

NaftaProcess[®]

НЕФТЕАВТОМАТИКА 

Архитектура и принципы построения

2025

Содержание

1. Условные обозначения и термины.....	4
1.1. Условные обозначения.....	4
1.2. Перечень терминов и сокращений.....	4
2. Введение.....	9
3. Архитектура РСУ.....	10
4. Контроллер РСУ.....	12
4.1. Среда исполнения контроллера РСУ.....	13
4.2. Библиотека стандартных функциональных блоков.....	14
4.3. Программа-загрузчик.....	14
4.4. Сервис удаленного ввода/вывода.....	14
4.5. Драйвер шины ввода/вывода.....	15
4.6. Драйвер транспортной сети РСУ.....	15
4.7. Буфер сигнализаций.....	15
4.8. База данных конфигурации.....	15
5. Станция оператора.....	16
5.1. Сервер ввода/вывода.....	16
5.2. Среда визуализации.....	16
5.2.1. Отображение мнемосхем.....	16
5.2.2. Журнал событий.....	17
5.2.3. Планшет сигнализаций.....	18
5.2.4. Тренды.....	18
5.3. База данных конфигурации.....	18
5.4. Разграничение доступа.....	18
5.5. Журнал действий оператора.....	19
6. Станция интеграции.....	20
6.1. База данных конфигурации.....	21
6.2. Сервер ввода/вывода.....	21
6.3. Загрузчик конфигурации.....	21
6.4. Драйвер транспортной сети.....	21
6.5. Архиватор сигнализаций.....	21
6.6. Архиватор технологических параметров.....	22

7. Станция инженера.....	23
7.1. Среда разработки.....	23
7.2. Редактор диаграмм.....	24
7.3. Редактор мнемосхем.....	25
7.4. База данных конфигурации.....	25
8. Транспортная сеть РСУ.....	26
8.1. Механизм запрос-ответ.....	26
8.2. Механизм подписка.....	26
9. Веб-станция.....	27
9.1. Веб-клиент.....	28
9.2. Сервер ввода/вывода.....	28
9.3. Веб-сервер.....	28
9.4. OPC UA веб-сервер.....	28

1. Условные обозначения и термины

1.1. Условные обозначения



Внимание:

Помечает информацию, с которой необходимо ознакомиться, чтобы учесть особенности работы какого-либо элемента программного обеспечения.



ОСТОРОЖНО:

Помечает информацию, с которой необходимо ознакомиться, чтобы предотвратить нарушения в работе программного обеспечения либо предотвратить потерю данных.



ОПАСНО:

Помечает информацию, с которой необходимо ознакомиться, чтобы избежать потери контроля над технологическим процессом.

1.2. Перечень терминов и сокращений

Анимация

Динамическая визуализация технологического процесса на мнемосхеме в режиме исполнения.

Атрибут

Атрибут¹ функционального блока - одно из значений, характеризующих функциональный блок, позволяющее задавать его свойства².

¹ Перечень типов данных атрибутов функционального блока описан в разделе **4. Атрибуты функциональных блоков Таблица 2. Типы данных атрибутов функционального блока** документа "Концепция технологического программного обеспечения".

² Базовый набор атрибутов описан в разделе **4.1 Базовый набор атрибутов функционального блока** документа "Концепция технологического программного обеспечения".

Контроллер РСУ

Контроллер распределенной системы управления - узел РСУ, выполняющий технологическую программу. Контроллер РСУ обеспечивает связь технологической программы с объектом управления и вышестоящими узлами РСУ.

Контур

Группа функциональных блоков, связанных между собой как внутри технологической программы контроллера РСУ, так и между контроллерами РСУ в случае удаленного соединения.

Лицевая панель функционального блока

Лицевая панель функционального блока представляет собой программный компонент (окно), вызываемый в режиме исполнения и содержащий параметры функционального блока. Привязка шаблона лицевой панели к типу функционального блока производится при настройке станции оператора³.

Межконтроллерное соединение

Обмен данными между технологическими программами двух контроллеров РСУ.

Мнемосхема

Схематическое отображение технологического процесса посредством среды визуализации на экране станции оператора.

Модуль ввода/вывода

Составная аппаратная часть контроллера РСУ, предназначенная для сопряжения с объектом управления, которая обладает интерфейсами для считывания показаний со средств измерения и/или выдачи управляющего воздействия на исполнительный механизм.

Модуль ЦПУ

Модуль центрального процессорного устройства - составная аппаратная часть контроллера РСУ, предназначенная для выполнения технологической программы, а также коммуникации с другими узлами РСУ.

³ "Руководство по созданию технологического программного обеспечения станции оператора" п. 3.1 Добавление станции оператора в проект.

Окно конфигурации функционального блока

Визуальный компонент конфигурации функционального блока, посредством которого задаются его настройки.

ПО

Программное обеспечение.

Прикладная программа

Программа с пользовательским интерфейсом, предназначенная для выполнения задач пользователя станции инженера и станции оператора.

Проект

Набор данных, который представляет конфигурацию РСУ. Проект хранится на станции инженера в единственном экземпляре.

Распределенная система управления - РСУ

Программно-аппаратный комплекс управления технологическим процессом, характеризующийся распределенной системой ввода-вывода и децентрализацией обработки данных.

Сигнализация

Сообщение о технологическом или системном событии в системе, которое требует внимания оператора или инженера.

Системная программа

Программа, которая обеспечивает исполнение технологической программы и обмен информацией между узлами РСУ.

Системное программное обеспечение - системное ПО

Набор программ, которые обеспечивают функционирование технологических программ в узлах РСУ, а также обмен информацией между этими узлами.

Системный функциональный блок

Функциональный блок, обеспечивающий доступ к аппаратным функциям контроллера РСУ.

Системный цикл

Однократное выполнение технологической программы в среде исполнения контроллера РСУ.

