

Приложение № 1
к Техническим требованиям
Приложение № 1
к Конкурсной документации по конкурсу в
электронной форме на право
заключения договора на выполнение работ по
модификации программы для ЭВМ «Конструктор
логических моделей/схем противоаварийной
автоматики»

ЭСКИЗНЫЙ ПРОЕКТ
на выполнение работ по созданию программы для ЭВМ
«Универсальный конструктор моделей устройств (функций)
противоаварийной автоматики»

Москва 2026

СОДЕРЖАНИЕ

1.	ПЕРЕЧЕНЬ ОПРЕДЕЛЕНИЙ И СОКРАЩЕНИЙ.....	4
2.	ВВЕДЕНИЕ.....	6
3.	ОБЩАЯ СТРУКТУРА СИСТЕМЫ.....	7
3.1.	Наименование Системы.....	7
3.2.	Назначение Системы.....	7
3.3.	Цель разработки Системы.....	7
3.4.	Перечень диспетчерских центров АО «СО ЕЭС», в которых предполагается использовать Систему.....	7
3.5.	Характеристика объекта автоматизации.....	7
3.5.1.	Структура системы Конструктор ПА.....	8
3.5.2.	Описание структуры Системы.....	10
4.	КОМПЛЕКС ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ.....	11
4.1.	Архитектура.....	11
4.1.1.	Отказоустойчивость.....	11
4.1.2.	Масштабирование.....	12
4.1.3.	Пользовательский интерфейс.....	12
4.2.	Аппаратные ресурсы.....	13
4.2.1.	Сервер приложений.....	13
4.2.2.	Сервер БД.....	14
4.2.3.	Программное обеспечение для эксплуатации системы.....	15
4.2.4.	Рабочие станции.....	15
5.	ИНТЕГРАЦИЯ С ИНФРАСТРУКТУРОЙ СО.....	16
5.1.	Взаимодействие с системой мониторинга.....	16
5.2.	Взаимодействие с системой резервного копирования.....	16
5.3.	Интеграция с Active Directory (AD).....	16
5.4.	Серверные ресурсы.....	17
6.	ИНТЕГРАЦИЯ С ВНЕШНИМИ СИСТЕМАМИ.....	18
6.1.	Интеграция с ИУС АО «СО ЕЭС».....	18
6.2.	Требования к статусу экспортируемых/импортируемых устройств ПА....	19
6.3.	Требования к API обмена информацией об устройствах ПА.....	19
6.4.	Требования к аутентификации API устройств ПА.....	19
6.5.	Требования к способу информационного обмена.....	20
6.6.	ОИК СК-11.....	20
6.6.1.	Способы информационного взаимодействия.....	20
6.6.2.	Публичное API СК-11.....	21
6.6.3.	SOAP веб-сервисы.....	22
6.6.4.	Настройки взаимодействия.....	22
6.6.5.	Сценарии взаимодействия.....	23
6.6.6.	Состав данных.....	23
7.	АНАЛИЗ ПРИМЕНИМОСТИ МОДЕЛИ ПА В СОСТАВЕ СТАНДАРТОВ МЭК 61970	26
8.	АНАЛИЗ ПРИМЕНИМОСТИ БЛОКОВ ПА В СОСТАВЕ СУЩЕСТВУЮЩИХ ИУС АО «СО ЕЭС».....	27
8.1.	Анализ блоков ПА, используемых в СМФУ ПА.....	27
8.1.1.	Пусковой орган (ПОр) СМФУ ПА.....	27
8.1.2.	Блокировка (БЛК) СМФУ ПА.....	30
8.1.3.	Контроль предшествующего режима (КПР) СМФУ ПА.....	31
8.1.4.	Управляющие воздействия (УВ) СМФУ ПА.....	33
8.1.5.	Анализ блоков ПА, используемых в RastrWin(RUSTab).....	34
8.1.6.	Итог анализа.....	34

9. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СИСТЕМЕ.....	36
9.1. Функциональные требования.....	36
9.1.1. Требования к редактированию/созданию моделей ПА.....	36
9.1.2. Требования к отображению блоков в графическом редакторе.....	36
9.1.3. Требования к созданию укрупненных блоков.....	38
9.1.4. Требования к графическому редактору.....	39
9.1.5. Требования к навигации по логической схеме.....	39
9.1.6. Требования к поиску на графической схеме.....	40
9.1.7. Требования к валидации логической схемы.....	40
9.1.8. Требования к блокировке редактирования схемы устройства ПА.....	41
9.1.9. Требования к хранению истории версий созданных черновиков моделей устройств (функций) ПА.....	41
9.1.10. Требования к созданию версий черновиков.....	41
9.1.11. Требования к истории версий черновиков.....	42
9.1.12. Требования к сохранению/восстановлению черновика устройства ПА.....	42
9.1.13. Требования к библиотеке шаблонов устройств ПА.....	42
9.1.14. Требования к справочной информации.....	43
9.1.15. Требования к механизму проверки (эмулятор сигнала) разработанных моделей ПА	43
9.1.16. Требования к эмуляции сигналов электрооборудования для проверки корректности работы смоделированного устройства ПА.....	43
9.1.17. Требования к проверке модели (функции) ПА в динамическом режиме.....	44
9.1.18. Требования к процессу согласования моделей.....	44
9.1.19. Требования к запросу на согласование/подписание.....	46
9.1.20. Требования к истории согласования.....	47
9.1.21. Требования к системе формирования отчетной документации.....	47
9.1.22. Требования к экспорту параметров настройки ЛАПНУ.....	49
9.1.23. Требования к формату данных.....	49
9.1.24. Требования к составу данных.....	49
9.1.25. Требования к системе прав доступа.....	50
9.1.25.1. Требования к набору ролей пользователей.....	50
9.1.25.2. Требования к составу прав ролей пользователей.....	50
9.1.26. Требования к системе журналирования.....	53
9.2. Нефункциональные требования.....	54
9.2.1. Требования к информационной безопасности.....	54
9.2.2. Требования к визуализации.....	54
9.2.3. Требования к отображению справочной информации.....	56
9.2.4. Требования к отображению табличных форм.....	56
9.2.5. Требования к производительности.....	57
9.2.6. Требования к лингвистическому обеспечению Системы.....	57
9.2.7. Требования к дистрибутиву.....	58
9.2.8. Требования к категоричности Системы.....	60
10. ЭТАПЫ СОЗДАНИЯ СИСТЕМЫ.....	61
10.1. Этап 1 Разработка MVP.....	61
10.2. Этап 2 Испытание MVP.....	62
10.3. Этап 3 Итеративное развитие.....	62
ПРИЛОЖЕНИЕ 1. ПРОФИЛЬ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ.....	64
ПРИЛОЖЕНИЕ 2. АЛЬБОМ ФОРМ КОНСТРУКТОРА ПА.....	97

1. ПЕРЕЧЕНЬ ОПРЕДЕЛЕНИЙ И СОКРАЩЕНИЙ

Таблица 1. Определения и сокращения

Сокращение	Расшифровка
AD	Active Directory - службы каталогов корпорации Microsoft для операционных систем семейства Windows Server
Angular	Angular - открытая и свободная платформа для разработки веб-приложений, написанная на языке TypeScript
REST API, API	REST означает REpresentational State Transfer (передача состояния представления). API означает Application Programming Interface (Интерфейс программирования приложений) – набор готовых классов, процедур, функций, структур и констант, предоставляемых приложением (библиотекой, сервисом) для использования во внешних программных продуктах. Используется программистами для написания приложений
CIM	Common Information Model (Общая информационная модель) – модель, определяющая представление управляемых элементов среды в виде совокупности объектов и их отношений – в энергетике это классы объектов с атрибутами и связями. Выполняется в соответствии со стандартами, входящими в IEC 61970, IEC 61968 и их расширениями. В России CIM представлен серией национальных стандартов ГОСТ Р 58651
CPU	Central Processing Unit (центральное обрабатывающее устройство)
DOM	DOM (от англ. Document Object Model — «объектная модель документа») — это не зависящий от платформы и языка программный интерфейс, позволяющий программам и скриптам получить доступ к содержимому HTML-, XHTML- и XML-документов, а также изменять содержимое, структуру и оформление таких документов
TCP	Transmission Control Protocol — протокол управления передачей) — один из основных протоколов передачи данных интернета. Предназначен для управления передачей данных интернета.
MVC-фреймворк	MVC (известный как Model-View-Controller) — это шаблон в разработке программного обеспечения, который обычно используется для реализации пользовательских интерфейсов, данных и логики управления
JVM	Java Virtual Machine
UI	User Interface — пользовательский интерфейс
АО «СО ЕЭС», СО, СО ЕЭС	Акционерное общество «Системный оператор Единой энергетической системы»
АПНУ	Автоматика предотвращения нарушения устойчивости
АЛАР	Автоматика ликвидации асинхронного режима
АОПН	Автоматика ограничения повышения напряжения
АОПО	Автоматика ограничения перегрузки оборудования
АОПЧ	Автоматика ограничения повышения частоты
АОСН	Автоматика ограничения снижения напряжения
АОСЧ	Автоматика ограничения снижения частоты
АРОЛ	Автоматика разгрузки при отключении одной линии электропередачи
БД	База данных
БЛК	Блокировка

Сокращение	Расшифровка
ДЦ	Диспетчерский центр
ЕИМ	Единая информационная модель
ИС	Информационная система
ИУС	Информационно-управляющая система
КПР	Контроль предшествующего режима
ЛКМ	Левая кнопка мыши
МДП	Максимально допустимый переток
МЭК	Международная электротехническая комиссия
НСИ	Нормативно-справочная информация
ОДУ	Объединенное диспетчерское управление АО «СО ЕЭС»
ОЗУ	Оперативное запоминающее устройство
ОС	Операционная система
ПА	Противоаварийная автоматика
ПО	Программное обеспечение
ПОР	Пусковой орган
ПУР	Положение по управлению режимами
РДУ	Региональное диспетчерское управление АО «СО ЕЭС»
ОИК СК-11	Информационно-управляющая система «Оперативно-информационный комплекс СК-11»
ПК СМЗУ, СМЗУ	Программный комплекс Система мониторинга запасов устойчивости
СМФУ ПА	Система мониторинга функционирования устройств ПА
СУБД	Система управления базами данных
УВ	Управляющие воздействие
ЦП	Центральный процессор
ПТК ВУ ЦСПА, ЦСПА	Программно-технический комплекс верхнего уровня Централизованная система противоаварийной автоматики
RFC	Request for Comments. Официальный документ рабочей группы по проектированию Интернета (IETF), в котором содержатся спецификации и организационные замечания по темам, связанным с интернетом и компьютерными сетями.
ЦСПА Сибири	Централизованная система противоаварийной автоматики, разработанная "Институтом автоматизации энергетических систем" специально для ОДУ Сибири

2. ВВЕДЕНИЕ

В рамках работ по договору № 273–14-8Н-23 на разработку эскизного проекта и архитектурного прототипа программы для ЭВМ «Универсальный конструктор моделей устройств (функций) противоаварийной автоматики» производились работы согласно плану графику работ.

Были выполнены следующие работы:

1. Разработан архитектурный прототипа Конструктора ПА.
2. Разработан проект профиля информационной модели ПА. Расширение профиля информационной модели ПА предполагается на этапе разработки Системы.
3. Разработан альбом форм целевой Системы Конструктора ПА.
4. Разработаны функциональные и нефункциональные требования к целевой Системе Конструктора ПА.
5. Проведен анализ текущих возможностей двусторонней интеграции с ИУС АО «СО ЕЭС» (RastrWin (RUStab), СМЗУ, ЦСПА-3, ЦСПА Сибири, СМФУ ПА и СК-11) и разработаны требования к двусторонней интеграции с указанными ИУС АО «СО ЕЭС».

3. ОБЩАЯ СТРУКТУРА СИСТЕМЫ

3.1. Наименование Системы

Наименование программы для ЭВМ: Универсальный конструктор моделей устройств противоаварийной автоматики.

Условное обозначение программы для ЭВМ – Конструктор ПА, Система.

3.2. Назначение Системы

Система предназначена для создания, редактирования и согласования моделей устройств (функций) ПА, проверки корректности разработанных моделей.

3.3. Цель разработки Системы

Разработка и внедрение Системы осуществляется с целью совершенствования процесса моделирования устройств (функций) ПА благодаря:

- Создания централизованной Системы с единой БД моделей устройств (функций) ПА.
- Обеспечения единого подхода для создания моделей устройств (функций) ПА.
- Сокращения степени избыточности и дублирования операций обработки информации и связанных с этим неэффективных затрат трудовых и материальных ресурсов.
- Сокращения затрат на администрирование существующих ИУС АО «СО ЕЭС».

3.4. Перечень диспетчерских центров АО «СО ЕЭС», в которых предполагается использовать Систему

Система разрабатывается для использования в диспетчерских центрах Заказчика – ИА, ОДУ, РДУ.

3.5. Характеристика объекта автоматизации

Противоаварийная автоматика – совокупность устройств, обеспечивающая измерение и обработку параметров электроэнергетического режима энергосистемы, передачу информации, команд управления и реализацию управляющих воздействий в соответствии с заданными алгоритмами и настройкой с целью выявления, предотвращения развития и ликвидации аварийного режима энергосистемы.

Объектом автоматизации является деловой процесс создания и редактирования моделей устройств (функций) ПА, который включает в себя:

- сбор и анализ информации об имеющихся устройствах ПА;
- непосредственно моделирование устройства ПА;
- экспорт созданных моделей ПА для использования при подготовке заданий диспетчерских центров по настройке устройств ПА;
- тестирование и проверка корректности функционирования моделей устройств (функций) ПА перед использованием в ИУС (например, RUStab, СМЗУ, ЦСПА, ЦСПА Сибири, СМФУ ПА).

В настоящее время указанный деловой процесс в АО «СО ЕЭС» имеет следующие недостатки:

- отсутствие централизованной единой БД моделей устройств (функций) ПА усложняет процессы актуализации данных моделей и обмена информацией между пользователями;
- из-за отсутствия полной совместимости моделирование устройств (функций) ПА выполняется для каждого ИУС, что увеличивает трудозатраты и не гарантирует идентичности характеристик этих моделей.

С целью устранения указанных недостатков необходимо разработать и внедрить Систему с централизованной БД на уровне ИА, посредством которых будет осуществляться создание и распространение моделей устройств (функций) ПА, в том числе автоматики:

- предотвращения нарушения устойчивости;
- ликвидации асинхронного режима;
- ограничения снижения частоты;
- ограничения повышения частоты;
- ограничения снижения напряжения;
- ограничения повышения напряжения;
- ограничения перегрузки оборудования.

3.5.1. Структура системы Конструктор ПА

Ниже приведена общая структурная схема, описывающая взаимодействие с внешними системами (рисунок 1), и детальная структурная схема состава сервисов Конструктора ПА (рисунок 2).

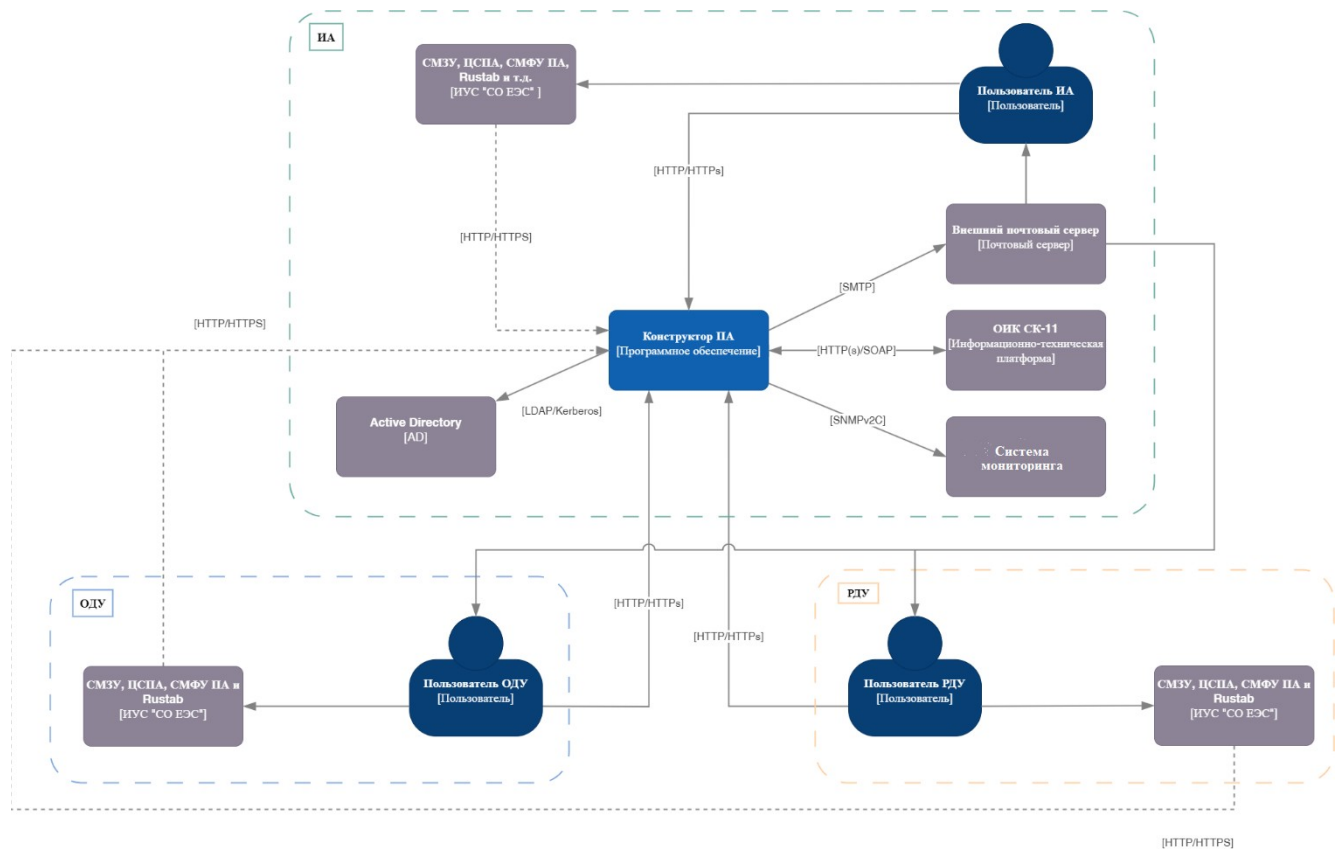


Рисунок 1. Взаимодействие Конструктора ПА с внешними системами

На схеме изображено взаимодействие Конструктора ПА с внешними системами и потоки данных между системами. Пунктирной стрелкой показана потенциальная возможность интеграции ИУС АО «СО ЕЭС» напрямую с Системой через REST API.

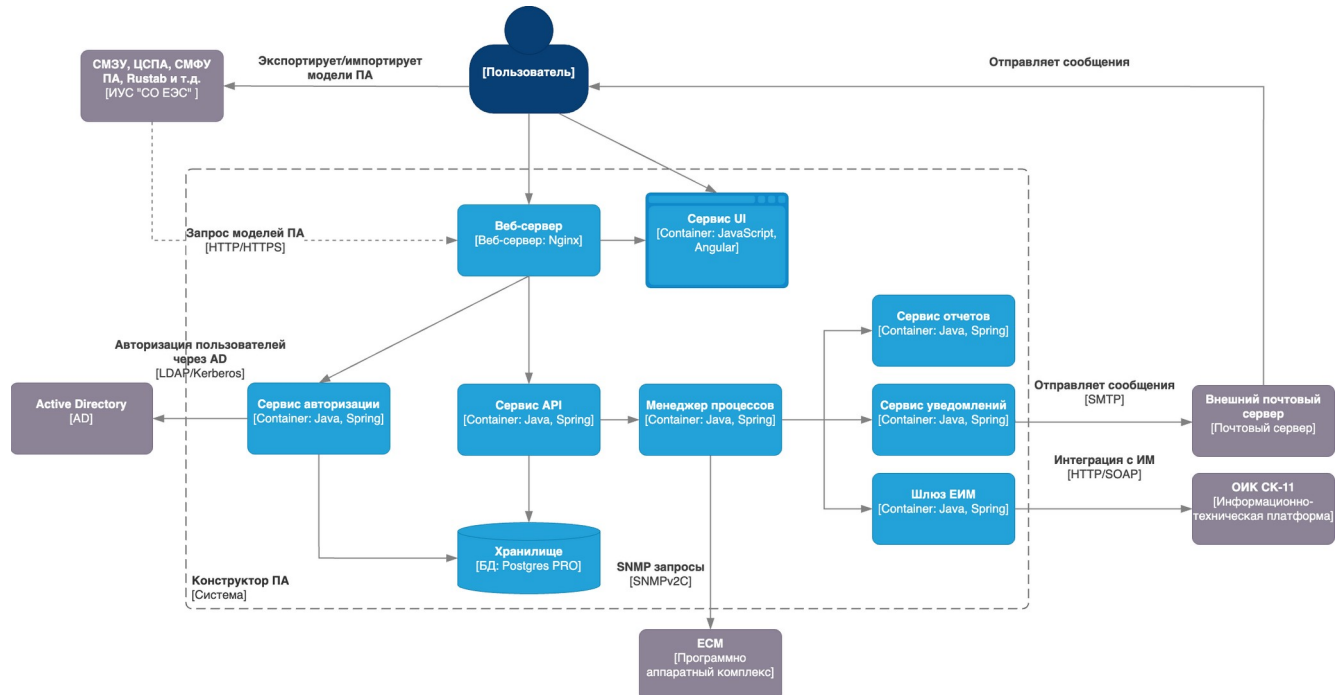


Рисунок 2. Структура состава сервисов Конструктора ПА

На схеме изображено взаимодействие между сервисами Конструктора ПА (связь со внешними системами здесь представлена через взаимодействие сервисов через API и UI).

3.5.2. Описание структуры Системы

Структура Системы проектируется с учетом следующих условий:

- возможность масштабирования объемов хранения данных посредством добавления новых системных ресурсов;
- возможность отказоустойчивой конфигурации, с возможностью переключения сервисов Системы с отказавших серверов на оставшиеся сервера в работе;
- функционирование на основе отечественного системного ПО (ОС Astra Linux) без использования импортного проприетарного ПО.

Основными сервисами внутри системы являются следующие:

1. Сервис API – доступ к функциям и данным по работе с автоматикой и НСИ;
2. Сервис отчетов – формирование отчетных документов;
3. Шлюз ЕИМ – интеграция с ОИК СК-11 в части взаимодействия с ЕИМ;
4. Менеджер процессов – координация и отслеживание работы сервисов Системы, монитор состояния основных компонентов системы.
5. Вспомогательными сервисами внутри системы являются следующие:
6. Сервис уведомлений – отправка уведомлений почтовым и веб-клиентам;
7. Сервис авторизации – авторизация и аутентификация пользователей, обеспечение разграничения прав доступа.

4. КОМПЛЕКС ТЕХНИЧЕСКИХ СРЕДСТВ

4.1. Архитектура

Система представляет централизованную архитектуру и на основе многозвенной (многоуровневой) архитектуры: клиент – сервер приложений – сервер БД. Вся информация хранится в единой БД. Целевая архитектура Системы представлена на рисунке 3.

