Перв. примен.

Справ. №

ТИПОВЫЕ ПРОЕКТНЫЕ РЕШЕНИЯ ДЛЯ СИСТЕМ ГРУППОВОГО РЕГУЛИРОВАНИЯ АКТИВНОЙ МОЩНОСТИ (ТПР ГРАМ)

Пояснительная записка

10996791.425290.025.П2

Подп. и дата

Инв.№ дубл.

Взам.инв.№

Подп. и дата

Инв.№ подл.

Изм	Лист	№ докум.	Подп.	Дата	10996791.425290.025.П2		
Разраб.					ТПР ГРАМ Пояснительная записка	Лит.	Лист 1 / Листов 101
Пров.							
Н.контр.						ПАО «РусГидро»	

Копировал

Формат А4

СОДЕРЖАНИЕ

Термины и определения 4
1 Область применения 6
2 Нормативные ссылки 7
3 Классификация объектов автоматизации 9
4 Описание системы 11
4.1 Описание процесса деятельности ГРАМ 11
4.2 Быстродействие 14
4.3 Надежность 14
5 Аппаратная реализация 16
5.1 Описание состава и структуры ГРАМ 16
5.2 Требования к шкафам ГРАМ 18
5.3 Решения по защите от влияния внешних воздействий 24
5.4 Решения по стандартизации и унификации расположения оборудования на ГЭС 27
5.5 Решения по стандартизации и унификации серийно выпускаемых компонентов 27
6 Описание работы системы ГРАМ 34
6.1 Общие положения 34
6.2 Описание функциональной схемы системы ГРАМ 36
6.3 Описание функциональных частей 37
7 Интеграция со смежными системами 56
7.1 Решения по интеграции с ВУ АСУТП ГЭС 56
7.2 Решения по взаимодействию с САУ ГА 57
7.3 Решения по подключению ГРАМ к ЦС (ЦКС) АРЧМ 60
7.4 Решения по подключению ГРАМ к СДПМ 62
7.5 Решения по взаимодействию с ПА 64
7.6 Решения по формированию сигнализации 64
8 Программное обеспечение 67
8.1 Решения по стандартизации и унификации программных средств 67
8.2 Решения по защите информации от несанкционированного доступа 70
8.3 Регламент сопровождения ПО 72
8.4 Решения по визуализации информации на АРМ ВУ 73
8.5 Информационное наполнение типовых графических форм отображения информации АРМ ВУ 73
8.6 Решения по визуализации информации на ОП 79
8.7 Информационное наполнение типовых графических форм отображения информации ОП 79
8.8 Решения по сохранности информации при аварийных ситуациях 88
9 Требования к квалификации и обучению персонала 90
10 Требования к документации 92
10.1 Общие требования 92
10.2 Состав документации 92
11 Мероприятия по вводу системы в действие 96
11.1 Цели мероприятий 96
11.2 Перечень мероприятий 96
11.3 Подготовка ГЭС к вводу системы ГРАМ в действие 96
11.4 Подготовка персонала 96
11.5 Комплектация средствами автоматизации 97
11.6 Строительно-монтажные работы по созданию системы ГРАМ 97

11.7 Проведение пуско-наладочных работ системы ГРАМ 98
11.8 Проведение предварительных испытаний системы ГРАМ 99
11.9 Проведение опытной эксплуатации и приемочных испытаний 99
12 Перечень использованных сокращений 100

ТЕРМИНЫ И ОПРЕДЕЛЕНИЯ

В настоящем проекте применены термины по ГОСТ Р 55890–2013 и ГОСТ Р 56969–2016, а также следующие термины с соответствующими определениями:

АИИС КУЭ – автоматизированные информационно-измерительные системы коммерческого учета электроэнергии.

Автоматический регулятор частоты и мощности гидроагрегата (АРЧМ ГА) – подсистема, являющаяся составной частью САУ ГА, обеспечивающая регулирование частоты вращения гидроагрегата (ГА), поддержание мощности по заданию персонала или системы ГРАМ и ее изменение при участии в первичном регулировании частоты. Подробнее описание функций и принцип реализации АРЧМ ГА см. в типовых проектных решениях для САУ ГА.

Верхний уровень автоматизированной системы управления технологическими процессами гидроэлектростанций (ВУ АСУТП ГЭС) – совокупность аппаратных и программных средств единых в рамках ГЭС, предназначенных для сбора, визуализации, архивирования информации различных АСУТП ГЭС, управления оборудованием ГЭС.

Групповое задание ГА – задание активной мощности, формируемое системой ГРАМ для каждого ГА.

Режим работы ГА в ГРАМ – признак, относящийся к каждому ГА отдельно, который определяет способ управления данным ГА от системы ГРАМ. Режим работы ГА в ГРАМ определяется на основании текущего состояния ГА, а также положением ключей управления ГРАМ.

Групповой объект управления (ГОУ) – совокупность одной или нескольких групп точек поставки, в отношении которой СО ЕЭС отдаются и фиксируются команды на изменение режима работы.

Группа точек поставки (ГТП) – определяемая СО ЕЭС и АТС в соответствии с Положением о порядке получения статуса субъекта оптового рынка и ведения реестра субъектов оптового рынка электрической энергии и мощности совокупность, состоящая из одной или нескольких точек поставки, относящихся к одному узлу расчетной модели и (или) к единому технологически неделимому энергетическому объекту, ограничивающая территорию, в отношении которой покупка или продажа электрической энергии (мощности) на оптовом рынке осуществляются только данным Участником оптового рынка. Точки поставки могут объединяться в группу точек.

Системный оператор единой энергетической системы (СО ЕЭС) – специализированная организация, осуществляющая единоличное управление технологическими режимами работы объектов электроэнергетики и уполномоченная на выдачу оперативных

диспетчерских команд и распоряжений, обязательных для всех субъектов оперативно-диспетчерского управления, субъектов электроэнергетики и потребителей электрической энергии с управляемой нагрузкой. В Единой энергетической системе России функции Системного оператора выполняет АО "СО ЕЭС".

Суммарное задание активной мощности / Суммарное задание – примечание к определению из ГОСТ Р 56969–2016: при наличии в составе ГЭС нескольких ГОУ термин применяется для каждого ГОУ отдельно.

Станция распределенной периферии – цифровое устройство в составе автоматизированных систем управления. Обеспечивает прием (измерение) входных аналоговых или дискретных сигналов и дальнейшую передачу полученной информации по цифровым протоколам связи в центральное управляющее устройство и/или прием из центрального управляющего устройства информации и формирование на ее основе выходных аналоговых или дискретных сигналов.

СШ – система шин, на которой производится измерение частоты электрического тока для использования в ГРАМ.

Терминал связи с ЦС (ЦКС) АРЧМ – устройство связи, имеющее аппаратно-независимое от шкафа ЦР ГРАМ исполнение и предназначенное для обеспечения информационного обмена между системой ГРАМ и ЦС (ЦКС) АРЧМ.

Фактическая первичная мощность (ОПРЧ или НПРЧ) от АРЧМ – расчетная величина изменения текущего задания активной мощности ГА, определенная в ПТК АРЧМ ГА в соответствии с требования первичного регулирования по частоте (ОПРЧ или НПРЧ). Формируется с учетом действующих эксплуатационных ограничений ГА.

Человеко-машинный интерфейс (ЧМИ) – решения, обеспечивающие взаимодействие оператора с управляемыми системами.

1 ОБЛАСТЬ ПРИМЕНЕНИЯ

1.1 В рамках настоящего проекта рассматриваются технические решения, относящиеся к системе группового регулирования активной мощности ГЭС (ГРАМ).

1.2 Требования и решения настоящего проекта являются обязательными для выполнения новых проектов для систем ГРАМ.

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

2 НОРМАТИВНЫЕ ССЫЛКИ

2.1 Постановление Правительства Российской Федерации от 16.02.2008 № 87 "О составе разделов проектной документации и требованиях к их содержанию".

2.2 ГОСТ Р 59793-2021 "Информационные технологии. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Стадии создания".

2.3 ГОСТ 34.602-2020 "Информационные технологии. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Техническое задание на создание автоматизированной системы".

2.4 ГОСТ Р 59792-2021 "Информационные технологии. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Виды испытаний автоматизированных систем".

2.5 ГОСТ 24.104-85 "Единая система стандартов автоматизированных систем управления. Автоматизированные системы управления. Общие требования".

2.6 ГОСТ 34.201-2020 "Информационные технологии. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Виды, комплектность и обозначение документов при создании автоматизированных систем".

2.7 ГОСТ Р 55890-2013 "Единая энергетическая система и изолировано работающие энергосистемы. Оперативно-диспетчерское управление. Регулирование частоты и перетоков активной мощности. Нормы и требования".

2.8 Правила устройства электроустановок (действующее издание).

2.9 Правила технической эксплуатации электрических станций и сетей Российской Федерации (действующее издание).

2.10 РД 34.35.310-97 "Общие технические требования к микропроцессорным устройствам защиты и автоматики энергосистем".

2.11 ГОСТ 56969-2016. "Единая энергетическая система и изолировано работающие энергосистемы. Оперативно-диспетчерское управление. Обеспечение согласованной работы централизованных систем автоматического регулирования частоты и перетоков активной мощности и автоматики управления активной мощностью гидравлических электростанций. Нормы и требования".

2.12 СТО 59012820.27.140.001-2014. Стандарт ОАО "СО ЕЭС" "Нормы участия гидроагрегатов гидравлических и гидроаккумулирующих электростанций в нормированном первичном регулировании частоты".

2.13 Технические требования к генерирующему оборудованию участников оптового рынка (необходимо руководствоваться действующей редакцией, размещенной на сайте СО ЕЭС).

2.14 Общие технические требования для подключения ГЭС к ЦС (ЦКС) АРЧМ (утверждены АО "СО ЕЭС" 31.12.2010 г).

2.15 Общие технические требования для подключения ГЭС к системе доведения плановых диспетчерских графиков и диспетчерских команд через каналы связи ГРАМ – ЦС (ЦКС) АРЧМ (утверждены АО "СО ЕЭС" 09.01.2017 г).

2.16 СТО 17330282.27.140.009-2008. Стандарт ПАО "РусГидро" "Автоматизированные системы управления технологическими процессами ГЭС и ГАЭС. Организация эксплуатации и технического обслуживания. Нормы и требования".

2.17 СТО 17330282.27.140.010-2008. Стандарт ПАО "РусГидро" "Автоматизированные системы управления технологическим процессами ГЭС и ГАЭС. Условия создания. Нормы и требования".

2.18 СТО 17330282.27.140.011-2008. Стандарт ПАО "РусГидро" Гидроэлектростанции. Условия создания. Нормы и требования".

2.19 СТО 01.01.78-2012. Стандарт ПАО "РусГидро". "Гидроэлектростанции. Нормы технологического проектирования".

2.20 СТО 70238424.27.140.030-2011. "Гидроэлектростанции. Условия предоставления продукции. Нормы и требования".

2.21 СТО РусГидро 02.02.123-2015 "Гидроэлектростанции. Противоаварийная автоматика. Общие технические требования. Типовой состав и функции".

2.22 Прочие действующие ЕСПД и ЕСКД.

3 КЛАССИФИКАЦИЯ ОБЪЕКТОВ АВТОМАТИЗАЦИИ

4.1 В рамках работ по созданию системы ГРАМ следует классифицировать ГЭС по следующим признакам:

– количество гидроагрегатов;

– суммарная мощность гидроагрегатов ГЭС;

– количество и состав ГОУ;

– варианты режимов выдачи электрической мощности;

– способ взаимодействия с СО ЕЭС.

4.2 При создании системы ГРАМ следует рассматривать ГОУ, включающие гидроагрегаты, в отношении которых СО ЕЭС может осуществлять управление активной мощностью посредством формирования и передачи планового графика (ПГ), диспетчерских команд (ДК) и задания вторичной мощности (ЗВМ).

В составе ГЭС может быть несколько ГОУ. Для каждого ГОУ могут задаваться отдельные ПГ, ДК, ЗВМ.

ГРАМ для каждого ГОУ формирует суммарное задание активной мощности.

Управление несколькими ГОУ осуществляется за счет реализации в программе контроллера ГРАМ (отдельно для каждого ГОУ) независимых программных частей, соответствующих требованиям настоящего ТПР. Аппаратная реализация при наличии нескольких ГОУ отличается только количеством ключей группового управления на панели ЦР ГРАМ.

4.3 Для организации деления схемы выдачи электрической мощности на независимые части возможна организация работы ГРАМ в режимах с разным составом ГОУ. В этом случае в ГРАМ предусматривается несколько вариантов режимов выдачи электрической мощности.

В качестве типовых следует принять совместный и раздельный режимы выдачи электрической мощности. В совместном режиме все гидроагрегаты работают в составе одного общего ГОУ, в раздельном режиме гидроагрегаты работают в составе двух или более независимых ГОУ.

Допускается формирование других режимов выдачи электрической мощности.

Необходимые режимы выдачи электрической мощности, состав ГОУ для каждого режима, особенности исполнения задания плановой мощности, задания автоматического вторичного регулирования в каждом режиме выдачи электрической мощности, а также при переходе между ними должны быть определены на этапе составления технического задания при создании системы ГРАМ для конкретной ГЭС.

4.4 Взаимодействие с ЦС (ЦКС) АРЧМ организуется в соответствии с документом "Общие технические требования для подключения ГЭС к ЦС (ЦКС) АРЧМ" по протоколу:

– ГОСТ Р МЭК 60870-5-104-2004 "Устройства и системы телемеханики. Часть 5. Протоколы передачи. Раздел 104. Доступ к сети для ГОСТ Р МЭК 870-5-101 с использованием стандартных транспортных профилей".

4 ОПИСАНИЕ СИСТЕМЫ

4.1 Описание процесса деятельности ГРАМ

4.1.1 ГРАМ в процессе своей работы осуществляет:

- измерение частоты сети;
- взаимодействие с ЦС (ЦКС) АРЧМ;
- взаимодействие с АРЧМ ГА;
- взаимодействие с ПА (в части приема команд ОГ и АЗГ, АРС);
- формирование суммарного задания активной мощности;
- задание режима работы ГА в ГРАМ (группа, индивидуальный, ремонт);
- распределение суммарного задания активной мощности между ГА (формирование группового задания ГА);
- контроль выполнения группового задания ГА;
- расчет параметров (перечень приведен в разделе 8 "Расчетные параметры" документа 10996791.425290.025.П8.02 "Список сигналов для верхнего уровня");
- обеспечение ЧМИ:
  - средствами ВУ АСУТП ГЭС;
  - с помощью операторской панели;
  - аппаратными ключами управления;
  - средствами ЦС.

4.1.2 Объектами управления ГРАМ являются гидроагрегаты ГЭС.

Для подключения к ГРАМ гидроагрегат должен быть оснащен цифровым автоматическим регулятором частоты вращения и мощности (АРЧМ ГА).

ГРАМ осуществляет управление ГА формируя и передавая в САУ ГА (в подсистему АРЧМ ГА) задание активной мощности. При этом, управление от ГРАМ возможно только, если АРЧМ ГА работает в режиме регулирования мощности или в режиме "изолированный" (по ГОСТ 70661-2023).

При работе АРЧМ ГА в режиме "изолированный" в соответствии с ГОСТ 70661-2023 обеспечивается следящее регулирование мощности без обратной связи по мощности и выполняется по эксплуатационной характеристике ГА (заданной в АРЧМ ГА зависимостью активной мощности от положения регулирующих органов гидротурбины и текущего напора). При переключении АРЧМ ГА в режим "изолированный" (по ГОСТ 70661-2023) выполняется перевод ГА на индивидуальное управление с возможностью последующего повторного подключения ГА к ГРАМ действиями оперативного персонала. При работе АРЧМ ГА в режиме "изолированный" и наличии существенного отклонения заданной мощности от ГРАМ и

фактической мощности ГА (в следствии отклонения заданной в АРЧМ ГА и фактической ЭХ) возможно отключение ГА от ГРАМ действиями защиты от неисполнения задания ГА.

Задание для ГА формируется в пределах текущей зоны разрешенной работы по эксплуатационной характеристике ГА. Перевод ГА в другую зону разрешенной работы (при наличии нескольких зон разрешенной работы) осуществляется по команде оператора. Также предусмотрена возможность автоматического перевода ГА в другую зону разрешенной работы по командам от внешней системы (РУСА).

4.1.3 Предусмотрено включение/отключение ГРАМ по команде от аппаратного ключа режима ГРАМ или по команде с АРМ ВУ или ОП, воздействующие на программный ключ режима ГРАМ.

Аппаратный ключ режима работы ГРАМ имеет 3 положения: "Отключен", "Мощность", "Частота" (перевод ключа из режима "Отключен" в режим "Частота" выполняется только через положение "Мощность").

При отключении ГРАМ (положение ключа режима ГРАМ "Отключен" или программно снятом ключе включения ГРАМ) все ГА переходят на индивидуальное управление с сохранением текущей мощности, прекращается информационный обмен по каналам связи с СО ЕЭС (каналы связи ЗВМ, получения ПГ, ДК), ЗВМ отключается, автоматическое ведение ПГ отключается, сигналы ПА в системе ГРАМ не обрабатываются, задание мощности ГРАМ приравнивается текущей суммарной мощности ГЭС (см. пункт 6.3.1.4).

При включенном ГРАМ (положение ключа режима ГРАМ "Мощность" или "Частота", программный ключ режима ГРАМ включен) режим работы ГА в ГРАМ определяется индивидуальными ключами.

4.1.4 ГРАМ получает от внешних систем составляющие суммарного задания мощности ГЭС, формирует на основании внутренних алгоритмов суммарное задание активной мощности ГЭС и распределяет его между ГА. Способ формирования суммарного задания активной мощности определен в документе 10996791.425290.025.Е1 "Функциональная схема".

4.1.5 Суммарное задание активной мощности при отсутствии сигналов ПА определяется:

– в режиме регулирования мощности со статизмом по частоте следующими слагаемыми:
  - плановым заданием активной мощности (в соответствии с плановым диспетчерским графиком и действующей диспетчерской командой или ручным заданием оператора);
  - коррекцией планового задания от оператора;
  - заданием вторичной активной мощности;
– в режиме автоматического регулирования частоты выходом АРЧ.

4.1.6 Плановое задание активной мощности может быть введено вручную оператором (с АРМ ВУ, ОП или с помощью ключей управления) или получено автоматически на основе планового графика мощности и действующей диспетчерской команды. Подробно формирование планового задания описано в разделе 6.3.4 "Задатчик плановой мощности".

4.1.7 Коррекция планового задания служит для изменения текущей мощности станции действиями оператора при неавтоматическом вторичном регулировании. Значение коррекции планового задания вводится оператором с ОП или АРМ ВУ, или изменяется по командам больше/меньше от ключа группового управления мощностью ГЭС.

4.1.8 Задание вторичной активной мощности формируется ЦС (ЦКС) АРЧМ и передается в систему ГРАМ где прибавляется к заданию, сформированному задатчиком плановой мощности. Подробно формирование задания вторичной мощности описано в разделе 6.3.7 "Задатчик вторичной мощности".

4.1.9 Первичное регулирование частоты осуществляется индивидуальными АРЧМ ГА (ОПРЧ и НПРЧ в зависимости от включенного режима в АРЧМ ГА) независимо от ГРАМ. ГРАМ не должен противодействовать выработке первичной мощности, обеспечиваемой АРЧМ ГА. Для этого в ГРАМ выполнено формирование суммарного задания мощности без учета потребной первичной мощности.

Система ГРАМ осуществляет прием фактической первичной мощности (ОПРЧ и НПРЧ) от АРЧМ ГА для отображения на мнемосхемах АРМ и ОП, для учета доли первичного регулирования в мощности гидроагрегатов на индивидуальном управлении и для учета первичной мощности при оценке выполнения задания индивидуальными АРЧМ ГА.

Подробно учет величины потребной первичной мощности описан в разделе 6.3.8 "Первичное регулирование частоты".

4.1.10 В ГРАМ предусмотрен автоматический регулятор частоты (АРЧ) выполненный как астатический интегральный регулятор частоты.

Перевод ГРАМ в режим автоматического регулирования частоты (включение АРЧ) и обратно в режим регулирования мощности со статизмом по частоте (отключение АРЧ) должен производиться по команде диспетчера СО ЕЭС с предварительным отключением ЗВМ.

Включение АРЧ выполняется безударно, регулирование начинается с текущего на момент включения АРЧ суммарного задания мощности. При включении АРЧ прекращается исполнение планового задания по ПГ и ДК, выполняется сброс текущей ДК (текущая ДК принимает значение "Нет действующей ДК"), плановая мощность приравнивается текущему заданию АРЧ. Включение АРЧ в ГРАМ заблокировано при включенном предварительно-централизованном режиме ЗВМ.

Подробно работа АРЧ описана в разделе 6.3.9 "Автоматическое регулирование частоты (АРЧ)".

4.1.11 Измерение частоты осуществляется на каждой системе шин ГЭС, соответствующей ГТП. При наличии двух систем шин, соответствующих одной ГТП, измерения осуществляются на каждой из них. По результатам измерения формируется единое значение частоты, которое используется для определения величины потребной первичной мощности. Подробно измерение частоты рассмотрено в разделе 6.3.2 "Блок вычисления частоты сети".

4.1.12 В режиме выполнения команд ПА суммарное задание мощности ГЭС формируется последней сработавшей командой ПА. Плановое задание мощности, задание вторичной мощности и диспетчерские команды при действии команды ПА не учитываются при формировании суммарного задания мощности. Подробно работа ГРАМ при срабатывании ПА описана в разделе 6.3.9 "Блок обработки ПА".

4.1.13 Технические решения по ПА ГЭС разрабатываются в рамках отдельного проектирования и не входят в состав ТПР ГРАМ.

4.2 Быстродействие

4.2.1 Быстродействие контроллера ГРАМ достаточно, чтобы обеспечить цикл программы контроллера ГРАМ не более 500 мс.

4.2.2 Передача полного перечня сигналов циклического обмена в ЦС (ЦКС) АРЧМ осуществляется не реже одного раза в секунду.

4.2.3 Передача информации между ГРАМ и АРЧМ ГА осуществляется не реже одного раза в секунду.

4.3 Надежность

4.3.1 Система ГРАМ, создаваемая как восстанавливаемая и ремонтопригодная система, рассчитана на длительное функционирование.

4.3.2 Система ГРАМ обеспечивает надежное функционирование в условиях среды места размещения оборудования (температура, вибрация, электромагнитная обстановка) и электромагнитную совместимость с другим оборудованием ГЭС.

4.3.3 В качестве показателей надежности системы ГРАМ приняты:

– срок эксплуатации между капитальными ремонтами – не менее 6 лет при наработке не менее 55000 ч.;

– коэффициент готовности – не менее 0,9998;

– коэффициент технического использования – не менее 0,93;

– коэффициент готовности каналов связи с ЦС (ЦКС) АРЧМ с учетом резервирования – не менее 0,999;

– время наработки на отказ – не менее 12000 ч.;

– время восстановления работоспособности контроллера и модулей ГРАМ – не более 4 часов с учетом времени выявления неисправности.