Станция инженера

Узел РСУ, предоставляющий функции конфигурации и диагностики. Включает в себя персональный компьютер и программное обеспечение станции инженера.

Станция интеграции

Узел РСУ, представляющий собой сервер, программное обеспечение которого предназначено для интеграции РСУ в вышестоящие автоматизированные системы предприятия.

Станция оператора

Узел РСУ, который представляет собой программно-аппаратный комплекс системы, включающий в себя персональный компьютер и программное обеспечение станции оператора (ПО станции оператора). Станция оператора выполняет функции визуализации и дистанционного управления технологическим процессом.

Технологическое программное обеспечение

Программное обеспечение, которое выполняется в среде исполнения контроллера РСУ и состоит из связанных между собой в контуры функциональных блоков.

Технологический функциональный блок

Функциональный блок, выполняющий функцию автоматизации.

Транспортная сеть распределенной системы управления - транспортная сеть РСУ

Локальная вычислительная сеть, которая связывает все узлы РСУ между собой.

Узел распределенной системы управления - узел РСУ

Программно-аппаратная составная часть РСУ (контроллер РСУ, станция инженера, станция оператора, станция интеграции, транспортная сеть РСУ), соединенная с другими составными частями РСУ посредством транспортной сети РСУ, и выполняющая конкретные функции.

Функциональный блок

Составная программная часть технологической программы РСУ, которая используется при построении программного обеспечения РСУ. Функциональные блоки подразделяются на технологические и системные.

Функция автоматизации

Алгоритм, применяемый для автоматизированного управления и контроля над производственным технологическим процессом (например, обработка аналогового сигнала, управление задвижкой и т. д.).

OPC UA

Открытый протокол, предназначенный для обмена данными в системах промышленной автоматизации.

2. Введение

Документ "Архитектура и принципы построения" относится к комплексу эксплуатационных документов программного обеспечения распределенной системы управления (ПО РСУ).

Данный документ предназначен для ознакомления пользователей ПО РСУ с принципами построения системы и ее возможностями.

Документ содержит информацию о составных узлах системы и средствах коммуникации между ними.



Внимание: Справочная информация доступна:

- из главного меню командой **Помощь > Справка**;
- по клавише **“F1”**;
- выбором пункта **Справка** из контекстного меню дерева проекта.

3. Архитектура РСУ

РСУ содержит следующий набор программного обеспечения (ПО) составных узлов:

- ПО контроллера РСУ;
- ПО станции оператора;
- ПО станции инженера;
- ПО станции интеграции.

Набор составных узлов ПО РСУ позволяет осуществлять следующие функции:

- автоматизированное управление технологическим процессом;
- дистанционное управление технологическим процессом;
- визуализацию текущего состояния технологического процесса;
- регистрацию изменений параметров технологического процесса, событий и действий оператора;
- предоставление исторической информации в виде трендов и таблиц;
- автоматическое предоставление данных для вышестоящих программных комплексов;
- полный безударный переход на резервный контроллер при выходе из строя основного контроллера;
- конфигурирование и расширение функционала РСУ в течение всего периода эксплуатации без остановки технологического процесса.

Составные узлы РСУ приведены на рисунке 1 *Пример структуры системы автоматизации на базе РСУ*.