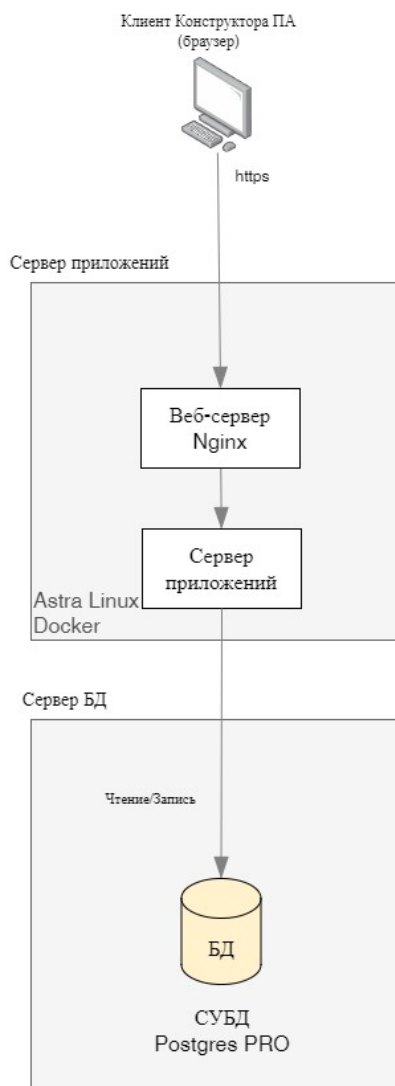


Рисунок 3. Схема комплекса технических средств

4.1.1. Отказоустойчивость

Состав технологий для обеспечения отказоустойчивой работы Системы: nginx - средство для распределения нагрузки запросов, в том числе с учетом доступности тех или иных экземпляров сервисов.

4.1.2. Масштабирование

В части масштабирования Система должна обеспечивать:

1. Отсутствие принципиальных ограничений на число одновременно работающих в Системе конечных пользователей (ограничения только по составу и характеристикам технических средств, сетевого и каналообразующего оборудования).
2. База данных Системы должна быть способна выдерживать, по крайней мере, двукратное увеличение объема относительно объема при первоначальном развертывании, не требуя восстановления, перекомпиляции или любой другой обработки. Информацию об объеме при первоначальном развертывании предоставляет Заказчик.
3. Должна быть предусмотрена возможность масштабирования функций Системы на произвольное количество серверов. Масштабирование должно выполняться как по «горизонтали» (в рамках одного ДЦ), так и по «вертикали» (в рамках иерархии ДУ).

4.1.3. Пользовательский интерфейс

Функционально веб-интерфейс полностью генерируется и работает на стороне клиента, со стороны клиента осуществляется первоначальная загрузка всех используемых библиотек (javascript) и объёмных статических ресурсов (например, картинок) по запросу. Это реализуется посредством использования полноценного MVC-фреймворка на стороне клиента - Angular.

Данный подход позволяет полностью отделить реализацию интерфейса пользователя от технологии реализации логики на сервере, от его языковых и платформенных зависимостей, реализуя всю логику создания, взаимодействия форм и контролов на стороне клиента, что обеспечивает полностью автономную реализацию интерфейса от сервера. Взаимодействие с сервером осуществляется в полностью асинхронном режиме, не блокируя графический интерфейс.

В результате, обеспечивается функционирование интерфейса с временным отсутствием доступа к серверу (без подвисаний, ожиданий ответа запроса новой страницы и т.п.), позволяя продолжать работать пользователю в ограниченном режиме на существующем наборе данных на стороне клиента, имея возможность использования локального кэша браузера в прозрачном для пользователя виде, при этом показывая индикацию временной недоступности сервера и время актуальности информации.

При использовании для создания Системы сторонних программных платформ (framework) и/или программных библиотек используются актуальные версии, не содержащие на момент разработки известных уязвимостей программного кода.

Вся разработка пользовательского интерфейса Система выполняется только с использованием open-source решений без использования проприетарного ПО и/или программных библиотек. В ходе разработки используются актуальные open-source решения с долгой технической поддержкой разработчика (LTS, Long-term support).

Список компонентов и библиотек, используемых при разработке пользовательского интерфейса:

- angular;
- fortawesome;
- ng-bootstrap;
- ngx-translate;
- popperjs;
- ag-grid-angular;
- ag-grid-community;
- bootstrap;
- core-js;
- css-vars-ponyfill;
- document-register-element;
- file-saver;
- lodash-es;
- rxjs;
- tslib;
- url-search-params-polyfill;
- zone.js.

Состав используемых компонентов по необходимости может быть изменен в процессе разработки Системы по согласованию с Заказчиком.

4.2. Аппаратные ресурсы

4.2.1. Сервер приложений

Необходимо выделить ресурсы CPU для обработки запросов пользователя, под фоновые задачи приложения и задачи интеграции с внешними системами (AD, ОИК СК-11), чтобы их выполнение не приводило к деградации пропускной способности сервера. Суммарный объем ЦП с учетом hyper-threading для сервера приложений:

8 запросы пользователя + 1 задачи интеграция + 1 фоновые задачи + 2 системное ПО = 12 CPU

Сервисам API для обработки запросов редактирования автоматике планируется выделить 4 Гб ОЗУ. Для кеширования НСИ планируется выделить 2 Гб ОЗУ. Дополнительно необходимо выделить ресурсы ОЗУ под задачи интеграции и формирование отчетов. Суммарный объем ОЗУ для сервера приложений с учетом прикладного и системного ПО:

4 ОС + 2 Docker + 4 сервисы API + 2 кеш НСИ + 1 задачи интеграции + 1 сервис отчетов = 14 Гб

Планируемый средний объем данных, собираемых в логах Системы за день (с учетом архивирования) составляет не более 30 Мб. Планируемая глубина хранения в 1 месяц. Максимальный объем журналов составит не более 1 Гб. Планируемый

объем данных для Docker-образов приложения, конфигураций и скриптов запуска не должен превышать 10 Гб.

Для стабильной работы приложения, объем дискового пространства рекомендовано выбирать из условия заполнения информацией не более чем на 50%, поэтому суммарный объем необходимо дискового пространства с учетом системного и прикладного ПО для сервера приложений:

$$2 * (16 \text{ ос} + 1 \text{ логи} + 10 \text{ Docker-образы}) = 54 \text{ Гб}$$

4.2.2. Сервер БД

Объем ресурсов, выделяемых для Postgres Pro обусловлен сложностью схемы данных автоматике и большим количеством связей. Ресурсы необходимы, чтобы быстро обслуживать пиковые нагрузки во время сохранения/чтения схем из БД и выполнять сохранение/чтение сразу нескольким пользователям без задержек.

Суммарный объем ядер для сервера БД:

$$1 \text{ ОС} + 8 \text{ Postgres Pro} = 9 \text{ CPU}$$

Суммарный объем ОЗУ для сервера БД:

$$4 \text{ ОС} + 8 \text{ Postgres Pro} = 12 \text{ Гб}$$

Предполагаемое среднее количество моделей ПА в одном ДЦ 140 шт.

Предполагаемое количество одновременно разрабатываемых/согласуемых моделей ПА в одном ДЦ 6 шт. Для таких моделей необходимо хранение нескольких версий (максимум до 80 версий).

Предполагаемый средний объем данных необходимый для представления одной модели ПА 3 Мб. Предполагаемый объем хранения НСИ не более 4 Гб на один ДЦ.

Суммарный средний объем данных на один ДЦ:

$$(140 \text{ моделей ПА} + 6 \text{ моделей ПА} * 80 \text{ версий}) * 3 \text{ Мб} + 4 \text{ Гб НСИ} = 5,86 \text{ Гб}$$

Суммарный объем данных на 57 ДЦ:

$$5,86 \text{ Гб} * 57 \text{ ДЦ} = 334 \text{ Гб}$$

Для стабильной работы приложения, объем дискового пространства, рекомендовано выбирать из условия заполнения информацией не более чем на 50%, поэтому суммарный объем необходимо дискового пространства для сервера БД:

$$2 * (334 \text{ Гб данных} + 16 \text{ Гб ОС}) = 700 \text{ Гб}$$

Перечень планируемого к использованию аппаратного обеспечения для функционирования Системы описан в таблице 2.

Таблица 2. Аппаратное обеспечение для функционирования Системы

Сервер	Ресурсы на один экземпляр		
	ЦП, CPU	ОЗУ, Гб	Хранилище, Гб
Сервер приложений	12	14	54
Хранилище	9	12	700

4.2.3. Программное обеспечение для эксплуатации системы

Перечень планируемого к использованию ПО для функционирования Системы описан в таблице 3.

Таблица 3. ПО для функционирования Системы

Программное обеспечение	Назначение
Astra Linux	Операционная система
Docker	Программное обеспечение для автоматизации развёртывания, управления приложениями в средах с поддержкой контейнеризации/ Среда исполнения сервисов системы.
Postgres Pro	Объектно-реляционная база данных для задач общего назначения. Хранилище данных автоматике
Nginx ¹	Веб-сервер, используется как HTTP-сервер для отдачи статики и как балансировщик трафика

4.2.4. Рабочие станции

Требования к аппаратному обеспечению на клиентском рабочем месте – минимум 4 Гб ОЗУ. Требования к ПО на клиентском рабочем месте описаны в таблице 4.

Таблица 4. Требования к рабочим станциям

Название	Версия	Описание
Yandex.browser	21 и выше	Веб-браузер, используется для работы пользовательских интерфейсов приложения

5. ИНТЕГРАЦИЯ С ИНФРАСТРУКТУРОЙ СО

5.1. Взаимодействие с системой мониторинга

В Системе должны применяться агенты в стандарте SNMP, поддерживающие протокол SNMPv2C.

Состав контролируемых по протоколу SNMP объектов Системы, параметров SNMP сообщений и список реализуемых SNMP команд для обработки в подсистеме должны быть уточнены Исполнителем и согласованы с Заказчиком на этапе разработки Системы.

5.2. Взаимодействие с системой резервного копирования

Система должна поддерживать резервное копирование при помощи имеющихся у Заказчика средств резервного копирования, архивирования и восстановления, как для программного обеспечения, так и для настроек и данных, в том числе БД, Системы.

Восстановление Системы должно быть возможным как целиком, так и в её части, например, в части БД или программного обеспечения. Частичное восстановление выполняется администратором в ручном режиме. При полном восстановлении системы восстановление данных должно быть полным, включая свойства данных и настроек доступа к данным.

Документация Системы должна предусматривать описание типового:

- списка резервируемых объектов – серверов, каталогов, файлов, БД;
- времени и периодичности резервного копирования;
- длительности хранения резервных копий

для учёта в Регламенте резервного копирования Системы.

Система должна сохранять работоспособность во время резервного копирования и не требовать своей остановки для создания консистентной резервной копии, данные в которой взаимно согласованы на момент копирования. Система должна поддерживать резервное копирование на удалённую площадку при наличии таковой в инфраструктуре резервного копирования Заказчика.

5.3. Интеграция с Active Directory (AD)

Интеграция с AD в рамках проекта предполагает использование механизмов аутентификации средствами AD, а также использование существующих пользователей и групп с назначением соответствующих ролей в системе.

Аутентификация пользователей выполняется по Kerberos-протоколу. Для взаимодействия со Службой каталогов предполагается использование протокол LDAP (Lightweight Directory Access Protocol). Авторизация будет выполняться автоматически с использованием технологии единого входа.

Каждой группе пользователей в Системе можно задавать роли (см. Требования к Системе прав доступа).

5.4. Серверные ресурсы

Основной базовой средой запуска для систем на текущий момент является система виртуализации с выделением ресурсов под системы в виде виртуальных машин. Система должна функционировать с учетом возможности работы в среде виртуализации.

Запуск Системы выполняется средствами контейнеризации docker. Основным элементом запуска компонент Системы предполагаются контейнеры образов в docker. Их работа возможна на виртуальных машинах при наличии аппаратной виртуализации (которая присутствует и используется в СО). В качестве базовой ОС для docker-образов предполагается базовый слой на Astra Linux.

Системное ПО должно запускаться средствами операционной системы без использования docker.

6. ИНТЕГРАЦИЯ С ВНЕШНИМИ СИСТЕМАМИ

В рамках реализации Системы должна быть учтена двухсторонняя интеграция со следующими системами:

1. ИУС АО «СО ЕЭС» (ЦСПА, СМЗУ и Rustab) используемых заказчиком для работы с ПА (в части экспорта/импорта моделей противоаварийной автоматики).
2. Необходимость и детализация решений (при выявлении необходимости) в части интеграции с ИУС СМФУ ПА должна быть определена на начальных этапах разработки Системы.
3. ОИК СК-11 - оперативно-информационный комплекс диспетчерского управления, в части загрузки в Систему корпоративной НСИ и загрузки из Системы в ОИК СК-11 модели ПА. Реализованная интеграция должна обеспечивать в последующем возможность проверки работы ПА на текущем/архивном телеметрическом срезе в ОИК СК-11.

6.1. Интеграция с ИУС АО «СО ЕЭС»

Система должна предоставлять возможность экспорта/импорта информации о моделях ПА в формате CIMXML через пользовательский интерфейс и программный интерфейс Системы.

Для обмена моделями (функциями) ПА разработан проект профиля информационной модели, представленный в Приложение № 1. Профиль информационной модели.

Профиль информационной модели должен быть скорректирован, при необходимости, и дополнен на этапах создания Системы, согласован с Заказчиком.

Структура (состав объектов и полей) будет определена и согласована с Заказчиком на этапах разработки Системы.

При экспорте/импорте моделей устройств ПА осуществляется передача следующего набора параметров:

1. Перечень устройств ПА;
2. Состав устройства ПА (информацию об используемых в устройстве ПА элементах автоматики);
3. Параметры настройки элементов автоматики, используемых в устройстве ПА;
4. Параметры логики подключения элементов автоматики между собой.

При импорте моделей ПА в Систему автоматически должно формироваться ее графическое отображение.

В настоящий момент времени эксплуатируемые в АО «СО ЕЭС» ИУС, предназначенные для выполнения расчётов с учётом подробной модели ПА, имеют очень ограниченный функционал по способам внешнего информационного обмена. Внутренняя логика учета функций ПА этих комплексов не позволяет реализовать весь потенциал CIM моделирования без их соответствующей модернизации. Для организации двухстороннего информационного обмена в формате CIMXML

необходима модернизация каждого ИУС АО «СО ЕЭС» в части условий и формата внешнего информационного обмена.

До окончания модернизации каждого ИУС АО «СО ЕЭС» для осуществления обмена моделями ПА между Системой и ИУС АО «СО ЕЭС» необходимо реализовать внутренние конвертеры Системы.

С целью обеспечения возможности коррекции существующих моделей устройств (функций) ПА, разработанных в ИУС АО «СО ЕЭС», требуется реализовать в Системе интерфейс импорта данных из ИУС АО «СО ЕЭС» (например, RUStab, СМЗУ, ЦСПА-3, ЦСПА Сибири, СМФУ ПА). В интерфейсе должна быть предусмотрена возможность ручного и автоматизированного (на основании заранее подготовленных таблиц) сопоставления идентификаторов объектов Системы и идентификаторов объектов существующих моделей устройств (функций) ПА для осуществления импорта информации.

6.2. Требования к статусу экспортируемых/импортируемых устройств ПА

Система должна позволять экспортировать устройство ПА, находящиеся в любом статусе (черновик, утверждена, архив).

При импорте устройства ПА Система должна:

1. Устанавливать статус модели "Черновик".
2. Фиксировать информацию о пользователе и рабочей станции, с которой выполнен импорт устройства ПА.
3. Фиксировать дату импорта устройства ПА в Систему.

6.3. Требования к API обмена информацией об устройствах ПА

Система должна предоставлять универсальный прикладной программный интерфейс API для обмена информацией о смоделированных устройствах ПА с ИУС АО «СО ЕЭС».

Программный интерфейс должен представлять из себя REST API и описываться при помощи Open Api Specification.

Состав методов API Системы должен быть согласован на этапе технического проектирования. Порядок вызова и описание API должны быть разработаны на этапе разработки основной функциональности Системы.

Система должна предоставлять выдачу через API информации о моделях устройств (функций) ПА по запросу/по подписке.

6.4. Требования к аутентификации API устройств ПА

Для обращения к методам API требуется, чтобы запрос был аутентифицирован. Аутентификация должна осуществляться путем передачи

токена доступа в заголовке запроса (Bearer-токена). Получение токена должно быть доступно двумя способами:

- По схеме Basic – передача имени пользователя в AD/LDAP и его пароля в соответствии со RFC 7617;
- Встроенная аутентификация – вся необходимая информация будет получена из операционной системы для текущего пользователя. Клиентские библиотеки, через которые осуществляется запрос должны поддерживать работу с данной схемой аутентификации (Kerberos/NTLM в зависимости от платформы).

Токен доступа должен быть активен определенное количество времени, после истечения которого его необходимо будет получать заново.

6.5. Требования к способу информационного обмена

Информационный обмен должен осуществляться посредством REST-запросов по протоколу HTTP/HTTPS.

Описание состава методов и порядка их вызова должно быть разработано в рамках разработки Системы.

Проектирование API для интеграции внешних ИУС с Конструктором ПА будет осуществляться на стадии техно-рабочего проектирования и разработки ПО.

6.6. ОИК СК-11

6.6.1. Способы информационного взаимодействия

В рамках разработки условий двустороннего информационного обмена цифровыми информационными моделями электроэнергетических систем АО «СО ЕЭС» был проведен анализ возможностей информационного обмена с ОИК СК-11.

На текущий момент существуют два варианта информационного обмена цифровыми информационными моделями электроэнергетических систем с ОИК СК-11:

- Public API СК-11 (взаимодействие может осуществляться по REST API через http(s)-запросы);
- Веб-сервисы (может осуществляться по веб-сервисам через http-запрос в формате CIMXML по протоколу SOAP).

На текущий момент полноценное взаимодействие Системы с ОИК СК-11 в формате CIMXML (согласно ГОСТ Р 58651.1) может быть организовано только через Веб-сервисы. При доработке формата данных и состава методов Public API СК-11 интеграция может быть реализована через Public API СК-11, по согласованию с Заказчиком.

Загрузка корпоративной НСИ из ОИК СК-11 и запись автоматике в ОИК СК-11 осуществляется только в ручном режиме Администратором Системы. В автоматическом режиме осуществляется только обновление корпоративной НСИ, используемой в Системе, при этом в Системе во всех устройствах ПА также должна быть автоматически актуализирована используемая НСИ (с формированием оповещения о реализованных изменениях). Период автоматизированного информационного обмена определяется в настройках Системы Администратором со стороны Заказчика (по умолчанию раз в сутки).

6.6.2. Публичное API СК-11

Взаимодействие с ОИК СК-11 может осуществляться по REST API через http(s)-запросы с использованием методов, описанных в таблице 5. Для обращения к большинству методов Public API СК-11 требуется, чтобы запрос был аутентифицирован. Аутентификация в запросах к API СК-11, осуществляется путем передачи токена доступа в виде Bearer-токена в заголовке каждого запроса и предназначена для аутентификации запросов.

Скриптовый запрос позволяет извлечь необходимую информацию в формате JSON из объектной модели с помощью нетривиальных алгоритмов на языке Lua.

Таблица 5. Список запросов для взаимодействия с публичным API СК-11

Метод	URL	Описание
GET	https://{ck11.local}/api/public/core/v{apiVersion}/addresses	Запрос шаблонов базовых адресов API
GET	https://{ck11.local}/api/public/object-models/v{apiVersion}	Запрос списка доступных объектных моделей
GET	https://{ck11.local}/api/public/object-models/v{apiVersion}/{modelUid}/versions	Запрос списка версий выбранной объектной модели
GET	https://{ck11.local}/api/public/object-models/v{apiVersion}/{modelUid}/versions/actual	Запрос актуальной версии модели
POST	https://{ck11.local}/api/public/object-models/v{apiVersion}/{modelUid}/versions/{modelVersion}/execute-script	Выполняет выборку данных из модели с помощью скрипта на языке Lua

На текущий момент методы для записи объектов модели отсутствуют в публичном API СК-11.

Для двусторонней интеграции Системы через Public API СК-11 необходимо расширение состава его методов для возможности записи/модификации существующих объектов модели и приведение формата информационного обмена к формату, описанному в ГОСТ Р 58651.1 – CIMXML.

6.6.3. SOAP веб-сервисы

Взаимодействие с ОИК СК-11 может осуществляться по веб-сервисам через http-запрос в формате CIMXML по протоколу SOAP с использованием методов, описанных в таблице 6.

Сервис доступа к информационной модели предназначен для работы с версиями моделей: получение списка, создание, изменение статуса, удаление, сравнение двух версий моделей; получения и изменения данных из указанной в запросе информационной модели. При получении и изменении данных модели, обмен осуществляется в формате CIMXML согласно стандарту ГОСТ Р 58651.1, в части графических схем – в формате Diagram Layout Profile в соответствии со стандартом IEC 61970-453.

Таблица 6. Список запросов для взаимодействия с веб-сервисами СК-11

Метод	URL	Описание
GetProfiles	http://monitel.com/CK11/Services/DIM/DimService/GetProfiles	запрос доступных профилей
GetObjects	http://monitel.com/CK11/Services/DIM/DimService/GetObjects	запрос объектов из профиля
GetModelVersionsDifference	http://monitel.com/CK11/Services/DIM/DimService/GetModelVersionsDifference	запрос изменений в модели между версиями
GetActualModelVersion	http://monitel.com/CK11/Services/DIM/DimService/GetActualModelVersion	запрос актуальной версии модели
ChangeObjectsRequest	http://monitel.com/CK11/Services/DIM/DimService/ChangeObjectsRequest	запрос на изменение объектов модели

6.6.4. Настройки взаимодействия

Настройки взаимодействия должны быть доступны в пользовательском интерфейсе Системы. Список настроек для взаимодействия описан в таблице 7.

Таблица 7. Список настроек взаимодействия

Настройки	Описание
Параметры подключения к СК-11	- Базовый адрес - Версия API (при необходимости) - Логин/Пароль пользователя, из-под которого осуществляется доступ
Параметры модели	Выбор профиля из списка доступных (Для этого производится запрос доступных для показа профилей)

Настройки	Описание
Параметры автоматической проверки актуальной версии модели	Период автоматической проверки изменения информационной модели (по умолчанию раз в сутки)

6.6.5. Сценарии взаимодействия

В Системе должна быть реализована возможность ручной загрузки корпоративной НСИ (ЕИМ) из ОИК СК-11 по команде пользователя.

Система должна в соответствии с заданным расписанием проверять изменения в информационной модели и автоматически принимать изменения по НСИ, используемой в Системе.

В Системе должна быть реализована возможность ручной записи модели ПА (утвержденных моделей ПА) в ЕИМ ОИК СК-11.

Для обмена моделями (функциями) ПА разработан проект профиля информационной модели, представленный в Приложение № 1. Профиль информационной модели.

Профиль информационной модели должен быть скорректирован, при необходимости, и дополнен на этапах создания Системы, согласован с Заказчиком.

В таблице 8 описаны сценарии взаимодействия с СК-11, которые должны быть доступны в Системе.

