие ГОСТ 1508 с медными жилами сечением не менее 1,5 мм^2 и изоляцией, не поддерживающей горение.

6.7.34.4 Для цепей напряжением 24 В рекомендуется использовать кабель с сечением жил не менее 1,5 мм^2, для цепей 220 В – не менее 2,5 мм^2. Для цепей измерения напряжения рекомендуется использовать кабель с сечением жил не менее 2,5 мм^2, для цепей измерения тока – не менее 4 мм^2.

6.7.34.5 Для питания шкафов необходимо использовать силовые кабели, соответствующие ГОСТ 16442, сечением жил не менее 2,5 мм^2. Необходимое сечение должно быть рассчитано исходя из номиналов автоматических выключателей, защищающий линию, а также номинального тока линии и ее длины.

6.7.34.6 Для организации информационной связи между шкафами тип и сечение кабеля выбирает разработчик САУ ГА, исходя из требуемого протокола обмена данными, ЭМО и прочих параметров.

6.7.35 Датчики

6.7.35.1 Для измерения давления, расхода, положения, уровня, используются датчики с унифицированным токовым сигналом 4…20 мА в качестве выходного сигнала.

6.7.35.2 Питание датчиков давления, расхода, положения, уровня осуществляется напряжением 24 В DC.

6.7.35.3 Для измерения температуры используется датчик термосопротивления с градуировочной характеристикой 100П по ГОСТ 6651-2009.

6.7.35.4 Для измерения параметров вибрации используются датчики, обеспечивающие выполнение требований к измерительному каналу вибрации, изложенные в разделе 6.7.36.

6.7.35.5 При использовании датчиков с нестандартным напряжением питания и (или) сигналом необходимо согласование с заказчиком.

6.7.35.6 Датчики должны обеспечить точность измерения параметра согласно СТО РусГидро 02.01.059-2011.

6.7.36 Каналы измерения вибрации

6.7.36.1 Технические характеристики канала измерения абсолютной вибрации опорных конструкций гидроагрегата:

– диапазон рабочих частот от 0,8 до 200 Гц;

– диапазон измерения виброперемещений от 5 до 500 мкм;

– выходной сигнал определяется требованиями используемого оборудования виброконтроля, предпочтительный вариант – унифицированный токовый сигнал 4…20 мА;

– относительный коэффициент поперечного преобразования не более 5 %;

– неравномерность АЧХ не более 8 %;

– погрешность измерения в соответствии с СТО РусГидро 02.01.059-2011;

– рабочий диапазон температур для датчика от +5 до + 70 °С;

– влажность в месте установки датчика до 100 %;

– индукция внешнего магнитного поля до 0,1 Тл;

– степень защиты от проникновения для датчика IP68 по ГОСТ 14254.

6.7.36.2 Технические характеристики канала измерения относительной вибрации (биения вала, диска подпятника и смещению):

– тип датчика бесконтактный вихретоковый;

– диапазон измерения линейного перемещения от 1,0 до 5,0 мм;

– рабочий диапазон частот от 0 до 20 Гц;

– установочный зазор 3,0 мм;

– выходной сигнал определяется требованиями используемого оборудования виброконтроля, предпочтительный вариант – унифицированный токовый сигнал 4…20 мА;

– погрешность измерения в соответствии с СТО РусГидро 02.01.059-2011;

– рабочий диапазон температур для датчика от 0 до +60 °С;

– индукция внешнего магнитного поля до 0,1 Тл;

– степень защиты от проникновения для датчика IP68 по ГОСТ 14254;

– устойчивость к воздействию масла работа в среде 100 %.

6.7.36.3 Технические характеристики канала измерения абсолютной вибрации стыков составного сердечника статора генератора:

– диапазон рабочих частот от 50 до 150 Гц;

– диапазон измерения виброперемещений от 5 до 500 мкм;

– выходной сигнал определяется требованиями используемого оборудования виброконтроля, предпочтительный вариант – унифицированный токовый сигнал 4…20 мА;

– относительный коэффициент поперечного преобразования не более 5 %;

– неравномерность АЧХ не более 8 %;

– погрешность измерения в соответствии с СТО РусГидро 02.01.059-2011;

– рабочий диапазон температур для датчика от +5 до + 80 °С;

– влажность в месте установки датчика до 100 %;

– индукция внешнего магнитного поля до 0,1 Тл;

– степень защиты от проникновения для датчика IP68 по ГОСТ 14254.

6.7.36.4 Технические требования к каналу измерения воздушного зазора между ротором и статором гидрогенератора:

– ожидаемый немагнитный зазор от 5 до 30 мм;

– диапазон измерений линейного перемещения от 5 до 50 мм;

– рабочий диапазон частот от 0 до 1 кГц;

– выходной сигнал определяется требованиями используемого оборудования виброконтроля, предпочтительный вариант – унифицированный токовый сигнал 4…20 мА;

– рабочая температура (для датчика) от 0 до 125 °С;

– относительная влажность до 95 % неконденсируемая;

– индукция магнитного поля (для датчика) до 1,5 Тл;

– степень защиты от проникновения для датчика IP68 по ГОСТ 14254;

– устойчивость к пыли и масляным загрязнениям.

6.8 Решения по эргономике и технической эстетике

6.8.1 Требования кодировки шкафов САУ ГА

6.8.1.1 Для кодирования шкафов САУ ГА следует пользоваться таблицей 6.8.