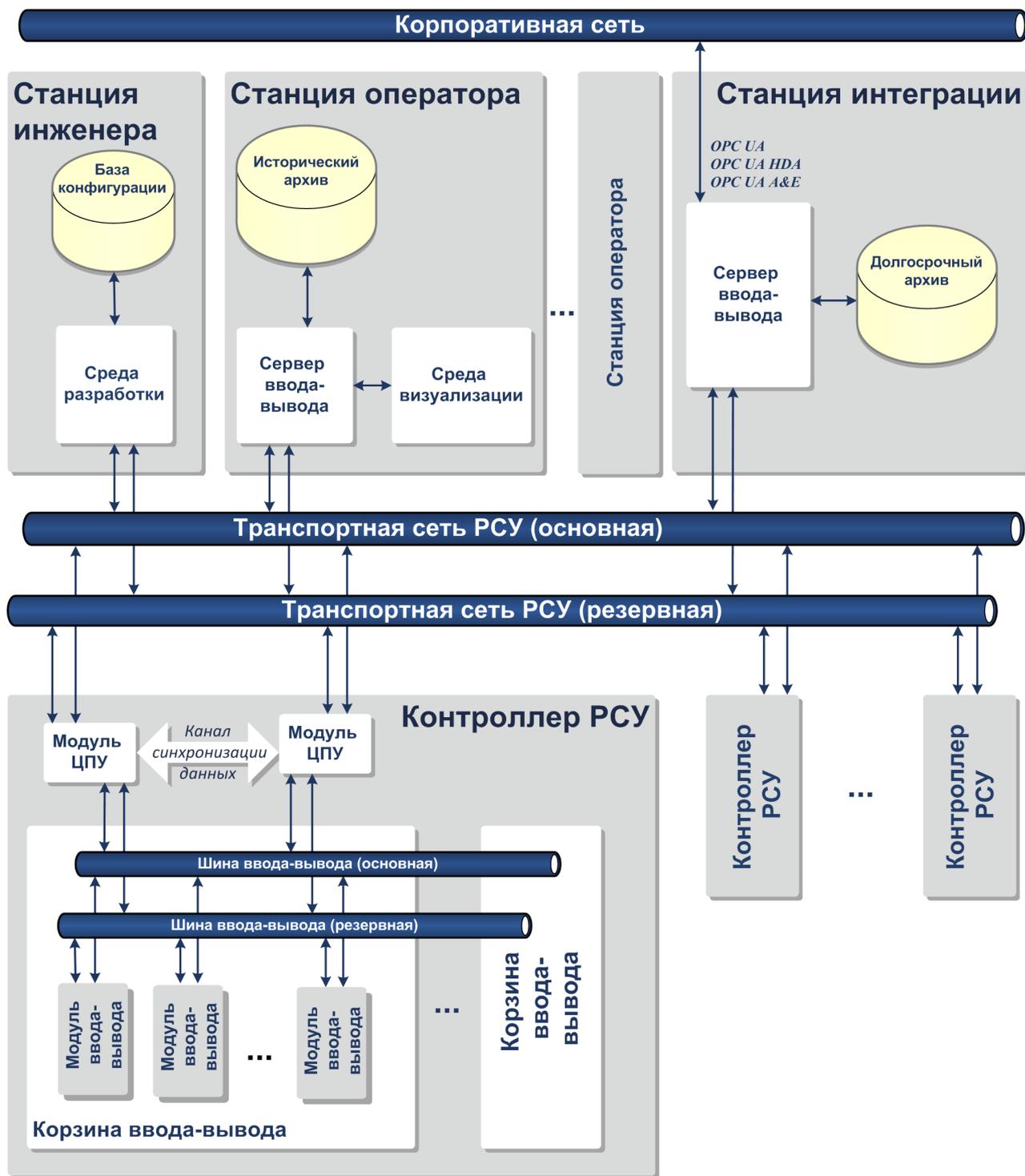


Рисунок 1. Пример структуры системы автоматизации на базе PCSU

4. Контроллер РСУ

Системное ПО контроллера РСУ представляет собой пакет системных программ, который выполняется в модуле ЦПУ контроллера РСУ.

Структурная схема контроллера РСУ приведена на рисунке.

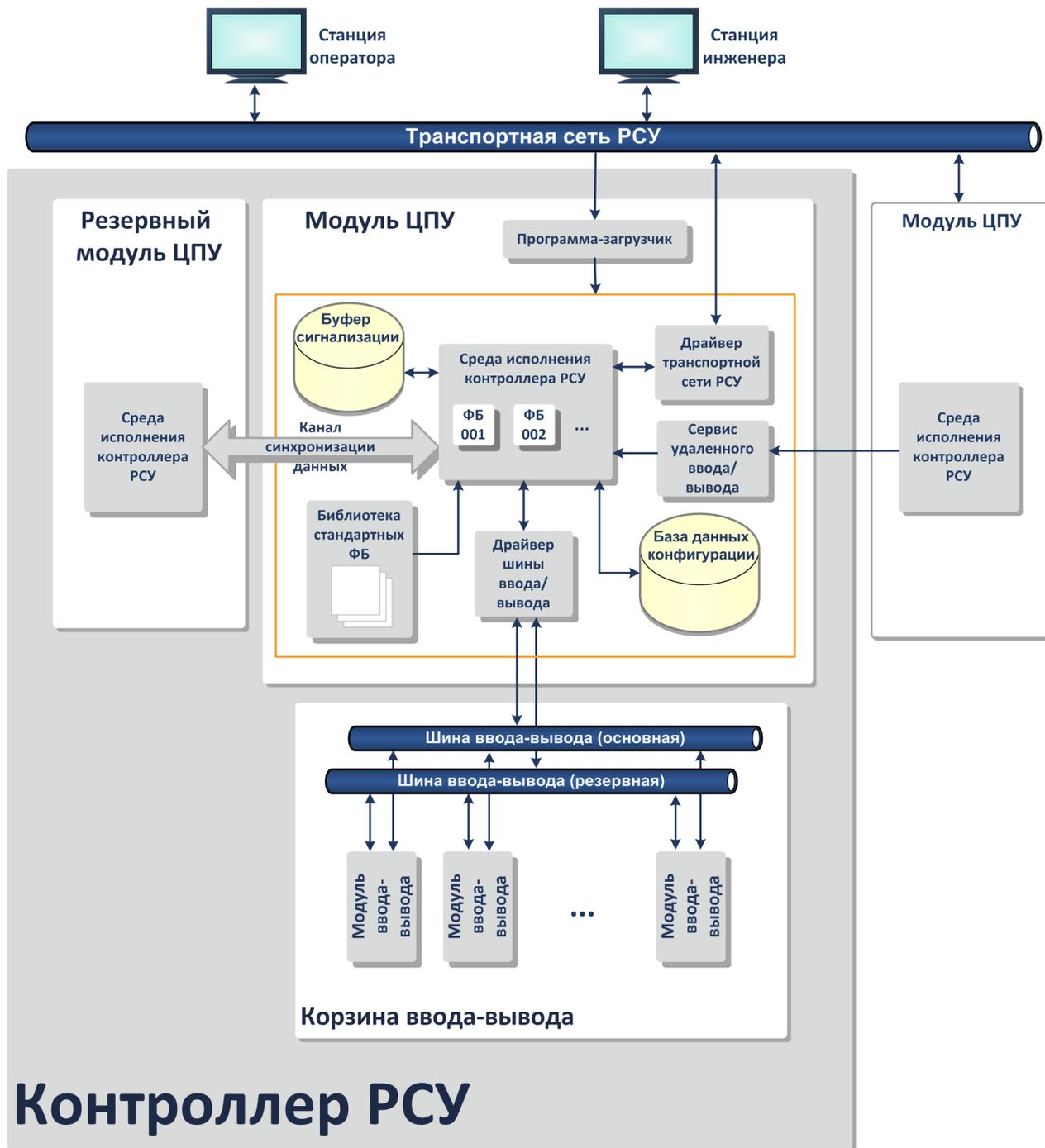


Рисунок 2. Структурная схема контроллера РСУ

Пакет системных программ контроллера РСУ включает в себя:

- среду исполнения контроллера РСУ;
- библиотеку стандартных ФБ;
- программу-загрузчик;
- сервис удаленного ввода/вывода;
- драйвер шины ввода/вывода;
- драйвер транспортной сети РСУ;
- буфер сигнализаций;
- базу данных конфигурации.