Таблица 8. Сценарии взаимодействия из Системы с ОИК СК-11

Сценарий	Описание
Принудительный запрос номера актуальной версии модели	Принудительный запрос к ИМ (ГИД, КГИД) ОИК СК-11 по команде пользователя Системы. Проверка изменения актуальной версии модели.
Принудительный запрос списка объектов актуальной версии модели	Принудительный запрос к ОИК СК-11 по команде пользователя Системы. После получения набор объектов сохраняется в НСИ Системы и сохраняется номер текущей версии модели.
Автоматический запрос номера актуальной версии модели и списка объектов актуальной версии модели	Автоматический запрос к ОИК СК-11 по расписанию в настройках Системы. Проверка изменения актуальной версии модели и объектов модели. Уведомление пользователя Системы о изменениях в объектах информационной модели.
Публикация автоматики	Запрос к ОИК СК-11 на запись разработанной модели ПА в ИМ (КГИД).

6.6.6. Состав данных

Состав загружаемой информации приведен в таблице 9 и может быть уточнен на этапе разработки Системы.

Проектный состав атрибутов, передаваемых из СК-11, более подробно описан в Приложение № 1 Профиль информационной модели. Состав атрибутов может быть уточнен и (или) дополнен на следующих этапах разработки Системы.

Таблица 9. Состав корпоративной НСИ для загрузки в Систему из ОИК СК-11

Объект	Параметр
Географический субъект	Идентификатор
	Наименование
	Ссылка на вышестоящий географический субъект Российской Федерации
ДЦ	Идентификатор
	Наименование
	Ссылка на вышестоящий ДЦ
	Ссылка на энергорайон / энергосистему
Стандартные классы напряжения	Идентификатор
	Номинальное напряжение
Энергообъект	Идентификатор
	Наименование
	Тип энергообъекта
Первичное оборудование	Идентификатор
	Наименование
	Тип первичного оборудования
	Класс напряжения
	Ссылка на энергообъект
Устройство ПА	Идентификатор
	Наименование
	Ссылка на первичное оборудование
	Ссылка на роль
	Ссылка на модель устройства ПА
Модели устройств ПА	Идентификатор

(модель физического устройства ПА)	Наименование
	Производитель устройства ПА

7. АНАЛИЗ ПРИМЕНИМОСТИ МОДЕЛИ ПА В СОСТАВЕ СТАНДАРТОВ МЭК 61970

Для работы с ПА в составе стандартов МЭК 61970 было выделены следующие пакеты для анализа:

1. Пакет "infSIPS" – из состава стандартов МЭК 61970;
2. Пакет "Protection_me" – расширение пакета Protection из CIM от компании АО «Монитор Электрик», реализованные в канонической модели ОИК СК-11, эксплуатируемого АО «СО ЕЭС».

Классы из пакетов «infSIPS» и «Protection_me» могут быть использованы в качестве справочной информации при моделировании устройств ПА, данные используемых классов этих пакетов могут быть основой для составления блоков моделей (функций) ПА в Конструкторе ПА.

Пакет «infSIPS» содержит классы для представления информации о логике соединениях между блоками моделей ПА (классы Gate, GateInputPin, PinGate) и основных типах элементов автоматики – ПОР, БЛК, КПР и УВ. Данные классы могут быть использованы для представления логики подключения элементов на функциональной схеме и элементов автоматики к оборудованию.

Данные могут потребовать конвертации во внутренний формат Конструктора ПА для сохранения в БД и работы с этими данными в графическом редакторе.

В модели ПА в составе стандартов МЭК 61970 не найдена возможность хранения параметров АЛАР. Автоматика АЛАР не моделируется в виде блок-схемы из элементов автоматики. Вся логика работы АЛАР моделируется заводом изготовителем. Все расчетные процессы происходят в микропроцессорном устройстве АЛАР, согласно зашитой заводом изготовителем логике. Филиал АО «СО ЕЭС» определяет параметры настройки АЛАР. Необходимо расширить классы, атрибуты и связи CIM модели для возможности сохранения параметров АЛАР согласно приложению ПУР № 28 "Объекты электроэнергетики, на которых размещены АЛАР, их алгоритмы функционирования и параметры настройки".

8. АНАЛИЗ ПРИМЕНИМОСТИ БЛОКОВ ПА В СОСТАВЕ СУЩЕСТВУЮЩИХ ИУС АО «СО ЕЭС»

В настоящем разделе проведен анализ применимости параметров блоков ПА для следующих ИУС АО «СО ЕЭС»:

1. СМФУ ПА;
2. RUStab (СМЗУ, ЦСПА).

8.1. Анализ блоков ПА, используемых в СМФУ ПА

Программное обеспечение СМФУ ПА автоматически информирует персонал и формирует отчётные документы в аварийных ситуациях.

СМФУ ПА в режиме реального времени фиксирует срабатывание устройств ПА в энергосистеме и сравнивает результат работы реального устройства ПА с прогнозируемым, определенным на основании расчётов на математической модели. После этого СМФУ ПА формирует специальный отчёт (экспресс-протокол), в котором приводятся сведения о работе реального устройства, его модели и оценивается работа устройства («правильно/неправильно»).

Блоки СМФУ ПА представлены следующими типами:

- ПОр;
- БЛК;
- КПР;
- УВ.

Блоки ПОр, БЛК и КПР представляют из себя отдельные файлы, логика работы разрабатывается в отдельном окне от общей схемы. Хранятся такие элементы также в отдельных файлах.

8.1.1. Пусковой орган (ПОр) СМФУ ПА

Пусковой орган (ПОр) в СМФУ ПА представляет из себя единый элемент, к которому подключаются различные входные сигналы (in) контролируемых параметров электрооборудования из ОИК СК-11, которые в процессе соединения их в логические цепочки при помощи операторов "И", "ИЛИ" формируют выходные сигналы.

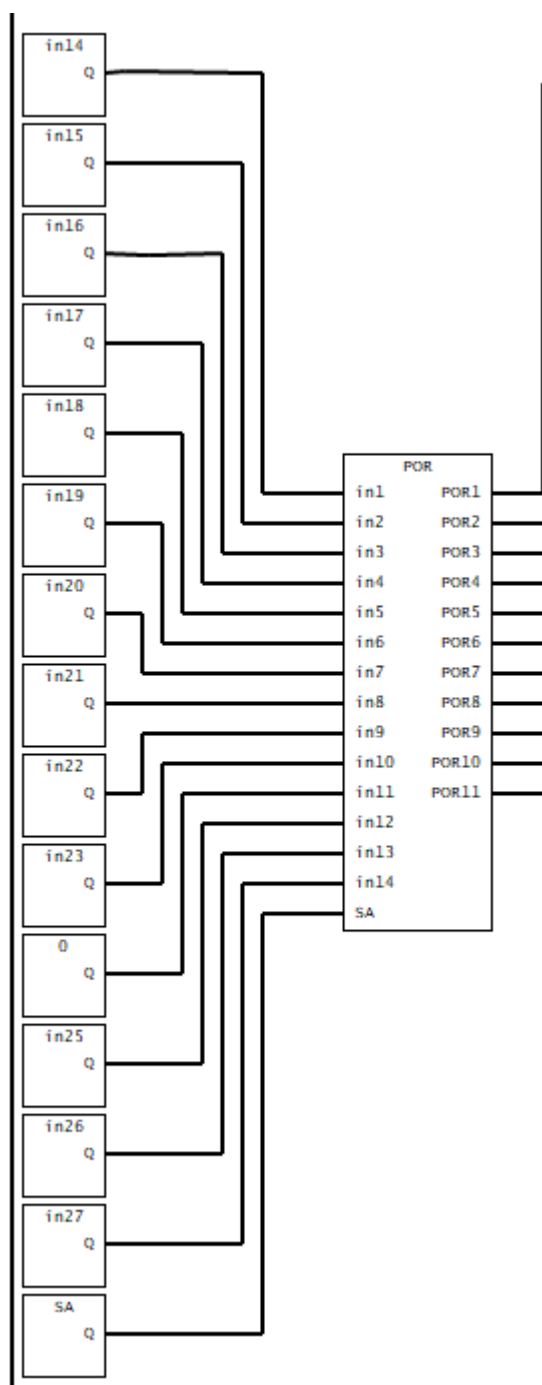


Рисунок 5. Пример пускового органа в графическом редакторе СМФУ ПА

При нажатии комбинации ЛКМ и клавиши "Щ" откроется окно с логикой данного элемента:

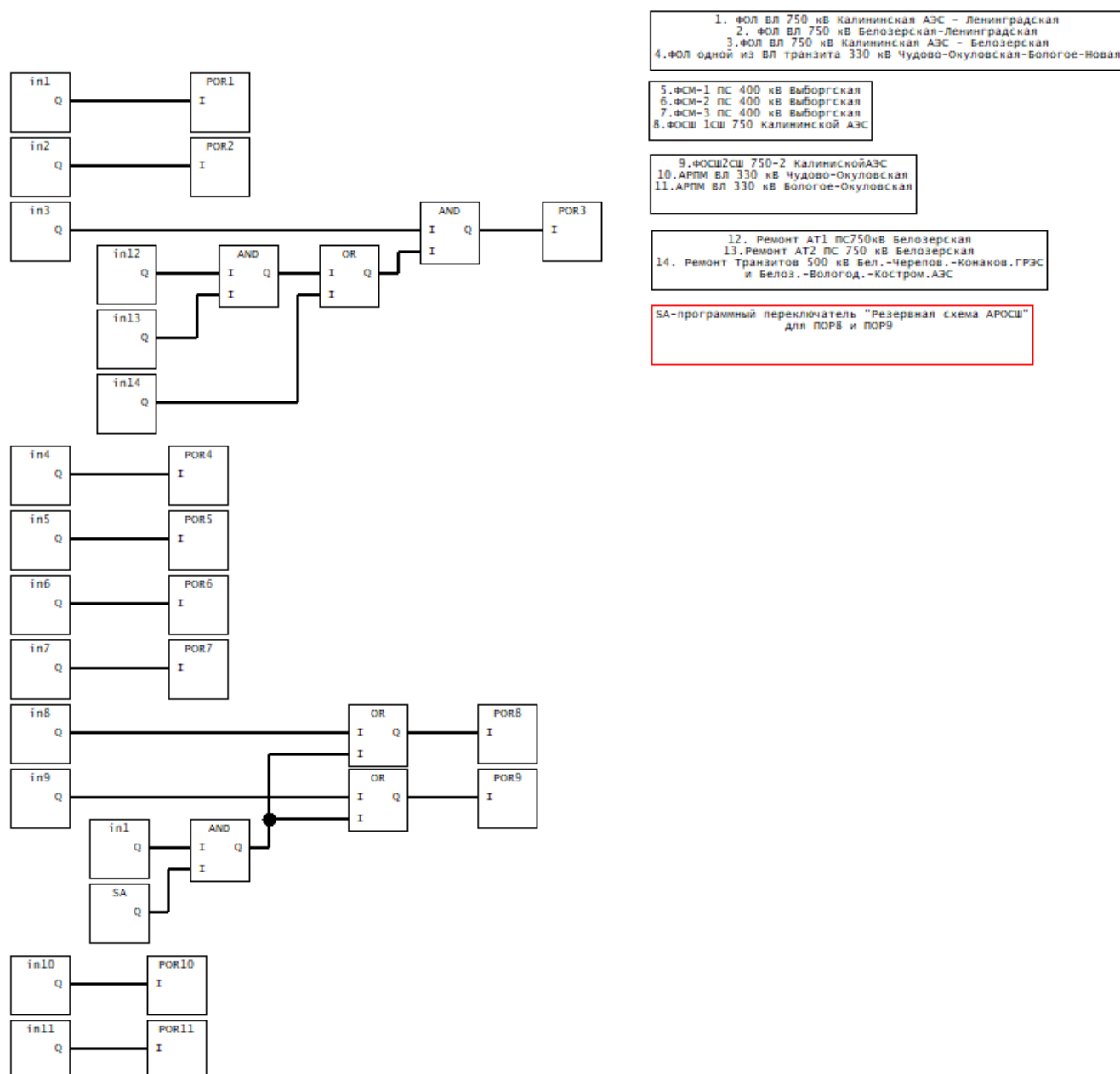


Рисунок 6. Пример логики работы пускового органа в СМФУ ПА

Условием для формирования логики элемента со входными и выходными сигналами является факт настройки данного блока с типом "ФАЙЛ" (тип блока проверяется путем нажатия ПКМ на данный элемент автоматики):

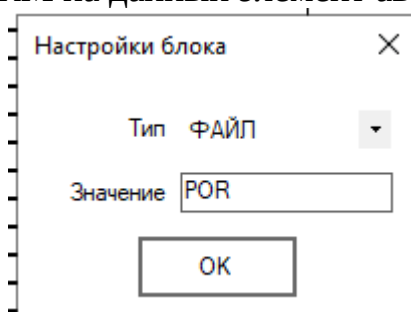


Рисунок 7. Настройка блока пускового органа в СМФУ ПА

Данный элемент автоматики хранится в виде отдельного файла. Разработка логики работы данного элемента автоматике происходит в графическом редакторе СМФУ ПА.

8.1.2. Блокировка (БЛК) СМФУ ПА

Блокировка (БЛК) в СМФУ ПА представляет из себя единый элемент, к которому подключаются различные входные сигналы контролируемых параметров электрооборудования из ОИК СК-11, которые и в процессе соединения их при помощи логических операторов "И", "ИЛИ", формируют выходные сигналы.

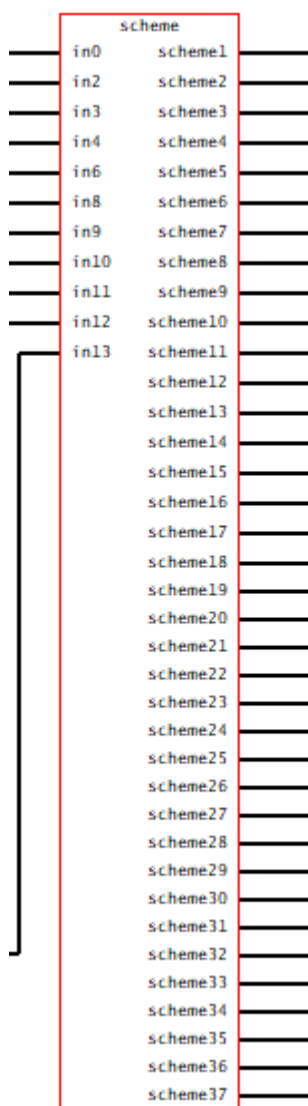


Рисунок 8. Пример блокировки в графическом редакторе СМФУ ПА

На данном элементе автоматики входные сигналы (in) являются сигналами ремонта (отключения) электрооборудования.

При нажатии комбинации ЛКМ и клавиши "Щ" откроется окно с логикой данного элемента:

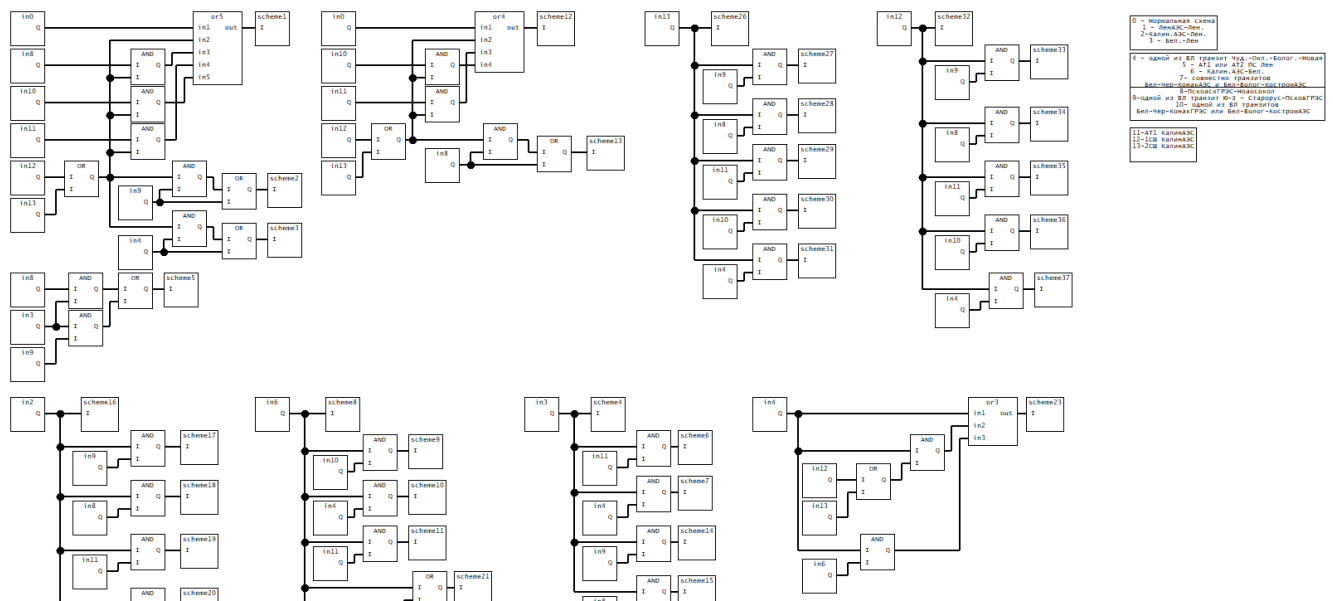


Рисунок 9. Пример логики работы блокировки в СМФУ ПА

Входные сигналы о ремонтах (отключениях) электрооборудования соединены в различные комбинации, в результате которых формируется ремонтная схема. Условием для формирования логики элемента со входными и выходными сигналами является факт настройки данного блока с типом "ФАЙЛ" (тип блока проверяется путем нажатия ПКМ на данный элемент автоматики):

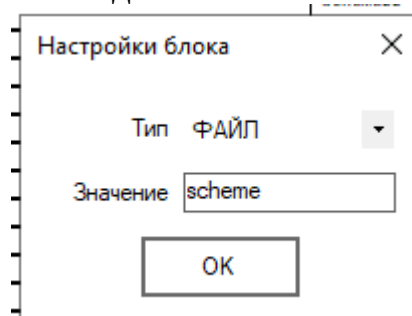


Рисунок 10. Настройка блока блокировки в СМФУ ПА

8.1.3. Контроль предшествующего режима (КПР) СМФУ ПА

Контроль предшествующего режима (КПР) в СМФУ ПА представляет из себя единый элемент, к которому подключаются входные сигналы контролируемых параметров электрооборудования из ОИК СК-11 и логических схем БЛК, и в процессе соединения при помощи логических операторов "И", "ИЛИ", формируют выходные сигналы.

KPR	
scheme1	ARS_st1
scheme2	ARS_st2
scheme3	ARS_st3
scheme4	ARS_st4
scheme5	ARS_st5
scheme6	SAON_st1
scheme7	SAON_st2
scheme8	SAON_st3
scheme9	SAON_st4
scheme10	
scheme11	
scheme12	
scheme13	
scheme14	
scheme15	
scheme16	
scheme17	
scheme18	
scheme19	
scheme20	
scheme21	
scheme22	
scheme23	
scheme24	
scheme25	
scheme26	
scheme27	
scheme28	
scheme29	
scheme30	
scheme31	
scheme32	
scheme33	
scheme34	
scheme35	
scheme36	
scheme37	
POR1	
POR2	
POR3	
POR4	
POR5	
POR6	
POR7	
POR8	
POR9	
POR10	
POR11	
P1	
P2	
groupSet	

Рисунок 11. Пример контроля предшествующего режима в графическом редакторе СМФУ

ПА

На данном элементе автоматики входные сигналы (in) являются сигналами ремонта (отключения) электрооборудования.

Комбинация ЛКМ и клавиши "Щ" откроется окно с логикой данного элемента:

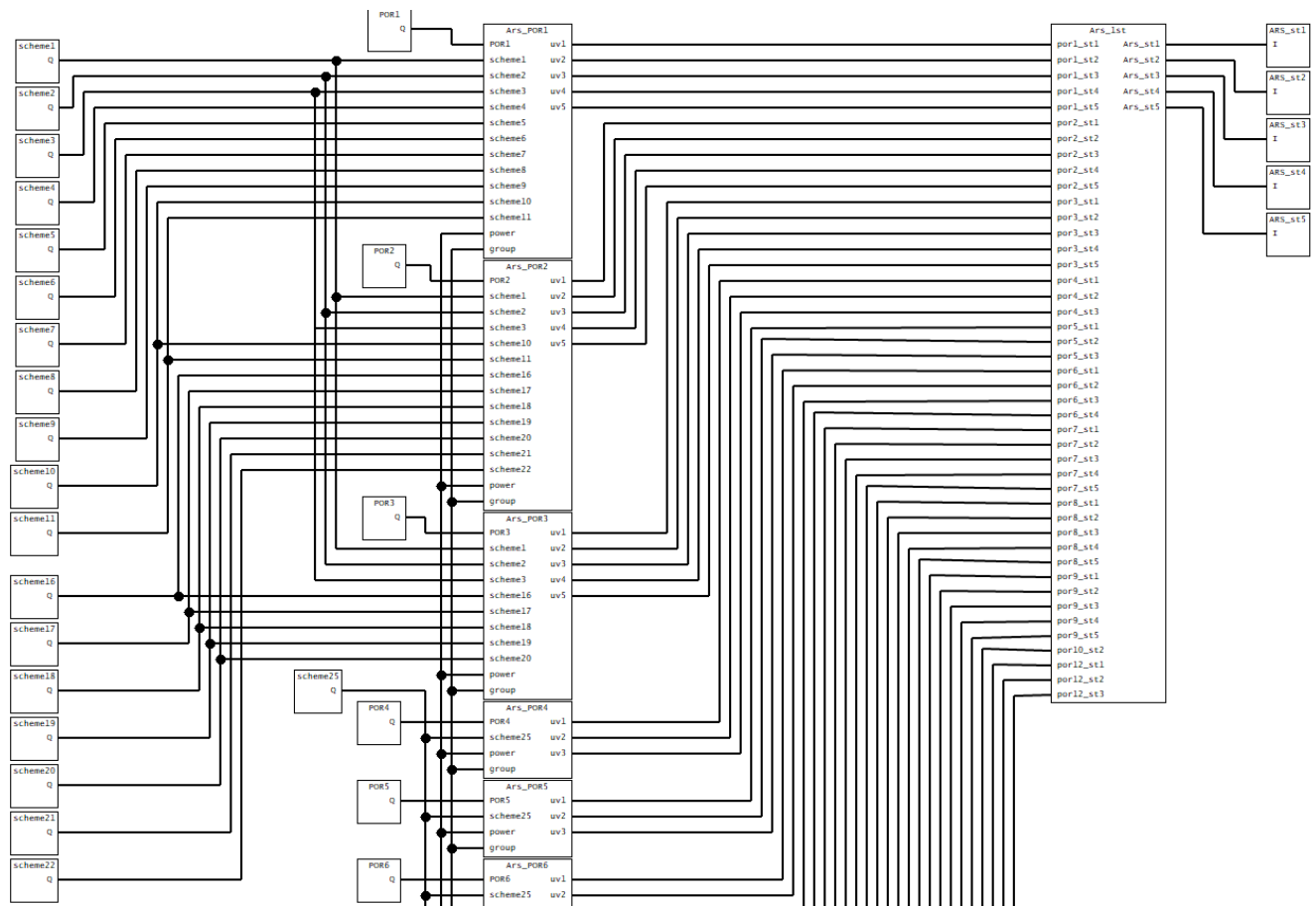


Рисунок 12. Пример логики работы контроля предшествующего режима в СМФУ ПА

Входные сигналы поступают от логических схем БЛК, выходные сигналы выведены на УВ. Условием для формирования логики элемента со входными и выходными сигналами является факт настройки данного блока с типом "ФАЙЛ" (тип блока проверяется путем нажатия ПКМ на данный элемент автоматики):

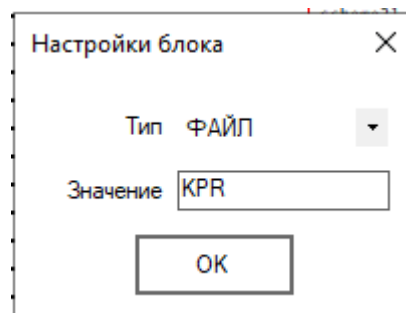


Рисунок 13. Настройка блока контроля предшествующего режима в СМФУ ПА

8.1.4. Управляющие воздействия (УВ) СМФУ ПА

Элемент УВ представляет из себя элемент типа ВЫХОД. Элемент УВ является следствием работы цепочки устройства ПА.

