

**АВТОМАТИЗИРОВАННАЯ
СИСТЕМА УПРАВЛЕНИЯ
РУ 35, 10 и 6 кВ**

на базе программно-технического комплекса «НЕВА»

КРАТКОЕ ТЕХНИЧЕСКОЕ ОПИСАНИЕ

г. Санкт-Петербург

2010 г.

1. ВВЕДЕНИЕ

Предложение по Автоматизированной системе управления РУ 35, 10 и 6 кВ (в дальнейшем АСУ ТПЭ) разработано на основании типового технического задания на систему управления распределительным устройством среднего класса напряжения, которое может быть применено для РУ сетевых и промышленных предприятий.

АСУ ТПЭ построена на базе «Программно-технического комплекса «НЕВА», производимого ЗАО «НПФ «ЭНЕРГОСОЮЗ». Все подсистемы АСУ ТПЭ построены на единой аппаратной и программной платформе.

При разработке системы — при желании заказчика — могут быть учтены требования **приложения №2 Регламента допуска** субъектов оптового рынка к торговой системе оптового рынка электроэнергии: *«Требований к информационному обмену технологической информацией с автоматизированной системой системного оператора».*

Так же, при создании АСУ ТПЭ учтены требования нормативных документов федеральных органов исполнительной власти и других организаций, в частности **«Принципы создания АСУ ТП на подстанциях ЕНЭС»**, (Москва 2003г.), а так же **РД 153-34.1-35.127-2002. «Общие технические требования к программно-техническим комплексам для АСУ ТП тепловых электростанций».** Данный документ применен как наиболее полно, по нашему мнению, соответствующий принципам построения автоматизации на объектах электроэнергетики России.

Предлагаемая АСУ ТПЭ соответствует требованиям *«Правил технической эксплуатации электрических станций и сетей РФ»* (издание 2003 г.), руководящих документов (РД) и распорядительных материалов (СРМ-2000) РАО ЕЭС, а также приказам № 397 *«Об организационно-технических мерах, направленных на повышение уровня оперативно-диспетчерской дисциплины»* (от 20.07. 2000 г.), № 521 *«Об обеспечении сбора данных коммерческого учёта предприятий электроэнергетики, входящих в состав ОАО РАО «ЕЭС России», в рамках подготовки к запуску конкурентного сектора ОРЭ»* (от 08.10.2003 г.).

Программно-технический комплекс «НЕВА» решает все задачи оперативно-диспетчерского управления РУ 35, 10, 6 кВ.

Основные функции, которые могут быть заложены в АСУ ТПЭ РУ 35, 10, 6 кВ:

1. Управление выключателями;
2. Управление разъединителями и заземляющими ножами;
3. Измерение всех электрических параметров РУ;

4. Измерение технологических (неэлектрических) параметров на РУ (температура на улице и в помещении, температура масла в силовых трансформаторах и т.д.);
5. Автоматизация управления РУ:
 - a. однократное трехфазное АПВ на линиях;
 - b. АВР секций;
 - c. АПВ линий;
 - d. АЧР для каждой секции;
 - e. Оперативная блокировка при операциях с выключателями и разъединителями;
 - f. Контроль изоляции сетей 35, 10 и 6 кВ с изолированной нейтралью;
 - g. Групповое управление РПН от внешнего устройства;
 - h. Управление охлаждением трансформаторов;
 - i. Управление пожаротушением трансформаторов;
 - j. Управление работой насосной водоснабжения (если есть).
6. Контроль состояния первичного силового оборудования;
7. Контроль состояния всего оборудования распреустройства, включая микропроцессорные терминалы РЗА, и сигнализация неисправности оборудования или работы защит, противопожарной сигнализации, охранной сигнализации;
8. Регистрация всех событий на РУ с дискретностью 1 мсек.;
9. Измерение электрических величин (согласно требованию ПУЭ гл. 1.6);
10. Регистрация аварийных событий. При необходимости может быть организована передача аварийных в центральную службу (для удаленного объекта), в РДУ (автоматически или по запросу диспетчера энергосистемы).
11. Передача ТИ и ТС Системному Оператору в соответствии с требованиями приказа № 603 РАО «ЕЭС России», в рамках подсистемы СОТИ (Система сбора и обмена технологической информации).

2. ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ ПОСТРОЕНИЯ СИСТЕМЫ

2.1. Структура системы

Структура АСУ ТПЭ обеспечивает возможность вести эксплуатацию электроустановок во всех состояниях самой системы: нормальный режим работы, отказ или ремонт отдельного узла системы. При необходимости все основное оборудование системы может быть дублировано. Не дублируются устройства нижнего уровня по управлению конкретной электроустановкой (ячейкой выключателя, секциями 35, 10 и 6 кВ). Время восстановления этих устройств не превышает 2-х

часов (без учета времени на организацию выполнения работ). Отказ модулей устройства нижнего уровня не приводит к выводу электроустановки из работы.

Все микропроцессорное оборудование системы имеет два источника питания от сети переменного и сети постоянного оперативного тока. Переход с одного источника на другой происходит автоматически и выполнен в составе оборудования АСУ ТПЭ. Ввод переменного оперативного тока может иметь дополнительный источник бесперебойного питания (ИБП).

2.1.1. Технологическая локальная вычислительная сеть

ЛВС АСУ ТПЭ построена по технологии промышленного Ethernet. Технологический сегмент ЛВС может быть выполнен по схеме «кольцо» или «звезда», объединяет активное оборудование АСУ ТПЭ на РУ.

На релейном щите расположен сервер системы (может быть дублированным, может быть установлен на диспетчерском пункте). Имеется возможность установки постоянного АРМа оперативного персонала (инженерная станция) или подключение переносного ПК (ноутбук).

Все основные каналы связи ЛВС АСУ ТПЭ могут быть выполнены оптическими кабелями, выделенными, телефонными или беспроводными линиями связи. Перемычки между панелями, подключение инженерных станций и АРМ выполняются кабелем «витая пара» 5 категории.

В укрупненном варианте АСУ ТПЭ (при обвязке нескольких РУ в единую систему) может быть предусмотрено два основных сервера системы, работающих параллельно. Технические параметры серверов обеспечивают работу системы в течение 1 года без переноса базы данных на сервер архива.

2.1.2. Распределительные устройства и линии (фидеры) 35, 10 и 6 кВ

На каждую секцию 35, 10 и 6 кВ устанавливается отдельный шкаф с контроллером управления ячейками секции, который обеспечивает регистрацию всех событий, сигнализацию, осциллографирование аварийных событий, измерение и управление выключателями вводов секций и фидеров секции. Питание шкафов двойное от сети постоянного оперативного тока 220 В и от сети собственных нужд переменного тока 220 В.

Оперативная информация (ТИ и ТС) диспетчеру о работе оборудования ячейки поступает через контроллер управления. В алгоритме управления контроллера заложены модули автоматического управления (АВР, АПВ, АЧР и т.д.).

При наличии микропроцессорных устройств релейной защиты, имеющих свои информационные линии связи и являющихся одним из основных элементов АСУ ТПЭ,

контроллер управления получает непосредственно от реле защиты информацию на дискретные входы об его состоянии и ведет регистрацию событий. Для этого соединение выполняется через дискретные входы-выходы устройств РЗА и контроллера ячейки либо через порт RS-485 терминала.

2.2. Функционирование системы

2.2.1. ЛВС

Локальная вычислительная сеть одноуровневая, все устройства АСУ ТПЭ имеют интерфейс Ethernet. Многофункциональные микропроцессорные измерительные преобразователи (при их использовании для измерения нормального режима работы электроустановок) подключаются к ЛВС системы через соответствующие преобразователи интерфейса.

Схема сети обеспечивает надежность передачи данных при разрыве отдельных участков линий связи, неисправности и (или) выводе в ремонт отдельных устройств (сетевых коммутаторов, источников питания).

ЛВС сохраняет работоспособность в аварийном режиме работы электроустановок с увеличением уровня электромагнитных помех, и обеспечивает в послеаварийном режиме оперативное управление по восстановлению нормального режима работы электрооборудования.

В сетевых коммутаторах обеспечена возможность конфигурации по подключению устройств в определенные точки системы с блокированием несанкционированного подключения к ЛВС сторонних ПК и иного оборудования.

Для обеспечения своевременности доставки данных и команд управления предусмотрена возможность ограничения трафика отдельных устройств АСУ ТПЭ, обеспечение приоритета связи контроллера с сервером.