Таблица 6.8 – Кодировка шкафов САУ ГА

Код	**Название шкафа**
*CRA01 GH001	Шкаф контроллеров ПТК ТАиУВО
*CRA01 GH002 … *CRA01 GH999	Шкафы УСО, относящиеся к ПТК ТАиУВО
*CRA02 GH001	Шкаф ПТК АРЧМ (контроллерный)
*CRA03 GH001	Шкаф ПТК ВК (контроллерный)
*CRA04 GH001	Шкаф лекажного насоса
*CRA04 GH002, …	Шкаф лекажного насоса (используется при необходимости установки нескольких шкафов)
*CRA05 GH001	Шкаф дренажных насосов

*CRA05 GH002, …	Шкаф дренажных насосов (используется при необходимости установки нескольких шкафов)
*CRA06 GH001, …	Шкаф задвижки ТВС, байпасного фильтра или другого вспомогательного оборудования

6.8.1.2 Символ * в коде следует заменить станционным номером гидроагрегата.

6.8.2 Требования кодировки кабеля

6.8.2.1 Кабель кодируется следующим образом: <Код ПТК>-<Номер кабеля>.

6.8.2.2 Код ПТК выбирается из таблицы 6.9.

Таблица 6.9 – Кодировка ПТК в составе САУ ГА

Код	Название шкафа
*CRA01	ПТК ТАиУВО
*CRA02	ПТК АРЧМ
*CRA03	ПТК ВК
*CRA04	Управление лекажным насосом
*CRA05	Управление дренажным насосом
*CRA06	Управление задвижкой ТВС, байпасным фильтром или другим вспомогательным оборудованием

6.8.2.3 Номер кабеля определяется назначением кабеля и назначается по порядку с учетом массивов номеров, указанных в таблице 6.10. Кабели во всей системе САУ ГА должны иметь уникальные номера.

Таблица 6.10 – Кодировка ПТК в составе САУ ГА

Номер кабеля	Назначение кабеля	Напряжение	Назначение
0001-0999	Силовое питание, переменный ток	> 1 кВ	
1001-1999	Силовое питание, переменный ток	<=1 кВ	Питание шкафов 220/400 В АС
2001-2999	Силовое питание, постоянный ток	110-220 В DC	Питание шкафов 220 В DC
3001-4499	Контрольные кабели	110-220 В DC	Кабели контрольные и управления 110-220 В DC
4501-4999	Кабели пожаротушения		
5001-5999	Контрольные кабели	24 В DC	Кабели контрольные и управления 24 В DC
6001-6499	Кабели измерительных цепей трансформаторов тока		
6501-6999	Кабели измерительных цепей трансформаторов напряжения		

Номер кабеля	Назначение кабеля	Напряжение	Назначение
7001-7999	Кабели с датчиков		Датчики давления, температуры, вибрации и т.п.
8001-8999	Цифровые кабели		Витая пара, Profibus и т.п.
9001-9999	Кабели специального назначения		Оптические патчи, специализированные кабели датчиков и т.п.

ПЕРЕЧЕНЬ ПРИНЯТЫХ СОКРАЩЕНИЙ, ТЕРМИНОВ И ОПРЕДЕЛЕНИЙ

АРМ	автоматизированное рабочее место
АРЧМ	автоматическое регулирование частоты и мощности
АСУТП	автоматизированная система управления технологическим процессом
АЧХ	амплитудно-частотная характеристика
ВК	виброконтроль
ВУ	верхний уровень
ГА	гидроагрегат
ГАЭС	гидроаккумулирующая электростанция
ГРАМ	групповой регулятор активной мощности
ГРНРМ	групповой регулятор напряжения и реактивной мощности
ГЩУ	главный щит управления
ГЭС	гидроэлектростанция
ДН	дренажный насос
ЗИП	запасные части, инструменты, принадлежности
ЛН	лекажный насос
МНУ	маслонасосная установка
МПУ	местная панель управления
НА	направляющий аппарат
ОУ	объект управления
ПА	противоаварийная автоматика
ПЛК	программируемый логический контроллер
ПТК	программно-технический комплекс
САУ ГА	система автоматического управления гидроагрегатом
СК	синхронный компенсатор
ТА	технологическая автоматика
ТАиУВО	технологическая автоматика и управление вспомогательным оборудованием
ТВС	техническое водоснабжение
ТН	трансформатор напряжения
ТПР	типовые проектные решения
ТСПД	технологическая сеть передачи данных
УВО	управление вспомогательным оборудованием
УЗИП	устройство защиты от импульсных перенапряжений

УПП	устройство плавного пуска
УСО	устройство связи с объектом
ХХГ	холостой ход генератора
ХХТ	холостой ход турбины
ЦПУ	центральный пульт управления
ЩПТ	щит постоянного тока
ЭМО	электромонтажное оборудование
ЭМС	электромагнитная совместимость

Лист регистрации изменений

Изм.	Номера листов (страниц)				Всего листов (страниц) в документе	Номер документа	Входящий номер сопроводительного документа и дата	Подпись	Дата
	измененных	замененных	новых	аннулированных					

Подп. и дата | Инв.N дубл. | Взам.инв.N | Подп. и дата | Инв.N подл.

Изм.	Лист	N докум.	Подп.	Дата	10996791.425290.024.ПЗ	Лист 38

Копировал Формат А4