4.3.4 Основные способы повышения надежности системы ГРАМ:

– применение высоконадежных технических средств;

– применение средств высокой заводской готовности, прошедших наладку и тестирование в заводских условиях;

– резервирование (дублирование) программных и технических средств;

– самодиагностика ПТК;

– защита от ввода ложной информации;

– использование рациональных интерфейсов "человек-система", позволяющих быстро и однозначно идентифицировать ситуацию.

4.3.5 На случай потери питания в части контроллеров и серверов ГРАМ приняты меры по сохранению баз данных, значений настраиваемых параметров и программ ПЛК.

4.3.6 При определении дополнительного комплекса требований и мер по повышению надежности ГРАМ на стадии ввода в эксплуатацию необходимо руководствоваться ГОСТ 24.701-86 и ГОСТ 27.002-2015.

5 АППАРАТНАЯ РЕАЛИЗАЦИЯ

5.1 Описание состава и структуры ГРАМ

6.1.1 Структура ГРАМ представлена в документах 10996791.425290.025.С1 "Схема структурная комплекса технических средств".

6.1.2 В ГРАМ выделены следующие иерархические уровни:

– полевой уровень – находящиеся на объекте управления датчики (измерительные преобразователи), вынесенные аппаратные ключи управления и кабельные связи к ним;

– уровень управления – устройства, реализующие алгоритмы управления, и устройства связи между ними (ЦР ГРАМ, терминалы связи с ЦС (ЦКС) АРЧМ, а также смежные системы управления: АРЧМ ГА, устройства ПА);

– верхний уровень – реализуется средствами ВУ АСУТП ГЭС.

6.1.3 В состав системы ГРАМ входит:

– центральный регулятор ГРАМ (ЦР ГРАМ);

– измерители частоты на системах шин ГЭС;

– аппаратные ключи управления режимом ГА в ГРАМ, расположенные на панели управления ГА на ГЩУ (ЦПУ).

6.1.4 ЦР ГРАМ работает под управлением резервированного промышленного контроллера и может быть выполнен:

– в одном шкафу (основной вариант реализации);

– в двух шкафах.

Исполнение ЦР ГРАМ в двух шкафах допускается только при отсутствии технической возможности установки всего оборудования резервированной сети в одном шкафу из-за большого количества подключенных ГА. При реализации ЦР ГРАМ в двух шкафах следует размещать резервированные полукомплекты в разных шкафах, в соответствии с документом 10996791.425290.025.С1 "Схема структурная комплекса технических средств".

6.1.5 В структуре системы ГРАМ предусмотрены следующие независимые сети:

– вновь организуемые:
  - сеть связи с ПТК САУ ГА;
  - сеть подключения операторской панели ГРАМ;
  - полевая сеть для подключения станций распределенной периферии (используется при наличии устройств распределенной периферии в составе шкафа ЦР ГРАМ);

– подключаемые:
  - сеть связи с ЦС (ЦКС) АРЧМ (организация каналов связи);

- технологическая сеть передачи данных ВУ АСУТП ГЭС.

6.1.6 Сеть связи с ПТК САУ ГА строится на основе протоколов Ethernet. Сетевые решения более подробно описаны в разделе 7.2.2 "Сетевые решения" (для связи с АРЧМ ГА) настоящего документа.

6.1.7 Сеть связи с ЦС (ЦКС) АРЧМ – комплекс аппаратных и программных средств от контроллера системы ГРАМ до ЦС (ЦКС) АРЧМ, обеспечивающий канал цифровой связи. Сетевые решения описаны в разделе 7.3.2 "Сетевые решения" (для связи с ЦС (ЦКС) АРЧМ) настоящего документа.

6.1.8 Полевая сеть для подключения станций распределенной периферии используется при необходимости установки дополнительного устройства для ввода информации. Как правило, такая потребность возникает при исполнении ЦР ГРАМ в одном шкафу. Протокол полевой сети выбирается из поддерживаемых выбранным промышленным контроллером.

6.1.9 Технологическая сеть передачи данных ВУ АСУТП ГЭС – сеть для организации взаимодействия контроллеров ГРАМ с ВУ АСУТП ГЭС. Сетевые решения подробно описаны в разделе 7.1.2 "Сетевые решения" (для связи с ВУ АСУТП ГЭС) настоящего документа.

6.1.10 Для измерения частоты используются цифровые измерители, на вход которых подается напряжение вторичной обмотки ТН соответствующей СШ.

Способ подключения измерителей частоты к контроллерам системы ГРАМ приведен в документе 10996791.425290.025.С1 "Схема структурная комплекса технических средств" и реализуется с использованием цифровых каналов связи.

Допустимые исполнения:

– Ethernet, Modbus TCP;

– Ethernet, ГОСТ Р МЭК 60870-5-104.

6.1.11 Измерение текущей активной мощности ГА осуществляется измерителями электрических величин, входящими в состав САУ ГА, измеренное значение передается в систему ГРАМ из АРЧМ ГА по цифровым каналам связи (см. раздел 7.2.2 "Сетевые решения" для связи с АРЧМ ГА и документ 10996791.425290.025.П8 "Список сигналов ГРАМ").

Все прочие показатели мощности ГЭС, необходимые для работы системы ГРАМ (см. перечень в разделе 8 "Расчетные параметры" документа 10996791.425290.025.П8.02 "Список сигналов для верхнего уровня"), рассчитываются на основании измеренной активной мощности ГА (см. схемы алгоритмов 10996791.425290.025.ПБ "Описание алгоритмов ГРАМ").

6.1.12 Для управления системой ГРАМ предусмотрены следующие аппаратные ключи управления:

– ключ управления режимом ГРАМ (для каждого ГОУ) – расположен на передней двери шкафа ЦР ГРАМ;

– ключ "больше/меньше" управления мощностью группы или уставкой частоты в режиме "Частота" (для каждого ГОУ) – расположен на передней двери шкафа ЦР ГРАМ;

– индивидуальные ключи управления режимом ГА в ГРАМ (для каждого ГА) – расположены на панели управления ГА на ГЩУ (ЦПУ).

Сигналы аппаратных ключей управления заводятся контрольным кабелем.

6.1.13 При исполнении ЦР ГРАМ в варианте с двумя шкафами необходимо все сигналы, подключаемые контрольным кабелем, кроме сигналов внутренней диагностики, заводить в оба шкафа.

Таблица 5.1 – Таблица вариантов исполнения системы ГРАМ

	Вариант исполнения	**Условия применения**
1 Количество шкафов ЦР ГРАМ	1.1 Один	Основной вариант
	1.2. Два	Только при отсутствии технической возможности размещения оборудования в исполнении 1.1
2 Подключение измерителей частоты сети на шинах ГЭС	2.1 Ethernet, ГОСТ Р МЭК 60870-5-104	Выбор варианта исполнения определяется проектировщиком ГРАМ и согласуется с заказчиком
	2.2 Ethernet, Modbus TCP	
3 Протокол связи с ЦС (ЦКС) АРЧМ	3.1 ГОСТ Р МЭК 60870-5-104	Протокол определяется СО ЕЭС

5.2 Требования к шкафам ГРАМ

5.2.1 Требования к внешнему виду и конструктиву шкафов

5.2.1.1 ЦР ГРАМ реализован в виде полноразмерного шкафа 800x2200x600 (ШхВхГ) двустороннего обслуживания. Шкафы должны быть изготовлены из серийно выпускаемых комплектующих.

5.2.1.2 Высота шкафов полноразмерного исполнения, расположенных в одном помещении, одинаковая.

5.2.1.3 Глубина шкафов, расположенных в одном ряду, одинаковая.

5.2.1.4 Шкафы, расположенные в одном ряду, разделены между собой металлической перегородкой (возможно разделение боковыми стенками, комплектуемыми заводом изготовителем), крайние шкафы имеют боковые стенки.

5.2.1.5 Шкафы, расположенные в одном ряду, скреплены между собой соединительными элементами.

5.2.1.6 Цвет шкафов соответствует RAL7035 (светло-серый). Применение другого цвета допускается по согласованию с заказчиком.

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

5.2.1.8 Цвет цоколя шкафа соответствует RAL7022 (темно-серый). Применение другого цвета допускается по согласованию с заказчиком.

5.2.1.9 Для крепления шкафа к полу используется болтовое соединение, крепление с помощью сварки запрещается.

5.2.1.10 Применение шкафов и цоколя с размерами и цветом, отличными от указанных в настоящем разделе допустимо по требованию заказчика, только если в одном ряду с шкафом ЦР ГРАМ установлены одинаковые шкафы другого размера или цвета.

5.2.1.11 Шкафы обеспечивают электромагнитную совместимость в месте установки.

5.2.1.12 При расположении ГЭС в сейсмоопасных районах, шкафы выполняются в сейсмостойком исполнении и обеспечивают устойчивость к проектным величинам сейсмических воздействий (требования к механической прочности приведены в разделе 5.3.4).

5.2.2 Требования к удобству обслуживания

5.2.2.1 Конструкция шкафов ЦР ГРАМ обеспечивает возможность и удобство проведения их монтажа и ремонта с минимально возможными затратами времени.

5.2.2.2 Все двери закрываются стандартным (комплектуемым заводом изготовителем) замком.

5.2.2.3 Шкафы 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.

5.2.2.4 Для обеспечения возможности проведения текущего обслуживания оборудования шкафа при сохранении работоспособности системы ГРАМ питание резервированных полукомплектов оборудования шкафа ГРАМ осуществляется от разных групп питания, каждая из которых защищается отдельным автоматическим выключателем (см. документ 10996791.425290.025.СБ "Шкаф ЦР ГРАМ. Схема электрическая принципиальная").

5.2.2.5 Для удобства монтажа и обслуживания шкафов должно быть предусмотрено внутреннее освещение и сервисная розетка. Плафон освещения и сервисную розетку необходимо устанавливать с каждой из сторон обслуживания.

5.2.2.6 Освещение включается автоматически при открытии двери шкафа, а также предусмотрены ручные выключатели освещения в шкафу.

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

5.2.2.8 Типовая схема подключения электропитания освещения и сервисных розеток приведена в электрических схемах на типовой шкаф ЦР ГРАМ.

5.2.2.9 На двери предусмотрен карман для документации, необходимой для эксплуатации и обслуживания шкафа.

5.2.3 Требования электробезопасности

5.2.3.1 Расположение оборудования и цепей в шкафах исключает возможность прямого прикосновения к опасным токоведущим частям.

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

5.2.3.3 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 5.1).

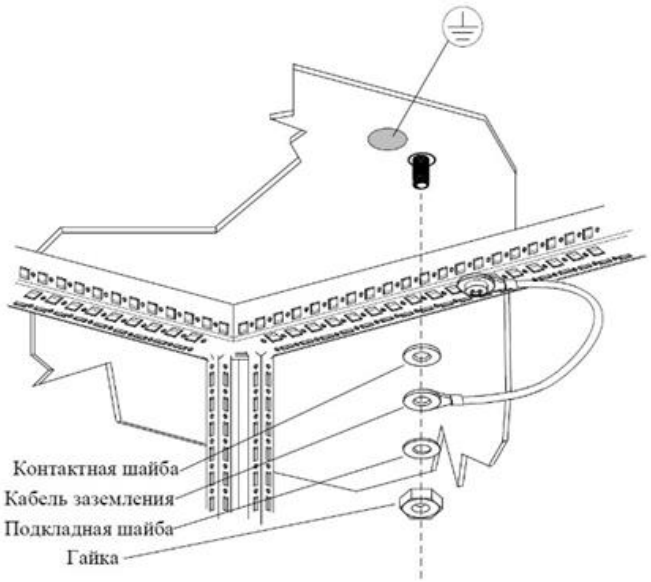


Рисунок 5.1 – Заземление элементов шкафа на каркас (крыша)

5.2.3.4 Для заземления оборудования шкафа предусмотрена шина защитного заземления, установленная в нижней части шкафа в горизонтальной плоскости.

5.2.3.5 Каркас шкафа соединяется с шиной защитного заземления проводом сечением не менее 4 мм^2 (Рисунок 5.2).

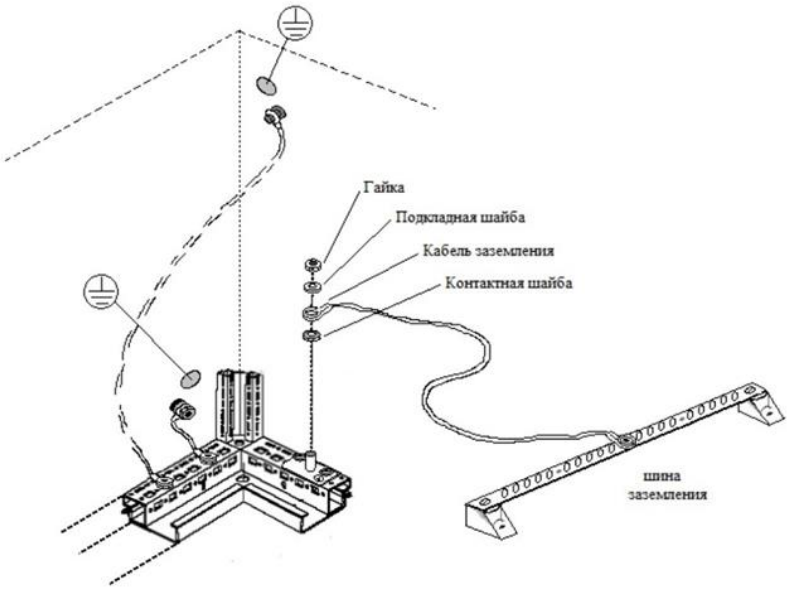


Рисунок 5.2 – Соединение каркаса шкафа с шиной заземления

5.2.3.6 Оборудование внутри шкафов, требующее заземления, 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 5.1, Рисунок 5.2).

5.2.3.7 Заземление шкафов выполняется на общую шину защитного заземления ГЭС.

5.2.3.8 Заземление шкафов 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.

5.2.4 Требования к температурному контролю

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

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

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

5.2.4.4 Температурные датчики, отвечающие за включение вентилятора и формирование сигнала превышения температуры, располагаются в верхней части шкафа, измерение

температуры происходит 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).

5.2.4.5 Температурный датчик включения обогревателя располагается в нижней части шкафа.

5.2.4.6 При принудительной вентиляции вентилятор устанавливается на передней двери в нижней ее части и настраивается на вдув воздуха (таким образом исключается возможность возникновения пониженного давления в шкафу, в следствии которого через конструкционные зазоры может затягиваться пыль), вентиляционная решетка для отвода горячего воздуха располагается 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 оснащены фильтрующими элементами. Для шкафов навесного исполнения допускается установка вентилятора и вентиляционной решетки на боковину, причем вентилятор располагается в нижней части шкафа, а решетка максимально близко к верху шкафа.

5.2.4.7 Система контроля микроклимата в шкафу подключается 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 типовой шкаф ЦР ГРАМ.

5.2.5 Требования к зажимам

5.2.5.1 Конструкция зажима обеспечивает возможность снятия и замены без разбора ряда зажимов.

5.2.5.2 Все зажимы выполнены в пружинном исполнении.

5.2.5.3 Зажимы, установленные для связи внутренних проводников с внешним кабелем, имеют по 2 точки подключения с каждой из сторон, а также разъем для установки соединительных мостиков.

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

5.2.5.5 Для визуального логического разделения цепей в ряд зажимов устанавливаются разделительные пластины. Перечень обязательно разделяемых цепей указан ниже (Таблица 5.2).

Таблица 5.2 – 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", "-"

5.2.5.6 Для разделения и изоляции соседних соединительных мостиков в ряд зажимов, при необходимости, устанавливаются разделительные пластины либо разделительные перегородки, либо концевые крышки.

5.2.5.7 В каждом ряду зажимов предусматривается маркировочная колодка для нанесения позиционного обозначения. В начале и конце рада зажимов устанавливаются концевые держатели.

5.2.5.8 Маркировка зажимов производится маркировочными приспособлениями, изготавливаемыми производителем зажимов либо их аналогами.

5.2.5.9 Рукописная маркировка зажимов не допускается.

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

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

5.2.6 Требования к электропитанию

5.2.6.1 Для питания каждой системы ГРАМ необходимо организовать 3 ввода питания: 1 ввод питания освещения и сервисных розеток 220 В AC, 1 ввод питания от системы гарантированного питания ГЭС 220 В AC, 1 ввод питания от щита постоянного тока (ЩПТ) ГЭС 220 В DC.

5.2.6.2 Ввод питания освещения и сервисных розеток не используется для питания иных устройств в шкафу.

5.2.6.3 Питание контроля температуры в шкафу рекомендуется осуществлять от ввода системы гарантированного питания ГЭС 220 В АС.

5.2.6.4 Напряжение питания оборудования внутри шкафа 24 В постоянного тока.

5.2.6.5 Источники питания оборудования резервированы.

5.2.6.6 Цепи питания оборудования, установленного внутри шкафа, и цепи питания полевого оборудования, датчиков и сухих контактов гальванически развязаны. Для этого устанавливаются 2 резервированных блока питания для оборудования внутри шкафа и 2 резервированных блока питания для оборудования, датчиков и сухих контактов вне шкафа.

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

5.2.6.8 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.

5.2.6.9 Схема питания ГРАМ обеспечивает приоритетное потребление электрической энергии от ввода 220 В АС. Потребление электрической энергии от ввода 220 В DC от ЩПТ ГЭС осуществляется только при отсутствии питания от ввода 220 В АС. Таким образом ПТК ГРАМ является только временной нагрузкой для СОПТ ГЭС.

5.2.6.10 При исполнении системы ГРАМ с двумя шкафами ЦР ГРАМ питание шкафов необходимо осуществлять от разных щитов питания.

5.2.6.11 Для защиты цепей питания 24 В используются плавкие предохранители.

5.2.6.12 Питание каждого устройства в составе шкафа ЦР ГРАМ выполняется от отдельного плавкого предохранителя.

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

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

5.3 Решения по защите от влияния внешних воздействий

5.3.1 Электромагнитная совместимость

5.3.1.1 Система ГРАМ соответствует требованиям СТО 56947007-29.240.044-2010 и ГОСТ Р 51317.6.5-2006 "Совместимость технических средств электромагнитная. Устойчивость к электромагнитным помехам техническим средств, применяемых на электростанциях и подстанциях. Требования и методы испытаний".

5.3.1.2 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 материалов, обеспечивающих дополнительную защиту. Такой защитой может быть специальная цинково-алюминиевая обработка поверхности и использование специальных ЭМС-коммутирующих деталей.

5.3.2 Экранирование кабелей

5.3.2.1 Все контрольные кабели имеют экранирующую оболочку.

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

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

5.3.2.4 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).

5.3.2.5 В месте установки шкафов должен находится контур информационного заземления ГЭС (при наличии на станции отдельных информационного и защитного контуров заземления). Шина информационного заземления шкафа соединяется с общим контуром информационного заземления ГЭС гибким медным проводником сечением не менее 6 мм^2.

5.3.2.6 При отсутствии контура информационного заземления на ГЭС шина информационного заземления объединяется в шкафу с шиной защитного заземления гибким медным проводником сечением не менее 6 мм^2.

5.3.3 Температурный режим

5.3.3.1 Допустимый диапазон температур в помещении для установки шкафов системы ГРАМ от 5 до 40 °С.

5.3.3.2 Для вывода тепловых потерь оборудования, расположенного внутри шкафа используется принудительная вентиляция.

5.3.3.3 Для расчетов была принята суммарная рассеиваемая тепловая мощность, выделяемая оборудованием внутри шкафа, не более 500 Вт и максимальная рабочая температура оборудования внутри шкафа 50 °С. Данные значения должны быть подтверждены расчетами при проектировании системы ГРАМ в каждом конкретном случае.

5.3.3.4 Требования к температурному режиму серверного оборудования ВУ АСУТП ГЭС, на базе которого реализуется ВУ ГРАМ, рассматриваются отдельно в рамках проекта ВУ АСУТП ГЭС.

5.3.4 Шумо- и виброзащита

5.3.4.1 Уровень шума, создаваемый оборудованием системы ГРАМ, не превышает допустимых значений, указанных в СНиП 23-03-2003 для помещений диспетчерских центров.

5.3.4.2 По уровню создаваемой вибрации система ГРАМ не относится к виброопасному оборудованию по ГОСТ 12.1.012-2004 (максимальное полное среднеквадратичное значение корректированного виброускорения не превышает 0,5 м/с^2 для локальной вибрации и 0,1 м/с^2 для общей вибрации).

5.3.4.3 Шкафы системы ГРАМ соответствуют группе М40 по стойкости к механическим внешним воздействиям (ГОСТ 17516.1-90). Уровень механических внешних воздействий в месте установки шкафов ГРАМ не должен превышать:

- 0,25 g для амплитуды синусоидальной вибрации в диапазоне 0,5-100 Гц;
- 3,0 g для пикового ударного ускорения при длительности воздействия 2-20 мс.

5.3.4.4 При расположении ГЭС в сейсмоопасных районах, для которых недостаточно исполнения шкафов по группе М40 ГОСТ 17516.1-90, группа исполнения шкафа должна соответствовать проектным величинам механических воздействий.

5.3.5 Климатическое исполнение

5.3.5.1 Климатическое исполнение шкафов ГРАМ соответствует УХЛ4 по ГОСТ 15150-69 "Машины, приборы и другие технические изделия. Исполнения для различных климатических районов. Категории, условия эксплуатации, хранения и транспортировки в части воздействия климатических факторов внешней среды".

5.3.5.2 Шкафы ГРАМ предназначены для эксплуатации в атмосфере типа II (ГОСТ 15150-69) 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.

5.3.6 Условия хранения и транспортировки

5.3.6.1 Стойкость устройств при воздействии механических факторов в условиях хранения и транспортирования соответствует ГОСТ 23216-78 "Межгосударственный стандарт. Изделия электротехнические. Хранение, транспортирование, временная противокоррозионная защита, упаковка. Общие требования и методы испытания".

5.3.6.2 Для упрощения процедуры погрузки-разгрузки во время транспортировки все оборудование устанавливается на поддоны. Шкафы электротехнические снабжаются рым-болтами для возможности транспортировки краном.

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

5.4 Решения по стандартизации и унификации расположения оборудования на ГЭС

5.4.1 Расположение оборудования на объекте определяется в каждом конкретном случае реализации системы ГРАМ с учетом общих требований, приведенных в настоящем разделе и согласовывается с заказчиком.

5.4.1 Шкафы системы ГРАМ необходимо располагать в помещении, соответствующем требованиям, указанным в разделе 5.3 настоящего документа.

5.4.2 Шкафы ЦР ГРАМ следует располагать на главном щите управления (ГЩУ) (ЦПУ).

5.4.3 Места установки оборудования на ГЩУ определяются в каждом конкретном случае реализации ГРАМ с учетом расположения существующих (или заранее спроектированных) шкафов (панелей) на ГЩУ.

5.4.4 Измерители частоты следует располагать недалеко от места подключения к цепям ТН системы шин.

5.5 Решения по стандартизации и унификации серийно выпускаемых компонентов

5.5.1 Общие решения по стандартизации и унификации компонентов

5.5.1.1 В системе ГРАМ использованы стандартизованные унифицированные компоненты.

5.5.2 Электротехнические шкафы

5.5.2.1 Применяются электротехнические шкафы, изготовленные из листовой стали, толщиной не менее 1,5 мм с порошковым полимерным покрытием (окраской).