Для исключения перегрузки ЛВС в случае зависания одного из активных элементов АСУ ТПЭ, в сетевых коммутаторах реализована «защита от шторма».

2.2.2. Шкафы автоматического управления

В структуре АСУ ТПЭ предусмотрены локальные устройства автоматического управления электроустановками, основным элементом которых является контроллер БРКУ (блок регистрации, контроля и управления «НЕВА»: сертификат об утверждении типа средств измерения RU.C.34.022.A №23468 от 28.03.2006, сертификат соответствия — РОСС RU.ME48.H02231 от 07.06.2007).

Шкафы автоматического управления ША-ХХ.Х составляют основу системы управления распределительных устройств. В них располагается распределенный интеллект автоматического управления и блокировок.



Каждый шкаф может работать самостоятельно, независимо от состояния сети. Серверы системы не участвуют в автоматически выполняемых операциях. Весь алгоритм автоматики (АВР, АПВ и т.д.) сосредоточен в контроллерах шкафов ША. Такая схема позволяет выводить отдельно взятый шкаф ША на профилактическое обслуживание одновременно с выводом в ремонт основного оборудования РУ, которым управляет данный шкаф ША. На дверце шкафа могут располагаться ключи местного управления выключателями, разрешение на управление которыми может выдаваться либо программно диспетчером сети, либо через специальный ключ-замок. В этом случае дистанционное телеуправление с монитора блокируется.

В состав шкафа ША входят основные модули:

- Модуль питания с источником бесперебойного питания,
- Модуль вычислительный БРКУ с программным обеспечением,
- Модуль измерительный в составе: микропроцессорные измерительные преобразователи, аналоговые измерительные преобразователи, преобразователь осциллографирования аварийных параметров,
- Модуль ввода сигналов,
- Модуль управления,
- Модуль сигнализации,
- Модуль РЗА.

Конфигурация отдельных модулей может меняться, в зависимости от назначения шкафа ША. Все составные части модулей являются стандартными промышленными изделиями, находятся в свободной продаже, и могут приобретаться помимо фирмы-разработчика и поставщика программно-технического комплекса.

Основные шкафы автоматики (ША), используемые для построения АСУ ТПЭ РУ 35, 10 и 6 кВ:

- ША-35.1, ША-35.2, ... — Шкаф автоматики управления выключателями секции 35 кВ, конденсаторными батареями, подключенными к данной секции и линиями 35 кВ;

Обеспечивает измерение всех электрических параметров секции 35 кВ, рабочего и резервного вводов, регистрацию событий во всех ячейках секции (функция центральной сигнализации), формирует общий вызывной сигнал при неисправности на секции и запись аварийных файлов (осциллограмм), осуществляет управление выключателями секции.

Контроллер секции обеспечивает:

1. измерение электрических параметров на секции 35 кВ, и на вводных ячейках;
2. осциллографирование аварийных токов в ячейках рабочего и резервного вводов и напряжения на секциях 35 кВ;
3. управление выключателями 35 кВ вводных ячеек, конденсаторных батарей и линий 35 кВ;
4. автоматику управления выключателями 35 кВ: АВР секции с автоматическим восстановлением рабочего питания, АПВ линий 35 кВ и т.д.

Вызывная сигнализация со всех ячеек секций 35 кВ заводится в контроллер индивидуально, который в последующем обеспечивает формирование общего вызывного сигнала на секцию с расшифровкой всей информации в таблице событий ПТК «НЕВА».

- ША-10.1 (6.1), ША-10.2 (6.2), ... — Шкаф автоматики управления выключателями секции 10 кВ (6 кВ), трансформаторами 10/0,4 кВ (6/0,4 кВ) и линиями 10 кВ (6 кВ), подключенными к данной секции, и фидерами 10 кВ (6 кВ) секции;

Обеспечивает измерение всех электрических параметров секции 10 кВ, рабочего и резервного вводов, регистрацию событий во всех ячейках секции (функция центральной сигнализации), формирует общий вызывной сигнал при неисправности на секции и запись аварийных файлов (осциллограмм). Осуществляет управление выключателями секции.