8.1.5. Анализ блоков ПА, используемых в RastrWin(RUSTab)

В RastrWin (RUSTab) блоки элементов автоматики представлены в виде отдельных элементов, соединенных между собой по схеме "И", "ИЛИ". Все основные элементы автоматики, как и в СМФУ ПА, делятся на ПОР, БЛК, КПП, УВ.

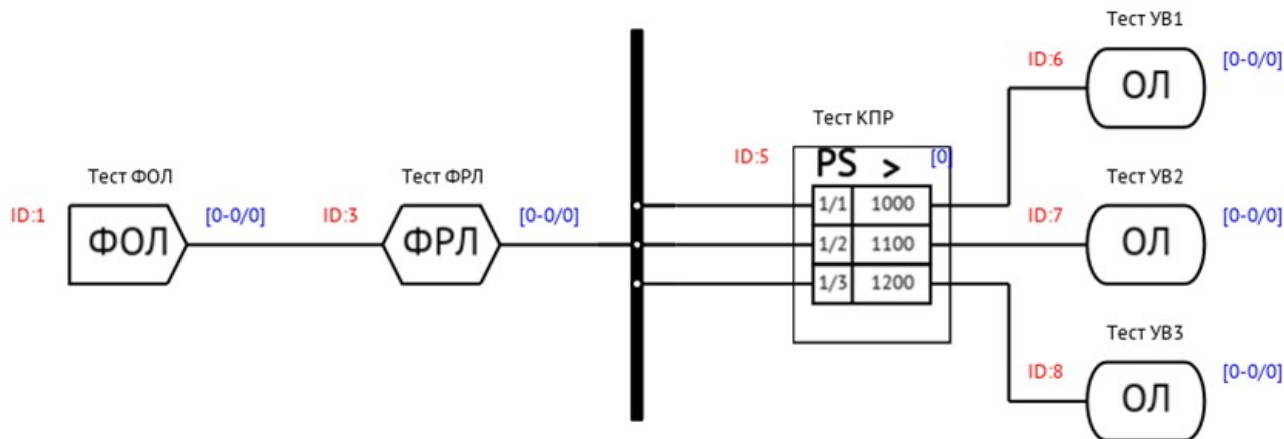


Рисунок 14. Пример отображения схемы устройства ПА в RastrWin (RUSTab)

8.1.6. Итог анализа

Блоки элементов автоматики в СМФУ ПА представляют из себя вложенность других элементов в логические "И", "ИЛИ" в собственном формате СМФУ ПА. Логiku работы такого блока можно понять, открыв данный блок и сопоставив входы и выходы. Данный принцип не подходит для использования в Конструкторе ПА.

В Конструкторе ПА предполагается использование стандартных блоков и создание пользователем произвольного блока. Произвольный блок будет содержать внутреннюю логику, которую моделирует пользователь из простейших элементов алгебры логики. Также в Конструкторе ПА предполагается создание укрупненного блока, который будет представлять из себя вложенность других блоков в себе (например, укрупненный блок АРОЛ).

Таким образом, концепция вложенности блоков может быть применена в Конструкторе ПА для произвольных и укрупненных блоков.

Модель устройства ПА в RastrWin (RUSTab) представляет из себя последовательность блоков элементов, соединенных между собой по "И", "ИЛИ". Представление модели ПА в таком виде позволяет просмотреть логику работы устройства ПА, произвести быстрый поиск требуемого элемента автоматике на графической области.

Принцип построения модели устройства ПА аналогичный RastrWin (RUSTab) используется также в некоторых существующих программных комплексах АО СО ЕЭС», например, ПТК ВУ ЦСПА и ПК СМЗУ, потому применение такого принципа построения модели устройства ПА будет понятно пользователю.

Таким образом, в Конструкторе ПА состав блоков и принцип моделирования устройств ПА (через табличную, либо графическую форму) будет воспроизведен по технологии, реализованной в RastrWin (RUSTab).

9. ТЕХНИЧЕСКИЕ ТРЕБОВАНИЯ К СИСТЕМЕ

9.1. Функциональные требования

9.1.1. Требования к редактированию/созданию моделей ПА

Система должна предоставлять возможность моделирования устройств (функций) ПА в графическом и табличном редакторе.

Система должна позволять пользователю моделировать логику работы в графическом и табличном редакторе для следующих устройства ПА:

- АПНУ;
- АОПО;
- АОСН;
- АОПН;
- АОСЧ;
- АОПЧ.

Для устройств АЛАР Система должна позволять пользователю описывать уставки срабатывания в табличном редакторе.

Устройства ПА моделируется при помощи определенного набора элементов (блоков). Параметры данных блоков должны соответствовать параметрам блоков в RastrWin (RUSTab). Параметры блоков могут быть уточнены на следующих стадиях разработки Системы.

При формировании логики работы устройств (функций) ПА в табличном редакторе Система должна:

- автоматически формировать графическое отображение данного устройства (функции ПА) на основе данных табличного редактора;
- автоматически располагать элементы автоматики без пересечений друг с другом и определять связи между ними.
- позволять просматривать графическую схему устройства ПА одновременно с табличным редактором (должны быть расположены в одном окне);
- подсвечивать на графической схеме устройства ПА выбранный в табличном редакторе элемент автоматики и перемещать графическую область на выбранный блок.

9.1.2. Требования к отображению блоков в графическом редакторе

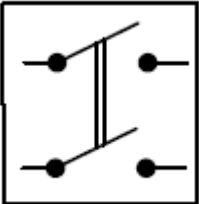
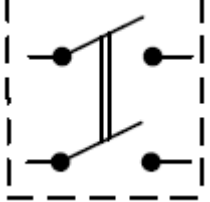
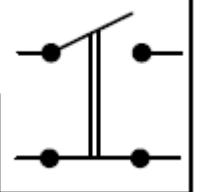
Все блоки, кроме блока УВ, в графическом редакторе должны отображаться прямоугольниками. Внутри блоков типа ФОЛ, ФРЛ и т.д. должна отображаться информация о привязанном объекте.

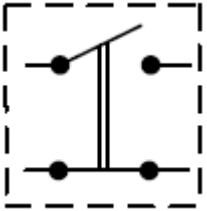
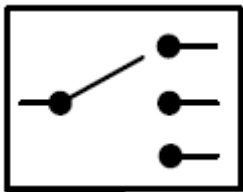
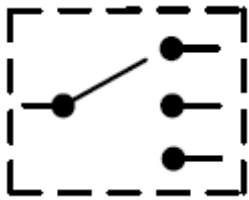
В блоках типа КПР должна отображаться информация о номерах групп и ступеней.

Блоки типа УВ должны отображаться в виде прямоугольника с описанием управляющего воздействия, либо в виде комбинированного блока, как представлено ниже.

Отображение переключающих устройств приведен в таблице 18. (Состав переключающих устройств может быть уточнен в процессе разработки Системы).

Таблица 18. Список переключающих устройств

Отображение переключающего устройства	Описание переключающего устройства
	Нормально разомкнутый контакт. Вводится в работу автоматически
	Нормально разомкнутый контакт. Вводится в работу по команде диспетчера
	Нормально замкнутый контакт. Вводится в работу автоматически
	Нормально замкнутый контакт. Вводится в работу по команде диспетчера
	Нормально разомкнутый с выдержкой времени на замыкание
	Нормально замкнутый с выдержкой времени на размыкание
	Переключающее устройство, изменение положения контактов которого происходит одновременно при выполнении единичной операции с переключающим устройством. Изменение положения контактов производится автоматически
	Переключающее устройство, изменение положения контактов которого происходит одновременно при выполнении единичной операции с переключающим устройством. Изменение положения контактов производится по команде диспетчера
	Переключающее устройство, изменение положения контактов которого происходит одновременно при выполнении единичной операции с переключающим устройством. Изменение положения контактов производится автоматически

Отображение переключающего устройства	Описание переключающего устройства
	Переключающее устройство, изменение положения контактов которого происходит одновременно при выполнении единичной операции с переключающим устройством. Изменение положения контактов производится по команде диспетчера
	Условие срабатывания ПА (количество блоков, состояние транзита и т.д.). Условие фиксируется автоматически
	Условие срабатывания ПА (количество блоков, состояние транзита и т.д.). Условие фиксируется по команде диспетчера

На графической схеме у контактов с выдержкой времени на срабатывание должна отображаться уставка по времени:

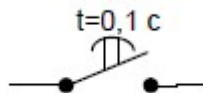


Рисунок 18. Контакт с выдержкой времени

В системе должна быть возможность добавления текста в графическом редакторе в произвольном месте графической схемы.

9.1.3. Требования к созданию укрупненных блоков

Система должна позволять пользователю формировать укрупненные блоки в графическом редакторе. В укрупненный блок можно включить любой элемент автоматики, кроме блока типа УВ.

Система должна предоставить следующие возможности при работе с укрупненным блоком:

- на графической схеме определить границы/состав, элементов автоматики, входящих в укрупнённый блок;
- указать наименование укрупненного блока;
- просмотреть состав и схему соединения элементов автоматики внутри укрупненного блока;
- просмотреть схему устройства ПА в развернутом режиме и в режиме укрупненных блоков;
- внести изменения в любой элементов автоматики внутри и/или за пределами укрупненного блока;

- добавить новый блок (все кроме блока УВ) с графического поля к укрупненному блоку.

Добавление, редактирование, удаление и изменение логики работы элементов автоматики для укрупненного блока осуществляется только в режиме развернутой схемы укрупненного блока.

При просмотре схемы в режиме укрупненных блоков Система должна:

- позволять изменять масштаб схемы;
- позволять перемещаться по схеме.

9.1.4. Требования к графическому редактору

В графическом редакторе должны присутствовать:

- библиотека блоков (ПОр, блокировки, УВ, ключи нетиповые блоки и т.д).
- библиотека шаблонов устройств ПА.
- библиотека готовых элементов автоматики, привязанных к текущему устройству ПА.
- В графическом редакторе Системы необходимо реализовать функционал:
 - создания новых элементов автоматики;
 - использования готовых элементов автоматики;
 - создание укрупненных блоков;
 - корректировки параметров элементов автоматики;
 - моделирования логики работы устройства ПА (привязка блоков между собой);
 - проверки устройства ПА;
 - изменения состава отображаемой информации о параметрах элементов/блоков автоматики на графической области.

Перечень отображаемой информации о параметрах элементов/блоков автоматики на графической области будет описан на следующих стадиях разработки Системы.

По команде пользователя на графической области должна отображаться сетка.

9.1.5. Требования к навигации по логической схеме

Система должна предоставлять возможности удобной навигации по схеме модели ПА в графическом редакторе, а именно:

1. Позволять изменять масштаб схемы модели ПА с помощью кнопок в интерфейсе Системы и «горячих» клавиш совместно с прокруткой колеса мыши;
2. Позволять перемещаться по схеме модели ПА с помощью мыши;
3. Позволять отменять/восстанавливать совершенные операции с помощью кнопок в интерфейсе Системы и «горячих» клавиш;

4. Позволять выделять один или группу элементов автоматики на графической схеме (для дальнейшего удаления/перемещения/копирования/укрупнения);
5. Позволять копировать один или группу элементов автоматики на графической схеме при помощи кнопок в интерфейсе Системы и «горячих» клавиш;
6. Позволять выполнять поиск в библиотеке готовых элементов автоматики. При поиске должна быть доступна фильтрация.

9.1.6. Требования к поиску на графической схеме

Система должна позволять выполнять поиск элементов автоматики на графической области по наименованию и номеру.

1. Система должна позволять выполнить поиск элементов автоматики или нескольких связанных элементов автоматики.
2. Система должна выделять на графической области найденные элементы автоматики.
3. Если Система нашла несколько подходящих по условию элементов автоматики, Система должна позволять выполнить навигацию на графической области между найденными элементами автоматики.

9.1.7. Требования к валидации логической схемы

Система должна выполнять проверку схемы устройства ПА на корректность соединений и привязок элементов автоматики на графической схеме:

- Выводить предупреждающее сообщение, если в схеме устройства ПА имеются не связанные между собой элементы автоматики;
- Выделять красным цветом блоки автоматики на схеме устройства ПА, которые не имеют привязки к элементам автоматики и формировать предупреждающее сообщение при сохранении такой схемы;
- При создании элемента автоматики, который уже существует, Система должна уведомить пользователя о существовании такого элемента автоматики, но не запрещать создание дубликата элемента автоматики (например, ФРЛ ВЛ 500 кВ Калининская АЭС – Белозерская может использоваться как в АРОЛ, так и в АРКЗ).

Система не должна препятствовать сохранению модели, при наличии неустранимых ошибок валидации (при наличии предупреждений).

9.1.8. Требования к блокировке редактирования схемы устройства ПА

Система должна позволять только одному пользователю (если у него есть соответствующие права) редактировать схему устройства ПА (когда пользователь

берет схему на редактирование он блокирует ее для редактирования другими пользователями).

Система должна:

- Автоматически устанавливать блокировку редактирования схемы устройства ПА, после того как пользователь берет схему устройства ПА на редактирование;
- Предупреждать пользователя что схема уже находится на редактировании (установлена блокировка). Предупреждение должно содержать информацию о времени, которое схема находится на редактировании и пользователе, который в настоящий момент редактирует схему;
- Автоматически снимать блокировку после выхода из режима редактирования (сохранение изменений или выход из режима редактирования без изменений);
- При наличии соответствующих прав позволять принудительно снимать блокировку.

Система должна позволять одновременно нескольким пользователям (если у них есть соответствующие права) просматривать схему устройства ПА, независимо от редактирования.

9.1.9. Требования к хранению истории версий созданных черновиков моделей устройств (функций) ПА

В Системе должно быть организовано хранение истории версий созданных черновиков моделей устройств (функций) ПА с заданной администратором глубиной (количество версий).

Система должна автоматически создавать новую версию при сохранении в черновике изменений, внесенных пользователем, позволять просматривать историю версий, осуществлять навигацию между версиями, копировать и удалять версии.

9.1.10. Требования к созданию версий черновиков

К каждой версии присваивается следующая сопроводительная информация:

- время создания версии;
- учетную запись пользователя, который создал версию;
- номер версии (создается автоматически путем инкрементирования);
- комментарий (в случае если версия была восстановлена из более ранней версии).

Версия модели также может быть создана путем восстановления более ранней версии модели, в этом случае Система должна автоматически сформировать

комментарий с информацией о версии модели, из которой было выполнено восстановление.

9.1.11. Требования к истории версий черновиков

Система должна позволять пользователю просматривать историю версий модели (функции) ПА.

Если количество версий превышает, указанное пользователем, то Система должна автоматически удалять самую старую версию из Системы.

Система должна предоставлять следующие функции при работе с версиями:

- просмотр схемы устройства ПА любой из версий;
- навигация между версиями схемы в режиме просмотра версий;
- редактирование комментария к версии;
- удаление версии.

Присвоение версии статуса «Избранная», такая версия не должна удаляться Системой автоматически.

Восстановление/копирование любой версии. При выполнении данной функции создается новая версия на основании выбранной. Новой версии присваивается новый порядковый номер.

9.1.12. Требования к сохранению/восстановлению черновика устройства ПА

В целях предотвращения потери совершенных изменений, Система должна периодически сохранять текущую версию черновика устройства ПА. Периодичность сохранения настраивается пользователем с ролью администратор. При аварийном завершении процесса моделирования (пропала сеть, принудительный перезапуск браузера и т.д.), Система должна, при следующем редактировании, предлагать пользователю восстановить последнюю версию черновика.

9.1.13. Требования к библиотеке шаблонов устройств ПА

Система должна позволять создавать шаблоны устройств ПА. Шаблоны устройств ПА должны состоять из элементов автоматики.

Система должна позволять также создавать шаблон путем выделения части схемы ПА в графическом редакторе. При создании шаблона НСИ, содержащиеся в выделенной части схемы ПА, должны быть удалены.

В системе должны присутствовать типовые шаблоны устройств ПА. Типовые шаблоны будут разработки на следующих этапах разработки Системы.

9.1.14. Требования к справочной информации

Система должна предоставлять возможность вызова, просмотра и поиска в справочной информации об основных элементах управления и сочетаниях горячих клавиш на формах редакторов.

Требования к справочной информации также представлены в п.9.2.3 настоящего эскизного проекта.

Состав и формат справочной информации может быть уточнен на этапе разработки Системы.

9.1.15. Требования к механизму проверки (эмулятор сигнала) разработанных моделей ПА

Система должна предоставлять функцию проверки корректности моделей (функций) ПА с помощью эмуляции сигналов.

Система должна предоставить возможность проверить устройство ПА в двух режимах:

1. Проверка корректности собранной схемы;
2. Проверка модели (функции) ПА в динамическом режиме.

9.1.16. Требования к эмуляции сигналов электрооборудования для проверки корректности работы смоделированного устройства ПА

Для эмуляции тестовых сигналов Система должна:

1. Позволять создавать, редактировать и удалять несколько групп тестовых сигналов;
2. Обеспечивать добавление, редактирование и удаление сигналов элементов автоматики в каждой группе.
3. Система должна позволять задавать тестовые сигналы в табличном виде.
4. Система должна позволять выбирать одну из групп тестовых сигналов и запускать проверку срабатывания блоков автоматики на его основе.
5. Система должна предоставлять результаты проверки модели (функции) ПА. Результатом проверки модели (функции) ПА должно быть выделение на схеме устройства ПА отработавших блоков и список набранных УВ.
6. Должна быть возможность сохранения группы тестовых сигналов для использования при проверке корректности в дальнейшем.

9.1.17. Требования к проверке модели (функции) ПА в динамическом режиме

Система должна предоставлять функцию проверки моделей (функций) ПА на основе набора тестовых сигналов, которые привязаны в схеме данного устройства ПА, в динамическом режиме, а также возможность использования csv-файлов результатов расчетов переходных процессов RusTab.

Динамический режим проверки модели (функции) устройства ПА предполагает возможность указать N состояний входных параметров (определяется пользователем, максимум до 1000) для каждого из элементов моделируемого режима работы и соответствующих им N состояний выходных параметров (опционально, необходимость задается пользователем).

1. Система должна отобразить в виде списка используемые элементы автоматики в текущем устройстве ПА.
2. Система должна предоставить возможность указать пользователю моделируемые сигналы для каждого элемента автоматики, из которых состоит проверяемое устройство ПА.
3. Система должна позволить добавить новые сигналы моделируемого режима работы энергосистемы для всех элементов автоматики, используемых в текущем устройстве ПА. Предусмотреть возможность копирования/вставки выбранных пользователем сигналов моделируемого режима работы.
4. Система должна предоставить возможность указать пользователю шаг проверки в миллисекундах (секундах) и возможность задания динамического масштаба пользователем.
5. Система должна позволить просматривать работу устройства ПА при различном наборе сигналов моделируемого режима работы посредством визуального представления и в виде таблиц.
6. Система должна отобразить путь прохождения сигнала при изменении состояний сигналов из набора моделируемого режима работы.
7. Система должна отобразить сработавшие УВ, а если таковых нет, то оповестить пользователя об этом сообщением, при различном наборе состояний сигналов моделируемого режима работы.

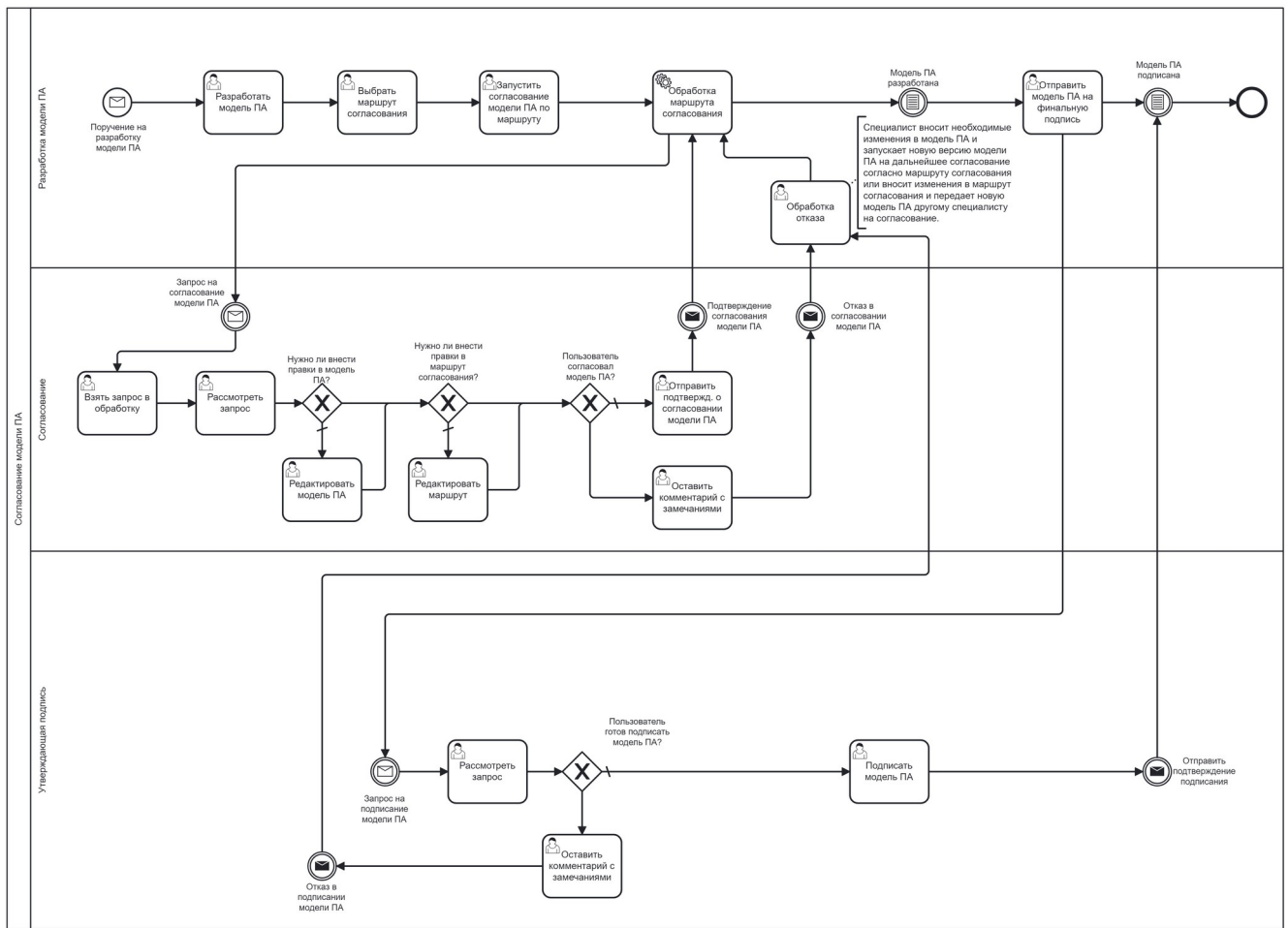
Прототипы форм для проверки моделей (функций) ПА представлены в Приложении № 2. Альбом форм Конструктора ПА.