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

5.5.2.3 Габаритные размеры и цвет шкафов определяются согласно пункту 5.2.1 настоящего документа.

5.5.3 Несущие конструкции внутри шкафов

5.5.3.1 Шкаф позволяет размещать в нем 2 монтажные панели, а также оборудование на боковинах.

5.5.3.2 Шкаф имеет возможность с помощью серийно выпускаемых монтажных элементов штатно расположить в нем оборудование, рассчитанное на монтаж на 19” стойке.

5.5.3.3 Для размещения оборудования на боковинах используются специализированные монтажные перемычки или монтажные шасси, устанавливаемые на каркас шкафа.

5.5.3.4 Все несущие конструкции внутри шкафа имеют 50 % запас по массе устанавливаемого оборудования, с учетом уже установленного.

5.5.4 Устройства контроля температуры внутри шкафов

5.5.4.1 Для контроля температуры внутри шкафа, включения обогревателя и вентилятора используются механические термостаты с регулировкой температуры срабатывания.

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

5.5.4.3 Применены обогреватели конвекционного типа (без вентилятора).

5.5.4.4 Вентиляторы и вентиляционные решетки оснащены сменными фильтр-элементами. Замена фильтрующего элемента производиться без специального инструмента снаружи шкафа.

5.5.4.5 Производительность вентиляторов для напольных шкафов 100-150 $м^3$/час, для навесного шкафа – 20-50 $м^3$/час.

5.5.5 Кабельные короба

5.5.5.1 Кабельные короба изготовлены из поливинилхлорида, не поддерживающего горение. Цвет кабельных коробов серый.

5.5.5.2 Кабельные короба перфорированы для облегченного вывода провода или кабеля сбоку короба.

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

5.5.6 Монтажные рейки

5.5.6.1 Монтажные рейки для зажимов, реле и прочего стандартного оборудования соответствуют формату DIN и имеют типовую ширину 35 мм. Глубина монтажной рейки 7,5 мм. Для специализированного оборудования может применяться рейка глубиной 15 мм.

5.5.6.2 Монтажные DIN-рейки перфорированы для удобства монтажа.

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

5.5.7 Зажимы (клеммы)

5.5.7.1 Все кабельные зажимы внутри шкафа соответствуют пункту 5.2.5 настоящего документа.

5.5.7.2 Кабельные зажимы рассчитаны минимум на 2-кратный запас по номинальному пропускаемому току.

5.5.7.3 Кабельные зажимы обеспечивают работоспособность соединения в течении всего срока эксплуатации ПТК при регулярном обслуживании согласно руководству производителя зажимов.

5.5.7.4 Требуемые минимальные характеристики зажимов приведены в документе 10996791.425290.025.П9 "Опросные листы".

5.5.8 Блоки питания

5.5.8.1 Блоки питания имеют широкий диапазон входного питания и являются универсальными по типу входного тока (постоянный / переменный ток).

5.5.8.2 Блоки питания имеют выходное напряжение 24 В и снабжены подстроечным потенциометром для точной настройки выходного напряжения.

5.5.8.3 Блоки питания имеют внутреннюю защиту от перенапряжений и переполюсовки питающей сети от короткого замыкания в выходной цепи.

5.5.8.4 Блоки питания имеют только пассивный тип охлаждения.

5.5.8.5 Блоки питания имеют гальваническую развязку цепи питания и выходной цепи.

5.5.8.6 Блоки питания имеют индикацию исправности выходного напряжения в виде светодиода на самом блоке питания и "сухой контакт" для дистанционного контроля.

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

5.5.9 Автоматические выключатели

5.5.9.1 Используются автоматические выключатели, которые полностью отключат защищаемое оборудование от линии питания. Использование однополюсных автоматических выключателей в цепях питания 220 В АС не допускается.

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

5.5.9.3 Для защиты цепей трансформаторов напряжения на каждый измерительный канал устанавливается 3-фазный автоматический выключатель с отключающей характеристикой "В" и номинальным током 2 А.

5.5.9.4 Все автоматические выключатели оборудованы индикатором состояния (включен, отключен, сработал).

5.5.9.5 Все автоматические выключатели имеют модульную конструкцию, обеспечивающую техническую возможность установки дополнительных контактов сигнализации состояния выключателя.

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

5.5.10 Программируемые логические контроллеры

5.5.10.1 Контроллеры системы ГРАМ и их блоки питания аппаратно резервированы.

5.5.10.2 Питание ПЛК осуществляется напряжением 24 В DC.

5.5.10.3 При потере питания ПТК контроллер обеспечивает сохранность исполняемой программы в течении минимум 1 месяца.

5.5.10.4 Максимальный размер одной корзины резервированного ПЛК не превышает 620х360 мм (ШхВ).

5.5.11 Модули ввода дискретных сигналов

5.5.11.1 Модули ввода дискретных сигналов рассчитаны на рабочее напряжение 24 В DC.

5.5.11.2 Быстродействие модуля не больше 5 мс.

5.5.11.3 Модули снабжены светодиодными индикаторами состояния каждого из каналов.

5.5.12 Модули вывода дискретных сигналов

5.5.12.1 Модули вывода дискретных сигналов рассчитаны на рабочее напряжение 24 DC В.

5.5.12.2 Быстродействие модуля не больше 5 мс.

5.5.12.3 Модули снабжены светодиодными индикаторами состояния каждого из каналов.

5.5.13 Модули ввода аналоговых сигналов

5.5.13.1 Модули ввода аналоговых сигналов рассчитаны на напряжение 24 В DC и токовый сигнал 4...20 мА.

5.5.13.2 Быстродействие модуля не больше 100 мс.

5.5.13.3 Максимальная погрешность измерения не более 0,5 %.

5.5.14 Модули вывода аналоговых сигналов

5.5.14.1 Модули вывода аналоговых сигналов рассчитаны на рабочее напряжение 24 В DC и токовый сигнал диапазоном 4...20 мА.

5.5.14.2 Быстродействие модуля вывода аналогового сигнала не больше 100 мс.

5.5.14.3 Максимальная погрешность преобразования не более 0,5 %.

5.5.15 Коммуникационные процессоры в составе ПЛК

5.5.15.1 Коммуникационные функции ПЛК выполняются как встроенными средствами ПЛК, так и дополнительно устанавливаемыми в корзине (при необходимости) коммуникационными процессорами.

5.5.15.2 Питание коммуникационных процессоров обеспечивается:

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

– внешним питанием 24 В DC.

5.5.15.3 Коммуникационные процессоры, обеспечивающие связь с верхним уровнем АСУТП, выполняют требования раздела 7.1 "Решения по интеграции с ВУ АСУТП".

5.5.15.4 Коммуникационные процессоры, обеспечивающие связь с САУ ГА, выполняют требования раздела 7.1.5 "Решения по взаимодействию с САУ ГА".

5.5.15.5 Коммуникационные процессоры, обеспечивающие связь с ЦС (ЦКС) АРЧМ, выполняют требования раздела 7.3 "Решения по подключению ГРАМ у ЦС (ЦКС) АРЧМ".

5.5.16 Станция распределенной периферии

5.5.16.1 Питание станции распределенной периферии осуществляется напряжением 24 В DC.

5.5.16.2 Станция распределенной периферии обеспечивает непрерывную цифровую связь с контроллером.

5.5.17 Сетевые коммутаторы

5.5.17.1 Сетевые коммутаторы рассчитаны на напряжение питания 24 В DC.

5.5.17.2 Сетевые коммутаторы для связи контроллеров ГРАМ и САУ ГА обеспечивают выполнение требований раздела 7.1.5 "Решения по взаимодействию с САУ ГА", имеют оптические порты для подключения линий связи с САУ ГА.

5.5.17.3 Коммутаторы, обеспечивающие связь ГРАМ с верхним уровнем АСУТП поддерживают VLAN (802.1Q) (не менее 4094), защиту от широковещательного шторма и имеют минимум 2 оптических порта для организации связи с верхним уровнем.

5.5.18 Операторские панели

5.5.18.1 Операторские панели рассчитаны на напряжение питания 24 В DC.

5.5.18.2 Диагональный размер для операторских панелей системы ГРАМ – 25… 30,5 см (10-12 дюймов).

5.5.18.3 Операторская панель обеспечивает непрерывную цифровую связь с ПЛК.

5.5.18.4 Операторская панель имеет возможность хранения архивной информации.

5.5.19 Промежуточные реле

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

5.5.19.2 Используются промежуточные реле со светодиодным либо механическим указателем положения.

5.5.19.3 Для часто переключающихся сигналов (срабатывание чаще чем 1 раз в минуту), например, для включения ламп индикации, используются твердотельные реле для увеличения надежности канала.

5.5.20 Светосигнальная аппаратура

5.5.20.1 Для световой сигнализации используются лампы диаметром 22 мм.

5.5.20.2 Лампы и табло предупредительной сигнализации желтого цвета, напряжение питания 24 В DC.

5.5.20.3 Лампы и табло аварийной сигнализации красного цвета, напряжение питания 24 В DC.

5.5.20.4 Лампы сигнализации наличия питания на вводе ПТК зеленого цвета. Лампы сигнализации наличия питания ПТК подключены к вводам шкафа через плавкие предохранители. Напряжение питания соответствует напряжению соответствующего ввода.

5.5.21 Переключатели и ключи управления

5.5.21.1 Угол между положениями переключателя составляет минимум 30°.

5.5.22 Измерительные преобразователи электрических величин

5.5.22.1 Измерительные преобразователи рассчитаны на напряжение питания 24 В DC.

5.5.22.2 Измерительные преобразователи обеспечивают точность измерения параметра согласно СТО РусГидро 02.01.059-2011.

Измерительные преобразователи частоты сети должны обеспечивают точность измерения не хуже 0,001 Гц в диапазоне 48…52 Гц.

5.5.22.3 Измерители частоты должны обеспечить отсутствие скачков измеренного значения частоты при отключении/подключении цепей ТН или дребезге контакта в цепи ТН. Дополнительные программные методы исключения дребезга описаны в пункте 6.3.2.5.

5.5.22.4 Измерительные преобразователи электрических величин в системе ГРАМ используются для измерения частоты на системах шин ГЭС. Для связи с ПЛК используется цифровой протокол связи. Допускается применение одного из вариантов протоколов связи:

– Ethernet, Modbus TCP;
– Ethernet, МЭК 60870-5-104.

5.5.23 Провода и кабели

5.5.23.1 Для электрических связей внутри шкафа используется провод медный монтажный, многопроволочный с ПВХ изоляцией по ГОСТ 6323-79, сечением не менее 0,5 мм^2.

5.5.23.2 Сечение монтажного провода выбирается исходя из максимального тока цепи с запасом минимум 20 %.

5.5.23.3 Для соединения шкафов между собой используются экранированные контрольные кабели, соответствующие ГОСТ 1508-78, с медными жилами, сечением не менее 1,5 мм^2 и изоляцией, не поддерживающей горение.

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

5.5.23.5 Для питания шкафов используются силовые кабели, соответствующие ГОСТ 16442-80, сечением жил не менее 2,5 мм^2. Необходимое сечение рассчитывается исходя из номиналов автоматических выключателей, защищающих линию, а также номинального тока линии и ее длины для каждого случая реализации системы ГРАМ.

5.5.23.6 Для организации информационной связи тип и сечение кабеля выбирает разработчик системы ГРАМ, исходя из требуемого протокола обмена данными, электромагнитной обстановки и прочих параметров.

6 ОПИСАНИЕ РАБОТЫ СИСТЕМЫ ГРАМ

6.1 Общие положения

6.1.1 Система ГРАМ предназначена для автоматического управления активной мощностью ГЭС по сигналам задания, поступающих со станционного и вышестоящего уровней управления.

6.1.2 В составе ГЭС может быть предусмотрена работа нескольких ГОУ. В этом случае приведенное ниже описание следует рассматривать как указание по реализации управления одним отдельным ГОУ. Приведенные указания должны быть выполнены для каждого ГОУ.

6.1.3 Режим выдачи электрической мощности (при реализации в ГРАМ нескольких режимов выдачи электрической мощности, например, совместного и раздельного режимов выдачи электрической мощности, см. п. 4.3) может задаваться:

- вручную оперативным персоналом с АРМ ВУ или ОП;
- автоматически:
  - по положению коммутационных аппаратов;
  - по рассогласованию измеренных значений частоты на СШ, относящихся к раздельным ГОУ.

Режимы выдачи электрической мощности, а также способы задания текущего режима, определяется при создании системы ГРАМ для конкретной ГЭС.

6.1.4 Задачами системы ГРАМ являются:

- формирование задания активной мощности для ГЭС на основании:
  - плановой мощности (в соответствии с плановым диспетчерским графиком и действующей диспетчерской командой или ручным заданием оператора);
  - коррекции планового задания от оператора;
  - задания вторичной мощности;
  - действия сигналов противоаварийной автоматики (ПА);
- распределение задания мощности ГЭС по гидроагрегатам (ГА), подключенным к групповому регулированию.

6.1.5 Схема формирования суммарного задания активной мощности на ГЭС описана в документе 10996791.425290.025.Е1 "Функциональная схема", 10996791.425290.025.ПБ "Описание алгоритмов ГРАМ".

6.1.6 Плановая мощность ГЭС может задаваться:

- оперативным персоналом в поле ручного ввода задания с АРМ ВУ;
- автоматически в соответствии с плановым графиком мощности и действующей диспетчерской командой.

6.1.7 Плановый график мощности представляет собой таблицу, в которой заданы значения плановой мощности для моментов времени 00:00, 00:30, 1:30, … 23:00, 23:30. Алгоритм расчета планового задания по графику приведен в документе 10996791.425290.025.ПБ "Описание алгоритмов ГРАМ".

Плановый график может быть получен по цифровым каналам связи от СДПМ автоматически или введен вручную оператором. При ручном вводе ПГ оператору для ввода доступно только значение плановой мощности точки ПГ, ближайшей за текущим периодом. При отсутствии нового введенного значения за 10 минут до перехода к новому периоду ПГ формируется предупредительная сигнализация. При отсутствии нового введенного значения ПГ в момент перехода к новому периоду формируется предупредительная сигнализация, продолжается выполнение ПГ, в качестве точки ПГ на конец нового периода принимается ранее введенное значение ПГ.

6.1.8 Плановая мощность формируется с учетом введенной в ГРАМ диспетчерской команды.

Ввод команды в ГРАМ может быть выполнен:

– вручную оперативным персоналом ГЭС на основе полученных данных по телефонной связи;

– автоматически на основе данных, полученных по цифровым каналам связи от СДПМ, с подтверждением передачи команды на исполнение.

6.1.9 Коррекция планового задания мощности участвует в формировании суммарного задания мощности ГЭС как дополнительное слагаемое к плановой мощности (с учетом действия диспетчерской команды). Коррекция планового задания мощности вводится оператором с мнемосхем ОП или АРМ ВУ или изменяется с заданной в настройках ГРАМ, скоростью по командам от ключа "больше/меньше" управления мощностью группы.

6.1.10 Задание вторичной мощности участвует в формировании суммарного задания активной мощности ГЭС как дополнительное слагаемое к плановой мощности. Задание вторичной мощности поступает от ЦС (ЦКС) АРЧМ по цифровым каналам связи автоматически.

6.1.11 При срабатывании ПА задание активной мощности ГЭС формируется алгоритмами обработки команд ПА. Логика формирования задания активной мощности ГЭС описана в разделе 6.3.9.

6.1.12 Управление режимом работы ГРАМ осуществляется аппаратным ключом режима ГРАМ ("Отключен"-"Мощность"-"Частота") и виртуальными ключами включения ГРАМ и включения режима АРЧ.

6.1.13 В зависимости от положения аппаратного ключа и программных ключей управления режимом ГРАМ может работать в одном из следующих режимах (при отсутствии команд ПА):

- отключен;
- в режиме регулирования мощности со статизмом по частоте;
- в режиме автоматического регулирования частоты.

6.1.14 При отключении ГРАМ все ГА переходят на индивидуальное управление с сохранением текущей мощности, прекращается информационный обмен по каналам связи с СО ЕЭС (каналы связи ЗВМ, получения ПГ, ДК), ЗВМ отключается, автоматическое ведение ПГ отключается, сигналы ПА в системе ГРАМ не обрабатываются, задание мощности ГРАМ приравнивается текущей суммарной мощности ГЭС (пункт 6.3.1.4).

6.2 Описание функциональной схемы системы ГРАМ

6.2.1 Функциональная схема ГРАМ приведена в документе 10996791.425290.025.Е1 "Функциональная схема".

6.2.2 Центральным управляющим устройством системы ГРАМ является центральный регулятор ГРАМ (ЦР ГРАМ).

6.2.3 ЦР ГРАМ в процессе функционирования взаимодействует со следующими устройствами и системами:

- устройствами ПА;
- измерителями частоты напряжения на системах шин ГЭС;
- ЦС (ЦКС) АРЧМ;
- АРЧМ ГА (входящими в состав САУ ГА);
- центральной системой сигнализации;
- ключами управления;
- ВУ АСУТП ГЭС.

6.2.4 В составе ЦР ГРАМ выделены следующие функциональные части:

- управление режимом ГРАМ;
- вычисление частоты сети;
- модуль связи с ЦС (ЦКС) АРЧМ;
- модуль связи с СДПМ;
- задатчик плановой мощности (включая прием и обработку ПГ и ДК);
- ЗВМ;
- учет первичного регулирования частоты;

– автоматическое регулирование частоты;

– обработка команд ПА;

– формирование группового задания ГА (распределение сммарного задания активной мощности);

– контроль диапазонов регулирования;

– модуль связи с АРЧМ ГА;

– управление режимом ГА в ГРАМ (для каждого ГА, включая контроль выполнения задания ГА, формирование ограничений ГА по мощности);

– расчет параметров;

– модуль взаимодействия с ВУ АСУТП ГЭС.

6.3 Описание функциональных частей

6.3.1 Управления режимом ГРАМ

6.3.1.1 Принцип определения режима работы ГРАМ описан в документе 10996791.425290.025.Е1 "Функциональная схема" (лист 1).

6.3.1.2 Алгоритм определения режима работы ГРАМ приведен в документе 10996791.425290.025.ПБ "Описание алгоритмов ГРАМ" (раздел 2)

6.3.1.3 На выходе блока формируется признак включенного состояния ГРАМ если:

– включен аппаратный ключ режима работы ГРАМ;

– включен виртуальный ключ режима работы ГРАМ.

6.3.1.4 При отключении ГРАМ:

– все ГА переходят на индивидуальное управление с сохранением текущей мощности;

– прекращается информационный обмен по каналам связи с СО ЕЭС (каналы связи ЗВМ, получения ПГ, ДК);

– ЗВМ отключается;

– автоматическое ведение ПГ отключается;

– сигналы ПА в системе ГРАМ не обрабатываются;

– задание мощности ГРАМ приравнивается текущей суммарной мощности ГЭС.

6.3.2 Вычисления частоты сети

6.3.2.1 Принцип вычисления частоты сети описан в документе 10996791.425290.025.Е1 "Функциональная схема" (лист 8).

6.3.2.2 Блок формирует:

– общее значение сигнала по результатам обработки данных с четырех измерительных каналов и полученных от АРЧМ ГА данных о частоте гидроагрегатов;

– обобщенный сигнал достоверности измерения.

6.3.2.3 Измерение частоты системой ГРАМ осуществляется на каждой системе шин ГЭС, соответствующей ГТП.

6.3.2.4 Алгоритм формирования общего значения и сигнала достоверности частоты приведен в документе 10996791.425290.025.ПБ "Описание алгоритмов ГРАМ" (раздел 1) и реализует:

– контроль исправности измерительного канала:

- аппаратная диагностика;
- проверка рассогласования показаний измерительных каналов;
- формирование обобщенного признака достоверности измерения;

– формирование сигнализации по неисправности измерительного канала;

– вычисление итогового значения частоты на основании показаний исправных измерительных каналов и полученных от АРЧМ ГА данных о частоте гидроагрегата;

– установку на выходе замещающего значения частоты, в случае отказа всех измерительных каналов или невозможности определить достоверность показаний.

6.3.2.5 В качестве измерений частоты сети используются показания измерителей частоты на системах шин ГЭС. При неисправности всех измерителей частоты на системах шин ГЭС используются измерения частоты одного из ГА, подключенных к групповому управлению. При неисправности всех измерителей частоты на системах шин ГЭС и отсутствии ГА, подключенных к групповому управлению значение частоты сети принимается равным 50,0 Гц, формируется признак неисправности показаний частоты сети.

6.3.2.6 Система ГРАМ обеспечивает отсутствие скачков измеренного значения частоты при отключении/подключении цепей ТН или дребезге контакта в цепи ТН. При отключении цепей ТН система ГРАМ формирует признак недостоверного сигнала для измерения частоты, при подключении цепей ТН система ГРАМ формирует признак достоверности с задержкой в 3…10 секунд (величина уточняется при наладочных работах). Дребезг контакта в цепи ТН определяется как недостоверный сигнал за счет задержки на формирование признака достоверности.

6.3.2.7 Замещающее значение частоты задается в настройках системы ГРАМ и может быть введено оператором с мнемосхем ОП или АРМ ВУ. Замещающее значение частоты по умолчанию 50,0 Гц.

6.3.2.8 Предусмотрена возможность отключения канала измерения частоты, например, для вывода в ремонт системы шин.

6.3.3 Модуль связи с ЦС (ЦКС) АРЧМ

6.3.3.1 Модуль связи с ЦС (ЦКС) АРЧМ реализует:

– телемеханический протокол ГОСТ Р МЭК 60870-5-104 и построенный на его основе информационный обмен с ЦС (ЦКС) АРЧМ по отдельным логическим TCP-соединениям;

– диагностику информационного обмена по каждому каналу на основе:

- приема/передачи мигающего диагностического бита;
- приема/передачи текущего времени (с ретрансляцией на стороне ЦС (ЦКС) АРЧМ);
- приема/передачи счетчика (с ретрансляцией на стороне ГРАМ);

– переключение между каналами связи при неисправности связи по одному из каналов связи;

– диагностику неисправности связи с ЦС (ЦКС) АРЧМ при неисправности обоих каналов связи;

– ретрансляцию в ЦС (ЦКС) АРЧМ сигналов исправности каналов связи.

6.3.3.2 Перечень сигналов информационного обмена приведен в документе 10996791.425290.025.П8 "Список сигналов ГРАМ".

6.3.3.3 Сигналы взаимодействия с ЦС (ЦКС) АРЧМ условно разделены на группы:

– сигналы ЗВМ;

– расчетные параметры, необходимые ЦС (ЦКС) АРЧМ для ведения режима.

6.3.4 Модуль связи с СДПМ

6.3.4.1 Модуль связи с СДПМ реализует:

– телемеханический протокол ГОСТ Р МЭК 60870-5-104 и построенный на его основе информационный обмен с СДПМ по отдельным логическим TCP-соединениям;

– диагностику информационного обмена по каждому каналу на основе:

- приема/передачи текущего времени (с ретрансляцией на стороне СДПМ);
- приема/передачи счетчика (с ретрансляцией на стороне ГРАМ);

– переключение между каналами связи при неисправности связи по одному из каналов связи;

– диагностику неисправности связи с СДПМ при неисправности обоих каналов связи.