Контроллер секции обеспечивает:

1. измерение электрических параметров секции 10 кВ (6 кВ) на вводных ячейках секции 10 кВ (6 кВ);
2. осциллографирование аварийных токов в ячейках рабочего и резервного вводов и напряжения на секциях 10 кВ (6 кВ);
3. управление выключателями 10 кВ (6 кВ) вводных ячеек и трансформаторов собственных нужд 10/0,4 кВ (6/0,4 кВ), выключателями линий 10 кВ (6 кВ);
4. автоматику управления выключателями 10 кВ (6 кВ): АВР секции с автоматическим восстановлением рабочего питания, АПВ линий 10 кВ (6 кВ) и т.д.

Вызывная сигнализация со всех ячеек секций заводится в контроллер индивидуально, который в последующем обеспечивает формирование общего вызывного сигнала на секцию с расшифровкой всей информации в таблице событий ПТК «НЕВА».

Шкафы ША могут быть выполнены в навесном исполнении (габариты 600x1000x250) мм или в напольном (габариты 800x2000x600) мм — в стойках Ritall двухстороннего обслуживания. В составе системы также могут устанавливаться шкаф сетевого оборудования и сервера времени (600x2000x600) мм и шкаф серверов системы (600x2000x900) мм.

2.2.3. Регистрация аварийных режимов

Регистрация аналоговых сигналов и дискретных событий и пуск осциллографа реализован во всех контроллерах, независимо от их назначения. Запись ведется с дискретностью не менее 1 мс.

Аварийные осциллографы работают в едином информационном пространстве с контроллерами управления.

2.2.4. Серверы системы

Сервер АСУ ТПЭ может в случае необходимости быть дублированным. В таком случае он может иметь два места подключения к разным точкам ЛВС. При этом система сохраняет работоспособность при отделении или отключении от сети одного из серверов. Конфигурация сервера обеспечивает максимальную его живучесть и работоспособность при возникновении неисправности в самом сервере.

Частота процессора не менее 2 ГГц, суммарная емкость зеркальных дисков может быть предусмотрена до 2 Тб и более. Блок питания сервера резервированный с возможностью горячей замены. Система охлаждения и вентиляции резервированная.

Для приема и записи аварийных файлов устанавливаются увеличенные размеры жестких дисков, общей емкостью до 1 Тб и более. Передача информации на диспетчерский щит предприятия с серверов и получение команд управления может осуществляться как в оригинальном протоколе ПТК «НЕВА», так и в принятом международном протоколе стандарта МЭК-870-5-101/104. Возможна параллельная передача данных Системному оператору (при необходимости).

Все шкафы серверов имеют два источника питания, систему контроля и измерения температуры с автоматическим включением вытяжного вентилятора.

Для привязки АСУ ТПЭ к системе единого времени, может быть установлен сервер времени с GPS (или ГЛОНАС) антенной. Точность привязки к единому времени составляет ± 1 мс.

2.2.5. Автоматизированные рабочие места

В общем случае автоматизированные рабочие места делятся на две категории: АРМ с функциями наблюдения и управления и АРМ только с возможностью наблюдения.

Доступ к управлению электроустановками соответствует существующей на предприятии организации управления. При этом обеспечивается полная многоуровневая защита системы от несанкционированного доступа.

Автоматизированные рабочие места АСУ ТПЭ строятся на общепромышленных персональных компьютерах с монитором 19", 20". Технические параметры АРМ обеспечивают одновременную работу прикладного программного обеспечения ПТК «НЕВА», офисных программ и работу с архивами базы данных.

Кроме мониторов, могут устанавливаться экраны общего пользования (плазменные или TFT панели, видеокубы).

2.2.6. Питание

Питание всех активных устройств АСУ ТПЭ резервировано. Шкафы управления электроустановками и шкафы сетевых коммутаторов имеют постоянный оперативный ток от аккумуляторной батареи и резервный переменный оперативный ток от системы собственных нужд РУ (АС+DC). Кроме того, во всех шкафах АСУ ТПЭ установлены источники бесперебойного питания с временем автономной работы не менее 0,5 часа.

Для защиты от помех в питающей сети, применены UPS с двойным преобразованием. UPS в шкафах серверов (с большой нагрузкой) имеют дополнительную батарею.

Схема питания шкафов АСУ ТПЭ обеспечивает надежную работу входящего в его состав оборудования при плановых переключениях и выводах питающих НКУ в ремонт, а так же при аварийном отключении одного или кратковременно всех источников питания.