9.1.18. Требования к процессу согласования моделей

1. В Системе должна быть возможность согласования разработанных моделей ПА между различными ДЦ.
2. В Системе должна быть возможность создавать, редактировать и удалять маршруты согласования моделей ПА. Должна быть возможность задания параллельных шагов согласования в рамках одного маршрута.

3. Система должна позволять отслеживать продвижение модели ПА по маршруту, следить за статусом согласования модели ПА, добавлять и удалять шаги в маршруте в процессе согласования и снимать модель ПА с маршрута согласования.
4. Модель ПА в Системе должна находиться в одном из следующих статусов:
 - а. Черновик – идет разработка модели ПА и ее согласование по маршруту;
 - б. Утверждена – модель ПА согласована и подписана;
 - с. Архив – модель ПА неактуальна и отправлена в Архив.
5. Система должна отображать версию модели ПА, проходящую маршрут согласования.
6. Смена статусов модели ПА должна происходить автоматически. Общая последовательность изменения статусов следующая: Черновик → Утверждена → Архив.
7. Система должна требовать указать завершающий шаг для любого маршрута согласования, которым должна быть завершающая подпись, которая утверждает модель ПА.
8. Система должна запрещать редактирование модели ПА в статусе «Утверждена».
9. Система должна позволять вручную изменить любой статус модели ПА на «Архив» пользователям с соответствующими правами.
10. Система должна позволять копировать модели ПА с любым статусом. Создание новой копии в Системе должно всегда создавать модель ПА со статусом «Черновик»;
11. После утверждения модели ПА Система должна автоматически архивировать все версии модели ПА, созданные на маршруте согласования, кроме утвержденной.
12. Система должна позволять вносить изменения в модель ПА всем пользователям, входящим в маршрут согласования. После сохранения изменений должна быть возможность как отказать, так и согласовать проект устройства ПА.
13. Система должна автоматически перемещать модель ПА (актуальную версию модели ПА) по выбранному маршруту после завершения согласования на каждом шаге;
14. Система должна автоматически направлять запросы на согласование всем пользователям, указанным в маршруте;
15. Система должна уведомлять пользователей на текущем этапе согласования об изменении версии модели.

Ниже представлена упрощенная диаграмма процесса согласования моделей ПА в Системе.



9.1.19. Требования к запросу на согласование/подписание

Получателям должно приходить уведомление о поступлении модели ПА на согласование/подписание на электронную почту и запрос на согласование модели ПА в Системе. В уведомлении на электронную почту в теле письма должна содержаться информация:

- наименование устройства ПА;
- информация о разработчике устройства ПА (ДЦ, ФИО, почта и номер рабочего телефона);
- ссылка на открытие интерфейса Системы.

Получатель запроса должен иметь возможность:

- просмотреть маршрут согласования, версию модели ПА, визы согласующих, ранее полученные на маршруте,
- редактировать устройство ПА;
- согласовать/подписать или отказать в согласовании/подписании модели ПА. В случае отказа у согласующего должна быть возможность оставить комментарий в Системе.

Результат обработки запроса должен прийти пользователю, который отправил модель ПА на согласование, на электронную почту и уведомлением о согласовании в Системе.

9.1.20. Требования к истории согласования

В Системе должна быть возможность просмотра истории согласования модели ПА.

Должна быть доступна информация о выполнении каждого шага согласования – дата и время создания запроса, дата и время предоставления ответа на запрос, повторное направление на согласование (при наличии), ответственное лицо (с указанием информации о пользователе (ФИО, его почта), ДЦ).

9.1.21. Требования к системе формирования отчетной документации

1. В Системе должен быть реализован модуль формирования отчетов устройств ПА.
2. Формы отчетов должны соответствовать Приложениям 20, 25, 27, 28, 29, 30 к Типовому положению по управлению режимами работы энергосистем в операционной зоне диспетчерского центра АО «СО ЕЭС», утвержденному распоряжением АО «СО ЕЭС» от 13.02.2019 № 16р.
3. Система должна формировать отчеты в формате *xlsx*, *docx*, *pdf* для табличных форм отчетов и в формате *pdf* для графических схем моделей ПА.
4. Система должна формировать отчеты по запросу пользователя и позволять сохранять с выбором папки сохранения.
5. Система должна предоставлять возможность формировать отчеты для всех видов ПА.
6. Для отчетных документов устройств ПА, содержащих крупную функционально-логическую схему, расположенную на нескольких листах, отображение блока УВ должно осуществляться в верхней части каждого листа.
7. Система должна предоставить возможность пользователю просмотреть, как схема модели ПА будет расположена на листах:
 - А4 вертикально;
 - А4 горизонтально;
 - А3 вертикально;
 - А3 горизонтально.
8. Для тех устройств ПА, имеющих в своем составе элемент автоматики типа КПР, имеется возможность выгрузки логики работы КПР на отдельной странице.

Пример отображения представлен на рисунке 29.

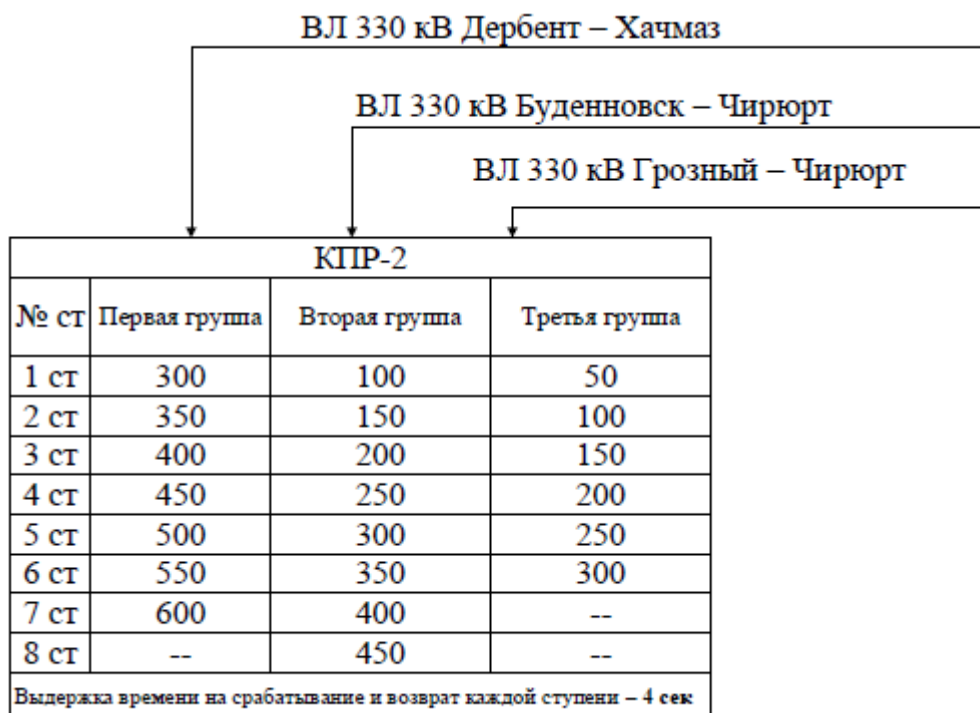


Рисунок 29. Пример формирования отчета элемента КПР

В таблице 19 приведен состав формируемых отчетов Системой Конструктор ПА.

Таблица 19. Состав формируемых отчетов Системой Конструктор ПА

Тип устройства автоматики	Приложение типового ПУР, в соответствии с которым Система должна формировать отчеты	Формат отчета	Используемые форматы
АПНУ (АРО СГО, АРПМ, АРКЗ)	Приложения 20 "Алгоритмы работы и настройка комплексов (устройств) ПА", Система должна сформировать графическую модель схемы ПА в соответствии с рисунками Приложения 20 соответствующего типа АПНУ. Система должна сформировать табличный отчет в соответствии с таблицами Приложения 20.	Графическая схема и табличная форма	xlsx, docx, pdf - для табличных форм отчетов, docx и pdf - для графических схем моделей ПА
АЛАР	Приложение 28 "Объекты электроэнергетики, на которых размещены АЛАР, их алгоритмы функционирования и параметры настройки"	Таблица форма	
АОПН, АОСН	Приложение 25 "Объекты электроэнергетики, на которых размещены АОПН и АОСН, их алгоритмы функционирования и параметры настройки"	Таблица форма	
АОПО	Приложение 29 "Объекты электроэнергетики, на которых размещены	Графическая схема и	

Тип устройства автоматики	Приложение типового ПУР, в соответствии с которым Система должна формировать отчеты	Формат отчета	Используемые форматы
	АОПО, их алгоритмы функционирования и параметры настройки"	табличная форма	
АОПЧ	Приложение 27 "Информация об электростанциях, оснащенных автоматикой запуска резервных генераторов и набора мощности (при снижении частоты) и автоматикой отключения генераторов (при повышении частоты)"	Таблица форма	
АОСЧ (АЧВР, АЧР, ЧДА, ЧАПВ)	Приложение 27 "Информация об электростанциях, оснащенных автоматикой запуска резервных генераторов и набора мощности (при снижении частоты) и автоматикой отключения генераторов (при повышении частоты)"	Таблица форма	
АОСЧ (ДАР)	Приложение 30 "Объекты электроэнергетики, на которых размещены ДАР, их алгоритмы функционирования, параметры настройки и объемы УВ"	Таблица форма	

Используемые форматы и состав отчетов могут быть уточнены на стадии разработки Системы Конструктор ПА.

9.1.22. Требования к экспорту параметров настройки ЛАПНУ

Система должна позволять экспортировать/импортировать параметры устройства ПА (информацию о функциональной схеме и уставках) для создания файла единого цифрового бланка уставок (далее ЕЦБУ). Состав и формат данных ЕЦБУ должен соответствовать актуальной редакции ГОСТ Р 59979-2022 и может быть уточнен в ходе разработки Системы.

9.1.23. Требования к формату данных

Система должна позволять выгружать данные, содержащие параметры настройки и алгоритмы функционирования ЛАПНУ в формате *xlsx*. *XLSX* — известный формат документов, входит в серию форматов файлов Office Open XML для хранения электронных документов пакетов офисных приложений.

9.1.24. Требования к составу данных

Система должна позволять задавать и настраивать параметры ЛАПНУ достаточные для формирования ЕЦБУ. Данные в ЕЦБУ должны быть

представлены в виде иерархии строк (объектов), каждая строка должна содержать информацию о пусковом органе, схеме работы сети, сечении, критерии строки (ТС или булева формула), направление перетока, предшествующий режим и управляющие воздействия. Состав данных ЕЦБУ может быть уточнен на стадии разработки Системы.

9.1.25. Требования к системе прав доступа

9.1.25.1. Требования к набору ролей пользователей

1. Для функционирования Системы необходимо обеспечить назначение пользователям следующих ролей:
 - Администратор ИА (не менее 1 в ИА АО «СО ЕЭС»);
 - Технолог ИА (не менее 1 в ИА АО «СО ЕЭС»);
 - Технолог филиала ДЦ (не менее 1 в каждом филиале АО «СО ЕЭС»);
 - Согласующий ИА (не менее 1 в ИА АО «СО ЕЭС» и в каждом филиале АО «СО ЕЭС»);
 - Согласующий филиала ДЦ (не менее 1 в каждом филиале АО «СО ЕЭС»);
 - Наблюдатель ИА (не менее 1 в ИА АО «СО ЕЭС»);
 - Наблюдатель филиала ДЦ (не менее 1 в каждом филиале АО «СО ЕЭС»).
2. Система должна предоставлять возможность совмещения нескольких ролей одним пользователем.
3. В Системе должна быть обеспечена возможность назначения predetermined роли группе АД. При этом администраторы АД филиалов ОДУ АО «СО ЕЭС» должны иметь возможность назначать роли группам АД только в рамках филиалов своей операционной зоны.
4. Разграничение полномочий доступа пользователей к информации и функциям Системы должно быть выполнено в соответствии с принадлежностью пользователя филиалу АО «СО ЕЭС» (РДУ, ОДУ, ИА).
5. ДЦ пользователя должен определяться однозначно по реквизиту «Организация» учетной записи в АД.

9.1.25.2. Требования к составу прав ролей пользователей

В Системе должен быть обеспечен первоначальный набор ролей с составом прав, представленных в таблице 20 описания ролей (может быть уточнен на следующих этапах разработки системы).

	Роли						
	Администра тор ИА	Технол ог ИА	Технол ог филиал а ДЦ	Согласую щий ИА	Согласую щий филиала ДЦ	Наблюдат ель ИА	Наблюдат ель филиала ДЦ
Настройка Системы и ее компонентов	+						
Управление ролями	+						
Создание, корректировка устройств (функций) ПА в Системе		+	+	+		Только просмотр форм	
Редактировани е внутренних справочников Системы (локальной НСИ)	+	+	+	+			
Загрузка корпоративной НСИ из ОИК СК-11	+	+	+	+			
Просмотр журнала действий	+	+	+	+			
Формирование отчетной документации	+	+	+	+	+	+	+
Просмотр журнала действий пользователей, относящихся к операционной зоне ДЦ			+		+		Только просмотр форм
Просмотр локальной и корпоративной НСИ, относящейся к операционной зоне ДЦ		+	+		+		
Создание, корректировка моделей устройств			+		+		

	Роли						
Ф(функций) ПА у в Системе, н относящихся к к операционной ц зоне ДЦ							
и Формирование и отчетной документации устройств (функций) ПА в Системе, относящихся к операционной зоне ДЦ			+		+		
Согласование устройств (функций) ПА в Системе				+	+		
Согласование устройств (функций) ПА в Системе, относящихся к операционной зоне ДЦ					+		
Архивировани е моделей устройств ПА		+	+	+			
Архивировани е моделей устройств ПА, относящихся к операционной зоне ДЦ			+		+		
Изменение состава прав предопределен ных ролей и создание новых ролей	+						

Опционально должна быть доступна функция, которую можно предоставить пользователю или группе индивидуально: Утверждающая подпись устройств (функций) ПА в Системе

6. Функции в Системе из таблицы 20 должны быть предоставлены указанным ролям по умолчанию.
7. Перечисленные функции в Системе из пункта 1 настоящего раздела должны быть отображены в виде списка с выбором каждой функции на запись или чтение для каждого пользователя или группы.

9.1.26. Требования к системе журналирования

1. Система журналирования (архив событий) должна обеспечивать формирование записи в журнал событий при каждом изменении состояния Системы.
2. Система журналирования должна обеспечивать фиксацию возникающих в Системе событий и действий пользователей в следующих журналах:
 - журнал изменений НСИ, на основе которой формируются модели устройств (функций) ПА;
 - журнал действий в устройствах ПА (должен содержать действия пользователей, не связанные с изменениями НСИ);
 - журнал фиксации изменений настроек Системы Конструктора ПА.
3. Все сообщения должны иметь метку времени, краткое описание и результат действия. Если действие производится пользователем, то отображать логин пользователя и его роль для последующего анализа.
4. Система журналирования должна обеспечивать возможность фильтрации, упорядочивания, поиска, просмотра и печати записей журналов за выбранный пользователем промежуток времени.
5. Перечень событий журнала изменений НСИ:
 - загрузка новой НСИ;
 - автоматическое обновление НСИ.
6. Перечень событий журнала действий в устройствах ПА:
 - создание/удаление устройства ПА;
 - внесение изменений в любой элемент автоматики;
 - создание/удаление/изменение перечня сигналов проверки устройства ПА;
7. Перечень событий журнала фиксации изменений настроек Системы Конструктора ПА.
 - фиксация любых изменений настроек Системы;
 - добавление нового пользователя в Систему с назначенной ролью ему и выданными правами;
 - фиксация изменений в правах доступа любого пользователя.

Перечень событий и действий пользователей, фиксируемых в журналах Системы, может быть уточнен на этапе разработки Системы.

9.2. Нефункциональные требования

9.2.1. Требования к информационной безопасности

Система должна обеспечивать:

- защиту от несанкционированного доступа к информации, хранящейся в базе данных Системы;
- ведения журнала всех действий пользователя в модернизируемой части Системы, и там, где это возможно, сохранение истории изменённых пользователем данных;
- аутентификацию и авторизацию пользователей с использованием учетных записей из Active Directory;
- разграничение полномочий доступа пользователей на уровне пользовательского интерфейса и запросов к API путём назначения каждому пользователю Системы одной или нескольких предопределённых ролей;
- аутентификацию компонентов Системы при обращении к API со стороны компонентов;
- возможность обращения к функциям API по защищённому протоколу HTTPS с криптографической защитой не ниже TLS 1.2 (при этом ключ электронной подписи и сертификат выпускаются силами и средствами Заказчика).
- Основные элементы информационной безопасности включают в себя:
- шифрование каналов связи для всех пользователей и внешних систем посредством использования протокола https;
- взаимодействие между компонентами сети посредством каналов связи, доступных только внутри системы;
- доступ к НСИ, данным и функциям системы с помощью прав, основанных на ролевой модели пользователей/внешних систем.

9.2.2. Требования к визуализации

Интерфейс должен быть выдержан в едином стиле для всех разделов Системы. Все формы отображения должны иметь единообразную компоновку и не противоречащие друг другу правила работы. Для обеспечения этого соответствия все формы отображения и свойства выводимых значений (формат, шрифт) должны быть основаны на единых библиотеках стилей.

Интерфейс Системы должен позволять решать задачи пользователя наиболее быстрым и простым способом: доступ к любой функции Системы должен осуществляться посредством минимально возможного количества команд. Для ускорения и упрощения работы в интерфейсе Системы должны быть реализованы:

- возможность использования сочетания клавиш, для выполнения действий на форме отображения;
- возможность отмены последних правок данных, выполненных на форме отображения;
- возможность вызова функций из контекстного меню, вызываемого нажатием правой кнопки мыши на объекте Системы;
- возможность выбора подлежащих вводу данных из предопределенного списка;
- проверка введенных данных на корректность.

Доступ к основным функциям Системы (в т.ч. управление настройками текущей формы) должен осуществляться с активной (текущей) формы.

Интерфейс Системы должен предоставлять доступ к функциям и данным согласно роли пользователя, а также ДЦ пользователя.

Отображение экранных форм, результатов моделирования и данных, полученных из внешних систем, должно производиться в соответствии с часовым поясом, указанным в настройках операционной системы пользователя.

Интерфейс должен масштабироваться при изменении разрешения экрана, используемого в операционной системе (все элементы управления должны быть доступны пользователю).

В Системе должен быть реализован как минимум следующий состав форм визуализации:

главная форма отображения;

- формы отображения справочников НСИ;
- форма администрирования прав пользователей;
- форма настройки взаимодействия с ИУС АО «СО ЕЭС»;
- форма настройки хранения данных в Системе;
- форма для моделирования устройств (функций) ПА;
- форма для проверки устройств (функций) ПА;
- форма отображения журнала работы Системы.

В заголовке главной формы отображения (форме, на которой у пользователя должна быть возможность перейти ко всем реализованным формам отображения) должно быть указано краткое наименование Системы. В общей для всех форм отображения области должны отображаться ФИО, роль и ДЦ текущего пользователя.

Элементы управления на всех формах отображения должны быть сгруппированы согласно выполняемым функциям.

Каждый элемент управления должен иметь наименование. В случае, если наименование элемента управления превышает его размеры, элемент должен быть обозначен пиктограммой. При наведении курсора мыши на элемент управления во всплывающей подсказке должно отобразиться его полное наименование.

Отображение элементов управления в активированном состоянии должно визуально отличаться от их отображения в не активированном состоянии.

В случае невозможности размещения информации в пределах экрана на форме отображения необходимо реализовать полосы горизонтальной/вертикальной прокрутки.

9.2.3. Требования к отображению справочной информации

У пользователя должна иметься общая и конкретная контекстно-зависимая справочная информация, содержащая описание всех компонентов Системы и методов решения проблем, возникающих в процессе эксплуатации. Доступ к справочной информации должен осуществляться:

- путем нажатия на соответствующую кнопку в интерфейсе Системы;
- путем выбора соответствующего пункта в меню «Справка»;
- посредством подсказок, которые отображаются, когда метка курсора помещается над соответствующим элементом формы отображения.

Справочная информация должна быть реализована в виде встроенной документации, доступ к которой должен осуществляться посредством пользовательского интерфейса.

Время отображения подсказки должно быть неограниченно, её закрытие должно выполняться при перемещении указателя мыши с объекта, для которого отображается подсказка.

Если подсказка содержит большой объем информации, должен осуществляться перенос текста по словам на несколько строк для отображения всего сообщения. В случае, если для отображения сообщения во всплывающей подсказке требуется более 5 строк, во всплывающей подсказке должна быть реализована полоса вертикальной прокрутки.

9.2.4. Требования к отображению табличных форм

Табличные формы отображения информации должны удовлетворять следующим требованиям:

- заголовки столбцов таблицы должны переноситься на следующую строку для обеспечения полного отображения заголовка и сохранения заданной ширины столбца (но не более трех строк);
- верхняя строка и первый столбец таблицы, при наличии в них заголовков столбцов и наименований строк, должны быть зафиксированы и не должны смещаться при использовании вертикальных и/или горизонтальных полос прокрутки;
- пользователю должна быть предоставлена возможность отображать/скрывать определенные столбцы таблицы;
- пользователю должна быть предоставлена возможность контекстного поиска информации по таблице;
- пользователю должна быть предоставлена возможность сортировки по возрастанию/убыванию информации по всем столбцам таблицы;

- пользователю должна быть предоставлена возможность последовательной сортировки по любым нескольким столбцам таблицы;
- пользователю должна быть предоставлена возможность настройки перечня, последовательности и ширины отображаемых столбцов таблицы;
- при необходимости в табличной форме должны быть реализованы вертикальные и горизонтальные полосы прокрутки для обеспечения возможности просмотра всех столбцов и строк таблицы;
- при добавлении новой строки таблицы, она должна становиться активной, а вертикальная полоса прокрутки должна устанавливаться таким образом, чтобы обеспечивать отображение вновь добавленной строки;
- при сохранении внесенных изменений должны быть сохранены выбранные до корректировок настройки сортировки и фильтрации табличной формы.