6.3.4.2 Перечень сигналов информационного обмена приведен в документе 10996791.425290.025.П8 "Список сигналов ГРАМ".

6.3.4.3 Сигналы взаимодействия с СДПМ условно разделены на группы:

– сигналы планового графика (ПГ);

– диспетчерские команды (ДК);

– сигналы состояния, необходимые СДПМ для ведения режима.

6.3.5 Задатчик плановой мощности

6.3.5.1 Принцип формирования планового задания мощности приведен в документе 10996791.425290.025.Е1 "Функциональная схема" (лист 3).

6.3.5.2 Выход блока формируется в зависимости от выбранного режима ведения планового задания. Доступны следующие режимы:

– автоматическое ведение плановой мощности по ПГ и ДК;

– ручное задание плановой мощности.

Переключение между режимами осуществляется виртуальным ключом "Исполнение ПГ и ДК". Для автоматического ведения плановой мощности по ПГ и ДК должен быть включен ключ "Исполнение ПГ и ДК" и быть задана действующая ДК.

6.3.5.3 Автоматическое ведение плановой мощности по ПГ и ДК отключается автоматически:

– сбросом действующе ДК в случаях:
  - срабатывания ПА;
  - включения АРЧ;
  - изменении режима выдачи электрической мощности (если в ГРАМ предусмотрено несколько режимов выдачи электрической мощности);
– отключением программного ключа "Исполнение ПГ и ДК" в случаях:
  - отсутствии ГА подключенных к ГРАМ;
  - отсутствии введенного ПГ;
  - при переключении режимов, требующих синхронизации планового задания для обеспечения безударной работы ГЭС (отключение предварительно-централизованного режима ЗВМ с не нулевой величиной задания, изоляция от ГРАМ или вывод в ремонт ГА с не нулевой мощностью ГА);

6.3.5.4 При включенном автоматическом ведении плановой мощности по ПГ и ДК задание плановой мощности формируется алгоритмом ведения в соответствии с введенным ПГ и действующей ДК (10996791.425290.025.ПБ "Описание алгоритмов ГРАМ", раздел 4.10), при отключенном виртуальном ключе "Исполнение ПГ и ДК" или отсутствии действующей ДК плановое задание формируется ручным вводом с мнемосхем ОП и АРМ ВУ.

6.3.5.5 ПГ вводится:

– автоматически по цифровым каналам связи с СДПМ;

– вручную оператором с мнемосхем ОП и АРМ ВУ.

Режим ввода ПГ переключается виртуальным ключом "Автоматический ввода ПГ".

При автоматическом вводе ПГ оператору не доступны для ввода значения плановой мощности точек ПГ.

При ручном вводе ПГ оператору для ввода доступно только значение плановой мощности точки ПГ, ближайшей за текущим периодом. Ввод этого значения осуществляется с мнемосхем ОП или АРМ ВУ. При отсутствии нового введенного значения за 10 минут до перехода к новому периоду ПГ формируется предупредительная сигнализация. При отсутствии нового введенного значения ПГ в момент перехода к новому периоду формируется предупредительная сигнализация, продолжается выполнение ПГ, в качестве точки ПГ на конец нового периода принимается ранее введенное значение ПГ.

6.3.5.6 Для предотвращения скачков в задании мощности при переключении режимов работы ГРАМ поле ручного ввода плановой мощности синхронизируется с текущим заданием мощности ГЭС. Алгоритм синхронизации приведен в документе 10996791.425290.025.ПБ "Описание алгоритмов ГРАМ", раздел 4.10.

6.3.5.7 В ГРАМ предусмотрено обнуление величины коррекции планового задания мощности при отключении автоматическое ведение плановой мощности по ПГ и ДК. Для предотвращения скачка в суммарном задании мощности ГЭС одновременно с обнулением коррекции планового задания реализовано автоматическое изменение ручного задания плановой мощности на величину коррекции.

6.3.6 Блок обработки диспетчерской команды (ДК)

6.3.6.1 Логика блока обработки ДК приведена в документе 10996791.425290.025.Е1 "Функциональная схема" (лист 3). Алгоритмы обработки ДК приведены в документе 10996791.425290.025.ПБ "Описание алгоритмов ГРАМ" (раздел 4).

6.3.6.2 Блок обработки ДК обеспечивает:

– автоматический ввод ДК по данным, полученным от модуля связи с СДПМ;

– контроль принятой ДК;

– подтверждение оперативным персоналом принятой ДК;

– ручной ввод ДК;

– отключение автоматического ввода ДК при неисправности связи с ЦС (ЦКС) АРЧМ;

– передачу в ЦС (ЦКС) АРЧМ информации о состоянии ДК.

6.3.6.3 ГРАМ предусматривает получение 4 типов ДК:

4 типа ДК по изменению активной мощности ГЭС:

– №1 – "Работать по плановому диспетчерскому графику";

– №2 – "Работать на N МВт выше планового диспетчерского графика";

– №3 – "Работать на N МВт ниже планового диспетчерского графика";

– №4 – "Генерация N МВт".

6.3.6.4 Блок обработки ДК может работать в следующих режимах:

– автоматического приема ДК;

– ручного ввода ДК.

Переключение между режимами осуществляется оперативным персоналом с помощью виртуального ключа "Автоматический ввод ДК".

Виртуальный ключ "Автоматический ввод ДК" сбрасывается автоматически:

– при неисправности каналов связи с ЦС (ЦКС) АРЧМ;

– отсутствии ГА подключенных к ГРАМ;

– срабатывании ПА;

– включении АРЧ.

6.3.6.5 При реализации ДК осуществляется:

– проверка контрольной суммы;

– проверка времени отдачи, начала и окончания ДК;

– проверка допустимости ДК;

– подтверждение ДК оператором;

– выполнение ДК в заданный момент времени.

6.3.6.6 Блок обработки ДК не влияет на режим работы ЗВМ и на выходную мощность ЗВМ.

6.3.6.7 Блок обработки ДК не влияет на задание мощности ГЭС при работе ПА до момента деблокировки действия ПА.

6.3.6.8 Выполнение наладочных работ в части приема и обработки ПГ и ДК в ГРАМ выполняются в режиме ручного ввода планового задания (с отключенным виртуальным ключем "Исполнение ПГ и ДК").

6.3.7 Задатчик вторичной мощности (ЗВМ)

6.3.7.1 Логика ЗВМ приведена в документе 10996791.425290.025.Е1 "Функциональная схема" (лист 2).

6.3.7.2 ЗВМ обеспечивает:

– прием задания вторичной мощности от ЦС (ЦКС) АРЧМ и передачу на реализацию (на выход ЗВМ) в зависимости от режима работы ЗВМ;

– формирование информационных сигналов (ТС) о режиме работы ЗВМ и передачу их в ЦС (ЦКС) АРЧМ;

– формирование информации (ТИ) о текущем значении принятого задания вторичной мощности (на выход ЗВМ) для передачи в ЦС (ЦКС) АРЧМ в целях контроля функционирования канала телерегулирования.

6.3.7.3 Возможны следующие режимы работы ЗВМ:

– местный (отключенный предварительно-централизованный режим);

– предварительно-централизованный;

– централизованный.

6.3.7.4 Предварительно-централизованный режим свидетельствует о готовности ЗВМ к включению централизованного режима. Перевод из местного режима в предварительно-централизованный и обратно осуществляется виртуальным ключом с АРМ ВУ или ОП. Включение предварительно-централизованного режима осуществляется при условии отсутствия блокировки ЗВМ и отключенном АРЧ. При отключении ГРАМ (переводе ключа в положение "ГРАМ отключен", действием самодиагностики при неисправности ГРАМ), при срабатывании ПА, при отсутствии ГА под управлением ГРАМ предварительно-централизованный режим отключается автоматически (виртуальный ключ переводится в местный режим). При изменении режима выдачи электрической мощности (если в ГРАМ предусмотрено несколько режимов выдачи электрической мощности) состояние предварительно-централизованного режима задаётся по техническим требованиям СО ЕЭС.

В журнале событий системы ГРАМ регистрируются моменты включения и отключения предварительно-централизованного режима ЗВМ.

6.3.7.5 Перевод ЗВМ в централизованный режим управления осуществляется из предварительно-централизованного режима подачей команды от ЦС (ЦКС) АРЧМ.

Обратный перевод системы в предварительно-централизованный режим управления из централизованного режима осуществляется подачей команды от ЦС (ЦКС) АРЧМ.

Централизованный режим управления отключается также при переводе виртуального ключа выбора режима работы ЗВМ "Местный"/"Предварительно-централизованный" с АРМ ВУ или ОП в местный режим.

В журнале событий системы ГРАМ регистрируются моменты включения и отключения централизованного режима ЗВМ.

6.3.7.6 В централизованном режиме управления задание вторичной мощности, полученное от ЦС (ЦКС) АРЧМ, передается на выход ЗВМ для сложения в суммарное задание активной мощности ГЭС. Выход ЗВМ ограничивается по минимальному и максимальному значению, по установленным оперативным ограничениям диапазона вторичного регулирования

ГЭС (ГОУ), а также по скорости изменения. Значения ограничения выхода ЗВМ задаются в настройках системы ГРАМ.

6.3.7.7 В местном и предварительно-централизованном режимах управления, а также при блокировке ЗВМ запись принятого от ЦС (ЦКС) АРЧМ задания вторичной мощности на выход ЗВМ не реализуется, изменение выхода ЗВМ прекращается.

При отключении предварительно-централизованного режима выход ЗВМ обнуляется.

6.3.7.8 Блокирование ЗВМ производится:

– неисправности каналов связи с ЦС (ЦКС) АРЧМ;

– при фиксации внезапных изменений задания вторичной мощности, превышающих уставку защиты ЗВМ (скачок ЗВМ);

При поступлении от ГРАМ ТС "Блокировка ЗВМ" в УВК ЦС (ЦКС) АРЧМ блокируется изменение задания вторичной мощности. Его обнуления не происходит.

Восстановление взаимодействия ЗВМ с ГРАМ становится возможным после устранения причины блокировки.

Деблокировка ЗВМ осуществляется автоматически по истечении заданного в настройках ГРАМ времени, при этом восстанавливается передача получаемого от ЦС (ЦКС) АРЧМ задания вторичной мощности на выход ЗВМ.

6.3.7.9 Для предотвращения скачкообразного изменения группового задания при переключении режима работы ЗВМ предусмотрена коррекция значения на выходе ЗВМ и автоматическая компенсация скорректированной величины ЗВМ значением в поле ввода плановой мощности.

6.3.7.10 Для выполнения наладочных работ предусмотрены:

– возможность временного дублирования команд телеуправления командами, подаваемыми персоналом ГЭС без контроля блокировки ЗВМ и исправности каналов;

– возможность отключения выхода ЗВМ от сумматора при формировании суммарного задания активной мощности ГЭС.

6.3.7.11 Поступление задания ЗВМ, не равного нулю, регистрируется в журнале событий системы ГРАМ, формируется сигнал в систему ЦС ГЭС.

6.3.8 Первичное регулирование частоты

6.3.8.1 Первичное регулирование частоты осуществляется индивидуальными АРЧМ ГА (ОПРЧ и НПРЧ в зависимости от включенного режима в АРЧМ ГА) независимо от ГРАМ.

6.3.8.2 Система ГРАМ осуществляет прием и обработку фактической первичной мощности (ОПРЧ и НПРЧ) от АРЧМ ГА для обеспечения:

– учета доли первичного регулирования в мощности гидроагрегатов на индивидуальном управлении;

– учета первичной мощности при оценке выполнения задания АРЧМ ГА;

– учета первичной мощности при оценке отклонения активной мощности группы от задания;

– формирования суммарного значения потребной первичной мощности для передачи в ЦС (ЦКС) АРЧМ;

– отображения на мнемосхемах АРМ и ОП.

6.3.8.3 Для расчетов в алгоритмах ГРАМ текущая активная мощность ГА уменьшается на величину фактической первичной мощности, полученной от АРЧМ ГА (см. документ 10996791.425290.025.ПБ "Описание алгоритмов ГРАМ", разделы 8, 9, 10).

6.3.8.4 Величина потребной первичной мощности в АРЧМ ГА формируется с учетом текущих ограничений ГА по мощности.

6.3.9 Автоматическое регулирование частоты (АРЧ)

6.3.9.1 Логика АРЧ представлена в документе 10996791.425290.025.Е1 "Функциональная схема" (лист 4).

6.3.9.2 АРЧ обеспечивает:

– включение/отключение режима автоматического регулирования частоты;

– определение отклонение частоты группы от задания с учетом заданной "мертвой полосой" по частоте;

– формирование суммарного задания мощности ГРАМ по интегральному закону регулирования от отклонения частоты группы с учетом заданных параметров регулирования: "коэффициента передачи частота-мощность", "времени интегрирования";

– безударность переключения режимов АРЧ.

6.3.9.3 Включение режима АРЧ выполняется оператором ГРАМ поворотом ключа режима ГРАМ в положение "Частота" (импульсно, в момент переключения).

6.3.9.4 Отключение режима АРЧ выполняется:

– оператором ГРАМ (поворотом ключа режима ГРАМ в положение "Мощность" или командой отключения АРЧ с операторской панели ГРАМ или АРМ ВУ АСУТП);

– автоматически по условиям:

  - неисправность измерения частоты группы;
  - работа ПА;
  - предварительно-централизованный режим работы ЗВМ;
  - отключение ГРАМ.

6.3.9.5 Попытка включения АРЧ при наличии условий автоматического отключения АРЧ блокируется.

6.3.9.6 При автоматическом отключении АРЧ (блокировке включения при попытке включения АРЧ) на экранных формах операторской панели ГРАМ и АРМ ВУ АСУТП обеспечивается индикация отключенного режима АРЧ, формируется сообщение о невозможности работы АРЧ "Автоматическое регулирование частоты недопустимо".

6.3.9.7 При включении АРЧ обеспечивается:

- перевод блока обработки ДК в режим "Нет действующей ДК";
- отключение исполнения ПГ и ДК (обеспечивается сбросом действующей ДК);
- обнуление коррекции планового задания;

6.3.9.8 В отключенном состоянии АРЧ обеспечивается синхронизация выхода интегрального регулятора частоты с текущей заданной мощностью ГЭС. С этого значения после включения АРЧ начинает работать интегральный регулятор частоты, что обеспечивает безударное включение режима АРЧ.

6.3.9.9 Выход АРЧ формируется в допустимом диапазоне регулирования группы (сумме регулировочных диапазонов входящих в группу ГА, учитывая установленные опертивные ограничения этих диапазонов).

6.3.10 Обработка команд ПА

6.3.10.1 Логика обработки команд ПА представлена в документе 10996791.425290.025.Е1 "Функциональная схема" (лист 5).

6.3.10.2 Обработка команд ПА обеспечивает:

- прием сигналов срабатывания ПА;
- формирование, в соответствии с сигналами ПА, задания активной мощности ГЭС;
- отключение ЗВМ;
- перевод блока обработки ДК в режим "Нет действующей ДК";
- отключение исполнения ПГ и ДК;
- деблокировку действия ПА оперативным персоналом при отсутствии активных сигналов ПА.

6.3.10.3 ГРАМ предусматривает выполнение команд:

- от исполнительных устройств противоаварийной автоматики:
  - отключение генераторов (ОГ);
  - автоматическая загрузка генераторов (АЗГ);
  - автоматическа разгрузка станции (АРС).
- от САУ ГА:

- работа АЧВР ГА (от каждого ГА).

6.3.10.4 ОГ действует на отключение генераторного выключателя и реализуется АУВ. ГРАМ получив команду ОГ обеспечивает отсутствие противодействия со своей стороны действующей команде. Для этого ГРАМ обеспечивает уменьшение суммарного задания на величину мощности отключенных генераторов.

При получении сигнала ОГ ГРАМ выполняет следующие действия:

– перевод блока обработки ДК в режим "Нет действующей ДК";

– отключение исполнения ПГ и ДК (обеспечивается сбросом действующей ДК);

– отключение предварительно-централизованного режима ЗВМ и обнуление выхода ЗВМ;

– обнуление коррекции планового задания;

– фиксирует текущее задание мощности для гидроагрегатов;

– уменьшает суммарное задание группы на величину активной мощности (на момент срабатывания ОГ) отключенных гидроагрегатов.

6.3.10.5 АЗГ/АРС действует на ступенчатое изменение (увеличение или уменьшение) суммарного заданния мощности ГРАМ на заданную величину.

При получении команды АЗГ/АРС ГРАМ выполняет следующие действия:

– перевод блока обработки ДК в режим "Нет действующей ДК";

– отключение исполнения ПГ и ДК (обеспечивается сбросом действующей ДК);

– отключение предварительно-централизованного режима ЗВМ и обнуление выхода ЗВМ;

– обнуление коррекции планового задания;

– увеличивает/уменьшает суммарное задание группы на величину активной мощности в соответствии с полученной командой.

6.3.10.6 Действие команд ПА на режим работы ГРАМ сохраняется до момента деблокировки ПА оператором.

6.3.10.7 При деблокировке ПА:

– в задании плановой мощности фиксируется значение активной мощности ГЭС в момент деблокировки;

– остается отключенным режим исполнения ПГ и ДК (блок обработки ДК остается в режиме "Нет действующей ДК" до момента ввода новой ДК), включение автоматического ведения ПГ и ДК осуществляет оператор путем ввода новой ДК;

– выход ЗВМ остается равен нулю;

– ЗВМ остается в местном режиме, включение предварительно-централизованного режима осуществляет оператор.

6.3.10.8 Загрузка ГЭС при снижении частоты осуществляется действием САУ ГА (работа АЧВР ГА). При этом ГРАМ обеспечивает отсутствие противодействия со своей стороны комадам АЧВР ГА.

При получении команды АЧВР ГА ГРАМ выполняет следующие действия:

– отключение ГРАМ;

– отключение исполнения ПГ и ДК (сброс программного ключа "Исполнение ПГ и ДК" осуществляется по условию отсутствия ГА под управлением ГРАМ);

– отключение предварительно-централизованного режима ЗВМ и обнуление выхода ЗВМ;

– обнуление коррекции планового задания;

– формирует выходное задание для гидроагрегатов, соответствующее текущей мощности ГА;

– принимает в качестве планового задания текущее значение активной мощности ГЭС.

6.3.10.9 Включение ГРАМ после получения команды АЧВР ГА осуществляется оператором (при отсутствии команды АЧВР ГА).

6.3.10.10 Изменение режима работы ГРАМ после работы ПА или АЧВР ГА (деблокировка ПА, включение ГРАМ, изменение режима работы подсистем ГРАМ) выполняется оператором ГРАМ по команде диспетчера СО ЕЭС.

6.3.11 Распределение мощности

6.3.11.1 Логика формирования суммарного задания мощности группы представлена в документе 10996791.425290.025.Е1 "Функциональная схема" (листы 4, 5).

6.3.11.2 Суммарное задание мощности формируется:

– в режиме регулированиям мощности со статизмом по частоте слагаемыми:
  - плановым заданием активной мощности (в соответствии с плановым диспетчерским графиком и действующей диспетчерской командой или ручным заданием оператора);
  - коррекцией планового задания от оператора;
  - заданием вторичной активной мощности;

– в режиме автоматического регулирования частоты – выходом АРЧ;

– в режиме исполнения команд ПА – выходом блока исполнения команд ПА, который формируется в соответствии с полученной командой.

6.3.11.3 В режимах регулирования мощности со статизмом по частоте и автоматического регулирования частоты изменение суммарного задания мощности выполняется с ограничением по скорости изменения. В режиме исполнения команд ПА суммарное задание мощности изменяется без ограничения по скорости. При этом независимо от ограничения скорости суммарного задания мощности сохраняет действие ограничение скорости изменения индивидуального задания мощности ГА от ГРАМ (не более 0,4 от максимально допустимой скорости изменения мощности, указанной в эксплуатационной документации на ГА в соответствии с пунктом 6.3.17.4).

6.3.11.4 Суммарное задание мощности группы ограничивается по величине действующим диапазоном регулирования, который определяется:

– в соответствии с заданными ЭХ гидроагрегатов (определяется по текущим границам зон разрешенной работы, вычисляемых в АРЧМ каждого ГА группы и передаваемых в ГРАМ);

– в соответствии с оперативным ограничением гидроагрегатов (определяется по текущим оперативным ограничениям установленным в АРЧМ каждого ГА группы и передаваемых в ГРАМ);

– оперативным ограничением, установленным оператором ГРАМ.

6.3.11.5 Блок распределения суммарного задания мощности представлен в документе 10996791.425290.025.Е1 "Функциональная схема" (лист 6).

6.3.11.6 Задание активной мощности для ГА формируется по формулам:

$$K = \frac{\left(P_{Зад.\,ГРАМ} - P_{MIN\ ГРАМ}\right)}{\left(P_{MAX\ ГРАМ} - P_{MIN\ ГРАМ}\right)},$$

$$P_{Зад.\,ГА} = K \cdot \left(P_{MAX\ ГА} - P_{MIN\ ГА}\right) + P_{MIN\ ГА},$$

где

$P_{Зад.\,ГРАМ}$ - суммарное задание активной мощности ГРАМ;

$P_{Зад.\,ГА}$ - задание активной мощности для ГА от блока распределения мощности;

$P_{MIN\ ГРАМ}$ - минимум регулировочного диапазона группы (расчет см. раздел документ 10996791.425290.025.ПБ "Описание алгоритмов ГРАМ", раздел 8.1);

$P_{MAX\ ГРАМ}$ - максимум регулировочного диапазона группы (расчет см. раздел документ 10996791.425290.025.ПБ "Описание алгоритмов ГРАМ", раздел 8.1);

$P_{MIN\ ГА}$ - минимум регулировочного диапазона ГА (определяется как нижняя граница текущей зоны разрешенной работы ГА, см. блок "Формирование ограничений ГА по мощности"

в документе 10996791.425290.025.Е1 "Функциональная схема" (лист 7) и документ 10996791.425290.025.ПБ "Описание алгоритмов ГРАМ", раздел 9.3);

$P_{МАХ\ ГА}$ - максимум регулировочного диапазона ГА (определяется как верхняя граница текущей зоны разрешенной работы ГА, см. блок "Ограничение ГА по мощности" в документе 10996791.425290.025.Е1 "Функциональная схема", область схемы А2).

6.3.11.7 Для предотвращения скачков задания активной мощности для ГА при переключении в групповой режим предусмотрена синхронизация выхода блока распределения мощности с текущей мощностью гидроагрегата при отключенном групповом режиме работы ГА:

$$P_{Зад.\ ГА} = P_{ГА},$$

где:

$P_{Зад.\ ГА}$ - задание активной мощности для ГА от блока распределения мощности;

$P_{ГА}$ - активная мощность ГА.

6.3.11.8 При наличии на ГЭС системы РУСА, обеспечивающей оптимизацию работы гидроагрегатов с различными энергетическими характеристиками, алгоритм блока распределения мощности дополняется алгоритмом распределения задания, реализованным в РУСА. Справочно: ПТК РУСА управляет составом ГА и распределяет плановое групповое задание между ГА группы.

6.3.12 Блок контроля диапазонов регулирования

6.3.12.1 Блок контроля диапазонов регулирования приведен в документе 10996791.425290.025.Е1 "Функциональная схема" (лист 9).