При отсутствии аккумуляторной батареи на РУ, питание выполняется по схеме АС+АС. В этом случае установка UPS обязательна.

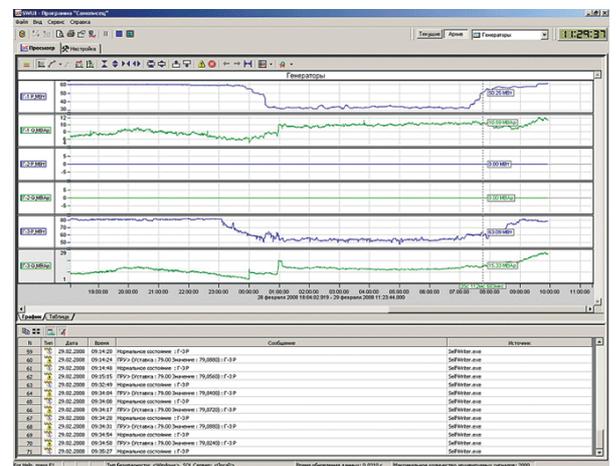
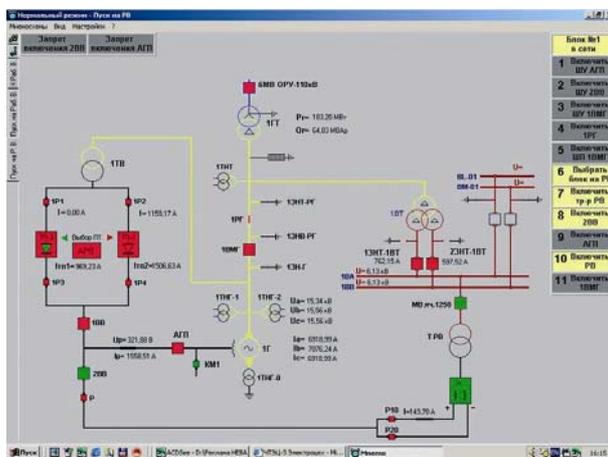
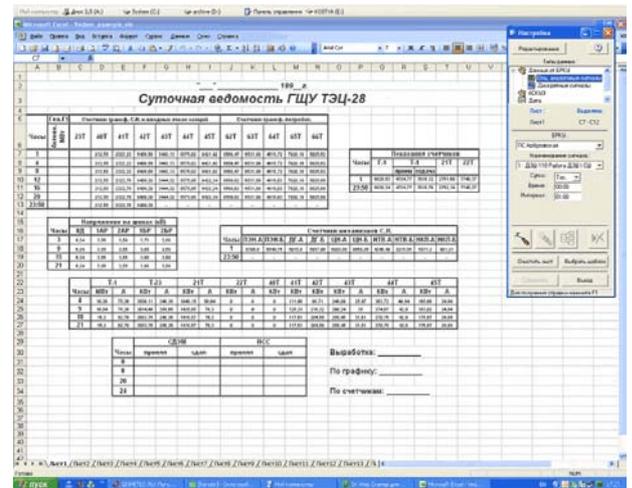
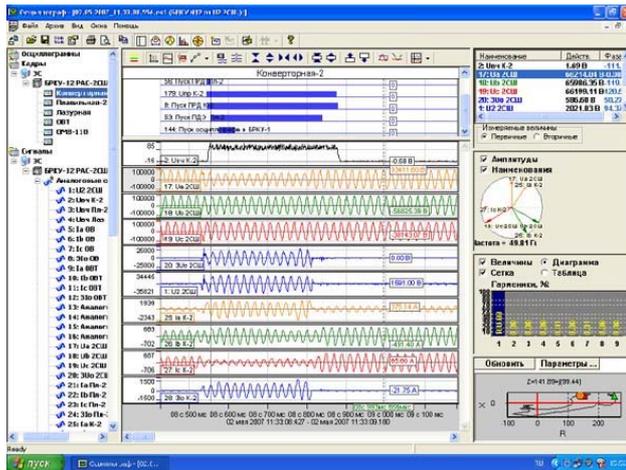
2.2.7. Сигнализация

Все устройства АСУ ТПЭ имеют сигнализацию о неисправности внутри шкафа с выводом сигнала во внешнюю схему (при многоуровневой АСУ ТПЭ — в соседний шкаф, при локальной АСУ ТПЭ — на щит управления). Сигнализация работает независимо от состояния ША и БРКУ, а так же при отказе микропроцессорных устройств и ЛВС.