Многостраничные формы отображения таблиц должны удовлетворять дополнительным требованиям:

- пользователю должна быть предоставлена возможность выбора количества отображаемых на странице строк;
- пользователю должна быть предоставлена возможность перехода на любую страницу таблицы, в том числе последующую и предыдущую.

9.2.5. Требования к производительности

Время отклика интерфейса Системы на действия пользователя не должно превышать 1 секунды.

Время формирования Системой отчета не должно превышать 10 секунд.

9.2.6. Требования к лингвистическому обеспечению Системы

Должна быть обеспечена поддержка английского (латинского) и русского (кириллического) алфавитов. Русские буквы (и язык) должны использоваться при создании и представлении форм отображения Системы.

Должны обеспечиваться интерактивные возможности пользовательского интерфейса по вводу и отображению как русского, так и английского алфавитов.

Все формы отображения, предназначенные для использования пользователем, должны быть представлены на русском языке. Сюда должны входить все формы отображения, включая экраны со справочной информацией, сообщения о взаимодействии с пользователем, предупреждающие (аварийные) сообщения, меню и любые другие формы или сообщения. Формы и интерфейсы программного обеспечения третьих сторон (формы командных строк операционной системы), а также инструменты для поддержки и ведения системы управления базой данных и т.п., если доступно, должны быть предоставлены на русском языке.

Данные, вводимые пользователем (например, тексты баз данных, тексты примечаний) должны быть представлены на том языке, на котором они вводятся: русский, английский, комбинация русских и английских символов.

9.2.7. Требования к дистрибутиву

При подготовке дистрибутива Системы, работающей под управлением операционной системы семейства Linux, должны быть учтены следующие требования:

1. Дистрибутив Системы должен содержать только прикладное программное обеспечение, в том числе необходимые для работы Системы файлы конфигурации;
2. В части установки системного программного обеспечения должен быть представлен полный список компонентов системного и связующего программного обеспечения (включая зависимости от иных компонентов, требующих предварительной установки и настройки). В случае использования параметров установки системного программного обеспечения, отличных от заданных по умолчанию, в руководстве системного администратора Системы должен быть подробно описан процесс их установки и настройки, а также для каждого компонента должен быть разработан и приложен пример конфигурации, содержащий необходимые изменения в файле конфигурации «по умолчанию» с комментариями по назначению и установленному значению для каждого параметра;
3. В случае необходимости для работы Системы системного ПО, отсутствующего у Заказчика и в репозиториях ОС Astra Linux, дистрибутивы такого ПО должны быть предоставлены Исполнителем для помещения в корпоративный репозиторий Заказчика, и устанавливаться оттуда. Не допускается установка любых компонентов Системы из сети интернет;
4. Не допускается использование технологий контейнеризации для системного и связующего программного обеспечения;
5. Прикладное программное обеспечение в составе дистрибутива Системы должно быть разработано с учетом требований Технологического стека программного обеспечения, утвержденного Директором по цифровой трансформации АО «СО ЕЭС» (актуальная редакция Протокола совещания предоставляется Заказчиком Исполнителю);
6. Дистрибутив Системы должен предоставляться в виде стандартного инсталляционного deb пакета (пакетов, в случае необходимости разделения по функциональному назначению) для операционной системы Astra Linux. При подготовке инсталляционного пакета (-ов) должно быть выполнено следующее:
 - сформирован файла манифеста, как минимум содержащий:
 - i. имя пакета;
 - ii. версия пакета;

- iii. зависимости от необходимых для работы прикладного программного обеспечения пакетов (за исключением системного программного обеспечения);
 - iv. пакеты, вызывающие конфликты (программное обеспечение, которое не должно быть установлено, в т.ч. системное);
 - v. описание пакета;
 - vi. описание архитектуры системы, в которой можно установить пакет;
- все необходимые настройки компонентов программного обеспечения должны выполняться скриптами установки (preinst, postinst, prerm, postrm);
 - настроено логирование установочного процесса в syslog или отдельный файл лога установки;
 - в скриптах установки Системы не допускается использование систем управления конфигурациями SCM (Ansible, Puppet, Chef и т.д.).
7. В случае использования для запуска прикладного программного обеспечения Системы технологий контейнеризации (Docker) на этапе планирования и подготовки дистрибутива должно быть выполнено следующее:
- базовый образ, используемый в контейнерах, должен соответствовать требованиям настоящих ТТ (должен быть подготовлен на основании разрешенной в АО «СО ЕЭС» к использованию версии ОС Linux);
 - образы используемых в Системе контейнеров должны собираться в АИС «ФПА» Заказчика на основании переданных Исполнителем файлов с инструкциями (Docker файлов) с последующим размещением собранных образов в корпоративном репозитории Заказчика;
 - операции по скачиванию, обновлению образа контейнера, запуска контейнера на выполнение должны выполняться в рамках исполнения скриптов в составе инсталляционного deb пакета (-ов);
 - обновление образа контейнера должно выполняться путем скачивания образа из корпоративного репозитория Заказчика;
8. Прикладное программное обеспечение Системы, передаваемое в составе дистрибутива, должно создаваться путем компиляции и сборки в АИС «ФПА» Заказчика из переданного Исполнителем Заказчику исходного текста (кода) Системы;
9. Детальные требования и состав дистрибутивов прикладного программного обеспечения Системы должны быть согласованы с Заказчиком.
- В случае развертывания компонентов Системы (веб-сервер / сервер приложений / сервер БД) на отдельных серверах в состав дистрибутива Системы должны входить инсталляционные пакеты для каждого из компонентов.
- При подготовке дистрибутива Системы должна быть предусмотрена возможность деинсталляции Системы (компонентов Системы) с учетом технических особенностей используемой операционной системы.

При выполнении обновления Системы (компонентов Системы) должна быть обеспечена возможность возврата к предыдущей версии Системы, а также повторного выполнения процедуры обновления.

9.2.8. Требования к категорийности Системы

Система должна относиться ко 2 категории оперативного обслуживания – категория систем базового приоритета оперативного обслуживания. Системы данной категории требуют оперативного обслуживания и обеспечения их работоспособности подразделениями блока информационных технологий.

10.ЭТАПЫ СОЗДАНИЯ СИСТЕМЫ

Функции системы предполагается реализовывать тремя этапами – разработка MVP, испытание MVP и итеративное развитие по беклогу функций. В процессе итерационного развития Системы новые функции поставляются в виде обновлений для установки на полигон в целях апробации и демонстрации прогресса.

10.1. Этап 1 Разработка MVP.

Разработка базовых полезных функций для запуска пилотной версии Системы.
Состав функций этапа:

- загрузка в Систему корпоративной НСИ путем ручного импорта (загрузки) файла (СІМ XML или другой по согласованию с Заказчиком);
- формы работы с корпоративной НСИ (таблицы и детальные формы для просмотра и редактирования);
- формы работы с внутренними справочниками Системы;
- создание и редактирование устройств автоматики – заведение типа, производителя и параметров устройства (кроме АЛАР);
- создание, редактирование и привязка к корпоративной НСИ типовых элементов автоматики (стандартные типы элементов, их параметры настройки);
- добавление и редактирование логики в графическом редакторе – элементов автоматики, связей, вспомогательных элементов и переключающих элементов на графической схеме;
- добавление и редактирование логики в табличном редакторе;
- поиск и навигация на графической схеме модели ПА с помощью панелей управления, мыши и горячих клавиш;
- автоматизированное создание версий устройства ПА;
- восстановление версии устройства ПА из ранее созданных;
- эмуляция сигнала в режиме «Проверка корректности собранной схемы»;
- настройка прав доступа;
- автоматизированное сохранение черновика модели ПА и его восстановление в случае некорректного завершения работы с веб-приложением.

Состав работ этапа:

- разработка и добавление в Систему устройств автоматики (в объеме необходимом и достаточном для проведения ПМИ);
- разработка алгоритма функционала проверки корректности собранной схемы;
- разработка СІМ профиля в объеме, необходимом для описания представленной в Системе автоматики;
- разработка ТТ на организацию приема данных из Системы (в формате СІМ) для каждой ИУС Заказчика (Rastr, ЦСПА/СМЗУ, СМФУ ПА).

10.2. Этап 2 Испытание MVP.

Испытание базовых функций и согласование пакета документации для запуска пилотной версии Системы. Состав работ этапа:

- разработка и согласование с Заказчиком руководства пользователя, руководства администратора;
- разработка и согласование с Заказчиком ПМИ;
- проведение испытаний MVP на полигоне Заказчика.

10.3. Этап 3 Итеративное развитие.

Итеративное развитие функциональности Системы небольшими итерациями (длина итерации не более 2-3 месяцев).

Функции по развитию редактора автоматик:

- библиотеки шаблонов устройств ПА;
- создание и моделирование устройств ПА типа АЛАР;
- использование укрупненных блоков при моделировании устройств ПА;
- эмуляция сигнала в режиме «Проверка модели (функции) ПА в динамическом режиме»;
- автоматизированный экспорт корпоративной НСИ из ОИК СК-11;
- создание и использование при моделировании устройств ПА нетиповых элементов автоматик.

Функции модуля согласования:

- уведомление пользователя о событиях внутри Системы;
- настройка уведомлений в Системе (по группам и ролям);
- отправка уведомлений пользователю на почту;
- фиксация действий пользователя в архиве событий;
- формы для согласования моделей ПА.

Функции по интеграции с внешними ИУС:

- API Системы для доступа к моделям ПА в формате CIMXML;
- экспорт\импорт моделей ПА в формате CIMXML через пользовательский интерфейс Системы;
- экспорт\импорт параметров настройки ЛАПНУ в формате ЕЦБУ;
- публикация моделей ПА в ОИК СК-11 в формате CIMXML.

Функции модуля генерации отчетов:

- формирование табличных отчетов в xlsx;
- формирование табличных отчетов в docx;
- формирование табличных отчетов в pdf;
- построение функционально-логической схемы в отчетах;
- предпросмотр функционально-логической схемы перед формированием отчета;

- формирование отчета элементов автоматики КПП отдельно, с указанием приходящих сигналов (ветвей) на КПП, в которых происходит замер физической величины.

ПРИЛОЖЕНИЕ 1. ПРОФИЛЬ ИНФОРМАЦИОННОЙ МОДЕЛИ

Для обмена моделями (функциями) ПА разработан проект профиля информационной модели, представленный в Приложение № 1. Профиль информационной модели.

Профиль информационной модели должен быть скорректирован, при необходимости, и дополнен на этапах создания Системы, согласован с Заказчиком.

В настоящий момент времени все действующие системы, работающие с моделями (функциями) ПА: RUStab, СМЗУ, ЦСПА-3, ЦСПА Сибири, СМФУ ПА, имеют очень ограниченный функционал по способам внешнего информационного обмена в части моделей ПА, использование СИМ-гармонизированных стандартов в них не предусмотрено. Внутренняя логика учета функций ПА этих комплексов не позволяет реализовать весь потенциал СИМ моделирования без их соответствующей модернизации.

Находящиеся в промышленной эксплуатации в ДЦ АО «СО ЕЭС» указанные выше программные комплексы - RUStab, СМЗУ, ЦСПА-3 – обладают собственным оригинальным языком описания функций ПА, позволяющим сообщить расчетным алгоритмам всю требуемую на настоящий момент информацию и хранить ее в табличном или графическом виде.

Таким образом, вплоть до соответствующей модернизации RUStab, СМЗУ, ЦСПА-3 и других комплексов, использование СИМ профиля описания функций ПА потребует разработки соответствующих конвертеров двусторонней интеграции.

Абстрактные классы

Перечень необходимых абстрактных классов профиля информационной модели приведен в таблице 1.

Таблица 1. Абстрактные классы профиля информационной модели

Смысловое определение абстрактного класса	Имя класса (англ.)	Имя вышестоящего класса (англ.)
Полус постоянного и переменного тока (точка электрического подключения (на переменном или постоянном токе) к элементу электросилового оборудования. Полуса присоединяются к физическим местам присоединения – Точкам подключения)	ACDCTerminal	IdentifiedObject
Вспомогательное оборудование (единица вспомогательного оборудования. Не несёт основных функций, но способствует их несению иным оборудованием. Вспомогательное оборудование привязывается к основному ссылкой на его полюс)	AuxiliaryEquipment	Equipment
Электропроводящее оборудование	ConductingEquipment	Equipment
Проводник	Conductor	ConductingEquipment

Смысловое определение абстрактного класса	Имя класса (англ.)	Имя вышестоящего класса (англ.)
Контейнер соединительных узлов	ConnectivityNodeContainer	PowerSystemResource
Соединительный проводник	Connector	ConductingEquipment
Оборудование	Equipment	PowerSystemResource
Контейнер оборудования	EquipmentContainer	ConnectivityNodeContainer
Энергоблок	GeneratingUnit	Equipment
Идентифицирующий класс — обеспечивает идентификацию и набор наименований для наследуемых классов	IdentifiedObject	-
Обобщенный объект энергосистемы	PowerSystemResource	IdentifiedObject
Первичный двигатель	PrimeMover	PowerSystemResource
Защищающий коммутационный аппарат	ProtectedSwitch	Switch
Регулирующее электропроводящее оборудование (единица электросилового оборудования, способная управлять параметрами режима сети (напр., напряжением или перетоком мощности))	RegulatingCondEq	ConductingEquipment
Вращающаяся машина	RotatingMachine	RegulatingCondEq
Измерительное устройство	Sensor	AuxiliaryEquipment
Шунтирующее компенсирующее устройство	ShuntCompensator	RegulatingCondEq
Коммутационный аппарат	Switch	ConductingEquipment
Электрический вывод трансформатора	TransformerEnd	IdentifiedObject
Оборудование	Equipment	PowerSystemResource
Функция РЗА — функционально завершённый алгоритм функционирования устройства РЗА, позволяющий на основе информации, полученной от измерительных органов устройства РЗА и (или) от других устройств (функций) РЗА, выявлять повреждения, отключения оборудования (ЛЭП) или другие ненормальные режимы и в соответствии с заданными параметрами настройки действовать на предотвращение развития и ликвидацию нарушения нормального режима, а также на изменение параметров режима энергосистемы (частоты электрического тока, напряжения, активной и реактивной мощности) в соответствии с Правилами технического учета и анализа функционирования релейной защиты и автоматики (утверждены Приказом Минэнерго России от 8 февраля 2019 г. № 80)	ProtectionEquipment	Equipment
Событие срабатывания, пуска или отказа	PACSOOperationEvent	ActivityRecord

Смысловое определение абстрактного класса	Имя класса (англ.)	Имя вышестоящего класса (англ.)
РЗА		

Основные классы

Перечень необходимых основных классов профиля информационной модели приведен в таблице 2.

Таблица 2. Основные классы профиля информационной модели

Смысловое определение основного класса	Имя класса (англ.)	Имя вышестоящего класса (англ.)
Участок линии переменного тока	ACLineSegment	Conductor
Материальный объект	Asset	IdentifiedObject
Материальный объект, который может состоять из других материальных объектов	AssetContainer	Asset
Асинхронная машина	AsynchronousMachine	RotatingMachine
Стандартное номинальное напряжение	BaseVoltage	IdentifiedObject
Ячейка распределительного устройства (класс, предназначенный для группировки оборудования, обычно обозначающий ячейку распределительного устройства)	Bay	EquipmentContainer
Выключатель	Breaker	ProtectedSwitch
Секция шин	BusbarSection	Connector
Газовая турбина	CombustionTurbine	PrimeMover
Трансформатор тока	CurrentTransformer	Sensor
Трансформатор напряжения	PotentialTransformer	Sensor
Федеральный округ Российской Федерации	GeographicalRegion	IdentifiedObject
Гидрогенератор	HydroGeneratingUnit	GeneratingUnit
Гидротурбина	HydroTurbine	PrimeMover
ЛЭП	Line	EquipmentContainer
Линейное шунтирующее компенсирующее устройство (секции линейного шунтирующего компенсирующего устройства всегда имеют равные проводимости)	LinearShuntCompensator	ShuntCompensator
Выключатель нагрузки	LoadBreakSwitch	ProtectedSwitch
Типизированное	Name	-

Смысловое определение основного класса	Имя класса (англ.)	Имя вышестоящего класса (англ.)
дополнительное наименование		
Тип наименования	NameType	-
Нелинейное шунтирующее компенсирующее устройство (секции нелинейного шунтирующего компенсирующего устройства могут иметь неравные проводимости)	NonlinearShuntCompensator	ShuntCompensator
Атомный энергоблок	NuclearGeneratingUnit	GeneratingUnit
Организация	Organisation	IdentifiedObject
Типизированная роль организации по отношению к другим объектам информационной модели	OrganisationRole	IdentifiedObject
Электростанция	Plant	EquipmentContainer
Силовой трансформатор	PowerTransformer	ConductingEquipment
Тип объекта энергосистемы	PSRType	IdentifiedObject
Секционирующий пункт	Recloser	ProtectedSwitch
Продольное компенсирующее устройство	SeriesCompensator	ConductingEquipment
Регулируемое шунтирующее компенсирующее устройство (например, статический тиристорный компенсатор)	StaticVarCompensator	RegulatingCondEq
Паровая турбина	SteamTurbine	PrimeMover
Субъект Российской Федерации	SubGeographicalRegion	IdentifiedObject
Подстанция	Substation	EquipmentContainer
Синхронная машина	SynchronousMachine	RotatingMachine
Полюс электропроводящего оборудования (элемент модели для обозначения электрического подключения к электропроводящему оборудованию)	Terminal	ACDCTerminal
Тепловой энергоблок	ThermalGeneratingUnit	GeneratingUnit
Распределительное устройство	VoltageLevel	EquipmentContainer
Ветроэлектрогенератор	WindGeneratingUnit	GeneratingUnit
Линия постоянного тока	DCLine	DCEquipmentContainer
Обобщенный объект энергосистемы	PowerSystemResource	IdentifiedObject
Ответственный за моделирование	ModelingAuthority	IdentifiedObject

Смысловое определение основного класса	Имя класса (англ.)	Имя вышестоящего класса (англ.)
Набор ответственный за моделирование	ModelingAuthoritySet	IdentifiedObject
Диспетчерский центр	ControlAreaOperator	Organisation
Производитель техники	Manufacturer	OrganisationRole
Сечение	BranchGroup	-
Энергопотребитель	EnergyConsumer	LoadSheddingStage
Вид параметра, которым может управлять регулятор: напряжение, мощность, коммутационное состояние	RegulatingControlModeKind	-
Контейнер материальных объектов, содержащий одну или несколько функций РЗА. Развернутое определение данного класса: Моделирование материальных объектов устройств РЗА выполняется с использованием класса PACSDevice, который является наследником класса cinrAssetContainer и представляет собой контейнер материальных объектов. Под устройствами РЗА в данном контексте понимаются аппараты, терминалы, блоки, шкафы, панели и прочие материальные объекты, реализующие заданные функции РЗА. Все эти сущности моделируются одним классом PACSDevice, а их типизация выполняется с помощью предиката PACSDevice.kind. Моделирование любого устройства РЗА обеспечивается свободной комбинацией вложенных друг в друга материальных объектов, с использованием ассоциации часть-целое cim:Asset.AssetContainer. Непротиворечивость модели обеспечивается на уровне программного обеспечения, в котором производится моделирование	PACSDevice	AssetContainer

Смысловое определение основного класса	Имя класса (англ.)	Имя вышестоящего класса (англ.)
Функция релейной защиты	RelayProtection	ProtectionEquipment
Функция противоаварийной автоматики	EmergencyControlAutomation	ProtectionEquipment
Аварийное событие, вызывающее возмущение в энергосистеме (под аварийным событием понимается не только замыкание, а любое возмущение в энергосистеме (качение, асинхронный ход, замыкание и т. д.). Тип этого возмущения указывается с помощью класса FaultType)	Fault	IdentifiedObject
Аварийное событие на ЛЭП	LineFault	Fault
Аварийное событие на единице силового оборудования	EquipmentFault	Fault
Измерение. Представляет собой любую измеряемую, вычисляемую или неизмеряемую и невычисляемую величину. Любая единица оборудования может быть охвачена измерениями, напр., на подстанции может измеряться температура и контролироваться открытость дверей, у трансформатора могут измеряться температура и давление масла, в ячейке может быть несколько измерений мощности, а у выключателя может контролироваться коммутационное состояние. Связь Энергообъект– Измерение полезна для навигации по названиям, основанной на Контейнерах оборудования. Измерения в дереве названий обычно являются листьями, например, ПС–РУ–Ячейка– Коммутационный_аппарат– Измерение. Некоторые Измерения представляют величины, характеризующие конкретное	Measurement	IdentifiedObject

Смысловое определение основного класса	Имя класса (англ.)	Имя вышестоящего класса (англ.)
место установки датчика в сети, например, трансформатор напряжения (ТН) на шинах или трансформатор тока (ТТ), установленный между выключателем и разъединителем. Местоположение датчика не фиксируется ссылкой Энергообъект–Измерение. Оно определяется связью Измерение–Полюс, которая обеспечивает и топологическую привязку датчика, и привязку его к Единице оборудования. Возможны два варианта построения пути по дереву названий: 1) Измерение–Полюс–ТочкаПодключения–Полюс–ЕдиницаОборудования 2) Измерение–Полюс–ЕдиницаОборудования Разрешён только второй. Если требуется указать местоположение датчика, используются обе ссылки: Измерение–Энергообъект и Измерение–Полюс. Связь же Измерение–Полюс по отдельности никогда не используется.		
Вторичная обмотка трансформатора напряжения. (пакет GOSTR58651)	PotentialTransformerWinding	SensorWinding
Вторичная обмотка трансформатора тока. (пакет GOSTR58651)	CurrentTransformerWinding	SensorWinding
Автоматика ограничения потребления (пакет Protection_me)	LoadSheddingEquipment	EmergencyControlAutomation
Степень устройства релейной защиты или автоматики (пакет Protection_me)	PEStage	PowerSystemResource
Логический вентиль, который поддерживает логические операции над входными	SIPSGate	IdentifiedObject

Смысловое определение основного класса	Имя класса (англ.)	Имя вышестоящего класса (англ.)
данными (пакет infSIPS)		
Выход с одного вентиля представляет из себя вход для другого (пакет infSIPS)	PinGate	GateInputPin
Входные сигналы для логического вентиля. Условия, описанные входным сигналом, преобразуются в true или false. Результат измерений или вычислений преобразуется в true или false. (пакет infSIPS)	GateInputPin	IdentifiedObject
Числовое значение уставки, с которым выполняется сравнение входного сигнала вентиля (пакет SIPS_me)	ThresholdValue	-
Значение, связанное с полюсом и используемое для сравнения (пакет infSIPS)	PinTerminal	GateInputPin
Значение, связанное с сечением и используемое для сравнения (пакет infSIPS)	PinBranchGroup	GateInputPin
Значение, связанное с оборудованием и используемое для сравнения (пакет infSIPS)	PinEquipment	GateInputPin
Входной сигнал, который связан с измерением или расчетным значением по измерениям (пакет infSIPS)	PinMeasurement	GateInputPin
Управляющие воздействия, обеспечивающие сохранение целостности энергосистемы (пакет infSIPS)	ProtectiveAction	IdentifiedObject
Совокупность управляющих воздействий	ProtectiveActionCollection	IdentifiedObject
Управляющие воздействия по вводу/выводу оборудования из работы (пакет infSIPS)	ProtectiveActionEquipment	ProtectiveAction
Управляющие воздействия в виде изменение параметра регулятора оборудования (пакет infSIPS)	ProtectiveActionRegulation	ProtectiveAction
Управляющее воздействие на некоммутационное оборудование. Обеспечивает изменение режимного параметра (пакет infSIPS)	ProtectiveActionAdjustment	ProtectiveAction
Управляющее воздействие	ProtectiveActionPEStage	ProtectiveAction

Смысловое определение основного класса	Имя класса (англ.)	Имя вышестоящего класса (англ.)
ступени РЗА на ступени иных РЗА (пакет infSIPS)		
Блокировка ступени РЗА (пакет Protection_me)	PEStageBlocking	-
Блокировка с неформализованным описанием (пакет Protection_me)	UnformalizedBlocking	PEStageBlocking
Блокировка, условия срабатывания которой описываются уставкой (пакет Protection_me)	FormalizedBlocking	PEStageBlocking
Степень устройства РЗА, действующая на отключение нагрузки. Используется в случае упрощенного представления нагрузок в модели, когда несколько потребителей представлены одним объектом. Позволяет как отключать выключатель нагрузки, так и снижать частично заданное значение нагрузки (пакет Protection_me)	LoadSheddingStage	PEStage
Степень устройства РЗА, действующая на разгрузку турбин и отключение генераторов. Позволяет как отключать генераторы, так и снижать заданное значение генерации (пакет Protection_me)	GenerationUnloadingStage	PEStage
Степень токовой защиты (пакет Protection_me)	CurrentFlowStage	PEStage
Уставка устройства РЗА (пакет Protection_me)	PESetpoint	IdentifiedObject
Устака ступени РЗА (пакет Protection_me)	PEStageSetpoint	PESetpoint
Уставка для описания условий срабатывания блокировки ступени РЗА (пакет Protection_me)	BlockingSetpoint	PESetpoint

Перечень атрибутов классов

Перечень необходимых атрибутов приведен в таблице 3.