6.3.12.2 Блок контроля диапазонов регулирования обеспечивает контроль возможности исполнения текущим составом ГА задания мощности ГРАМ с учетом заданных диапазонов вторичного регулирования.

6.3.12.3 Контроль возможности исполнения задания мощности ГРАМ с учетом заданных диапазонов вторичного регулирования реализуется в режиме ГРАМ регулирования мощности со статизмом по частоте.

6.3.12.4 Критерием возможности исполнения задания мощности ГРАМ с соблюдением диапазона вторичного регулирования на загрузку является условие:

$$P_{пл.} + P_{кор.} + P_{Верх.\ огр.\ ЗВМ} < P_{МАХ\ ГРАМ},$$

где:

$P_{пл.}$ - задание плановой мощности (по текущиму ПГ и текущей ДК или введенное оператором вручную в зависимости от режима ведения планового задания);

$P_{кор.}$ - коррекция плановой мощности;

$P_{\text{Верх. огр. ЗВМ}}$ - верхнее оперативное ограничение выхода ЗВМ;

$P_{MAX\ \text{ГРАМ}}$ - максимум регулировочного диапазона группы (расчет см. раздел документ 10996791.425290.025.ПБ "Описание алгоритмов ГРАМ", раздел 8.1).

6.3.12.5 Критерием возможности исполнения задания мощности ГРАМ с соблюдением диапазона вторичного регулирования на разгрузку является условие:

$P_{\text{пл.}} + P_{\text{кор.}} + P_{\text{Ниж. огр. ЗВМ}} > P_{MIN\ \text{ГРАМ}}$,

где:

$P_{\text{пл.}}$ - задание плановой мощности (по текущиму ПГ и текущей ДК или введенное оператором вручную в зависимости от режима ведения планового задания);

$P_{\text{кор.}}$ - коррекция плановой мощности;

$P_{\text{Ниж. огр. ЗВМ}}$ - нижнее оперативное ограничение выхода ЗВМ (отрицательная величина);

$P_{MIN\ \text{ГРАМ}}$ - минимум регулировочного диапазона группы (расчет см. раздел документ 10996791.425290.025.ПБ "Описание алгоритмов ГРАМ", раздел 8.1).

6.3.12.6 Если текущий состав генерирующего оборудования не обеспечивает величины регулировочного диапазона, необходимого для выполнения принятых ПГ и ДК с обеспечением заданного в настройках ГРАМ резерва вторичного регулирования формируется предупредительная сигнализация о нехватке регулировочных диапазонов на загрузку (при нарушении критерия пункта 6.3.12.4) или разгрузку (при нарушении критерия пункта 6.3.12.5).

6.3.12.7 Справочно: Функции управления составом гидроагрегатов обеспечивает система РУСА при ее наличии на ГЭС.

6.3.13 Модуль связи с АРЧМ ГА

6.3.13.1 Модуль связи с АРЧМ ГА представлен в документе 10996791.425290.025.Е1 "Функциональная схема" (лиси 7).

6.3.13.2 Модуль связи с АРЧМ ГА обеспечивает:

– цифровой обмен с АРЧМ ГА в соответствии со списком сигналов из документа 10996791.425290.025.П8 "Список сигналов ГРАМ";

– контроль исправности связи с АРЧМ ГА.

6.3.14 Блок режима работы ГА в ГРАМ

6.3.14.1 Логика определения режима работы ГА приведена в документе 10996791.425290.025.Е1 "Функциональная схема" (лист 7).

6.3.14.2 Блок определения режима работы ГА обеспечивает:

– формирование команды включения ГА в группу;

– формирование признака текущего режима работы ГА в ГРАМ.

6.3.14.3 Команда включения ГА в группу формируется, если:

– есть готовность работы в группе от АРЧМ ГА (см. раздел 7.1.5 "Решения по взаимодействию с САУ ГА");

– исправна связь ГРАМ и АРЧМ ГА;

– включен ГРАМ;

– не сформирован признак неисполнения задания "ГА не управляется";

– не сформирован признак изолированной от группы работы ГА "Работа ГА на изолированный район";

– аппаратный ключ режима ГА в ГРАМ находится в положении "Группа".

6.3.14.4 Для системы ГРАМ все ГА могут находится в следующих режимах:

– на групповом управлении;

– на индивидуальном управлении;

– в ремонте;

– работа на изолированный район.

6.3.14.5 ГА в группе, если:

– сформирована команда включения ГА в ГРАМ (см. условия пункта 6.3.14.3);

– есть обратная связь от АРЧМ ГА о работе ГА в группе (см. раздел 7.1.5 "Решения по взаимодействию с САУ ГА").

В журнале событий системы ГРАМ регистрируются моменты включения и отключения группового управления ГА.

6.3.14.6 ГА на индивидуальном, если ГА не в группе, не в ремонте и нет признака изолированной от группы работы ГА "Работа ГА на изолированный район".

6.3.14.7 ГА в ремонте, если ключ режима ГА в ГРАМ в положении "Ремонт ГА".

6.3.14.8 Мощность ГА, ключ режима которых в положении "Ремонт ГА" или установлен виртуальный ключ "Работа ГА на изолированный район", не учитывается при расчетах в алгоритмах ГРАМ.

6.3.15 Контроль выполнения задания

6.3.15.1 ЦР ГРАМ осуществляет контроль:

– выполнения задания ГА, находящимися в групповом режиме работы;

– перехода ГА к работе на изолированный район.

6.3.15.2 Схема проверки приведена в блоке "Блок контроля выполнения задания ГРАМ для ГА", документ 10996791.425290.025.Е1 "Функциональная схема" (лист 7).

6.3.15.3 Контроль выполнения задания ГА осуществляется по отклонению текущей мощности ГА от мощности, заданной ГРАМ.

6.3.15.4 Если ГА не выходит на заданную ГРАМ мощность с учетом допустимого отклонения (задается настойками ГРАМ) в течение времени контроля (также задается настройками ГРАМ), то:

– формируется предупредительная сигнализация;

– автоматически отключается групповой режим ГА (фиксируется признак "ГА не управляется").

6.3.15.5 Переход ГА к работе на изолированный район фиксируется по отклонению частоты ГА от частоты СШ соответствующего ГОУ.

6.3.15.6 Если частота ГА отличается от частоты СШ с учетом допустимого отклонения (задается настройками ГРАМ) в течении времени контроля (также задается настройками ГРАМ), то:

– формируется предупредительная сигнализация;

– фиксируется признак изолированной от группы работы ГА "Работа ГА на изолированный район";

– в момент переключения групповое задание уменьшается на величину активной мощности ГА, перешедшего к работе на изолированный район;

– активная мощность ГА, перешедшего к работе на изолированный район, не учитывается в суммарной активной мощности соответствующего ГОУ.

6.3.16 Блок формирования ограничения ГА по мощности

6.3.16.1 Блок формирования ограничений ГА по мощности представлен в документе 10996791.425290.025.Е1 "Функциональная схема" (схема 7).

6.3.16.2 Блок формирования ограничений ГА по мощности обеспечивает:

– прием от модуля связи с АРЧМ ГА границ всех зон разрешенной работы ГА;

– формирование верхней и нижней границы текущей зоны разрешенной работы ГА;

– переключение текущей зоны разрешенной работы ГА (используется при наличии нескольких зон разрешенной работы, обеспечивает перевод ГА системой ГРАМ в другую зону разрешенной работы).

6.3.16.3 Предусмотрен ввод верхнего и нижнего оперативного ограничения мощности.

6.3.16.4 Переключение текущей зоны разрешенной работы ГА осуществляется АРЧМ ГА по команде от оперативного персонала. Также предусмотрена возможность автоматического переключения по командам от внешней системы (РУСА).

6.3.17 Блок ограничения ГА по мощности

6.3.17.1 Блок ограничения ГА по мощности изображен в документе 10996791.425290.025.Е1 "Функциональная схема" (лист 7).

6.3.17.2 Блок ограничения ГА по мощности обеспечивает:

– ограничение задания активной мощности ГА, поступающего от блока распределения мощности в соответствии с верхней и нижней границей текущей зоны разрешенной работы ГА;

– ограничение скорости изменения задания активной мощности ГА, поступающего от блока распределения мощности.

6.3.17.3 При переводе ГА в другую зону разрешенной работы (при наличии нескольких зон разрешенной работы) блок ограничения ГА по мощности использует для ограничения задания мощности ГА границы уже новой зоны разрешенной работы, тем самым обеспечивается изменение задания активной мощности ГА с максимально допустимой скоростью.

6.3.17.4 В качестве ограничения скорости изменения задания мощности ГА от ГРАМ применяется скорость, равная 0,4 от максимально допустимой скорости изменения мощности, указанной в эксплуатационной документации на ГА.

6.3.18 Блок расчета параметров

6.3.18.1 Блок расчета параметров представлен в документе 10996791.425290.025.Е1 "Функциональная схема" (лист 9).

6.3.18.2 Блок расчета параметров обеспечивает расчет параметров в соответствии с разделом 8 "Расчетные параметры" документа 10996791.425290.025.П8.02 "Список сигналов для верхнего уровня".

6.3.18.3 Алгоритмы расчета приведены в документе 10996791.425290.025.ПБ "Описание алгоритмов ГРАМ" (раздел 11).

6.3.18.4 Коммерческие показатели:

– фактическая выработка с начала часа;

– расчетная (прогнозируемая) выработка на конец часа, рассчитывается системой ГРАМ на основании полученных от АРЧМ ГА значений активной мощности ГА.

6.3.18.5 Предусмотрена возможность программной коррекции расчетных показателей в системе ГРАМ. Программная коррекция настраивается на этапе наладки на основании сравнения коммерческих показателей, рассчитанных в системе ГРАМ с данными АИИС КУЭ.

6.3.19 Модуль связи с ВУ АСУТП ГЭС

6.3.19.1 Модуль связи с ВУ АСУТП ГЭС обеспечивает информационный обмен с серверным оборудованием ВУ АСУТП ГЭС.

6.3.19.2 Перечень сигналов для информационного обмена приведен в документе 10996791.425290.025.П8.02 "Список сигналов для верхнего уровня".

7 ИНТЕГРАЦИЯ СО СМЕЖНЫМИ СИСТЕМАМИ

7.1 Решения по интеграции с ВУ АСУТП ГЭС

7.1.1 Общие положения

7.1.1.1 Подключение ПТК ГРАМ к ВУ АСУТП ГЭС осуществляется с целью организации удаленного (с АРМ центральных и групповых пультов управления) контроля за состоянием системы, архивирования параметров, а также удаленного управления системой ГРАМ.

7.1.1.2 Выход из строя оборудования ВУ АСУТП ГЭС не должен приводить к потере управления ГРАМ с помощью ключей и ОП.

7.1.2 Сетевые решения

7.1.2.1 Связь ПТК ГРАМ с ВУ АСУТП ГЭС строится на базе протоколов:

– для сетевого уровня – Ethernet;

– для прикладного уровня определяется используемым оборудованием, при условии выполнения требований к сетевому взаимодействию с ВУ АСУТП ГЭС в разделе 7.1.4 "Информационный обмен с ВУ АСУТП ГЭС".

7.1.2.2 Подключение к технологической сети передачи данных ВУ АСУТП ГЭС осуществляется в шкафу ЦР ГРАМ.

7.1.2.3 Каждый контроллер из резервированной пары контроллеров ГРАМ подключается к технологической сети передачи данных ВУ АСУТП ГЭС двумя сетевыми интерфейсами с географическим разнесением трасс прокладки.

7.1.2.4 Физическое подключение к технологической сети передачи данных ВУ АСУТП ГЭС имеют только промышленные контроллеры ПТК ГРАМ. Подключение других устройств (измерительные преобразователи, устройства ПА интерфейсами связи с ГРАМ, АРЧМ ГА интерфейсами связи с ГРАМ, панель оператора ГРАМ и т.п.) в данную сеть не допускается.

7.1.3 Синхронизация времени

7.1.3.1 Промышленные контроллеры в составе ПТК ГРАМ обеспечивают синхронизацию времени от системы обеспечения единого времени, входящего в состав ВУ АСУТП ГЭС.

7.1.3.2 Синхронизация времени производится с использованием средств технологической сети передачи данных ВУ АСУТП ГЭС по протоколу NTP от серверов точного времени СОЕВ с точностью до 1 мс.

7.1.4 Информационный обмен с ВУ АСУТП ГЭС

7.1.4.1 Источником данных для ВУ АСУТП ГЭС являются промышленные контроллеры в составе ПТК ГРАМ.

7.1.4.2 Перечень сигналов для ВУ АСУТП ГЭС приведен в документе 10996791.425290.025.П8.02 "Список сигналов для верхнего уровня".

7.1.4.3 Параметры системы отображаются на экранных формах АРМ с временными характеристиками, приведенными ниже (Таблица 7.1).

Таблица 7.1 – Временные характеристики архивирования и отображения информации.

Группа параметров	Время отображения	Период архивирования
Аналоговые параметры	1 с	1 с
Дискретные параметры	1 с	0,5 с

7.1.5 Система рационального управления составом агрегатов (РУСА)

7.1.5.1 РУСА является системой в составе ВУ АСУТП ГЭС.

7.1.5.2 Взаимодействие системы РУСА и ГРАМ строится по цифровому протоколу связи на базе технологической сети передачи данных ВУ АСУТП ГЭС. Сетевые решения приведены в разделе 7.1.2.

7.1.5.3 Перечень сигналов, передаваемых в РУСА, идентичен перечню сигналов для ВУ АСУТП ГЭС и приведен в документе 10996791.425290.025.П8.02 "Список сигналов для верхнего уровня".

7.2 Решения по взаимодействию с САУ ГА

7.2.1 Общие положения

7.2.1.1 Взаимодействия ГРАМ и САУ ГА осуществляется с целью реализации управления ГА от системы ГРАМ.

7.2.1.2 Информационный обмен строится между ГРАМ и ПТК АРЧМ, входящим в состав САУ ГА (далее АРЧМ ГА).

7.2.2 Сетевые решения

7.2.2.1 Информационный обмен между ГРАМ и АРЧМ ГА строится с помощью цифровых протоколов связи.

7.2.2.2 Допустимы варианты исполнения сети взаимодействия с АРЧМ ГА на основе протокола Ethernet по принципу резервированной звезды (см. структурную схему 10996791.425290.025.С1 "Схема структурная комплекса технических средств", листы 1 и 2).

При таком построении контроллер АРЧМ ГА должен обеспечить 2 интерфейса Ethernet для подключения линий связи с ГРАМ.

Протокол прикладного уровня определяется используемым оборудованием, при условии выполнения требований раздела 7.2.3 "Информационный обмен с АРЧМ ГА" настоящего документа.

7.2.2.3 Для всех ГА должен быть применен единообразный способ подключения к ГРАМ на всех уровнях сетевого взаимодействия.

7.2.3 Информационный обмен с АРЧМ ГА

7.2.3.1 Перечень сигналов для передачи между ГРАМ и АРЧМ ГА приведен в документе 10996791.425290.025.П8 "Список сигналов ГРАМ", раздел "Сигналы АРЧМ ГА".

7.2.3.2 Передача информации между ГРАМ и АРЧМ ГА (для каждого ГА отдельно) осуществляется не реже одного раза в секунду.

7.2.3.3 Исправность связи между ГРАМ и АРЧМ ГА должна контролироваться как в системе ГРАМ, так и в АРЧМ ГА.

Контроль информационного обмена реализован:

– с использованием штатных, предусмотренных производителем контроллеров, средств диагностики соединения;

– с использованием "мигающего бита".

Время определения неисправности соединения не превышает 3 с.

7.2.3.4 При потере связи обеспечивается запоминание последних принятых значений, формируется предупредительная сигнализация о потере связи.

7.2.3.5 При потере связи системы ГРАМ и АРЧМ ГА оперативному персоналу предоставляется возможность ручного ввода в системе ГРАМ текущей мощности ГА, с которым была потеряна связь. Ввод мощности ГА осуществляется с мнемосхем ОП или АРМ ВУ.

7.2.4 Требования к АРЧМ ГА для подключения к ГРАМ

7.2.4.1 АРЧМ ГА формирует для передачи в ГРАМ сигналы согласно перечню 10996791.425290.025.П8 "Список сигналов ГРАМ", раздел "Сигналы АРЧМ ГА".

7.2.4.2 Сигнал "ГА в генераторном режиме" указывает на соответствующий режим работы ГА.

7.2.4.3 Сигналы "Верхняя граница зоны разрешенной работы ГА" и "Нижняя граница зоны разрешенной работы ГА" определяют зоны разрешенной работы ГА и формируются на основании эксплуатационных ограничений ГА для текущего значения напора.

Если эксплуатационная характеристика ГА предусматривает несколько зон разрешенной работы ГА, то каждая из них передается в ГРАМ парой сигналов "Верхняя граница зоны разрешенной работы ГА (зона N)" и "Нижняя граница зоны разрешенной работы ГА (зона N)".

7.2.4.4 Сигнал "Готовность к включению ГА в группу" формируется в том случае, если ГА готов отработать команды, поступающие от ГРАМ и обобщает следующие условия:

– ГА в сети;

– режим работы ГА – "мощность" (генераторный с поддержанием заданной мощности с обратной связью по мощности генератора) или "изолированный" (генераторный с поддержанием заданной мощности без обратной связью по мощности генератора) (по ГОСТ 70661-2023);

– нет команд на останов ГА;

– нет фиксации технологических ограничений ГА (вибрационное состояние ГА в норме, нет действия других технологических защит или ограничений ГА);

– нет фиксации режима "местный" управления АРЧМ ГА;

– нет фиксации перехода к режиму работы АРЧМ ГА "изолированный" (по ГОСТ 70661-2023).

7.2.4.5 Сигнал "Работа ГА в группе" – формируется АРЧМ ГА если включен режим группового управления (см. пункт 7.2.4.10).

7.2.4.6 Сигнал "Активная мощность ГА" – текущая измеренная активная мощность гидроагрегата, сигнал "Активная мощность ГА – неисправность" – признак отказа измерительного канала активной мощности.

При неисправности измерения активной мощности ГА АРЧМ ГА передает в поле "Активная мощность ГА" расчетное значение активной мощности ГА. Расчет осуществляется по заданной в настройках АРЧМ ГА эксплуатационной характеристике.

7.2.4.7 Сигнал "Частотная коррекция ГА (ОПРЧ, НПРЧ)" – сформированная в АРЧМ ГА величина фактической первичной мощности при участии в ОПРЧ или НПРЧ (в зависимости от включенного режима исполнения первичного регулирования). Сигнал "Частотная коррекция ГА (ОПРЧ, НПРЧ) – неисправность" – сформированный в АРЧМ ГА признак недостоверности определения величины фактической первичной мощности ГА.

7.2.4.8 Сигнал "Участие ГА в НПРЧ" – формируется АРЧМ ГА, если включен режим НПРЧ.

7.2.4.9 Сигнал "Частота ГА" – измеренная в АРЧМ ГА частота ГА, сигнал "Частота ГА – неисправность" – признак отказа измерительного канала частоты ГА в АРЧМ ГА.

7.2.4.10 Сигнал "Включить ГА в группу" – команда из ГРАМ в АРЧМ ГА включения режима группового управления.

При наличии данного сигнала и готовности к работе ГА в группе АРЧМ ГА формирует сигнал "Работа ГА в группе", а в качестве задания мощности принимает значение сигнала "Задание активной мощности".

7.2.4.11 Сигнал "Задание активной мощности" – задание активной мощности ГА от ГРАМ в АРЧМ ГА при работе АРЧМ ГА в режиме группового управления.

ГРАМ формирует задание активной мощности для ГА с учетом ограничений, описанных в разделе 6.3.17 "Блок ограничения ГА по мощности". АРЧМ ГА выполняет задание от ГРАМ с учетом всех технологических ограничений, заданных эксплуатационной документацией.

7.2.4.12 АРЧМ ГА отключает режим группового управления с сохранением текущей мощности ГА в следующих случаях:

– нет условий для формирования сигнала "Готовность к включению ГА в группу" (см. пункт 7.2.4.4);

– нет команды от ГРАМ "Включить ГА в группу" (см. пункт 7.2.4.10);

– потере связи между АРЧМ ГА и ГРАМ.

7.3 Решения по подключению ГРАМ к ЦС (ЦКС) АРЧМ

7.3.1 Общие положения

7.3.1.1 Взаимодействие ЦС (ЦКС) АРЧМ и ГРАМ строится для реализации функций:

– автоматического вторичного регулирования активной мощности по заданию от ЦС (ЦКС) АРЧМ;

– передачи параметров текущего режима ГЭС.

7.3.1.2 Внешние подключения ГРАМ, в частности взаимодействие с ЦС (ЦКС) АРЧМ, обеспечивается посредством комплексной системы информационной безопасности.

7.3.2 Сетевые решения

7.3.2.1 Взаимодействие с ЦС (ЦКС) АРЧМ осуществляется по двум цифровым каналам связи с использованием одного из протоколов:

– ГОСТ Р МЭК 60870-5-104.

Со стороны заказчика (ГЭС) должны быть предоставлены две точки подключения (два порта).

Организация сети связи с ЦС (ЦКС) АРЧМ на участке сети от точки подключения системы ГРАМ до ЦС (ЦКС) АРЧМ в рамках ТПР ГРАМ не рассматривается. Организация сети связи с ЦС (ЦКС) АРЧМ на участке сети от точки подключения до контроллеров системы ГРАМ описывается в настоящем разделе.

7.3.2.2 Построение связи ГРАМ с ЦС (ЦКС) АРЧМ и с СДПМ используются разные логические соединения (на уровне протокола TCP), которые устанавливаютчся по общим каналам связи.

7.3.2.3 Каждый промышленный контроллер из резервированной пары контроллеров ГРАМ получает данные из каждого канала связи. При этом отказ одного из контроллеров ГРАМ (или вывод его из работы) не приводит к потере связи с ЦС (ЦКС) АРЧМ второго контроллера из резервированной пары ни по одному из каналов связи.

7.3.2.4 При использовании для связи с ЦС (ЦКС) АРЧМ протокола ГОСТ Р МЭК 60870-5-104 подключение линий связи осуществляется непосредственно к коммуникационным портам контроллеров ГРАМ (возможно использование медиаконвертеров). Реализация протокола ГОСТ Р МЭК 60870-5-104 возлагается на контроллер ГРАМ.

Каждый модуль CPU из резервированной пары контроллеров ГРАМ предоставляет по два сетевых адреса (задаются IP-адресом и номером порта) для подключения системы ЦС (ЦКС) АРЧМ по протоколу ГОСТ Р МЭК 60870-5-104, по одному сетевому адресу на каждый канал связи. ЦС (ЦКС) АРЧМ устанавливает логическое соединение с каждым из заданных сетевых адресов.

Прием и передача информации осуществляются одновременно по каждому установленному с ЦС (ЦКС) АРЧМ логическому соединению.

Для использования в алгоритмах управления следует выбрать информацию, поступившую с одного из лигических каналов связи – актвного канала связи. В случае отказа текущего активного канала статус активнсти переходит к исправному логическому каналу связи.