2.2.8. Программное обеспечение

SCADA-программа обеспечивает:

- Мониторинг состояния РУ в режиме реального времени, прием данных и управление процессом через ЛВС и каналы телемеханики.
- Отображение данных текущего режима на мнемосхеме РУ (предусмотрена возможность ручного переключения элемента на экране с регистрацией, записью в архив событий и передач на диспетчерский щит и системному оператору).
- Просмотр и анализ осциллограмм, автоматически записанных подсистемой регистрации аварийных событий и переходных процессов (РАС).
- Ведение протокола текущих и аварийных событий.
- «Самописец» тепловых и электрических параметров.
- Регистрацию работы устройств защиты и автоматики.
- Учет ресурса работы оборудования.
- Аварийную и предупредительную сигнализацию с возможностью голосового оповещения.
- Работу системы в дублированной сети с возможностью перехода на резервные линии связи в случае разрыва рабочих каналов.
- Горячее резервирование и автоматическое восстановление после сбоя серверов реального времени, осуществляющих сбор данных с ША и БРКУ, которые обеспечивают управление электроустановками.
- Работу с базами данных.
- Ведение суточных ведомостей.
- Возможность стыковки данных АСУ ТПЭ РУ со SCADA-системами других производителей, работающими в составе АСУ предприятия.
- Автоматическое генерирование отчетной документации по режиму работы электроустановок, печать, экспорт в СУБД, публикация в WEB.
- Резервирование архива.
- Контроль качества электроэнергии.



Показатели назначения

Адаптивность АСУ ТПЭ достаточна для достижения установленных целей ее функционирования, как в штатном режиме, так и при отсутствии информации от части входящих в нее ИК.

Выходная техническая и служебная информация одного и того же смыслового содержания сформирована в АСУ ТПЭ однократно, независимо от числа адресатов.

Система имеет программно-технические средства, позволяющие проводить ее переконфигурирование персоналом предприятия без привлечения сотрудников НПФ «ЭНЕРГОСОЮЗ».

Предусмотрена возможность поэтапной реализации всех необходимых функций, интеграция с другими автоматизированными системами.

2.3. Варианты структурных схем АСУ ТПЭ РУ 35, 10 и 6кВ

Структурная схема системы управления принимается окончательно после предпроектного обследования объекта. В зависимости от качества каналов связи РУ с диспетчером, условий эксплуатации и требований надежности к работе системы предлагается несколько типовых вариантов, не отличающихся существенно по стоимости.

Наличие оптических каналов на РУ также определяется после расстановки оборудования на объекте, исходя из условий электромагнитной совместимости.

Общая структурная схема приведена в Приложении 1.

2.3.1. Вариант 1. Без сервера на РУ

Предусматривает наличие дублированных каналов связи. Требования к каналам связи:

- Тип каналов — цифровые, аналоговые.
- Скорость передачи канала связи должна быть не менее 64 Кбит/с.
- Коэффициент готовности по каждому направлению передачи должен быть не ниже 99,5 %, время восстановления не более 5 минут.
- Протокол обмена — TCP/IP.

В состав ПТК на РУ войдут:

- Шкафы автоматики ША;
- Локальная вычислительная сеть;
- Устройства передачи данных — скоростные модемы Ethernet, работающие по четырехпроводной линии или оптическому каналу связи.

В связи с отсутствием сервера на РУ, шкафы автоматики ША оснащаются встроенными накопителями информации HDD диски размером от 80 Гб.

Сервер системы устанавливаются на главном щите управления или на диспетчерском пункте объекта. Все ША и БРКУ работают локально на РУ, система сохраняет работоспособность при полном разрыве связи с сервером. Сохраняется возможность установки АРМ на РУ или подключения ноутбука.