Системное ПО контроллера РСУ обеспечивает следующие функции:

- выполнение технологической программы;
- обеспечение доступа к вводу/выводу контроллера РСУ из технологической программы;
- доступ к данным технологической программы и диагностики аппаратной части через транспортную сеть;
- хранение и предоставление информации о событиях и сигнализациях прикладной программы в буфере сигнализаций;
- резервирование ЦПУ контроллера РСУ для защиты системы от сбоев.

4.1. Среда исполнения контроллера РСУ

Среда исполнения контроллера РСУ - это программный сервис, который позволяет осуществлять исполнение технологической программы. Среда исполнения выполняется в модуле ЦПУ.

Резервный модуль ЦПУ синхронизирует свои данные с данными основного модуля ЦПУ в течение системного цикла. Таким образом, резервный модуль ЦПУ имеет копию состояния технологического процесса.

Технологическая программа в контроллере РСУ выполняется циклически.

Один системный цикл включает в себя две части: программную и коммуникационную (см. Рисунок 3 *Системный цикл*).

Программная часть состоит из четырех последовательных фаз, каждая из которых выполняется ФБ определенного типа:

- фаза обновления входных данных. В данной фазе происходит считывание данных с модулей ввода/вывода и перенос этих данных в соответствующие системные ФБ;
- технологическая фаза. В данной фазе выполняется технологическая программа;
- фаза обновления выходных данных. В данной фазе происходит считывание данных из соответствующих системных ФБ и перенос этих данных на модули ввода/вывода.

- фаза обработки системных ФБ.

Коммуникационная часть включает в себя время обмена данными между контроллером РСУ и другими узлами РСУ по транспортной сети РСУ и время синхронизации резервного модуля ЦПУ.



Рисунок 3. Системный цикл

4.2. Библиотека стандартных функциональных блоков

Библиотека стандартных ФБ содержит классы (то есть описания стандартных типов) ФБ и предоставляет их для создания технологической программы.

4.3. Программа-загрузчик

Программа-загрузчик позволяет обновлять системное ПО контроллера РСУ, а также вводить новый контроллер в РСУ NaftaProcess.

4.4. Сервис удаленного ввода/вывода

Сервис удаленного ввода/вывода позволяет осуществлять функцию обеспечения межпроцессорного соединения с удаленными контроллерами РСУ. Доступ

к данным межпроцессорных соединений из технологической программы осуществляется через специальные системные ФБ.

4.5. Драйвер шины ввода/вывода

Драйвер шины ввода/вывода позволяет осуществлять функцию опроса модулей ввода – вывода. Данные модули объединены в резервированную шину ввода/вывода для осуществления связи системных ФБ в контроллере РСУ с объектом управления. Доступ к данным осуществляется через специальные системные ФБ.

4.6. Драйвер транспортной сети РСУ

Драйвер транспортной сети РСУ позволяет осуществлять обмен данными между контроллером РСУ и станцией оператора.

4.7. Буфер сигнализаций

Буфер сигнализаций позволяет обеспечить механизм генерации сигнализаций, представляющих собой набор информации о событии, для извещения пользователей и вышестоящих подсистем о технологических и системных событиях.

Информация о событии хранится в буфере сигнализации до тех пор, пока он не переполнится. Также буфер очищается при перезагрузке контроллера РСУ или в случае потери питания. При переполнении буфера старые сигнализации перезаписываются новыми.

4.8. База данных конфигурации

База данных конфигурации позволяет обеспечить функцию хранения заданной конфигурации контроллера РСУ. Она записывает и хранит атрибуты вновь созданного или измененного ФБ и восстанавливает их после перезагрузки или отключения питания контроллера РСУ.

5. Станция оператора

Станция оператора представляет собой программно-технический комплекс системы, включающий в себя персональный компьютер оператора и программное обеспечение станции оператора (ПО станции оператора).

ПО станции оператора (см. рисунок 4 *Станция оператора*) представляет собой пакет программ, который выполняется на компьютере оператора и обеспечивает следующие функции:

- отображение состояния технологического процесса на мнемосхемах;
- ввод команд и технологических уставок оператором;
- предоставление доступа к событиям и сигнализациям системы;
- отображение исторических и текущих данных в виде временных трендов;
- запись действий оператора в специальный журнал;
- ограничение доступа к отображению данных, настройке и вводу команд.

ПО станции оператора можно разбить на два компонента: сервер ввода/вывода и среду визуализации.

5.1. Сервер ввода/вывода

Сервер ввода/вывода предоставляет доступ к текущим данным контроллера РСУ и истории технологического процесса, используя *Драйвер транспортной сети* (см. п. 6.4), *Архиватор сигнализаций* (см. п. 6.5) и *Архиватор технологических параметров* (см. п. 6.6).

5.2. Среда визуализации

5.2.1. Отображение мнемосхем

Среда визуализации обеспечивает отображение технологического процесса посредством показа мнемосхем на экране станции оператора.

Настройка ФБ в среде визуализации осуществляется посредством таких инструментов, как лицевая панель ФБ и окно конфигурации.

Динамическая визуализация процесса на мнемосхеме обеспечивается механизмом анимации. Механизм анимации связывает свойства графических примитивов (текст, цвет, контур, геометрические параметры и т.д.) с текущими данными процесса, полученными через транспортную сеть РСУ от контроллеров РСУ. Передача данных обеспечивается при помощи сервера ввода/вывода и драйвера транспортной сети посредством протокола передачи данных OPC UA.