7.3.3 Информационный обмен с ЦС (ЦКС) АРЧМ

7.3.3.1 Перечень сигналов для информационного взаимодействия ГРАМ и ЦС (ЦКС) АРЧМ приведен в документе 10996791.425290.025.П8 "Список сигналов ГРАМ", разделы "Сигналы ЦКС АРЧМ (сигналы ЗВМ)".

7.3.3.2 При проектировании системы ГРАМ составляется и согласуется (для каждого случая реализации) "Формуляр согласования приема/передачи данных между системой ГРАМ ГЭС и ЦС (ЦКС) АРЧМ", определяющий настройки протокола ГОСТ Р МЭК 60870-5-104 и настройки информационного обмена между ГРАМ и ЦС (ЦКС) АРЧМ.

7.3.3.3 Циклическая передача информации между системой ГРАМ и ЦС (ЦКС) АРЧМ (способ передачи для сигналов цифрового взаимодействия с ЦС (ЦКС) АРЧМ указан в документе 10996791.425290.025.П8 "Список сигналов ГРАМ" и согласуется формуляром) осуществляется не реже одного раза в секунду.

7.3.3.4 Диагностика исправности каналов связи осуществляется с помощью:

– штатных, предусмотренных производителем контроллеров, средств диагностики соединения;

– прикладных средств, предусмотренных документом "Общие технические требования для подключения ГЭС к ЦС (ЦКС) АРЧМ" (утверждены ОАО "СО ЕЭС" 31.12.2010 г):

- контроль приема/передачи мигающего диагностического бита;
- контроль приема/передачи текущего времени;
- контроль приема/передачи счетчика.

Время определения неисправности канала связи с ЦС (ЦКС) АРЧМ не превышает 2 с.

7.3.3.5 При отказе связи с ЦС (ЦКС) АРЧМ по всем каналам связи блокируется ЗВМ (блокировка ЗВМ описана в пункте 6.3.7.8, настоящего документа, а также в документе 10996791.425290.025.Е1 "Функциональная схема"), обработка ДК и ПГ осуществляется без изменений в соответствии с алгоритмами, описанными в документе 10996791.425290.025.ПБ "Описание алгоритмов ГРАМ".

7.3.3.6 При отказе любого из каналов связи с ЦС (ЦКС) АРЧМ формируется предупредительная сигнализация.

7.4 Решения по подключению ГРАМ к СДПМ

7.4.1 Общие положения

7.4.1.1 Взаимодействие СДПМ и ГРАМ строится для реализации функций:

– автоматического приема диспетчерских команд;

– автоматического приема планового графика.

7.4.1.2 Внешние подключения ГРАМ, в частности взаимодействие с СДПМ, обеспечивается посредством комплексной системы информационной безопасности.

7.4.2 Сетевые решения

7.4.2.1 Взаимодействие с СДПМ осуществляется по двум цифровым каналам связи с использованием одного из протоколов:

– ГОСТ Р МЭК 60870-5-104.

Со стороны заказчика (ГЭС) должны быть предоставлены две точки подключения (два порта).

Организация сети связи с ЦС (ЦКС) АРЧМ на участке сети от точки подключения системы ГРАМ до ЦС (ЦКС) АРЧМ в рамках ТПР ГРАМ не рассматривается. Организация сети связи с ЦС (ЦКС) АРЧМ на участке сети от точки подключения до контроллеров системы ГРАМ описывается в настоящем разделе.

7.4.2.2 Построение связи ГРАМ с ЦС (ЦКС) АРЧМ и с СДПМ используются разные логические соединения (на уровне протокола TCP), которые устанавливаютчся по общим каналам связи.

7.4.2.3 Каждый промышленный контроллер из резервированной пары контроллеров ГРАМ получает данные из каждого канала связи. При этом отказ одного из контроллеров ГРАМ (или вывод его из работы) не приводит к потере связи с СДПМ второго контроллера из резервированной пары ни по одному из каналов связи.

7.4.2.4 При использовании для связи с СДПМ протокола ГОСТ Р МЭК 60870-5-104 подключение линий связи осуществляется непосредственно к коммуникационным портам контроллеров ГРАМ (возможно использование медиаконвертеров). Реализация протокола ГОСТ Р МЭК 60870-5-104 возлагается на контроллер ГРАМ.

Каждый модуль CPU из резервированной пары контроллеров ГРАМ предоставляет по два сетевых адреса (задаются IP-адресом и номером порта) для подключения системы СДПМ по протоколу ГОСТ Р МЭК 60870-5-104, по одному сетевому адресу на каждый канал связи. ЦС (ЦКС) АРЧМ устанавливает логическое соединение с каждым из заданных сетевых адресов.

Прием и передача информации осуществляются одновременно по каждому установленному с ЦС (ЦКС) АРЧМ логическому соединению.

Для использования в алгоритмах управления следует выбрать информацию, поступившую с одного из лигических каналов связи – актвного канала связи. В случае отказа текущего активного канала статус активнсти переходит к исправному логическому каналу связи.

7.4.3 Информационный обмен с СДПМ

7.4.3.1 Перечень сигналов для информационного взаимодействия ГРАМ и СДПМ приведен в документе 10996791.425290.025.П8 "Список сигналов ГРАМ", разделы "Сигналы СДПМ (Диспетчерские команды)" и "Сигналы СДПМ (Диспетчерский график)".

7.4.3.2 При проектировании системы ГРАМ составляется и согласуется (для каждого случая реализации) "Формуляр согласования приема/передачи данных между системой ГРАМ ГЭС и СДПМ", определяющий настройки протокола ГОСТ Р МЭК 60870-5-104 и настройки информационного обмена между ГРАМ и СДПМ.

7.4.3.3 Циклическая передача информации между системой ГРАМ и ЦС (ЦКС) АРЧМ (способ передачи для сигналов цифрового взаимодействия с ЦС (ЦКС) АРЧМ указан в документе 10996791.425290.025.П8 "Список сигналов ГРАМ" и согласуется формуляром) осуществляется не реже одного раза в секунду.

7.4.3.4 Диагностика исправности каналов связи осуществляется с помощью:

– штатных, предусмотренных производителем контроллеров, средств диагностики соединения;

– прикладных средств, предусмотренных документом "Общие технические требования для подключения ГЭС к ЦС (ЦКС) АРЧМ" (утверждены АО "СО ЕЭС" 31.12.2010 г):

- контроль приема/передачи текущего времени;
- контроль приема/передачи счетчика.

Время определения неисправности канала связи с СДПМ не превышает 2 с.

7.4.3.5 При отказе связи с СДПМ (отказ всех каналов связи) отключается автоматический ввод ПГ и ДК (сбрасываеются программные переключатели "Автоматический ввода ПГ" и "Автоматический ввода ДК").

7.5 Решения по взаимодействию с ПА

7.5.1 ГРАМ предусматривает выполнение команд:

– от исполнительных устройств противоаварийной автоматики:

- отключение генераторов (ОГ);
- автоматическая загрузка генераторов (АЗГ);
- автоматическа разгрузка станции (АРС).

– от САУ ГА:

- работа АЧВР ГА (от каждого ГА).

7.5.2 Перечень сигналов от ПА в ГРАМ приведен в документе 10996791.425290.025.П8 "Список сигналов ГРАМ".

7.5.3 Сигналы передаются контрольным кабелем или цифровыми каналами связи от устройств ЛАПНУ.

7.5.4 Действия ГРАМ при получении сигнала ПА описаны в разделе 6.3.9 "Блок обработки ПА".

7.6 Решения по формированию сигнализации

7.6.1 Общие положения

7.6.1.1 В настоящем разделе рассмотрены решения по информированию оперативного персонала об отклонениях технологических параметров, отказах или изменении режима работы системы ГРАМ.

7.6.1.2 Для информирования оперативного персонала используются следующие средства:

– сообщения верхнего уровня ГРАМ в рамках ВУ АСУТП ГЭС;

– средства индикации по месту (сообщения на панелях оператора);

– система звуковой и световой сигнализации.

7.6.2 Сообщения верхнего уровня ГРАМ

7.6.2.1 Сообщения верхнего уровня ГРАМ являются штатным средством информирования персонала ГЭС.

7.6.2.2 Сообщения верхнего уровня ГРАМ позволяют получить информацию о событиях системы ГРАМ с разделением по категориям персонала (оперативный персонал, обслуживающий персонал).

7.6.2.3 Способы ведения журнала и отображения сообщений ВУ АСУТП ГЭС/ГАЭС рассмотрены в нормативно-справочной документации.

7.6.3 Средства индикации по месту установки шкафа ЦР ГРАМ

7.6.1 Сообщения на ОП являются средством информирования оперативного персонала по месту установки шкафа (шкафов) ЦР ГРАМ и, в условиях отказа ВУ АСУТП ГЭС, служат резервным способом получения информации о состоянии системы.

7.6.3.2 Способы ведения журнала и отображения сообщений на ОП рассмотрены в документах базовой нормативно-справочной информации для проектирования автоматизированных систем технологического управления ГЭС и ГАЭС ПАО "РусГидро" (документ 21272487.425890.005.С9 "ТПР НСИ СТУ. Типовые видеокадры ЧМИ СТУ", раздел 6).

7.6.4 Система звуковой и световой сигнализации

7.6.4.1 Звуковая и световая сигнализация служит для привлечения внимания оперативного персонала к событию.

7.6.4.2 Звуковая и световая сигнализация, предусмотренная в системе ГРАМ, делится на 2 типа:

– предупредительная сигнализация;

– аварийная сигнализация.

7.6.4.3 Световая и звуковая сигнализация носит обобщенный характер в рамках системы ГРАМ. Для определения причины срабатывания сигнализации необходимо обратиться к журналам сообщений ОП или к журналу сообщений ВУ АСУТП ГЭС.

7.6.4.4 Условия, действующие на предупредительную и аварийную сигнализацию, описаны в документе 10996791.425290.025.ПБ "Описание алгоритмов ГРАМ".

7.6.4.5 Для формирования световой и звуковой сигнализации система ГРАМ формирует выходные сигналы предупредительной и аварийной сигнализации, передаваемые "сухим контактом" в панели центральной сигнализации (ЦС).

7.6.4.6 Сигналы "Авария" и "Предупреждение" формируются в момент появления аварийного или предупредительного по положительному фронту события.

8 ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ

8.1 Решения по стандартизации и унификации программных средств

8.1.1 Следует разделять группы программного обеспечения (ПО):

– системное ПО;

– инструментальное ПО;

– прикладное ПО.

8.1.2 К **системному программному обеспечению** относится комплекс программ, который обеспечивает управление компонентами компьютерной системы (операционная система, служебные программы и утилиты и т.д.).

8.1.3 **Инструментальное программное обеспечение** представляет комплексы программ для создания других программных продуктов. К инструментальному ПО относятся: компиляторы, редакторы связей, отладчики, интегрированные системы разработки ПО.

8.1.4 **Прикладное программное обеспечение** – это комплекс программ, с помощью которых на данном рабочем месте выполняются конкретные задания. К прикладному ПО относятся программы конечного пользователя, общего и специализированного назначения.

8.1.5 Системное ПО для промышленных контролеров определяется их производителем и поставляется вместе с контроллером. Запрещается применять ПЛК, если производитель не анонсировал возможность бесплатного обновления конечным пользователем версии их системного ПО в случае позднейшего обнаружения критических уязвимостей ПО и выпуска производителем модифицированных версий системного ПО (патчей) для данного ПЛК, из расчета на полный срок полезного использования ПЛК.

8.1.6 Инструментальное ПО для разработки управляющей программы контроллера работает на общедоступной аппаратной базе (персональных компьютерах) под управлением общедоступной операционной системы.

Применение специализированной аппаратуры допускается на стадии загрузки программы управления (прикладного ПО для промышленного контроллера) в промышленный контроллер.

8.1.7 Системное ПО для операторских панелей определяется их производителем и поставляется вместе с ОП. Запрещается применять операторские панели, если производитель не анонсировал возможность бесплатного обновления конечным пользователем версии их системного ПО в случае позднейшего обнаружения критических уязвимостей ПО и выпуска производителем модифицированных версий системного ПО (патчей) для данной операторской панели, из расчета на полный срок полезного использования операторской панели.

8.1.8 Инструментальное ПО для разработки проекта визуализации для операторской панели работает на общедоступной аппаратной базе (персональных компьютерах) под управлением общедоступной операционной системы.

Применение специализированной аппаратуры допускается на стадии загрузки программы визуализации (прикладного ПО для операторской панели) в операторскую панель.

8.1.9 Верхний уровень (ВУ) ГРАМ является неотъемлемой частью общестанционного ВУ АСУТП ГЭС, и реализован в рамках ВУ АСУТП ГЭС на той же аппаратной и программной базе, что и прочие составные части ВУ АСУТП ГЭС.

Вопросы интеграции ГРАМ и ВУ АСУТП ГЭС рассмотрены в разделе 7.1 "Решения по интеграции с ВУ АСУТП ГЭС" настоящего документа.

8.1.10 Интерфейс взаимодействия с оперативным персоналом выполнен на русском языке.

8.1.11 ПО поставляется совместно с комплектом эксплуатационной документации, включающим "Руководство пользователя" и "Руководство администратора".

8.1.12 Применение системного программного обеспечения, техническая поддержка которого прекращена производителем ПО, не допускается.

8.1.13 ПО поддерживает регламентированный доступ к информационным ресурсам подсистем на основе установленных полномочий пользователей.

8.1.14 Обеспечена патентная чистота программного обеспечения.

8.1.15 В комплект поставки включены инсталляционные пакеты системного и прикладного ПО, лицензии на все лицензионное программное обеспечение системы.

8.1.16 В комплект поставки прикладного ПО включены все необходимые конфигурации, описывающих реализацию функций ГРАМ (настройки аппаратного обеспечения, программные проекты контроллеров с реализацией алгоритмов функционирования и текущими уставками, программные проекты панелей оператора и т.п.). Программные конфигурации ГРАМ (программные проекты средств автоматизации) представлены в виде файлов специализированного формата, который определяется производителем выбранного для реализации ГРАМ аппаратного и программного обеспечения, и могут храниться в файловом хранилище резервных копий (в соотвествтвии с внутренними регламентами организации эксплуатирующей ГРАМ).

8.1.17 Технические, программные и организационные средства реализации человеко-машинного интерфейса (ЧМИ), применяемые в ГРАМ, соответствуют требованиям ГОСТ Р МЭК 60447-2000 "Интерфейс человеко-машинный. Принципы приведения в действие", ГОСТ Р МЭК 60073-2000 "Интерфейс человеко-машинный. Маркировка и обозначения органов управления и контрольных устройств. Правила кодирования информации".

8.1.18 Система реализует следующие основные методы получения информации:

– автоматический, посредством аппаратно-программных средств ГРАМ;

– периодический, по запросу оператора при получении информации от информационных систем уровня управления гидроагрегатом;

– ручной, посредством ввода информации с АРМ или ОП системы.

8.1.19 Механизмы получения однотипных данных с различных, в том числе удаленных, терминалов системы одинаковы для операторов.

8.1.20 ВУ АСУТП ГЭС формирует данные о наработке системы ГРАМ на основании собранных архивных данных. Перечень формируемой на ВУ АСУТП ГЭС статистической информации по системе ГРАМ:

– наработка в режиме "ГРАМ включен";

– наработка в местном режиме работы ЗВМ;

– наработка в предварительно-централизованном режиме работы ЗВМ;

– наработка в централизованном режиме работы ЗВМ;

– наработка в режиме блокировки ЗВМ;

– наработка в режиме выполнения диспетчерской команды;

– наработка в режиме выполнения команды ПА;

– наработка при работе частотной коррекции ОПРЧ (отклонении частоты сети за пределы "мертвой полосы" ОПРЧ);

– наработка при работе частотной коррекции НПРЧ (отклонении частоты сети за пределы "мертвой полосы" НПРЧ);

– наработка в режиме автоматического ведения ПГ;

– наработка ГА в режиме управления от ГРАМ (отдельно для каждого ГА);

– наработка ГА в режиме индивидуального управления (отдельно для каждого ГА).

Каждый из перечисленных параметров рассчитывается за следующие периоды времени:

– с начала года;

– с начала месяца;

– с начала суток.

По истечении очередного периода статистические параметры сохраняются в архиве.

8.1.21 Сетевое взаимодействие строится на базе протоколов, которые поддерживаются производителями используемого оборудования и ПО.

8.1.22 В случае опроса систем и терминалов по протоколам, способным передавать метку времени вместе с текущим значением сигнала, при записи информации в базу данных (БД) прикладного ПО указывается метка времени от системы (терминала или контроллера).

8.1.23 В целях облегчения обучения пользователей работе с прикладным ПО и возможности замещения одного работника другим (выполняющим сходную задачу), при разработке системы учтены требования унификации пользовательского интерфейса в пределах одного рабочего места и между рабочими местами близкими по роду выполняемых работ.

8.2 Решения по защите информации от несанкционированного доступа

8.2.1 Решения по информационной безопасности, приведенные в данном разделе, относятся к прикладному, инструментальному и системному ПО.

8.2.2 Прикладное ПО поставляется в виде файлов машинных кодов.

8.2.3 Прикладное, инструментальное и системное ПО не требует для установки: активации, работы, обновления или деинсталляции связи с ресурсами, размещенными в публичной (общедоступной) сети Интернет.

8.2.4 Запрещается автоматическое обновление системного, инструментального и прикладного ПО на серверах и автоматизированных рабочих местах (АРМ).

Обновление прикладного и системного ПО может быть выполнено после получения разрешения от Разработчика (производителя) прикладного ПО с указанием точных данных программных компонентов и версий программных компонентов (патчи, сервис-паки, апдейты, хот-фиксы и прочие), которые должны быть обновлены.

8.2.5 Прикладное ПО не требует использования съемных носителей информации. При необходимости обмен файлами реализуются через ТСПД ВУ АСУТП.

8.2.6 Прикладное ПО обеспечивает возможность разграничения доступа.

8.2.7 Каждому уровню доступа соответствует список лиц, которым разрешена работа с относящейся к данному уровню информацией. Набор предоставляемых аутентификаций является настраиваемым.

8.2.8 В проекте предусмотрены основные уровни доступа:

- администратор:
  - настройка сервера;
  - задание уровней доступа для пользователей;
  - контроль за работой приложений верхнего уровня и использованием памяти системы;
- оперативный персонал:
  - управление режимом работы ГРАМ, виртуальными оперативными ключами и накладками;
  - квитирование предупредительных и аварийных сигналов;

- контроль текущих параметров всех устройств;
- просмотр аварийных файлов;
- распечатка отчетов, ведомостей работы;

– обслуживающий персонал:

- настройка параметров системы;
- удаление избыточной информации;
- настройка в части информационного обмена между микропроцессорными терминалами и верхним уровнем (серверы);
- настройка прикладного ПО в части отображения информации (экраны процесса, графики, отчеты, изменение перечня архивируемых параметров – по требованию оперативной, эксплуатационной и технической служб);
- дополнение эксплуатационной (технологической) документации.

Окончательно уровни доступа определяются на этапе проектирования.

8.2.9 Административные функции отделены от пользовательских функций.

8.2.10 Разграничение прав доступа на операторских панелях не ограничивает возможность оперативного управления (неавторизованный пользователь обладает правами оперативного персонала). Защита от несанкционированного доступа к функциям управления операторских панелей осуществляется организационными методами. Изменение настроек системы с операторских панелей осуществляется авторизованным пользователем с правами доступа обслуживающего персонала.

8.2.11 Любое назначение прав пользователей в системе выполняется явным образом (непосредственное указание администратором набора прав для конкретного пользователя или группы пользователей).

8.2.12 Прикладное ПО ограничивает возможность ввода и проверяет достоверность вводимых данных на предмет:

– синтаксиса;

– формата данных;

– соответствия диапазонам граничных значений.

8.2.13 Программное обеспечение и базы данных защищены от изменения со стороны пользователей внешних систем.

8.2.14 Прикладное ПО позволяет архивировать или выгружать на файловый ресурс зарегистрированные события.

8.2.15 Для организации защиты информации в состав программных средств входит программное обеспечение защиты от компьютерных вирусов (антивирусное ПО). Антивирусное ПО и базы сигнатур вирусов необходимо поддерживать в актуальном состоянии. Обновление

антивирусного ПО и баз сигнатур вирусов осуществляется в ручном режиме администратором (ответственным специалистом заказчика). Прикладное и инструментальное ПО не конфликтует с применяемым антивирусным ПО. Обновление антивирусного ПО не оказывает влияния на работоспособность контроллеров и ОП системы ГРАМ, информационный обмен с ВУ АСУ ТП.

8.3 Регламент сопровождения ПО

8.3.1 Для работы с ГРАМ должен использоваться специально предусмотренный в организации персональный компьютер (далее – инженерная станция), оснащенный специализированным программным обеспечением (инструментальным ПО).

8.3.2 Текущие актуальные программные конфигурации ГРАМ, а также не менее трех предыдущих версий конфигураций долджны храниться на инженерной станции. Дополнительно эксплуатирующим персоналом должно выполняться резервное копирование и хранение программных конфигураций ГРАМ в независимом от инженерной станции хранилище данных (независимое хранение данных организуется эксплуатирующей ГРАМ организацией в соответствии с собственными регламентами).

8.3.3 Производителем ГРАМ должен быть описан механизм подтверждения актуальности программной конфигурации ГРАМ (подтверждение соответствия загруженной в контроллер ГРАМ версии конфигурации и версии, хранящейся на инженерной станции).

8.3.4 Внесение изменений в программные конфигурации ГРАМ выполняются при наличии технического решения, согласованного СО ЕЭС и утвержденного эксплуатирующей организацией (задания по настойке ГРАМ, техническое решение технического совета ГЭС и СО ЕЭС или иные документы, являющиеся основанием для внесения изменения).

Объем и последовательность работ при внесении изменений в программную конфигурацию ГРАМ устанавливаются индивидуально в зависимости от характера предстоящих изменений и оформляются рабочей программой в объеме которой в обязательном порядке предусматривается проверка работоспособности внесенных изменений.

Для проведения работ по внесению изменений в программную конфигурацию ГРАМ оформляется диспетчерская заявка с условиями, продолжительностью и аварийной готовностью учитывающими характер и объем выполняемых работ.

8.3.5 После внесения изменений в программную конфигурацию ГРАМ создается резервная копия такущей загруженной конфигурации ГРАМ и перенос ее в резервное хранилище. В протоколе испытаний и формуляре на систему должна быть зафиксирована информация, позволяющая однозначно идентифицировать итоговую программную конфигурацию ГРАМ (например контрольная сумма файла резервной копии).

8.3.6 Обновление системного ПО выполняется при соблюдении условий пункта 8.2.4 при наличии технического решения утвержденного эксплуатирующей организацией. Объем и последовательность работ при обновлении системного ПО устанавливаются индивидуально с учетом технической реализации операции обновления, установленного производителем промышленного оборудования, и оформляются рабочей программой.

8.4 Решения по визуализации информации на АРМ ВУ

Решения по визуализации информации на АРМ ВУ описаны в документах базовой нормативно-справочной информации для проектирования автоматизированных систем технологического управления ГЭС и ГАЭС ПАО "РусГидро" (документ 21272487.425890.005.С9 "ТПР НСИ СТУ. Типовые видеокадры ЧМИ СТУ", раздел 5):

- типовые элементы мнемосхем (область меню, область сообщений и пр.);
- навигация по мнемосхемам;
- отображение трендов;
- содержание и отображение журнала сообщений.