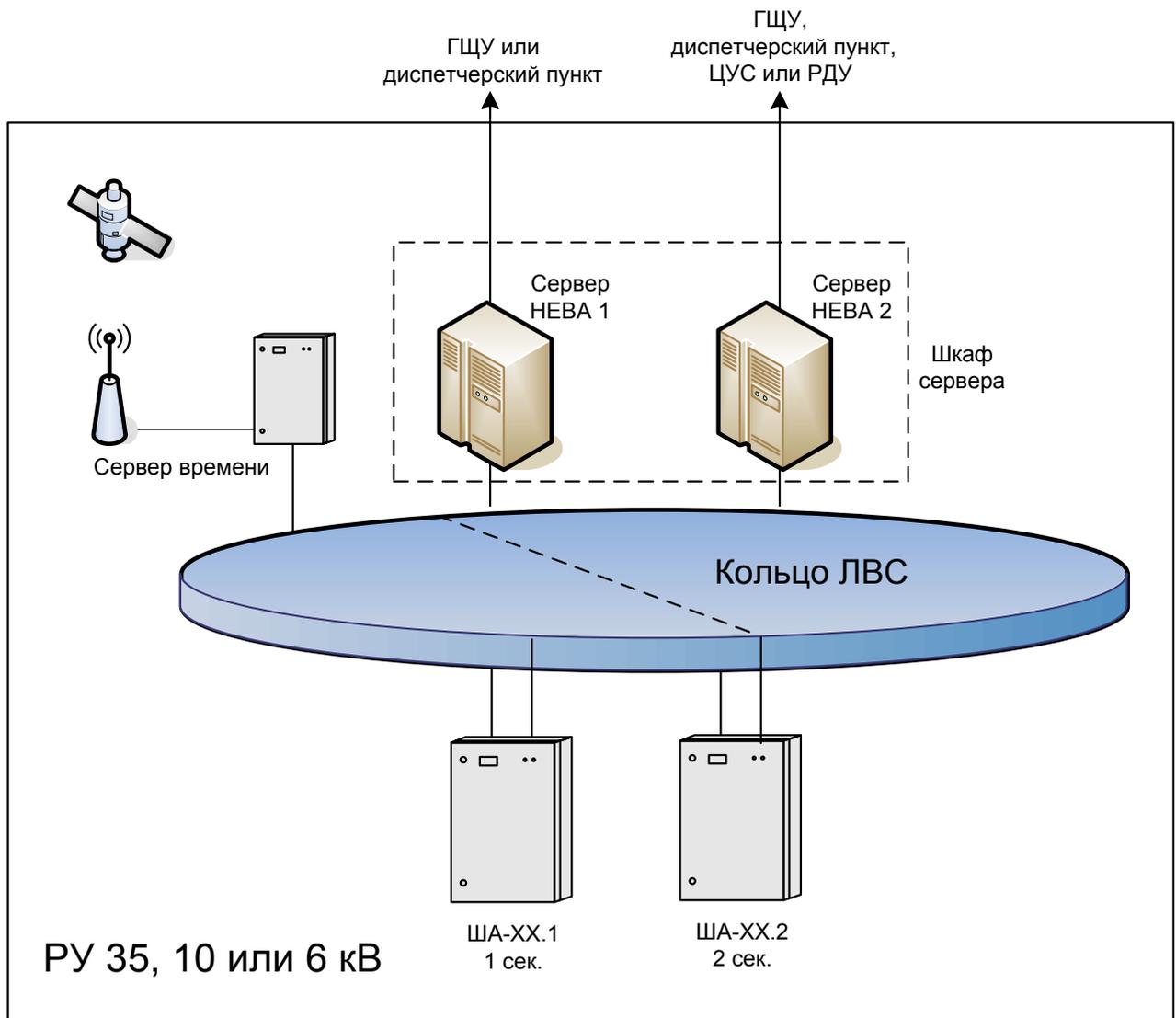
2.3.2. Вариант 2. С сервером на РУ

Решение более предпочтительное, как наиболее надежное как в управлении, так и в плане сохранности информации. В состав ПТК на РУ в таком случае войдут:

- Шкафы автоматики ША;

- Шкаф сервера (или дублированного сервера) системы;
- Локальная вычислительная сеть;
- Устройства передачи данных — скоростные модемы Ethernet, работающие по четырехпроводной линии или оптическому каналу связи, или модемы, работающие на выделенные каналы связи по двухпроводной линии со скоростью от 9,6 Кбит/с.

Технологическая связь между РУ и главным щитом управления или диспетчерским пунктом объекта может выполняться как в фирменном протоколе ПТК «НЕВА», так и в принятом международном протоколе стандарта МЭК-870-5-101/104.



Структурная схема АСУ ТПЭ РУ 35, 10 или 6 кВ