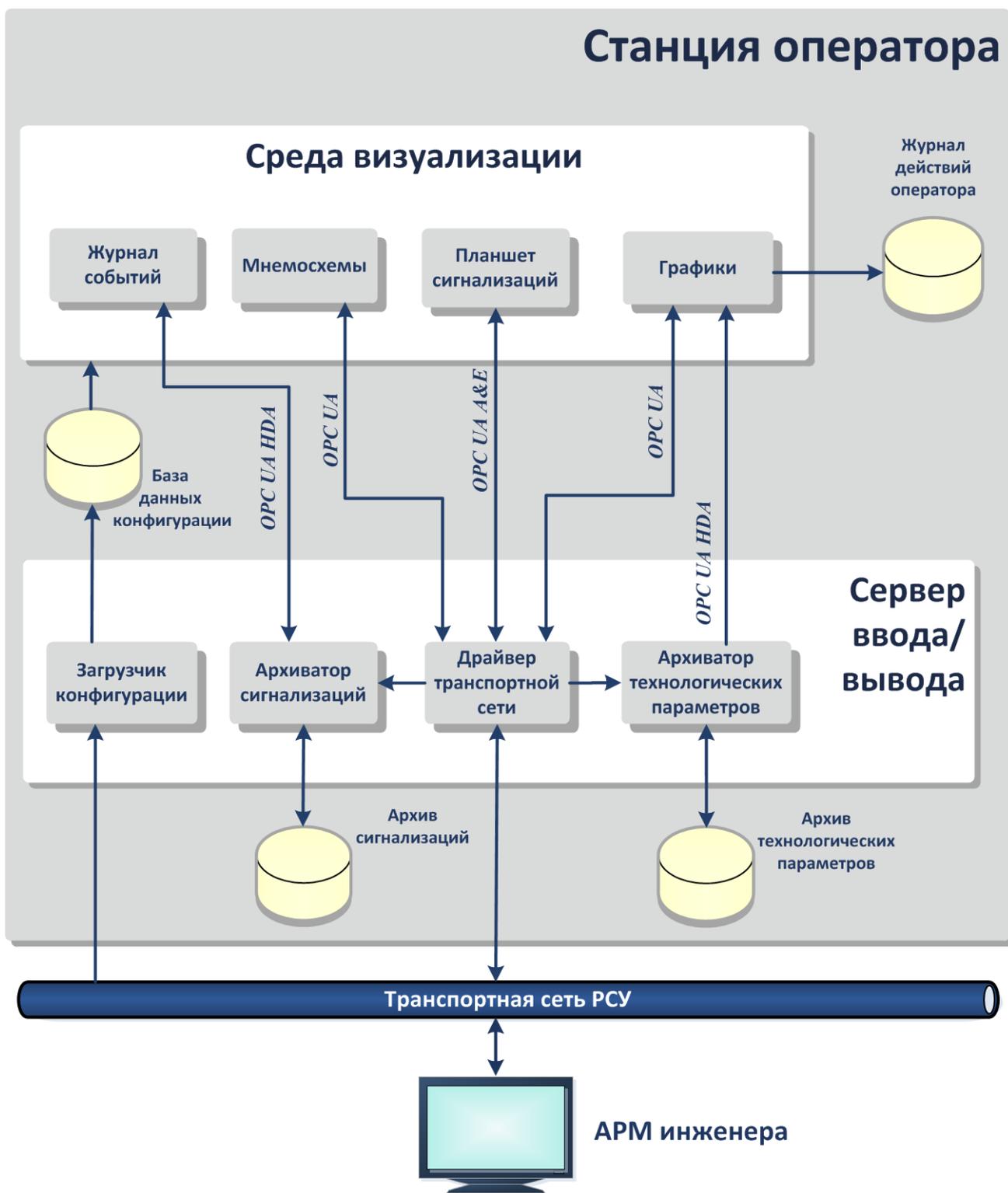


Рисунок 4. Станция оператора

5.2.2. Журнал событий

Доступ оператору к событиям и сигнализациям системы обеспечивается через журнал событий и планшет сигнализаций.

Журнал событий предоставляет оперативный (за определенный период времени) доступ к истории сигнализаций и событий в системе, обращаясь к архиву

сигнализаций через архиватор сигнализаций при помощи протокола передачи исторических данных OPC HDA.

5.2.3. Планшет сигнализаций

Планшет сигнализаций получает данные через драйвер транспортной сети сервера ввода/вывода посредством протокола OPC UA A&E и отображает в табличной форме следующие параметры текущих сигнализации:

- имя подтвердившего пользователя;
- время возникновения сигнализации;
- время возврата параметра в норму;
- время подтверждения сигнализации пользователем;
- тип сигнализации;
- приоритет;
- источник сигнализации (имя ФБ);
- описание.

Планшет сигнализации предоставляет возможность квитирования сигнализаций с сохранением времени квитирования и идентификатора пользователя в журнале событий.

5.2.4. Тренды

Данные текущих и исторических значений отображаются в среде визуализации посредством трендов, настройки которых хранятся в базе данных конфигурации.

Источником истории является оперативный архив, доступ к которому обеспечивается через сервер ввода/вывода по протоколу OPC HDA.

5.3. База данных конфигурации

Конфигурация элементов среды визуализации хранится в базе данных конфигурации, которая загружается со станции инженера при помощи загрузчика конфигурации сервера ввода/вывода.

5.4. Разграничение доступа

Ввод команд оператора и технологических уставок имеет возможность проверки и подтверждения пользователя на уровень доступа.

С целью защиты от несанкционированного доступа пользователь должен авторизоваться в системе через имя и пароль.

5.5. Журнал действий оператора

Журнал действий оператора хранит и предоставляет доступ к истории всех манипуляций пользователя в системе (открытие/закрытие мнемосхем, посылка команд управления, изменение конфигурации системы и т.д.).

6. Станция интеграции

Станция интеграции представляет собой сервер, который предназначен для работы 24 часа в сутки 7 дней в неделю.

Программное обеспечение станции интеграции (ПО сервера интеграции) представляет собой набор программных средств и предназначено для интеграции РСУ в вышестоящие автоматизированные системы предприятия.