Таблица 3. Атрибуты классов информационной модели

Смысловое назначение атрибута	Имя атрибута (англ.)	Имя класса атрибута (англ.)	Тип данных
Порядковый номер полюса электропроводящего оборудования	sequenceNumber	ACDCTerminal	Положительное целое
Значение номинального напряжения, кВ	nominalVoltage	BaseVoltage	Вещественный
Присвоенное значение «Истина» признак того, что оборудование находится в работе	normallyInService	Equipment	Логический
Дополнительное наименование идентифицируемого объекта	aliasName	IdentifiedObject	Строка
Описание объекта информационной модели	description	IdentifiedObject	Строка
Глобальный уникальный идентификатор объекта информационной модели	mRID	IdentifiedObject	UUID (тип представляет собой 16-байтный (128-битный) номер в шестнадцатеричной системе счисления, как определено в ГОСТ Р ИСО/МЭК 9834-8)
Наименование объекта информационной модели (если объект модели имеет диспетчерское наименование, то указывается диспетчерское наименование)	name	IdentifiedObject	Строка
Типизированное дополнительное наименование объекта информационной модели	name	Name	Строка
Тип	name	NameType	Строка

Смысловое назначение атрибута	Имя атрибута (англ.)	Имя класса атрибута (англ.)	Тип данных
наименования			
Версия алгоритма функционирования (данный атрибут следует применять только для микропроцессорных устройств РЗА)	algorithmVersion	ProtectionEquipment	Строка
Версия программного обеспечения, установленного на устройстве РЗА	firmwareID	PACSDDevice	Строка
Вид контейнера материальных объектов, содержащего одну или несколько функций РЗА	kind	PACSDDevice	PACSDDeviceKind
Элементная база контейнера материальных объектов, содержащего одну или несколько функций РЗА	elementBaseKind	PACSDDevice	ElementBaseKind
Тип аварийного события	type	Fault	FaultType
Логическая операция вентилля	kind	SIPSGate	GateLogicKind
Если true, то используется модуль для сравнения	absoluteValue	GateInputPin	Логический
Операция сравнения	aDLogicKind	GateInputPin	AnalogToDigitalLogicKind
Значение контролируется в текущем или в предыдущем режиме? КПП?	precedingStateControl	GateInputPin	Логический

Смысловое назначение атрибута	Имя атрибута (англ.)	Имя класса атрибута (англ.)	Тип данных
Инверсия/ отрицание результата сравнения	negate	GateInputPin	Логический
Длительность, в течение которой должны выполняться условия сравнения для достижения true. По умолчанию равно 0 секунд.	duration	GateInputPin	Seconds
Номер группы уставок	groupNumber	ThresholdValue	Integer
Значение уставки	value	ThresholdValue	Вещественный
Вид блокировки срабатывания ступени РЗА	kind	UnformalizedBlocking	BlockingKind
Коррекция выполняется в процентах от текущего значения управляемого параметра, %	byPercentage	ProtectiveActionAdjustment	PerCent
Коррекция выполняется на заданное значение относительно текущего значения управляемого параметра	byValue	ProtectiveActionAdjustment	Вещественный
Определяет тип коррекции, который будет выполнен. С помощью этого значения определяется атрибут, который должен использоваться для внесения корректирующих	kind	ProtectiveActionAdjustment	ProtectiveActionAdjustment Kind

Смысловое назначение атрибута	Имя атрибута (англ.)	Имя класса атрибута (англ.)	Тип данных
воздействий.			
Если атрибут принимает значение истина, то коррекция выполняется в сторону уменьшения. В противном случае в сторону увеличения.	reduce	ProtectiveActionAdjustment	Логический
Корректировка задается новым активным значением.	setValue	ProtectiveActionAdjustment	Вещественный
Если истина, то оборудования вводится в работу, в противном случае - выводится.	inService	ProtectiveActionEquipment	Логический
Уставка, подаваемая на вход регулятора. Значение имеет единицы измерения регулируемого параметра. Управляющее воздействие не изменяет вид управляемого параметра.	targetValue	ProtectiveActionRegulation	Вещественный
Операция сравнения, выполняемая для полюса (тип контролируемого параметра)	kind	PinTerminal	PinTerminalKind
Операция сравнения, выполняемая для сечения. (тип контролируемого параметра)	kind	PinBranchGroup	PinBranchGroupKind

Смысловое назначение атрибута	Имя атрибута (англ.)	Имя класса атрибута (англ.)	Тип данных
Операция сравнения, выполняемая для оборудования. (тип контролируемого параметра)	kind	PinEquipment	PinEquipmentKind
Объем отключаемой нагрузки	loadSheddingCapacity	LoadSheddingStage	ActivePower
Объем воздействия на разгрузку турбины или отключения генерации	generationUnloadingCapacity	GenerationUnloadingStage	ActivePower
Фазы, на которых установлены измерительные органы ступени защиты	phases	CurrentFlowStage	PhaseCode
Признак выведения выходных цепей из работы, при этом ступень устройства РЗА действует только на сигнал.	actionDisabled	PEStage	Логический
Является ли включенное состояние ступени РЗА нормальным для устройства	normallyInService	PEStage	Логический
Время от поступления возмущения от измерительного устройства до начала отсчета времени выдержки. Время пуска зависит от конструктивной реализации устройства.	startTimeDelay	PEStage	Seconds

Смысловое назначение атрибута	Имя атрибута (англ.)	Имя класса атрибута (англ.)	Тип данных
Выдержка времени в секундах.	timeDelay	PEStage	Seconds
Атрибут показывает, в каких фазах контролируются режимные параметры. Необходим в случае, когда в модели три однофазных трансформатора тока представлены одним трёхфазным трансформатором.	controlledPhases	PESetpoint	PhaseCode
Тип контролируемой величины.	controlledValueType	PESetpoint	ControlledValueSetpointType
Направление контроля (снизу, сверху, по модулю).	direction	PESetpoint	OperationalLimitDirectionKind
Эксплуатационное состояние пусковых органов.	inService	PESetpoint	Логический
Тип контролируемого параметра (ток, напряжение, переток реактивной мощности и т.п.)	kind	PESetpoint	RegulatingControlModeKind
Предел для контролируемого параметра (значение уставки).	limit	PESetpoint	Вещественный
Контроль предыдущего режима.	precedingStateControl	PEStageSetpoint	Логический
Коэффициент	resetRatio	PEStageSetpoint	Вещественный

Смысловое назначение атрибута	Имя атрибута (англ.)	Имя класса атрибута (англ.)	Тип данных
возврата ступени РЗА.			
Время возврата ступени РЗА.	resetTime	PEStageSetpoint	Seconds
Предельная кратность, о.е.	kMax	CurrentTransformerWinding	Вещественный
Коэффициент трансформации обмотки трансформатора тока.	kt	CurrentTransformerWinding	Вещественный
Собственное активное сопротивление.	r	CurrentTransformerWinding	Resistance
Собственное реактивное сопротивление	x	CurrentTransformerWinding	Resistance
Коэффициент преобразования напряжения	nominalRatio	PotentialTransformerWinding	Вещественный
Номинальное напряжение (линейное)	nominalVoltage	PotentialTransformerWinding	Вещественный
Напряжение короткого замыкания.	shortCircuitVoltage	PotentialTransformerWinding	Вещественный

Перечень ассоциаций

Перечень необходимых ассоциаций информационной модели приведен в таблице 4.

Таблица 4. Ассоциации классов информационной модели

Смысловое назначение ассоциации	Начальный класс	Конечный класс	Имя ассоциации (англ.)	Множественность
Объекты энергосистемы, ассоциированные с материальным объектом	Asset	PowerSystemResource	PowerSystemResources	0..*
Материальный объект, включающий в себя текущий материальный	Asset	AssetContainer	AssetContainer	0..1

Смысловое назначение ассоциации	Начальный класс	Конечный класс	Имя ассоциации (англ.)	Множественность
объект				
Материальные объекты, которые входят в состав текущего материального объекта	AssetContainer	Asset	Assets	0..*
Первичный двигатель асинхронного генератора	AsynchronousMachine	PrimeMover	PrimeMover	0..1
Полюс вспомогательного оборудования	AuxiliaryEquipment	Terminal	Terminal	1..1
Электропроводящее оборудование, относящееся к стандартному номинальному напряжению	BaseVoltage	ConductingEquipment	ConductingEquipment	0..*
Вводы трансформатора, относящиеся к стандартному номинальному напряжению	BaseVoltage	TransformerEnd	TransformerEnds	0..*
Распределительные устройства, относящиеся к стандартному номинальному напряжению	BaseVoltage	VoltageLevel	VoltageLevel	0..*
Распределительное устройство, к которому относится присоединение	Bay	VoltageLevel	VoltageLevel	1..1
Стандартное номинальное напряжение электропроводящего оборудования	ConductingEquipment	BaseVoltage	BaseVoltage	0..1
Полюса электропроводящего оборудования	ConductingEquipment	Terminal	Terminals	0..*
Контейнер	ConnectivityNode	ConnectivityNode	ConnectivityNodeC	1..1

Смысловое назначение ассоциации	Начальный класс	Конечный класс	Имя ассоциации (англ.)	Множественность
соединительных узлов		Container	ontainer	
Соединенные полюса	ConnectivityNode	Terminal	Terminals	0..*
Соединительные узлы, входящие в контейнер соединительных узлов	ConnectivityNode Container	ConnectivityNode	ConnectivityNodes	0..*
(агрегирование) Контейнер оборудования, к которому относится единица оборудования	Equipment	EquipmentContainer	EquipmentContainer	0..1
Дополнительная ассоциация оборудования с другим контейнером (например, выключатель и другое оборудование в ячейке могут быть ассоциированы с ЛЭП либо участок ЛЭП может быть ассоциирован с ячейками подстанций (подстанциями))	Equipment	EquipmentContainer	AdditionalEquipmentContainer	0..*
Единицы оборудования, относящиеся к контейнеру оборудования	EquipmentContainer	Equipment	Equipments	0..*
Единицы оборудования, имеющие дополнительную ассоциацию с контейнером оборудования (например, выключатель и	EquipmentContainer	Equipment	AdditionalGroupedEquipment	0..*

Смысловое назначение ассоциации	Начальный класс	Конечный класс	Имя ассоциации (англ.)	Множественность
другое оборудование в ячейке могут быть ассоциированы с ЛЭП либо участок ЛЭП может быть ассоциирован с ячейками подстанций (подстанциями))				
Генераторы, входящие в состав энергоблока	GeneratingUnit	RotatingMachine	RotatingMachine	0..1
Субъекты Российской Федерации	GeographicalRegion	SubGeographicalRegion	Regions	0..*
Набор типизированных наименований	IdentifiedObject	Name	Names	0..*
Роли организаций по отношению к объекту информационной модели (ассоциация является расширением стандартной модели и используется на практике для указания ролей организаций в отношении к объектам информационной модели различного типа, а не только для моделей материальных объектов. Применяется в случаях, когда включение моделей материальных	IdentifiedObject	OrganisationRole	OrganisationRoles	0..*

Смысловое назначение ассоциации	Начальный класс	Конечный класс	Имя ассоциации (англ.)	Множественность
объектов в информационный обмен нецелесообразно либо они отсутствуют)				
Субъекты Российской Федерации, по территории которых проходит ЛЭП	Line	SubGeographical-Region	Region	0..*
Объект, имеющий типизированное наименование	Name	IdentifiedObject	IdentifiedObject	1..1
Тип наименования	Name	NameType	NameType	1..1
Наименование заданного типа	NameType	Name	Names	0..*
Дочерние и зависимые организации, филиалы	Organisation	Organisation	ChildOrganisations	0..*
Вышестоящая организация, филиал	Organisation	Organisation	ParentOrganisation	0..1
Роли, выполняемые организацией	Organisation	OrganisationRole	Roles	0..*
Объекты информационной модели, связанные с ролью организации (ассоциация является расширением стандартной модели и используется на практике для указания ролей организаций в отношении к объектам информационной модели	OrganisationRole	IdentifiedObject	Objects	0..*

Смысловое назначение ассоциации	Начальный класс	Конечный класс	Имя ассоциации (англ.)	Множественность
различного типа, а не только для моделей материальных объектов. Применяется в случаях, когда включение моделей материальных объектов в информационный обмен нецелесообразно либо они отсутствуют)				
Организации, имеющие заданную роль	OrganisationRole	Organisation	Organisation	0..1
Субъект Российской Федерации, на территории которого находится электростанция	Plant	SubGeographical-Region	Region	0..1
Группы распределительных устройств электростанции	Plant	Substation	Substations	0..*
Материальные объекты, ассоциированные с объектом энергосистемы	PowerSystemResource	Asset	Assets	0..*
Дополнительный классификатор	PowerSystemResource	PSRType	PSRType	0..1
Электрические выводы силового трансформатора	PowerTransformer	PowerTransformerEnd	PowerTransformerEnd	0..*
Силовой трансформатор, к которому относится вывод	PowerTransformer-End	PowerTransformer	PowerTransformer	0..1
Асинхронный генератор, соединенный с	PrimeMover	AsynchronousMachine	AsynchronousMachine	0..1

Смысловое назначение ассоциации	Начальный класс	Конечный класс	Имя ассоциации (англ.)	Множественность
первичным двигателем				
Синхронный генератор, соединенный с первичным двигателем	PrimeMover	SynchronousMachine	SynchronousMachines	0..*
Энергообъекты с дополнительным классификатором	PSRType	PowerSystemResource	PowerSystemResources	0..*
(агрегирование) Энергоблок, к которому относится генератор	RotatingMachine	GeneratingUnit	GeneratingUnit	0..1
Паровые турбины, снабжаемые котлом	SteamSupply	SteamTurbine	SteamTurbines	0..*
Географический регион, объединяющий субъекты Российской Федерации	SubGeographicalRegion	GeographicalRegion	Region	0..1
Линии, проходящие по территории субъекта Российской Федерации	SubGeographicalRegion	Line	Lines	0..*
Электростанции, находящиеся на территории субъекта Российской Федерации	SubGeographicalRegion	Plant	Plants	0..*
Подстанции, находящиеся на территории субъекта Российской Федерации	SubGeographicalRegion	Substation	Substations	0..*
Электростанция, к которой относится группа распределительны	Substation	Plant	Plant	0..1

Смысловое назначение ассоциации	Начальный класс	Конечный класс	Имя ассоциации (англ.)	Множественность
х устройств				
(агрегирование) Субъект Российской Федерации, на территории которого находится подстанция	Substation	SubGeographical Region	Region	0..1
Распределительные устройства, входящие в состав подстанции	Substation	VoltageLevel	VoltageLevels	0..*
Первичный двигатель синхронного генератора	SynchronousMachine	PrimeMover	PrimeMovers	0..*
Вспомогательное оборудование, подключенное к полюсу электропроводящего оборудования	Terminal	AuxiliaryEquipment	AuxiliaryEquipment	0..*
Электропроводящее оборудование, к которому принадлежит полюс	Terminal	ConductingEquipment	ConductingEquipment	1..1
Соединительный узел полюсов	Terminal	ConnectivityNode	ConnectivityNode	0..1
(агрегирование) Выводы трансформатора, к которым подключен полюс	Terminal	TransformerEnd	TransformerEnd	0..*
Стандартное номинальное напряжение вывода трансформатора	TransformerEnd	BaseVoltage	BaseVoltage	0..1
Полюс силового трансформатора, к которому подключены его выводы	TransformerEnd	Terminal	Terminal	0..1
Стандартное	VoltageLevel	BaseVoltage	BaseVoltage	0..1

Смысловое назначение ассоциации	Начальный класс	Конечный класс	Имя ассоциации (англ.)	Множественность
номинальное напряжение распределительного устройства				
Присоединения распределительного устройства	VoltageLevel	Bay	Bays	0..*
(агрегирование) Подстанция, в состав которой входит распределительное устройство	VoltageLevel	Substation	Substation	1..1
Функции РЗА, защищающие первичное оборудование	ConductingEquipment	ProtectionEquipment	ProtectionEquipments	0..*
Первичное оборудование, защищаемое функцией РЗ	ProtectionEquipment	ConductingEquipment	ConductingEquipments	0..*
Коммутационные аппараты, на которые воздействует функция РЗА	ProtectionEquipment	ProtectedSwitch	ProtectedSwitches	0..*
Функции РЗА, воздействующие на коммутационный аппарат	Protected Switch	ProtectionEquipment	OperatedByProtectionEquipment	0..*
Обмотки трансформатора тока и (или) напряжения, к которым относится функция РЗА	ProtectionEquipment	SensorWinding	SensorWindings	0..*
Функции РЗА, которые относятся к обмотке трансформатора тока или напряжения	SensorWinding	ProtectionEquipment	ProtectionEquipment	0..*
Поврежденное при наступлении	Fault	Equipment	FaultyEquipment	0..1

Смысловое назначение ассоциации	Начальный класс	Конечный класс	Имя ассоциации (англ.)	Множественность
аварийного события оборудование				
Повреждения первичного оборудования	Equipment	Fault	Faults	0..*
Отклонение от нормального режима ЭЭС, вызванное аварийным событием	Fault	Outage	Outage	0..1
Аварийные события, произошедшие при данном отклонении от нормального режима ЭЭС	Outage	Fault	Faults	0..*
Оборудование, связанное с аварийным событием	Outage	Equipment	Equipments	0..*
Аварийное событие, связанное с оборудованием	Equipment	Outage	Outages	0..*
Аварийное событие, при котором произошло срабатывание/пуск РЗА	PACSOOperationEvent	Fault	Fault	0..*
Связь используется для описания параметра, с которым выполняется сравнение.	PinTerminal	Terminal	TerminalThresholdOperand	0..1
Сечение, используемое для сравнения.	PinBranchGroup	BranchGroup	BranchGroup	1
Оборудование, для которого выполняется	PinEquipment	Equipment	EquipmentThresholdOperand	0..*

Смысловое назначение ассоциации	Начальный класс	Конечный класс	Имя ассоциации (англ.)	Множественность
контроль состояния, с которым выполняется сравнение.				
Измерение, которое должно использоваться для сравнения.	PinMeasurement	Measurement	Measurement	0..1
Потребители электроэнергии, заведенные под действие ступени РЗА.	LoadSheddingStage	EnergyConsumer	ControlledEnergyConsumers	0..*
Генераторы, заведенные под действие ступени РЗА	GenerationUnloadingStage	SynchronousMachine	ControlledGenerators	0..*
Ступень РЗА, для которой описаны управляющие воздействия.	ProtectiveAction	PEStage	PEStage	1
Управляющие воздействия, заведенные под ступень РЗА.	PEStage	ProtectiveAction	ProtectiveActions	0..*
Коммутационные аппараты, заведенные под ступень устройства РЗА.	ProtectiveActionEquipment	ProtectedSwitch	ControlledSwitches	1..*
Регулятор, на который осуществляется выдача управляющих воздействий.	ProtectiveActionRegulation	RegulatingControl	RegulatingControl	1
Оборудование, заведенное под управляющее воздействие. Оперативное состояние проводящего оборудования меняется когда управляющие	ProtectiveActionAdjustment	ConductingEquipment	ConductingEquipment	1

Смысловое назначение ассоциации	Начальный класс	Конечный класс	Имя ассоциации (англ.)	Множественность
воздействия введено в работу. Для шунтирующего компенсатора или другого проводящего оборудования, которое оперирует дискретными значениями, значение должно округляться. [Допускается описание управляющих воздействий этого типа только на классы SynchronousMachine и EnergyConsumer]				
Обмотка ТТ, к которой подключен пусковой орган для замеров по току	PESetpoint	CurrentTransformerWinding	CurrentTransformerWinding	0..1
Обмотка ТН, к которой подключен пусковой орган для замеров по напряжению	PESetpoint	PotentialTransformerWinding	PotentialTransformerWinding	0..1
Трансформатор напряжения, который использует обмотки датчика	PotentialTransformerWinding	PotentialTransformer	Transformer	1
Трансформатор тока, который использует обмотки датчика.	CurrentTransformerWinding	CurrentTransformer	Transformer	1
Полюс основного оборудования, к которому подключена	AuxiliaryEquipment	Terminal	Terminal	1

Смысловое назначение ассоциации	Начальный класс	Конечный класс	Имя ассоциации (англ.)	Множественность
единица вспомогательного оборудования.				
Измерения, привязанные к полюсу. Определяют привязку Измерения к топологии сети. Могут использоваться, например, для фиксации размещения измерительного оборудования, такого как трансформатор напряжения или трансформатор тока.	Measurement	Terminal	Terminal	0..1
Вентили, срабатывание которых описывает состояние ступени.	PEStage	SIPSGate	Gates	0..*
Ступень РЗА, состояние которых описывает выходной сигнал вентилей.	SIPSGate	PEStage	PEStage	0..1
Вентиль, на который подается входной сигнал.	GateInputPin	SIPSGate	Gate	1
Сигналы, которые подаются на вход логическому вентилю.	SIPSGate	GateInputPin	GateInputPin	1..*
Вентили, на вход которых подается сигнал.	SIPSGate	PinGate	GateOutput	0..*
Вентиль, с выхода которого снимается сигнал.	PinGate	SIPSGate	PinGate	1

Смысловое назначение ассоциации	Начальный класс	Конечный класс	Имя ассоциации (англ.)	Множественность
Уставки ступени устройства РЗА	PEStage	PEStageSetpoint	PESetpoints	0..*

Справочные классы

Перечень необходимых справочных классов профиля информационной модели приведен в таблице 5.