Решения по визуализации информации на АРМ ВУ описаны в СТО РусГидро "АСУТП. Типовой перечень сигналов, регистрация, архивирование, отображение технологической информации. Типовые формы. Нормы и требования":

- изображение типовых элементов мнемосхемы (аналоговых измерений, дискретных индикаторов, выключателей, разъединителей, генераторов, прочих элементы электрических и технологических схем);
- требования к разрядности аналоговых показаний;
- требования к единицам измерения аналоговых показаний.

8.5 Информационное наполнение типовых графических форм отображения информации АРМ ВУ

8.5.1 Общее описание

8.5.1.1 В данном разделе приведены требования к отображаемой информации в рабочей области мнемосхем ГРАМ.

8.5.1.2 Рабочие мнемосхемы системы ГРАМ дают полное представление о текущем режиме работы системы.

8.5.1.3 Типовой состав мнемосхем системы ГРАМ, предусмотренные на АРМ ВУ ГЭС, представлены ниже (Таблица 8.1) и должен уточнятся на этапе проектирования конкретного ГРАМ.

Таблица 8.1 – Перечень мнемосхем ВУ АСУТП ГЭС, относящиеся к системе ГРАМ

№	Название мнемосхемы	Возможность разделения	Возможность объединения
1	ГРАМ (основная мнемосхема)	+ (рекомендуется не более 2-х мнемосхем)	
2	ГРАМ (наработки)		
3	Тренды контроля выработки		
4	Диагностика ГРАМ		

В колонке "возможность разделения" отмечены те мнемосхемы, которые допускается разделить на несколько мнемосхем, если в рамках одной мнемосхемы размещение графических элементов невозможно или, при их размещении на одной мнемосхеме, значительно затрудняет восприятие информации.

В колонке "возможность объединения" отмечены те мнемосхемы, содержание которых допускается отображать на других мнемосхемах, если это не приведет к затруднению восприятия информации.

8.5.1.4 С АРМ ВУ АСУТП реализуется ввод параметро, относящихся к оперативному управлению режимом ГРАМ, ввод параметров настройки ГРАМ с АРМ ВУ АСУТП не допускается.

8.5.1.5 Просмотр параметров настройки ГРАМ предусматривается во всплывающих окнах с разделением параметров по группам, относящимся к определенным функциональным блокам (по функциональным блокам в соответствии с пунктом 8.5.2.12).

8.5.2 Информационное наполнение основной мнемосхемы ГРАМ

8.5.2.1 Типовая компоновка основной мнемосхемы ГРАМ соответствует документу 109967914.25290.025.С9 "Чертежи видеокадров ГРАМ на АРМ ВУ" и должна уточняться на этапе проектирования конкретного ГРАМ.

8.5.2.2 На основной мнемосхеме ГРАМ изображены:

- основные параметры ГРАМ:
- индикатор режима работы ГРАМ;
- вычисляемые параметры:
  - текущие верхнее и нижнее ограничение ГЭС по мощности;
  - резервы на загрузку и разгрузку;
  - фактическое отклонение от заданной мощности ГЭС;
  - выработка на текущий момент;

- фактическое отклонение от расчетной выработки;

– область "Формирование задания ГЭС";

– область "Плановое задание";

– область "Диспетчерская команда";

– область "ЭВМ";

– область "Первичное регулирование частоты";

– область "ПА";

– мнемознак генераторов с основными параметрами;

– график работы ГЭС за текущие сутки.

8.5.2.3 К основным параметрам ГРАМ относятся:

– суммарное задание активной мощности ГЭС;

– текущая активная мощность ГЭС;

– частота системы.

Основные параметры ГРАМ отображаются увеличенным размером шрифта в левом верхнем углу мнемосхемы.

8.5.2.4 В рамках области "Формирование задания ГЭС" объединены составляющие суммарного задания мощности ГЭС, а также основные параметры системы ГРАМ, влияющие на их формирование:

– плановое задание мощности ГЭС;

– коррекция планового задания мощности ГЭС;

– мощность, сформированная блоком диспетчерской команды;

– задание вторичной мощности;

– мощность, сформированная блоком ПА;

– величина ОПРЧ;

– величина НПРЧ;

– заданная частота;

– измеренная частота ГЭС;

– минимальное и максимальное возможные значения мощности ГЭС;

– активная мощность ГЭС;

– фактическое рассогласование суммарного задания мощности ГЭС и текущей активной мощности ГЭС.

8.5.2.5 Область "Плановое задание" содержит индикацию:

– состояния автоматического ведения планового графика (включен/отключен);

– состояние автоматического ввода планового графика, полученного по каналам связи с ЦС (ЦКС) АРЧМ (включен/отключен);

– плановое задание мощности;

– коррекция планового задания мощности.

Доступны для ввода:

– плановое задание мощности (при отключенном автоматическом ведении графика);

– коррекция планового задания.

8.5.2.6 Область "Диспетчерская команда" содержат индикацию:

– состояние автоматического ввода диспетчерской команды (включен/отключен);

– полученная от диспетчера СО ЕЭС диспетчерская команда;

– принятая оператором диспетчерская команда;

– выполняющаяся диспетчерская команда.

8.5.2.7 Область "ЗВМ" содержит индикацию:

– режима работы ЗВМ (централизованный, предварительно-централизованный, местный);

– блокировки ЗВМ;

– мощность ЗВМ на выходе.

– верхнее оперативное ограничение выхода ЗВМ;

– нижнее оперативное ограничение выхода ЗВМ.

8.5.2.8 Область "Первичное регулирование частоты" содержит информацию:

– текущая частота сети;

– расчетная величина первичного регулирования (ОПРЧ и НПРЧ).

8.5.2.9 Область "ПА" содержит индикацию срабатывания сигналов ПА и кнопку деблокировки ПА.

8.5.2.10 На основной мнемосхеме ГРАМ рядом с мнемознаком генератора индицируются:

– значение и гистограмма текущей мощности ГА;

– значение и гистограмма задания мощности ГА;

– гистограмма ограничений ГА в соответствии с зонами разрешенной работы;

– гистограмма текущих ограничений ГА (с учетом текущей зоны разрешенной работы ГА и оперативных ограничений ГА);

– режим работы ГА в ГРАМ (группа, индивидуальное управление, ремонт);

– готовность ГА к групповому регулированию.

8.5.2.11 График работы ГЭС за текущие сутки содержит:

– реквизиты текущего ПГ:
  - идентификатор ГОУ;
  - дату действия ПГ;
  - уникальный идентификатор ПГ;
– плановый график мощности ГЭС (при включенном режиме автоматического ведения графика);
– график активной мощности ГЭС;
– график задания активной мощности ГЭС;
– график минимального ограничения мощности ГЭС;
– график максимального ограничения мощности ГЭС.

График работы ГЭС за текущие сутки располагается в центре мнемосхемы.

8.5.2.12 Открывается вспомогательное окно управления соответствующего функционального блока (с возможностью просмотра параметров настройки) системы ГРАМ при нажатии на:

– заголовок области режима работы ГРАМ;
– заголовок области планового задания мощности;
– заголовок области ЗВМ;
– заголовок области первичного регулирования частоты;
– заголовок области диспетчерской команды;
– мнемознак каждого ГА.

8.5.2.13 Внешний вид вспомогательных окон системы ГРАМ приведен в документе 109967914.25290.025.С9 "Чертежи видеокадров ГРАМ на АРМ ВУ" на листе 2.

8.5.3 Информационное наполнение мнемосхемы ГРАМ (наработки)

8.5.3.1 Типовая компоновка мнемосхемы ГРАМ для отображения наработок системы в разных режимах соответствует документу 109967914.25290.025.С9 "Чертежи видеокадров ГРАМ на АРМ ВУ" и должна уточняться на этапе проектирования конкретного ГРАМ.

8.5.3.2 На мнемосхеме изображены параметры наработки системы ГРАМ в разных режимах работы. Перечень параметров наработки приведен в пункте 8.1.20.

8.5.4 Информационное наполнение мнемосхемы трендов контроля выработки

8.5.4.1 Типовая компоновка мнемосхемы ГРАМ для отображения трендов соответствует документу 109967914.25290.025.С9 "Чертежи видеокадров ГРАМ на АРМ ВУ" и должна уточняться на этапе проектирования конкретного ГРАМ.

8.5.4.2 На мнемосхеме изображены:

– область для вывода трендов:
  - задание мощности по плановому графику;
  - задание мощности с учетом действующей ДК;
  - суммарное задание мощности ГЭС;
  - текущее суммарной мощности ГЭС;
  - задание вторичной мощности от ЗВМ;
  - величина первичной мощности;
  - ручная коррекции задания мощности;
– параметры для контроля выполнения задания ГРАМ:
  - фактическое отклонение от заданной мощности ГЭС (в единицах измерения мегаватты, проценты от текущей мощности, проценты от располагаемой мощности);
  - резервы на загрузку и разгрузку (текущие и заданные значения);
  - выработка на текущий момент (текущая выработка и отклонение текущей выработки от расчетной).

8.5.4.3 Тренды выводятся во временном диапазоне текущего часа. Разрешение выводимого на экран тренда не хуже 5 сек.

8.5.5 Информационное наполнение мнемосхемы диагностики ГРАМ

8.5.5.1 Типовая компоновка мнемосхемы диагностики ГРАМ соответствует документу 109967914.25290.025.С9 "Чертежи видеокадров ГРАМ на АРМ ВУ" и должна уточняться на этапе проектирования конкретного ГРАМ.

8.5.5.2 На мнемосхеме "Диагностика" изображены:

– упрощенная структурная схема ГРАМ;
– диагностические сигналы программно–технического комплекса ГРАМ.

8.5.5.3 Структурная схема содержит мнемознаки следующего оборудования:

– контроллеров;
– сетевых коммутаторов;
– панелей оператора;
– станций распределенной периферии;
– модулей ввода/вывода;
– ЦС (ЦКС) АРЧМ;
– АРЧМ ГА;
– измерителей электрических величин;

– связей между перечисленными выше элементами.

8.5.5.4 Мнемознаки оборудования на мнемосхеме сгруппированы согласно их расположению в шкафах ПТК ГРАМ.

8.6 Решения по визуализации информации на ОП

8.6.1 Решения по визуализации информации на ОП системы ГРАМ описаны в документах базовой нормативно-справочной информации для проектирования автоматизированных систем технологического управления ГЭС и ГАЭС ПАО "РусГидро" (документ 21272487.425890.005.С9 "ТПР НСИ СТУ. Типовые видеокадры ЧМИ СТУ", раздел 6):

– типовые элементы мнемосхем (область меню, область сообщений и пр.);

– навигация по мнемосхемам;

– отображение трендов;

– содержание и отображение журнала сообщений.

Решения по визуализации информации на ОП системы ГРАМ описаны в СТО РусГидро "АСУТП. Типовой перечень сигналов, регистрация, архивирование, отображение технологической информации. Типовые формы. Нормы и требования":

– изображение типовых элементов мнемосхемы (аналоговых измерений, дискретных индикаторов, выключателей, разъединителей, генераторов, прочих элементы электрических и технологических схем);

– требования к разрядности аналоговых показаний;

– требования к единицам измерения аналоговых показаний.

8.7 Информационное наполнение типовых графических форм отображения информации ОП

8.7.1 Общее описание

8.7.1.1 Область меню выводится на экран операторской панели независимо от того какая мнемосхема активна.

8.7.1.2 Мнемосхемы, выводимые на экраны ОП, предусматривают достаточное количество уровней детализации, с которых возможно производить управление.

Типовой состав мнемосхем, предусмотренный на операторских панелях ГРАМ, представлены ниже (Таблица 8.2) и должен уточняться на этапе проектирования конкретного ГРАМ.

Таблица 8.2 – Перечень мнемосхем ОП ГРАМ

№	Название мнемосхемы	Возможность разделения	Возможность объединения
1	ГРАМ (основные параметры)		+
2	Задание мощности ГЭС		+
3	Гидроагрегаты	+	
4	Управление режимом ГА		
5	Плановое задание		
6	ЗВМ		+
7	Регулирование частоты		+
9	Диагностика		
10	Журнал сообщений		

В колонке "возможность разделения" отмечены те мнемосхемы, которые допускается разделить на несколько мнемосхем, если в рамках одной мнемосхемы размещение графических элементов невозможно или, при их размещении на одной мнемосхеме, значительно затрудняет восприятие информации. Например, мнемосхему "Гидроагрегаты" допускается разделить на несколько мнемосхем при большом количестве гидроагрегатов.

В колонке "возможность объединения" отмечены те мнемосхемы, содержание которых допускается отображать на других мнемосхемах, если это не приведет к затруднению восприятия информации. Например, допускается объединение элементов мнемосхем "ГРАМ (основные параметры)" и "Задание мощности ГЭС".

8.7.1.3 При наличии в ГРАМ нескольких групп регулирования мнемосхемы №№ 1-7 (Таблица 8.2) реализуются отдельно для каждой группы регулирования.

В этом случае следует использовать иерархическое построение навигации по мнемосхемам с двумя уровнями иерархии: на первом уровне осуществляется переключение между группами регулирования, на втором уровне переключение между мнемосхемами №№ 1-7 выбранной группы. Общесистемные мнемосхемы ("Диагностика" и "Журнал сообщений") остаются на первом уровне иерархии.

Пример реализации приведен в документе 109967914.25290.025.С9.02 "Чертежи видеокадров ОП".

8.7.1.4 С экранных форм ОП реализуется ввод параметро, относящихся к оперативному управлению режимом ГРАМ (под учетной записью оперативного персонала), а также ввод параметров настройки ГРАМ (под учетной записью обслуживающего персонала).

8.7.1.5 Параметры настройка ГРАМ на панели оператора выводятся непосредственно на мнемосхемах, приведенных в пункте 8.7.1.2 (в соответствии с описанием настоящего раздела), или допускается выносить на дополнительные мнемосхемы параметров настройки.

8.7.2 Требования к информационному наполнению мнемосхемы "ГРАМ (основные параметры)"

8.7.2.1 Типовая компоновка основной мнемосхемы ГРАМ соответствует документу 109967914.25290.025.С9.02 "Чертежи видеокадров ОП" и должна уточняться на этапе проектирования конкретного ГРАМ.

8.7.2.2 На мнемосхему выдается информация, обеспечивающая отображение в цифровом виде следующих текущих значений основных параметров ГРАМ:

– суммарное задание активной мощности ГЭС и все составляющие, участвующие в формировании суммарного задания ГЭС:
  - плановое задание мощности ГЭС;
  - коррекция планового задания мощности ГЭС;
  - задание вторичной мощности;
  - мощность, сформированная блоком ПА;
  - величина ОПРЧ/НПРЧ;
  - заданная частота;
  - измеренная частота ГЭС;
  - минимальное и максимальное возможные значения мощности ГЭС;
  - активная мощность ГЭС;
  - фактическое рассогласование суммарного задания мощности ГЭС и текущей активной мощности ГЭС;
– режим работы ЦР ГРАМ и ключи управления режимом ЦР ГРАМ (включение/отключение);
– основные расчетные параметры:
  - максимальное и минимальное текущие ограничения задания активной мощности ГЭС;
  - резерв ГЭС на загрузку и разгрузку;
  - фактическое отклонение от заданной мощности ГЭС;
  - текущая выработка с начала часа;
  - фактическое отклонение от расчетной выработки;
– измеренная частота в системе.

8.7.2.3 Доступные для ввода элементы мнемосхемы:

– задание плановой мощности (доступен для ввода только при отключенном автоматическом ведении планового графика);

– коррекция планового задания (в нормальном режиме работы ГЭС всегда должен быть равен 0,0);

– кнопки включения и отключения ЦР ГРАМ (переключение виртуального ключа режима работы ГРАМ).

8.7.3 Требования к информационному наполнению мнемосхемы "Задание мощности ГЭС"

8.7.3.1 Типовая компоновка мнемосхемы задания активной мощности ГЭС соответствует документу 109967914.25290.025.С9.02 "Чертежи видеокадров ОП" и должна уточняться на этапе проектирования конкретного ГРАМ.

8.7.3.2 С помощью мнемосхемы задания мощности ГЭС осуществляется контроль и управление блоками, участвующими в формировании задания ГЭС.

8.7.3.3 Мнемосхема содержит следующие элементы:

– суммарное задание активной мощности ГЭС;

– текущая активная мощность ГЭС;

– плановое задание:

- состояние ключа автоматического исполнения ПГ и ДК;
- состояние ключа автоматического ввода ПГ;
- плановое задание ГЭС;
- коррекция планового задания ГЭС;

– ЗВМ:

- индикация режима работы ЗВМ;
- индикация блокировки ЗВМ;
- мощность на входе ЗВМ;
- мощность на выходе ЗВМ;
- верхнее оперативное ограничение выхода ЗВМ;
- нижнее оперативное ограничение выхода ЗВМ;
- индикацию состояния каналов связи с ЦС (ЦКС) АРЧМ;

– регулирование частоты:

- задание частоты (50,0 Гц);
- измеренную частоту сети;
- выход АРЧ;
- величина ОПРЧ/НПРЧ;

– диспетчерские команды:
  - индикацию автоматического приема ДК;
  - новую полученную диспетчерскую команду;
  - кнопки "Принять" и "Отклонить" новую ДК;
  - принятую оператором ДК;
  - выполняющуюся ДК;
– ПА:
  - сигналы ПА;
  - кнопку деблокировки действия ПА.

8.7.3.4 Доступные для ввода элементы мнемосхемы:

– плановое задание мощности ГЭС (доступен для ввода только при отключенном автоматическом ведении планового графика);

– коррекция планового задания (в нормальном режиме работы ГЭС всегда должен быть равен 0,0);

– кнопки "Принять" и "Отклонить" новую ДК;

– кнопка деблокировки действия ПА.

8.7.4 Требования к информационному наполнению мнемосхемы "Гидроагрегаты"

8.7.4.1 Типовая компоновка мнемосхемы гидроагрегатов соответствует документу 109967914.25290.025.С9.02 "Чертежи видеокадров ОП" и должна уточняться на этапе проектирования конкретного ГРАМ.

8.7.4.2 На мнемосхеме изображаются мнемознаки гидроагрегатов с основными параметрами работы ГА:

– индикатором готовности к групповому режиму;

– индикатор текущего режима ГА в ГРАМ (групповой режим, индивидуальный режим, ремонт, работа на выделенную сеть);

– мнемознак генератора с гистограммами:
  - текущая мощность ГА;
  - задание ГА от ГРАМ;
  - зон разрешенной работы ГА;
  - текущей зоны разрешенной работы ГА.

8.7.4.3 Нажатие на мнемознаке генератора открывает мнемосхему управления и настройки ГА.

8.7.5 Требования к информационному наполнению мнемосхемы "Управление режимом ГА"

8.7.5.1 Типовая компоновка мнемосхемы ГА соответствует документу 109967914.25290.025.С9.02 "Чертежи видеокадров ОП" и должна уточняться на этапе проектирования конкретного ГРАМ.

8.7.5.2 На мнемосхеме отображаются все индивидуальные для ГА параметры и элементы управления:

- мнемознак ГА с гистограммами:
  - текущая мощность ГА;
  - задание ГА от ГРАМ;
  - зон разрешенной работы ГА;
  - текущей зоны разрешенной работы ГА;
- кнопки управления переводом ГА между зонами разрешенной работы (при наличии нескольких зон разрешенной работы);
- индикатор текущего режима работы ГА в ГРАМ;
- индикацию положения аппаратного ключа режима ГА в ГРАМ (групповое управление);
- кнопки включения и отключения виртуального ключа режима работы ГА в ГРАМ (групповое управление включено/отключено);
- индикатор положения аппаратного ключа режима ГА в ГРАМ (ремонт ГА);
- задание активной мощности ГА от ГРАМ;
- текущая активная мощность ГА;
- частота генератора;
- частотная коррекция ОПРЧ и НПРЧ, сформированная АРЧМ ГА;
- резервы на загрузку и разгрузку для ГА;
- верхние и нижние технологические ограничения по всем зонам разрешенной работы ГА;
- верхнее и нижнее оперативные ограничения мощности ГА;
- уставки ГА:
  - номинальная мощность ГА;
  - скорость загрузки ГА;
  - скорость разгрузки ГА;
  - допустимое рассогласование по активной мощности;
  - время контроля выполнения задания;

- приоритет управления.

8.7.5.3 Доступные для ввода элементы мнемосхемы:

– кнопки включения и отключения группового режима ГА;

– кнопки включения и отключения режима ремонта ГА;

– кнопки включения и отключения режима работы ГА на выделенную сеть;

– оперативные ограничения ГА по мощности (верхнее и нижнее);

– все уставки ГА.

8.7.6 Требования к информационному наполнению мнемосхемы "Плановое задание"

8.7.6.1 Типовая компоновка мнемосхемы планового задания соответствует документу 109967914.25290.025.С9.02 "Чертежи видеокадров ОП" и должна уточняться на этапе проектирования конкретного ГРАМ.

8.7.6.2 На мнемосхеме отображаются все параметры и элементы управления планового задания ГЭС:

– задание плановой мощности ГЭС;

– коррекция плановой мощности ГЭС;

– кнопки включения и отключения автоматического исполнения ПГ и ДК;

– индикатор готовности ГРАМ к получению ПГ;

– индикатор готовности СДПМ к отдаче ПГ;

– кнопки включения и отключения автоматического ввода ПГ от СДПМ;

– кнопка внеочередного запроса ПГ от СДПМ;

– реквизиты ПГ:

- идентификатор ГОУ;
- дату действия ПГ;
- уникальный идентификатор ПГ;

– значения задания плановой мощности по графику (48 значений);

– уставка скорости изменения мощности от ключа ГРАМ "больше/меньше" управления мощностью группы.

8.7.6.3 При включенном автоматическом вводе ПГ предусмотрена возможность графического представления ПГ. При отключенном автоматическом вводе ПГ графическое представление ПГ не доступно.

8.7.6.4 Доступные для ввода элементы мнемосхемы:

– задание плановой мощности (доступен для ввода только при отключенном автоматическом ведении планового графика);

– коррекция планового задания (в нормальном режиме работы ГЭС всегда должен быть равен 0,0);

– кнопки включения и отключения автоматического исполнения ПГ и ДК;

– кнопки включения и отключения автоматического ввода ПГ от СДПМ;

– кнопку внеочередного запроса ПГ от СДПМ;

– значения задания плановой мощности по графику (доступно только значение плановой мощности точки ПГ, ближайшей за текущим периодом, при условии отключенного автоматического ввода ПГ от СДПМ);

– уставка скорости изменения мощности от ключа ГРАМ.

8.7.7 Требования к информационному наполнению мнемосхемы "ЗВМ"

8.7.7.1 Типовая компоновка мнемосхемы ЗВМ соответствует документу 109967914.25290.025.С9.02 "Чертежи видеокадров ОП" и должна уточняться на этапе проектирования конкретного ГРАМ.