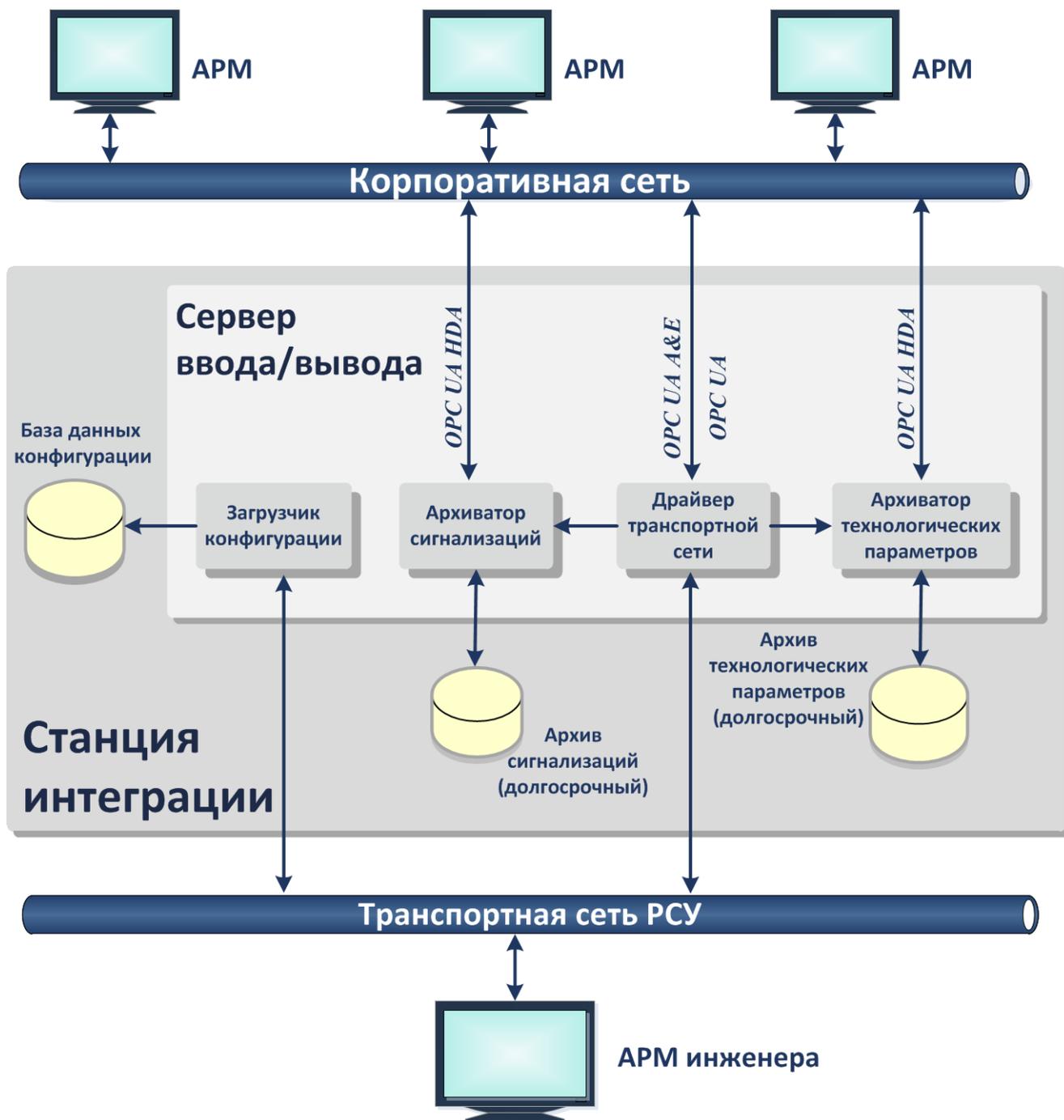


Рисунок 5. Станция интеграции

Основные элементы ПО станции интеграции приведены на рисунке 5 *Станция интеграции*:

Для обмена станции интеграции с вышестоящими системами используется стек протоколов OPC UA. Таким образом, ПО станции интеграции представляет собой OPC UA сервер, который обеспечивает доступ к следующим данным:

- к текущим данным (*OPC UA*)
- к историческим данным (*OPC UA HDA*)
- к сигнализациям (*OPC UA A&E*)

6.1. База данных конфигурации

Конфигурация станции интеграции хранится в базе данных конфигурации, загрузка которой осуществляется со станции инженера.

6.2. Сервер ввода/вывода

Сервер ввода/вывода станции интеграции обеспечивает доступ к долгосрочным архивам сигнализаций и технологических параметров с помощью соответствующих драйверов и предоставляет данные OPC UA клиентам по корпоративной сети. Кроме того, сервер ввода/вывода выполняет сбор исторических данных технологических параметров и сигнализаций в системе.

6.3. Загрузчик конфигурации

Загрузчик конфигурации сервера ввода/вывода обеспечивает доступ к базе данных конфигурации для станции инженера.

6.4. Драйвер транспортной сети

Драйвер транспортной сети сервера ввода/вывода осуществляет доступ к текущим параметрам ФБ.

6.5. Архиватор сигнализаций

Архиватор сигнализаций сервера ввода/вывода сохраняет данные в архиве сигнализаций и осуществляет к ним доступ посредством протокола OPC UA HDA.

6.6. Архиватор технологических параметров

Сервер ввода/вывода предоставляет доступ к архиву технологических параметров, используя архиватор технологических параметров и протокол OPC UA HDA.

7. Станция инженера

Станция инженера представляет собой программно-технический комплекс системы, включающий в себя персональный компьютер инженера и программное обеспечение станции инженера (ПО станции инженера).

ПО станции инженера (см. рисунок 6 *Станция инженера*) представляет собой программу с графическим интерфейсом пользователя, которая выполняется на станции инженера и обеспечивает следующие функции:

- доступ к базе конфигурации системы;
- изменение конфигурации любого узла системы (контроллера РСУ, станции оператора и т.д.) в базе;
- отправка новой конфигурации по транспортной сети РСУ на любой узел системы;
- загрузка текущей конфигурации контроллера РСУ и сохранение ее в базе конфигурации;
- доступ к диагностике узлов системы;
- администрирование системы безопасности и разграничения доступа к данным.

7.1. Среда разработки

Среда разработки станции инженера осуществляет конфигурацию с помощью следующих настроек:

- настройка параметров записи истории;
- определение списка данных на доступ по OPC UA и уровень доступа;
- настройка управления архивирования или удаления истории;
- редактирование конфигурации функциональных блоков в проекте;
- редактирование диаграмм (контуров);
- редактирование мнемосхем;
- редактирование пользовательских сценариев;
- редактирование структурных единиц;
- работа с библиотекой композитов;
- работа с библиотекой станций оператора.

Администрирование безопасности позволяет создавать и назначать уровни доступа для пользователей (и их групп) внутри системы. Данные уровни определяют:

- параметры, доступные для изменения пользователем;
- команды, разрешенные к выполнению;

- перечень доступных текущих данных.

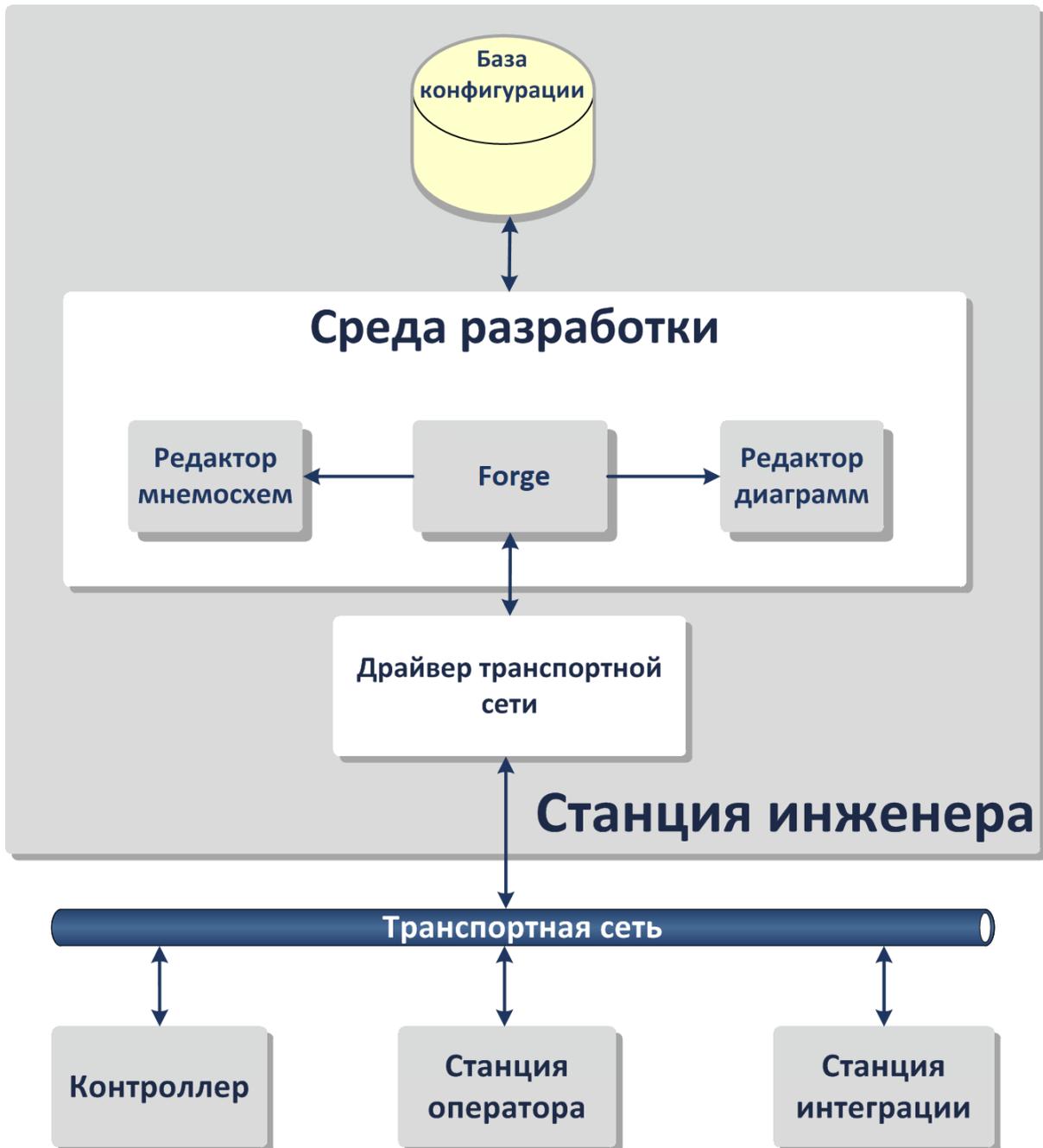


Рисунок 6. Станция инженера

7.2. Редактор диаграмм

Среда разработки Forge станции инженера также дает возможность изменять конфигурацию ПО контроллера PCSU, используя схемы редактора диаграмм.

Редактор диаграмм обеспечивает те же возможности, что и Forge в дереве проекта, однако, в графическом режиме и с отображением связей между блоками:

- создание нового ФБ;

- удаление ФБ;
- привязка одного ФБ к входу другого;
- изменение параметров ФБ;
- добавление текстовых меток;
- отображение онлайн данных с контроллера на диаграмме;
- переходы между связанными диаграммами;
- включение/выключение генерации сигнализаций;
- задание приоритетов сигнализаций.

7.3. Редактор мнемосхем

Конфигурация ПО станции оператора осуществляется при помощи редактора мнемосхем и включает в себя следующие функции:

- редактирование мнемосхем, а также лицевых панелей и окон конфигурации ФБ;
- настройка планшетов и журналов событий;
- настройка трендов.