8.7.7.2 На мнемосхеме отображаются все параметры и элементы управления ЗВМ:

– индикатор режима работы ЗВМ;

– кнопки включения и отключения ЗВМ (включить/отключить предварительно-централизованный режим);

– индикатор блокировки ЗВМ;

– вход ЗВМ (полученное значение ЗВМ по каналам связи с ЦС (ЦКС) АРЧМ);

– индикатор скачка ЗВМ;

– выход ЗВМ;

– кнопки включения и отключения выхода ЗВМ (при отключенном выходе значение мощности ЗВМ не учитывается при формировании суммарного задания мощности, используется в тестовых режимах);

– индикацию состояния каналов связи с ЦС (ЦКС) АРЧМ;

– уставки ЗВМ:

- задержка времени на отключение блокировки ЗВМ;
- максимальная величина изменения ЗВМ (для определения скачка задания ЗВМ);
- максимальная величина задания ЗВМ;
- минимальная величина задания ЗВМ;
- верхнее оперативное ограничение ЗВМ;
- нижнее оперативное ограничение ЗВМ;
- допустимая задержка данных в каналах связи с ЦС (ЦКС) АРЧМ.

8.7.7.3 Доступные для ввода элементы мнемосхемы:

– кнопки включения и отключения ЗВМ (включить/отключить предварительно-централизованный режим);

– кнопки включения и отключения выхода ЗВМ;

– верхнее оперативное ограничение ЗВМ;

– нижнее оперативное ограничение ЗВМ;

– все уставки ЗВМ.

8.7.8 Требования к информационному наполнению мнемосхемы "Регулирование частоты"

8.7.8.1 Типовая компоновка мнемосхемы регулятора частоты соответствует документу 109967914.25290.025.С9.02 "Чертежи видеокадров ОП" и должна уточняться на этапе проектирования конкретного ГРАМ.

8.7.8.2 На мнемосхеме отображаются все параметры и элементы управления регулированием частоты:

– задание частоты (50,0 Гц);

– частота в системе;

– выход АРЧ;

– величина ОПРЧ/НПРЧ;

– измерения частоты на системах шин (для каждой точки измерения);

– индикаторы исправности измерителей частоты;

– индикатор рассогласования между каналами измерения частоты;

– уставки автоматического регулятора частоты:

  - "мертвой полосы" по частоте;
  - коэффициент частота-мощность
  - время интегрирования.

8.7.8.3 Доступные для ввода элементы мнемосхемы:

– все уставки регулятора частоты.

8.7.9 Требования к информационному наполнению мнемосхемы "Диагностика"

8.7.9.1 Типовая компоновка мнемосхемы диагностики ГРАМ соответствует документу 109967914.25290.025.С9.02 "Чертежи видеокадров ОП" и должна уточняться на этапе проектирования конкретного ГРАМ.

8.7.9.2 На мнемосхеме "Диагностика" изображены:

– упрощенная структурная схема ГРАМ;

– диагностические сигналы программно–технического комплекса ГРАМ.

8.7.9.3 Структурная схема содержит мнемознаки следующего оборудования:

– контроллеров;
– сетевых коммутаторов;
– панелей оператора;
– станций распределенной периферии;
– модулей ввода/вывода;
– ЦС (ЦКС) АРЧМ;
– АРЧМ ГА;
– измерителей электрических величин;
– связей между перечисленными выше элементами;
– связей с ВУ АСУТП ГЭС.

8.7.9.4 Мнемознаки оборудования на мнемосхеме сгруппированы согласно их расположению в шкафах ПТК ГРАМ.

8.8 Решения по сохранности информации при аварийных ситуациях

8.8.1 Решения по сохранности информации для ВУ АСУТП ГЭС

8.8.1.1 При полном снятии напряжения с оборудования ВУ АСУТП ГЭС все рабочие программы, актуальные настройки серверного оборудования ВУ АСУТП ГЭС, а также архивы параметров и журналы сообщений сохраняются в течение всего срока службы системы.

8.8.1.2 Для обеспечения сохранности архивов параметров и журналов сообщений при отказах оборудования ВУ АСУТП ГЭС используется резервирование серверного оборудования ВУ АСУТП ГЭС с возможностью синхронизации (докачки) архивов между серверами ВУ АСУТП ГЭС.

8.8.1.3 Для обеспечения восстановления системы при выходе из строя серверного оборудования ВУ АСУТП ГЭС предусмотрены организационные мероприятия:

– хранение комплекта ПО на внешних носителях информации;
– создание резервной копии при каждом изменении проекта ВУ АСУТП ГЭС;
– хранение резервной копии проекта на внешнем носителе информации.

8.8.2 Решения по сохранности информации для контроллеров ГРАМ

8.8.2.1 При полном снятии напряжения с системы ГРАМ все рабочие программы и актуальные настройки системы ГРАМ сохраняются в памяти контроллеров в течение всего срока службы системы.

8.8.2.2 Для обеспечения восстановления системы при выходе из строя контроллера ГРАМ предусмотрены организационные мероприятия:

– создание резервной копии программы и настроек контроллера ГРАМ:

- периодическое;
- при каждом изменении;

– хранение резервной копии программы и настроек контроллера ГРАМ на внешнем носителе информации.

8.8.3 Решения по сохранности информации для операторской панели

8.8.3.1 При полном снятии напряжения с системы ГРАМ все рабочие программы и актуальные настройки операторской панели сохраняются в течение всего срока службы системы.

8.8.3.2 Для обеспечения восстановления системы при выходе из строя операторской панели предусмотрены организационные мероприятия:

– создание резервной копии проекта операторской панели при каждом изменении;

– хранение резервной копии проекта операторской панели на внешнем носителе информации.

9 ТРЕБОВАНИЯ К КВАЛИФИКАЦИИ И ОБУЧЕНИЮ ПЕРСОНАЛА

10.1 К монтажу, эксплуатации и техническому обслуживанию ГРАМ допускаются лица, достигшие 18 лет, имеющие группу допуска по электробезопасности не ниже третьей, удостоверение на право работы на электроустановках до 1000 В, изучившие руководство по эксплуатации ГРАМ и эксплуатационную документацию.

10.2 Персонал, связанный с эксплуатацией ГРАМ, должен пройти специальную подготовку по изучению эксплуатационной документации на ГРАМ и ее компоненты, АРЧМ ГА в достаточном для выполнения своих функций объеме.

10.3 Первичное обучение персонала использованию средств ГРАМ проводит организация – разработчик системы ГРАМ либо иная организация по условиям договора.

10.4 Организация, проводящая первичное обучение, не проводит дополнительное обучение персонала ГЭС по использованию прикладных программ, сред разработки или иному, если такое не предусмотрено договором на создание ГРАМ. При необходимости такого обучения персонал ГЭС необходимо отдельно направлять на курсы повышения квалификации.

10.5 Персонал, участвующий в эксплуатации ГРАМ, делится на следующие категории:

– пользователи системы (оперативный персонал);

– технический обслуживающий персонал, осуществляющий оперативное и неоперативное обслуживание системы;

– ремонтный персонал, осуществляющий ремонт и наладку технических средств системы.

10.6 Перечень обслуживаемого каждым подразделением оборудования с указанием границ обслуживания утвержден техническим руководителем соответствующего энергообъекта или организации.

10.7 Подразделения, обслуживающие ГРАМ, обеспечивают:

– надежную эксплуатацию технических средств, информационного и программного обеспечения ГРАМ;

– представление по требованию и согласно оперативному графику соответствующим подразделениям информации и трендов;

– эффективное использование вычислительной техники в соответствии с действующими нормативами и требованиями документации;

– организацию информационного взаимодействия со смежными системами АСУ;

– разработку нормативных документов, необходимых для функционирования ГРАМ;

– анализ работы ГРАМ, своевременное представление отчетности.

10 ТРЕБОВАНИЯ К ДОКУМЕНТАЦИИ

10.1 Общие требования

10.1.1 Основными этапами выпуска документации системы ГРАМ являются:

– техническое задание (ТЗ);

– технорабочий проект (ТРП);

– исполнительная документация (ИД).

10.1.2 Этапы, выполняемые организациями–участниками работ по созданию документации на систему ГРАМ, устанавливаются в договорах и техническом задании.

10.1.3 На всех этапах проектирования, кроме ТЗ, проект утверждается листом утверждения. К листу утверждения подшивается ведомость проекта.

10.1.4 Перечень документов, выпускаемых для каждого проекта (в зависимости от его объемов и особенностей), а также необходимость разработки конкретных видов документов, определяется настоящим проектом и уточняется в ТЗ, согласовывается и утверждается со стороны заказчика.

10.1.5 Каждый документ имеет уникальный проектный номер, состоящий из номера проекта, кода документа и порядкового номера документа одного типа (при необходимости). Номер проекта присваивается организацией-проектировщиком, код документа выбирается согласно ГОСТ 34.201-89 "Межгосударственный стандарт. Информационная технология. Комплекс стандартов на автоматизированные системы. Виды, комплектность и обозначение документов при создании автоматизированных систем".

10.1.6 Содержание документов соответствует РД 50-34.698-90 "Методические указания. Информационная технология. Комплекс стандартов и руководящих документов на автоматизированные системы. Автоматизированные системы. Требования к содержанию документов".

10.1.7 При выпуске документации системы ГРАМ рекомендуется группировать документы в альбомы.

10.2 Состав документации

10.2.1 ТЗ на систему ГРАМ является основным документом, определяющим требования и порядок создания (развития или модернизации - далее создания) автоматизированной системы, в соответствии с которым проводится разработка и ее приемка при вводе в действие.

10.2.2 При создании системы ГРАМ проектирование осуществляется в одну стадию – технорабочий проект. В состав технорабочего проекта для системы ГРАМ входят:

– общесистемная документация;

– документация технического обеспечения;

– документация информационного обеспечения;

– документация программного обеспечения;

– документация математического обеспечения;

– эксплуатационные документы.

10.2.3 В общесистемную документацию проекта для системы ГРАМ входят:

– ведомость проекта;

– пояснительная записка;

– программа и методика испытаний (компонентов, комплексов технических средств (КТС), подсистем, систем).

10.2.4 В документацию технического обеспечения проекта системы ГРАМ входят:

– сводная ведомость оборудования и материалов;

– схема структурная комплекса технических средств;

– описание комплекса технических средств (КТС) (допускается разделение на несколько документов);

– план расположения оборудования и проводок;

– чертеж установки технических средств;

– спецификации;

– чертежи общего вида;

– схемы принципиальные;

– схемы подключения внешних проводок;

– магистрали информационные;

– кабельный журнал.

10.2.5 В документацию информационного обеспечения проекта для системы ГРАМ входят:

– перечни входных сигналов;

– перечень выходных сигналов;

– описание информационного обеспечения системы;

– формуляр согласования приема/передачи данных между системой ГРАМ ГЭС и ЦС (ЦКС) АРЧМ;

– чертежи видеокадров.

10.2.6 К документации программного обеспечения проекта для системы ГРАМ относится:

– описание используемого программного обеспечения.

10.2.7 К документации математического обеспечения проекта для системы ГРАМ относится:

– описание алгоритмов.

10.2.8 К эксплуатационной документации проекта для системы ГРАМ относятся:

– ведомость эксплуатационных документов;

– паспорта и заводская документация на все элементы поставляемого оборудования (в том числе и на комплектующие);

– формуляр на систему, который будут дополняться после проведения ТО, изменениях, периодической калибровке или поверке средств измерений;

– карта уставок и выдержек времени срабатывания;

– инструкции, методические указания по монтажу, наладке;

– инструкции, методические указания по техническому обслуживанию (ТО) с указанием видов ТО, их периодичности, объемов ТО в чел/час, требований к квалификации персонала, потребности инструментов, запасных частей, расходных материалов для проведения ТО каждого вида;

– документация метрологического обеспечения – сертификаты (копии) об утверждении типа средств измерений (СИ) на применяемые СИ, паспорта применяемых СИ с не истекшим сроком поверки (калибровки), методики поверки или калибровки СИ, измерительных каналов и комплексов в составе системы ГРАМ;

– лицензии на программные средства, действительные на весь срок службы системы ГРАМ;

– руководство по использованию ПО для оператора;

– руководство по использованию ПО для администратора;

– инструкций по эксплуатации для оперативного персонала, в которых отражены необходимые операции по оперативному обслуживанию, выводу в ремонт, вводу в работу системы ГРАМ.

10.2.9 Следующие документы в составе проекта для системы ГРАМ сшиваются отдельно (не в составе альбомов) и согласовываются с СО ЕЭС:

– описание алгоритмов ГРАМ;

– формуляр согласования приема/передачи данных между системой ГРАМ ГЭС и ЦС (ЦКС) АРЧМ.

10.2.10 Документация технорабочего проекта системы ГРАМ оформляется в 4-х экземплярах (кроме паспортов на систему и отдельные изделия и формуляра на систему, которые оформляются в одном экземпляре). Вся документация имеет подписи проектной организации и

подписи согласования со стороны заказчика. Следующие документы имеют дополнительно подписи согласования со стороны СО ЕЭС:

– описание алгоритмов ГРАМ;

– формуляр согласования приема/передачи данных между системой ГРАМ ГЭС и ЦС (ЦКС) АРЧМ.

На документации ставится отметка заказчика о допуске данной документации к выполнению работ по данной документации (штамп "К производству работ").

10.2.11 ИД выпускается после завершения испытаний и пуско-наладочные работ. Для этого в рабочую документацию вносятся изменения по результатам пуско-наладочных работ. Выпускается комплект исполнительной документации для сдачи заказчику. Состав ИД идентичен составу технорабочего проекта.

10.2.12 Все пуско-наладочные либо испытательные работы оформляются протоколами (см. раздел 11 "Мероприятия по подготовке объекта автоматизации к вводу системы в действие").

10.2.13 Каждый электротехнический шкаф комплектуется необходимыми протоколами проверки, а именно:

– протокол электрических испытаний электротехнического шкафа;

– протокол проверки и настройки блоков питания (при их наличии);

– протокол проверки и настройки промежуточных и сигнальных реле (при их наличии);

– протокол проверки расцепителей автоматических выключателей (при наличии автоматических выключателей);

– протокол проверки и настройки оборудования шкафа (например, устройств плавного пуска, опционально).

10.2.14 Требования по метрологическому обеспечению каждого ПТК отдельно указаны заказчиком. Типовой вариант метрологического обеспечения – сертификат калибровки каналов ПТК.

11 МЕРОПРИЯТИЯ ПО ВВОДУ СИСТЕМЫ В ДЕЙСТВИЕ

11.1 Цели мероприятий

11.1.1 Настоящие мероприятия предназначены для определения последовательности этапов работ и мероприятий по созданию и введению в действие системы ГРАМ, проверки соответствия системы ГРАМ требованиям ТЗ, количественных и (или) качественных характеристик системы, выявления и устранения недостатков в действиях системы, в разработанной документации.

11.2 Перечень мероприятий

11.2.1 Перечень мероприятий по вводу системы ГРАМ в действие в соответствии с ГОСТ 34.601-90 "Автоматизированные системы. Стадии создания" включает в себя:

- подготовку объекта автоматизации к вводу системы ГРАМ в действие;
- подготовку персонала;
- комплектацию средствами автоматизации;
- строительно-монтажные работы;
- проведение пуско-наладочных работ системы ГРАМ;
- проведение предварительных испытаний системы ГРАМ;
- опытную эксплуатацию;
- проведение приемочных испытаний.

11.3 Подготовка ГЭС к вводу системы ГРАМ в действие

11.3.1 Проводятся работы по организационной подготовке объекта к вводу системы ГРАМ в действие:

- назначение подразделений и сотрудников со стороны заказчика, ответственных за создание и дальнейшую эксплуатацию системы ГРАМ;
- комплектование подразделений заказчика документацией на систему ГРАМ в соответствии с разделом 10 "Требования к документации".

11.4 Подготовка персонала

11.4.1 Персонал станции, связанный с эксплуатацией и обслуживанием системы ГРАМ, должен изучить:

- инструкции по эксплуатации, входящие в состав документации на систему ГРАМ;
- руководства оператора;

– инструкции по эксплуатации отдельных составных частей и элементов системы ГРАМ, шкафов управления, датчиков и т. п.

11.4.2 Персонал связанный с обслуживанием системы ГРАМ должен пройти обучение на знание элементной базы и функционирования системы ГРАМ (при необходимости) и проверку способности обеспечить функционирование системы ГРАМ.

11.5 Комплектация средствами автоматизации

11.5.1 К моменту начала работ по монтажу оборудования (демонтажу существующего оборудования) системы ГРАМ комплектация оборудования по проекту составляет 100 %.

11.5.2 Оборудование имеет весь комплект документов, предусмотренных договором поставки и действующими нормативными документами.

11.5.3 Все элементы системы ГРАМ подлежащие сертификации, согласно действующим нормативным документам, имеют все необходимые документы и сертификаты.

11.5.4 Средства измерения, применяемые в системе ГРАМ, внесены в государственный реестр средств измерения и имеют все необходимые документы, согласно действующим нормативам.

11.6 Строительно-монтажные работы по созданию системы ГРАМ

11.6.1 Ведение строительно-монтажных работ

11.6.1.1 Перед началом производства работ подрядная организация получает у заказчика один комплект проектной документации, составляется акт передачи проектной документации к выполнению работ.

11.6.1.2 Подрядная организация разрабатывает и утверждает график ведения работ по монтажу (демонтажу при необходимости) системы ГРАМ.

11.6.1.3 Подрядная организация, производящая монтаж оборудования, разрабатывает и согласовывает с заказчиком проект производства работ (ППР).

11.6.1.4 При наличии существующего оборудования монтажная организация разрабатывает и согласует с заказчиком "Программу отключения питания демонтируемого оборудования" и "Программу демонтажа оборудования и кабельных связей демонтируемого оборудования".

11.6.1.5 Выполняются организационные и технические мероприятия по безопасности производства работ (оформление нарядов, производство необходимых отключений со стороны технологического оборудования).

11.6.1.6 Персонал станции, совместно с персоналом подрядчика, производит отключение питания демонтируемого оборудования по утвержденной программе.

11.6.1.7 Подрядная организация производит демонтаж оборудования и кабельных связей по утвержденной программе.

11.6.1.8 Монтаж оборудования производится в соответствии с проектной документацией, выданной в монтаж.

11.6.1.9 Допускается отступление от проектной документации с обязательным согласованием с проектной организацией и заказчиком.

11.6.1.10 Монтаж оборудования производится с соблюдением всех правил и норм.

11.6.1.11 Все работы по монтажу производятся по нарядам, с соблюдением всех мер безопасности.

11.6.2 Приемка оборудования системы ГРАМ из монтажа

11.6.2.1 Все смонтированное оборудование соответствует проектным решениям. Допускается отступление от проектных решений с обязательным согласованием с проектной организацией и заказчиком.

11.6.2.2 Монтаж оборудования системы ГРАМ, датчиков, шкафов управления, исполнительных устройств выполнен в строгом соответствии с действующими нормами и правилами.

11.6.2.3 Для приемки оборудования из монтажа приказом по станции назначается комиссия, состоящая из представителя заказчика, представителя монтажной организации и представителя наладочной организации. При выполнении монтажа и наладки одной организацией допускается наличие одного представителя от данной организации.

11.6.2.4 Для приемки скрытых работ (выполнение можно отследить только при снятых частях оборудования, осмотр которых в собранном виде не представляется возможным) оформляется отдельный протокол для каждого предъявляемого к сдаче оборудования либо комплекса оборудования.

11.6.2.5 Допускается проводить приемку оборудования системы ГРАМ из монтажа поэтапно, с оформлением индивидуальных протоколов.

11.6.2.6 По итогам проверки и наличия протоколов на все оборудование системы ГРАМ составляется акт окончания монтажных работ.

11.7 Проведение пуско-наладочных работ системы ГРАМ

11.7.1 Организация, проводящая наладку оборудования системы ГРАМ, составляет программу пуско-наладочных работ. Программа работ согласуется с персоналом станции Работы по наладке выполняются по данной программе.

11.7.2 По окончании монтажных работ, при наличии акта окончания монтажных работ, наладочная организация инициализирует подачу напряжения питания на все устройства системы

ГРАМ в зависимости от необходимости. Подача напряжения питания производится по программе пуско-наладочных работ персоналом станции совместно с представителями наладочной организации.

11.7.3 По окончании наладочных работ представитель наладочной организации делает запись в соответствующий журнал на ГЭС о готовности системы к испытаниям.

11.8 Проведение предварительных испытаний системы ГРАМ

11.8.1 Организация, производящая наладку, составляет программу. Программа работ согласуется с персоналом станции и СО ЕЭС.

11.8.2 Работы по испытаниям производят по утвержденной программе. При проведении испытаний все несоответствия заявленных функций фиксируются. Несоответствия устраняются с повторным испытанием данных пунктов.

11.8.3 По результатам испытаний формируется протокол испытаний. Протокол фиксирует все не устраненные замечания к системе, порядок и сроки их устранения, подтверждает готовность системы к вводу в опытную эксплуатацию.

11.8.4 Разрешение на перевод в опытную эксплуатацию оформляется приказом по станции, с оформление акта ввода в опытную эксплуатацию.

11.9 Проведение опытной эксплуатации и приемочных испытаний

11.9.1 При проведении опытной эксплуатации эксплуатационный персонал станции обязан вести журнал опытной эксплуатации. В данном журнале фиксируются все неисправности и моменты неправильного функционирования, определяются сроки устранения выявленных замечаний и лица ответственные за устранение.

11.9.2 По истечению срока опытной эксплуатации, после устранения замечаний, составляется акт об окончании опытной эксплуатации. Делается заключение о возможности перевода системы ГРАМ в постоянную эксплуатацию.

11.9.3 При необходимости назначаются приемочные испытания, которые проводятся по программе, согласованной с заказчиком и СО ЕЭС.

11.9.4 Работа завершается оформлением акта о приемке системы ГРАМ в постоянную эксплуатацию.

12 ПЕРЕЧЕНЬ ИСПОЛЬЗОВАННЫХ СОКРАЩЕНИЙ

АЗГ	автоматическая загрузка генераторов
АРМ	автоматизированное рабочее место
АРС	автоматическая разгрузка станции
АРЧМ ГА	автоматический регулятор частоты и мощности гидроагрегата
АСУТП	автоматизированная система управления технологическим процессом
АУВ	автоматика управления выключателем
АЩУ	автоматизированный щит управления
ГА	гидроагрегат
ГОУ	групповой объект управления
ГРАМ	групповой регулятор активной мощности
ГЩУ	главный щит управления
ГЭС	гидроэлектростанция
ДК	диспетчерская команда
ЗВМ	задание вторичной мощности, задатчик вторичной мощности
НПРЧ	нормированное первичное регулирование частоты
ОП	операторская панель
ОПРЧ	общее первичное регулирование частоты
ПА	противоаварийная автоматика
ПГ	плановый график
ПЛК	программно-логический контроллер
ПО	программное обеспечение
ПТК	программно – технический комплекс
РУСА	рациональное управление составом агрегатов (система)
САУ ГА	система автоматического управления гидроагрегатом
СО ЕЭС	Системный оператор Единой энергетической системы
ЦПУ	центральный пульт управления
ЦР	центральный регулятор
ЦС	центральная сигнализация
ЦС АРЧМ	централизованная система автоматического регулирования частоты и перетоков мощности
ЦКС АРЧМ	центральная координирующая система автоматического регулирования частоты и перетоков мощности
ЧМИ	человеко-машинный интерфейс

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	10996791.425290.025.П2	Лист 101

Копировал Формат А4