7.4. База данных конфигурации

База данных конфигурации системы существует в единственном экземпляре и хранит всю информацию о системе.

8. Транспортная сеть РСУ

Транспортная сеть осуществляет всю коммуникацию внутри РСУ. Передача данных производится посредством транспортных протоколов TCP/IP и UDP/IP. Транспортная сеть РСУ является резервированной сетью и имеет топологию "звезда".

Транспортная сеть РСУ использует два механизма передачи данных: запрос-ответ и подписка.

Транспортная сеть РСУ может быть организована на базе стандартного сетевого оборудования. Для обеспечения групповой подписки коммутаторы должны поддерживать IGMP протокол.

8.1. Механизм запрос-ответ

Механизм запрос-ответ применяется в том случае, когда определенный узел системы обрабатывает запросы каждого клиента по-отдельности. Таким образом, этот режим используется для данных, которые считываются или записываются с редкой периодичностью, и применяется для записи конфигурации узлов, отправки команд оператора, считывания и изменения технологических уставок.

8.2. Механизм подписка

Механизм подписки работает по принципу однократного запроса-подписки на данные, после чего контроллер РСУ публикует их с определенной частотой, значительно сокращая время на обработку информации. Таким образом, подписка используется преимущественно для передачи текущих (входных, выходных и диагностических) данных, которые изменяются с высокой частотой.

Существует два режима подписки: точка-точка и групповая.

Вариант точка-точка применяется в случае межпроцессорного соединения.

Групповая подписка позволяет подключать неограниченное количество клиентов к контроллеру РСУ, не перегружая при этом систему.

9. Веб-станция

Веб-станция представляет собой сервер, который предназначен для работы 24 часа в сутки 7 дней в неделю.

Программное обеспечение веб-станции представляет собой набор программных средств, предназначенных для предоставления технологических данных, параметров и мнемосхем для веб-клиентов корпоративной сети. Для обмена веб-станции с веб-клиентами используются протоколы WebSocket и Https.

Основные элементы веб-станции приведены на рисунке (Рисунок 7. Веб-станция).

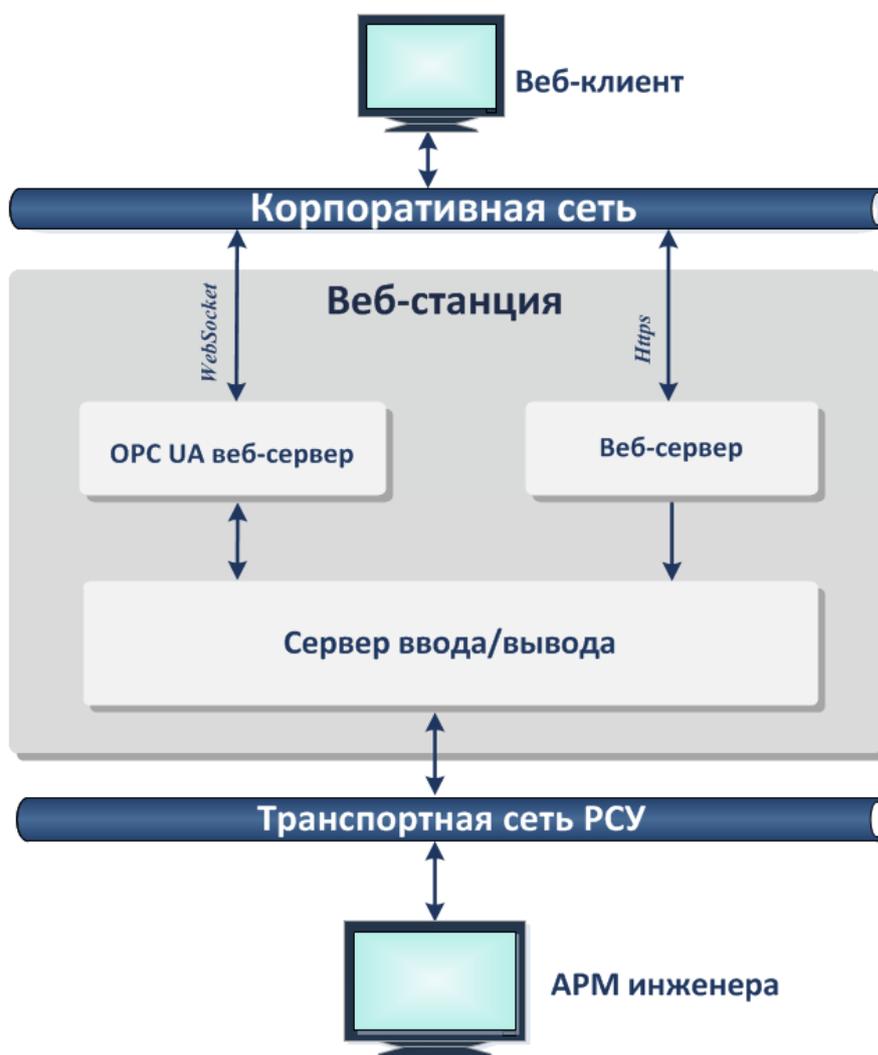


Рисунок 7. Веб-станция

9.1. Веб-клиент

Веб-клиент получает технологические данные, сигнализации и исторические данные от сервера ввода/вывода через шлюз: OPC UA веб-сервер.

9.2. Сервер ввода/вывода

Сервер ввода/вывода предоставляет доступ к текущим данным контроллера и истории технологического процесса.

9.3. Веб-сервер

Веб-сервер — сервер, принимающий запросы от веб-клиентов и выдающий им ответы в виде HTML-страницы, которая предоставляет возможность запуска среды визуализации.

9.4. OPC UA веб-сервер

OPC UA веб-сервер — сервер, принимающий запросы от веб-клиентов и выдающий им ответы в виде технологических данных, сигнализаций и исторических данных от сервера ввода/вывода.