Таблица 5. Справочные классы профиля информационной модели

Смысловое определение справочного класса	Имя класса (англ.)	Имя вышестоящего класса (англ.)
Тип аварийного события	FaultType	-
Элементная база устройства РЗА	ElementBaseKind	-
Вид контейнера материальных объектов, содержащего одну или несколько функций РЗА	PACSDDeviceKind	-
Определяет различные логические операции.	GateLogicKind	-
Типы преобразований аналогового сигнала в цифровой (или логический результат).	AnalogToDigitalLogicKind	-
Вид блокировки срабатывания ступени РЗА	BlockingKind	-
Разновидность корректирующих управляющих воздействий, которые могут оказываться на оборудование	ProtectiveActionAdjustmentKind	-
Категоризация типов для сравнения, выполняемых для полюса.	PinTerminalKind	-
Категоризация типов сравнений, выполняемых для сечения.	PinBranchGroupKind	-
Категоризация типов для сравнения, выполняемых для оборудования	PinEquipmentKind	-
Описание отсутствует	ControlledValueSetpointType	-
Направление ограничения.	OperationalLimitDirectionKind	-
Вид параметра, которым может управлять регулятор: напряжение, мощность, коммутационное состояние.	RegulatingControlModeKind	-

Перечень атрибутов справочных классов

Перечень необходимых атрибутов справочных классов приведен в таблице 6.

Таблица 6. Атрибуты справочных классов информационной модели

Смысловое назначение атрибута	Имя атрибута (англ.)	Имя класса атрибута (англ.)
Устройство РЗА	relayProtectionDevice	PACSDeviceKind
Шкаф	relayProtectionCabinet	PACSDeviceKind
Панель	relayProtectionPanel	PACSDeviceKind
Терминал	relayProtectionTerminal	PACSDeviceKind
Реле	relay	PACSDeviceKind
Модуль	module	PACSDeviceKind
Асинхронный ход	asynchronousStroke	FaultType
Замыкание	closure	FaultType
Короткое замыкание	shortCircuit	FaultType
Межвитковое короткое замыкание	turnToTurnShortCircuit	FaultType
Качание	sweep	FaultType
Снижение уровня изоляции	decreaseInsulationLevel	FaultType
Перегрузка по току	overloadCurrent	FaultType
Повышение напряжения	overVoltage	FaultType
Понижение напряжения	underVoltage	FaultType
Повышение частоты	overFrequency	FaultType
Снижение частоты	underFrequency	FaultType
Перегрузка по мощности	overloadPower	FaultType
Электромеханика	electromechanics	ElementBaseKind
Микроэлектроника	microelectronics	ElementBaseKind
Микропроцессор	microprocessor	ElementBaseKind
Операция логического И. Истина если все входные параметры истина.	and	GateLogicKind
Операция логического ИЛИ. Истина если хотя бы один входной параметр истина	or	GateLogicKind
Логическая операция "ИЛИ-НЕ". Ложь, если хотя бы один входной параметр истина	nor	GateLogicKind
Логическая операция И-НЕ. Ложь, если все входные параметры истинны.	nad	GateLogicKind
Логическая операция "НЕ". Имеет один входной параметр и истинный входной параметр преобразуется в ложный.	not	GateLogicKind
Логическая операция XNOR. Функция является инверсией функции исключающее ИЛИ. Если все входные аргументы ложны или истинны, то на выходе получим истинное значение. В противном случае ложное.	xnor	GateLogicKind

Смысловое назначение атрибута	Имя атрибута (англ.)	Имя класса атрибута (англ.)
Логическая операция исключающее ИЛИ. Если все входные аргументы ложны или истины, то выходное значение ложно. В противном случае истинно	xor	GateLogicKind
Неравно	ne	AnalogToDigitalLogicKind
Равно	eq	AnalogToDigitalLogicKind
Меньше или равно	le	AnalogToDigitalLogicKind
Меньше	lt	AnalogToDigitalLogicKind
Больше или равно	ge	AnalogToDigitalLogicKind
Больше	gt	AnalogToDigitalLogicKind
Блокировка ступени РЗА при КЗ.	shortCircuit	BlockingKind
Блокировка ступени РЗА при неисправностях цепей напряжения и тока	circuitFailure	BlockingKind
Блокировка ступени РЗА при синхронных качаниях	powerSwing	BlockingKind
Блокировка ступени РЗА в асинхронных режимах	outOfStepTripping	BlockingKind
Задание значения управляемого параметра.	setValue	ProtectiveActionAdjustmentKind
Изменение значения управляемого параметра на заданную величину.	byValue	ProtectiveActionAdjustmentKind
Изменение значения управляемого параметра относительно текущего на заданную в процентах величину.	byPercentage	ProtectiveActionAdjustmentKind
Активная мощность в полюсе	activePower	PinTerminalKind
Полная мощность в полюсе	apparentPower	PinTerminalKind
Реактивная мощность в полюсе	reactivePower	PinTerminalKind
Напряжение в полюсе	voltage	PinTerminalKind
Ток в полюсе	current	PinTerminalKind
Частота в полюсе	frequency	PinTerminalKind
Скорость изменения частоты в полюсе	frequencyPerTime	PinTerminalKind
Проводимость шунта на землю в полюсе	admittance	PinTerminalKind
Скорость изменения напряжения в полюсе	voltagePerTime	PinTerminalKind
Активная мощность	activePower	PinBranchGroupKind
Реактивная мощность	reactivePower	PinBranchGroupKind
Полная мощность	apparentPower	PinBranchGroupKind
Ток	current	PinBranchGroupKind
Выставляются, если оборудование	inService	PinEquipmentKind

Смысловое назначение атрибута	Имя атрибута (англ.)	Имя класса атрибута (англ.)
введено в работу, true - если оборудование находится в работе, в противном случае - false.		
Выставляется true, если хотя бы на одном полюсе есть напряжение.	isEnergized	PinEquipmentKind
Выставляется true, если заземлен хотя бы один полюс.	isGrounded	PinEquipmentKind
Фазное	phase	ControlledValueSetpointType
Линейное	lineToLine	ControlledValueSetpointType
Прямая последовательность	sequenceDirect	ControlledValueSetpointType
Обратная последовательность	sequenceReverse	ControlledValueSetpointType
Нулевая последовательность	sequenceZero	ControlledValueSetpointType
Ограничение сверху. Если оно характеризует переток, то положительным считается направление в сторону извне в полюс оборудования.	high	OperationalLimitDirectionKind
Ограничение снизу. Если оно характеризует переток, то положительным считается направление в сторону извне в полюс оборудования.	low	OperationalLimitDirectionKind
Ограничение сверху по модулю, т.е.сверху для положительных величин и снизу для отрицательных	absoluteValue	OperationalLimitDirectionKind
Задано напряжение	voltage	RegulatingControlModeKind
Задана активная мощность	activePower	RegulatingControlModeKind
Задана реактивная мощность	reactivePower	RegulatingControlModeKind
Задан ток	currentFlow	RegulatingControlModeKind
Задана проводимость	admittance	RegulatingControlModeKind
Регулятор включает/отключает по суточному графику, который может зависеть от дня недели и сезона.	timeScheduled	RegulatingControlModeKind
Задана температура (режим термостата)	temperature	RegulatingControlModeKind
Коэффициент мощности.	powerFactor	RegulatingControlModeKind
Частота	frequency	RegulatingControlModeKind
Скорость изменения частоты	frequencyPerTime	RegulatingControlModeKind
Полная мощность	apparentPower	RegulatingControlModeKind
Скорость изменения напряжения.	voltagePerTime	RegulatingControlModeKind

Смысловое назначение атрибута	Имя атрибута (англ.)	Имя класса атрибута (англ.)
Состояние	status	RegulatingControlModeKind
Для шунта означает, что задача оптимизации режима может изменять параметры шунта и состояние шунта: включен/отключен.	admittance_and_status	RegulatingControlModeKind

ПРИЛОЖЕНИЕ 2. АЛЬБОМ ФОРМ КОНСТРУКТОРА ПА

Приложение содержит альбом следующих форм Конструктора ПА:

1. Формы эмулятора сигнала и проверки моделей ПА.
2. Альбом форм процесса согласования устройств ПА.
3. Формы версионности моделей ПА.

Альбом форм эмулятора сигнала и проверки моделей ПА

Ниже представлено графическое отображение результата проверки логики работы устройства ПА при задании определенного набора параметров:

- ФОЛ ВЛ 500 кВ №1 – сработавшее состояние;
- Ремонт ВЛ 500 кВ №2 – несработавшее состояние;
- величина КПР1 – 2500.

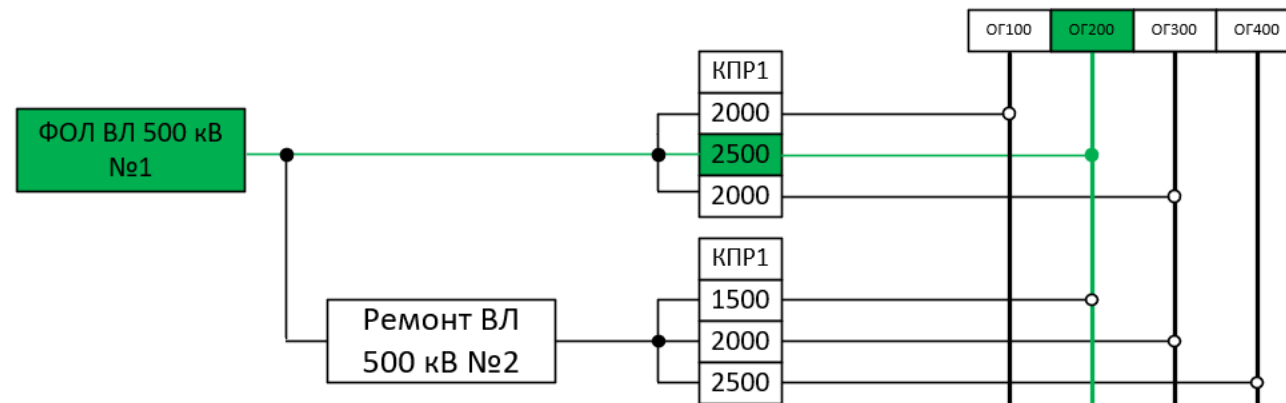


Рисунок 1. Результат проверки устройства ПА

Альбом форм процесса согласования устройств ПА

Форма создания маршрута согласования представлена на рисунке 2.

Маршрут согласования

Название устройства: Тестовое устройство АПНУ

Текст письма: Здравствуйте,

Шаблон маршрута: Выберите шаблон маршрута согласования

Шаг 1

Тюменское РДУ	Начальник отдела устойчивости ...	
Тюменское РДУ	Заместитель начальника СЭР	
Тюменское РДУ	Начальник СЭР	
Диспетчерский центр	Роль	

+ Добавить следующий шаг + Добавить утверждающего

Сохранить шаблон Сохранить Запустить

Таблица обновлена 18:45:00 10.03

Рисунок 2. Форма маршрута согласования

Описание доступных полей на форме представлено в таблице 1:

Таблица 1

Поля/кнопки	Описание	Вид
Поле «Название устройства»	Название текущего устройства ПА	Тестовое устройство АПНУ
Поле «Текст письма»	Указывает разработчик текст письма при отправке устройства ПА на согласование	Здравствуйте,
Поле «Шаблон маршрута»	Позволяет выбрать разработчику устройства ПА готовый маршрут согласования из списка шаблонов ранее сохраненных	Выберите шаблон маршрута согласования
Поле «Роль»	Позволяет выбрать разработчику устройства ПА роль согласующего пользователя для согласования устройства ПА	Роль ▼
Кнопка «Добавить следующий шаг»	Позволяет добавить следующий шаг. Например, следующим шагом может быть другой филиал диспетчерского центра, с которым требуется согласование устройства ПА	+ Добавить следующий шаг
Кнопка «Добавить утверждающего»	Позволяет добавить утверждающего, чья подпись будет финальной в процессе согласования устройства ПА	+ Добавить утверждающего
Кнопка «Сохранить шаблон»	Позволяет сохранить созданный шаблон в библиотеку шаблонов маршрутов согласования	Сохранить шаблон
Кнопка «Сохранить»	Сохранение текущего маршрута согласования	Сохранить
Кнопка «Запустить»	Позволяет запустить	Запустить

После запуска маршрута согласования на почту и в Систему будут приходить уведомления о завершении этапа согласования.

Для специалиста уведомления будут выглядеть следующим образом (рисунок 3):

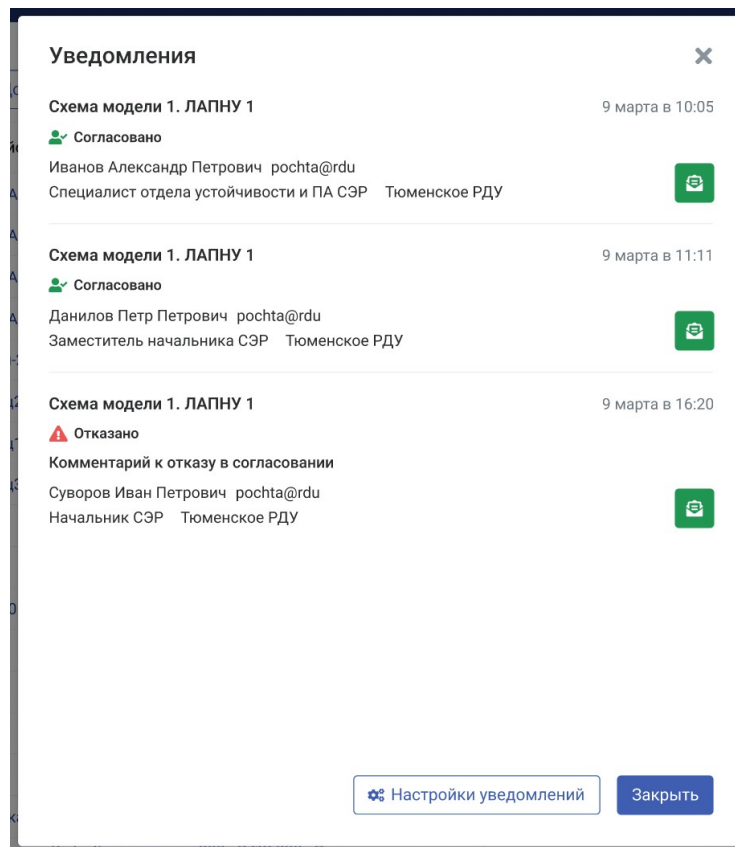


Рисунок 3. Уведомления в Системе для специалиста

Для согласующего и утверждающего уведомления будут выглядеть следующим образом (рисунок 4):

Уведомления

✕

Схема модели 1. ЛАПНУ 1

от Иванова Александра Петровича pochta@rdu
Специалист отдела устойчивости и ПА СЭР Тюменское РДУ

✓ Взять в работу

✕ Отказать в согласовании

10 марта в 10:02

Схема модели 2. ЛАПНУ 2

от Иванова Александра Петровича pochta@rdu
Специалист отдела устойчивости и ПА СЭР Тюменское РДУ

✓ Взять в работу

✕ Отказать в согласовании

9 марта в 15:50

Схема модели 3. АОПО 1

от Петр Ильич Чайкин pochta@rdu
Специалист отдела ПА СРЗА Свердловское РДУ

✓ Взять в работу

✕ Отказать в согласовании

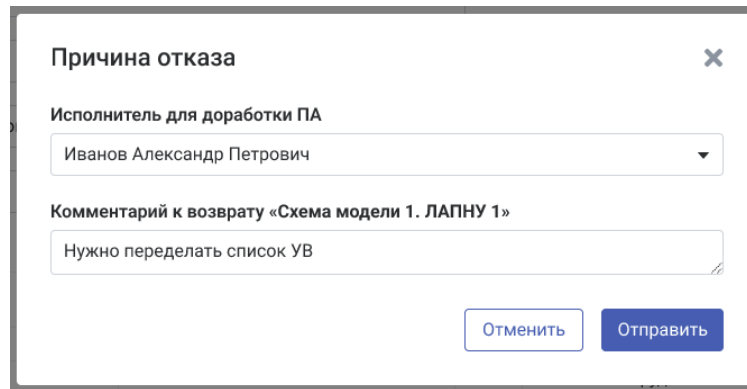
28 февраля в 17:50

⚙ Настройки уведомлений

Заккрыть

Рисунок 4. Уведомления в Системе для согласующего

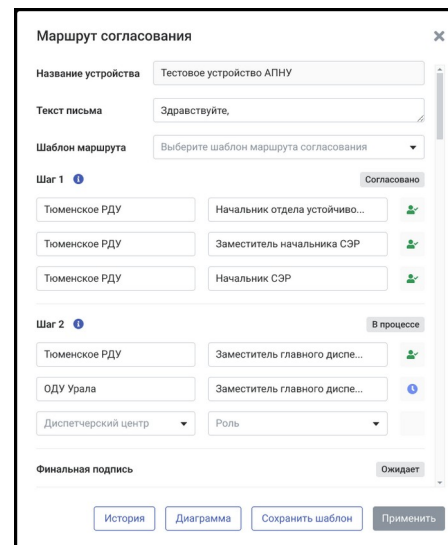
В случае отказа в согласовании отображается следующая форма:



The screenshot shows a window titled "Причина отказа" (Reason for refusal) with a close button (X) in the top right corner. Inside the window, there is a section "Исполнитель для доработки ПА" (Executor for PA improvement) with a dropdown menu showing "Иванов Александр Петрович". Below this is a section "Комментарий к возврату «Схема модели 1. ЛАПНУ 1»" (Comment on return «Scheme of model 1. LAPNU 1») with a text input field containing "Нужно переделать список УВ". At the bottom right, there are two buttons: "Отменить" (Cancel) and "Отправить" (Send).

Рисунок 5. Окно отказа в согласовании устройства ПА

После запуска процесса согласования имеется возможность посмотреть процесс согласования в виде диаграммы (рисунок 6, 7):



The screenshot shows a window titled "Маршрут согласования" (Approval Route) with a close button (X) in the top right corner. The window displays a flowchart of the approval process. It starts with "Название устройства" (Device Name) set to "Тестовое устройство АПНУ" and "Текст письма" (Letter Text) set to "Здравствуйте,". Below is a dropdown for "Шаблон маршрута" (Route Template) with the text "Выберите шаблон маршрута согласования". The flowchart consists of two steps: "Шаг 1" (Step 1) and "Шаг 2" (Step 2). Step 1 is marked "Согласовано" (Agreed) and shows three parallel tasks: "Тюменское РДУ" (Tyumen RDU) with "Начальник отдела устойчиво..." (Head of the Department of Sustainable...), "Тюменское РДУ" with "Заместитель начальника СЭР" (Deputy Head of the SER), and "Тюменское РДУ" with "Начальник СЭР" (Head of the SER). Step 2 is marked "В процессе" (In progress) and shows two parallel tasks: "Тюменское РДУ" with "Заместитель главного диспе..." (Deputy Head of the Main Dispe...) and "ОДУ Урала" (ODU of the Urals) with "Заместитель главного диспе..." (Deputy Head of the Main Dispe...). Below the steps is a section for "Финальная подпись" (Final Signature) with a dropdown for "Диспетчерский центр" (Dispatcher Center) and a dropdown for "Роль" (Role). At the bottom, there are four buttons: "История" (History), "Диаграмма" (Diagram), "Сохранить шаблон" (Save Template), and "Применить" (Apply).

Рисунок 6. Маршрут согласования

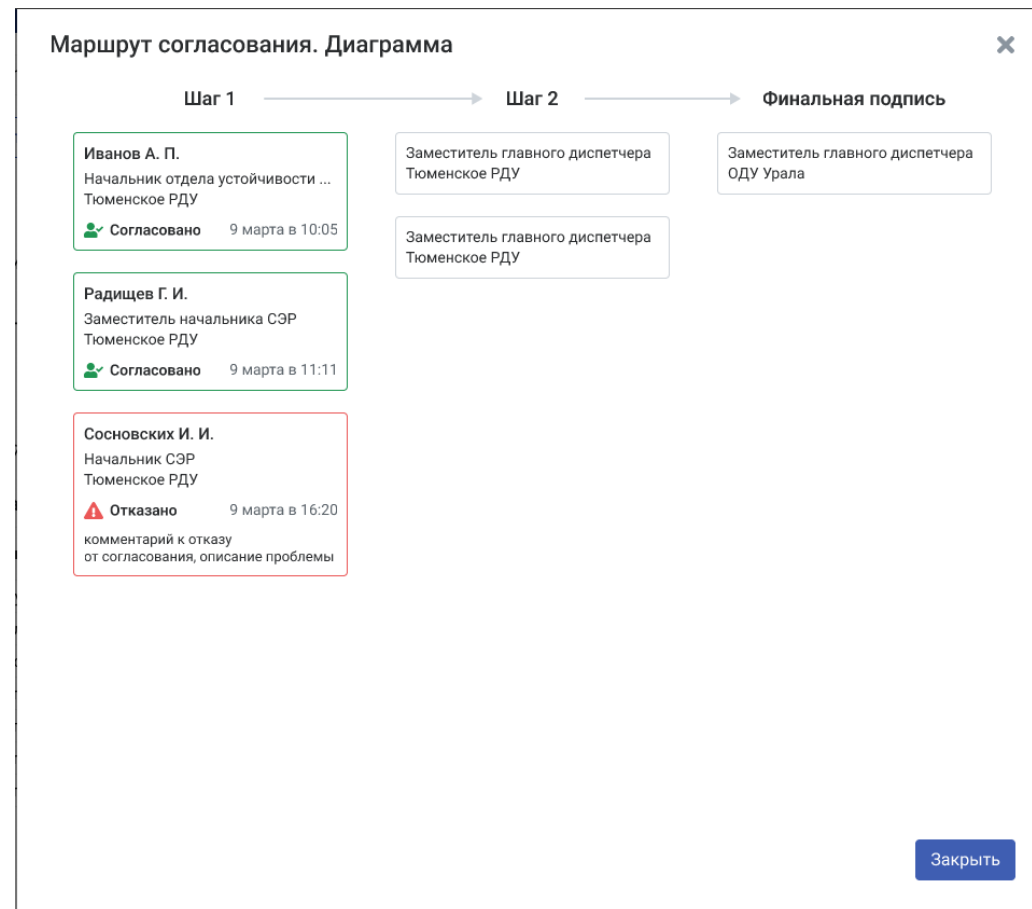


Рисунок 7. Диаграмма маршрута согласования

Альбом форм версионности моделей ПА

В графическом редакторе должна присутствовать кнопка «История» в правой верхней части экрана (рисунок 8).

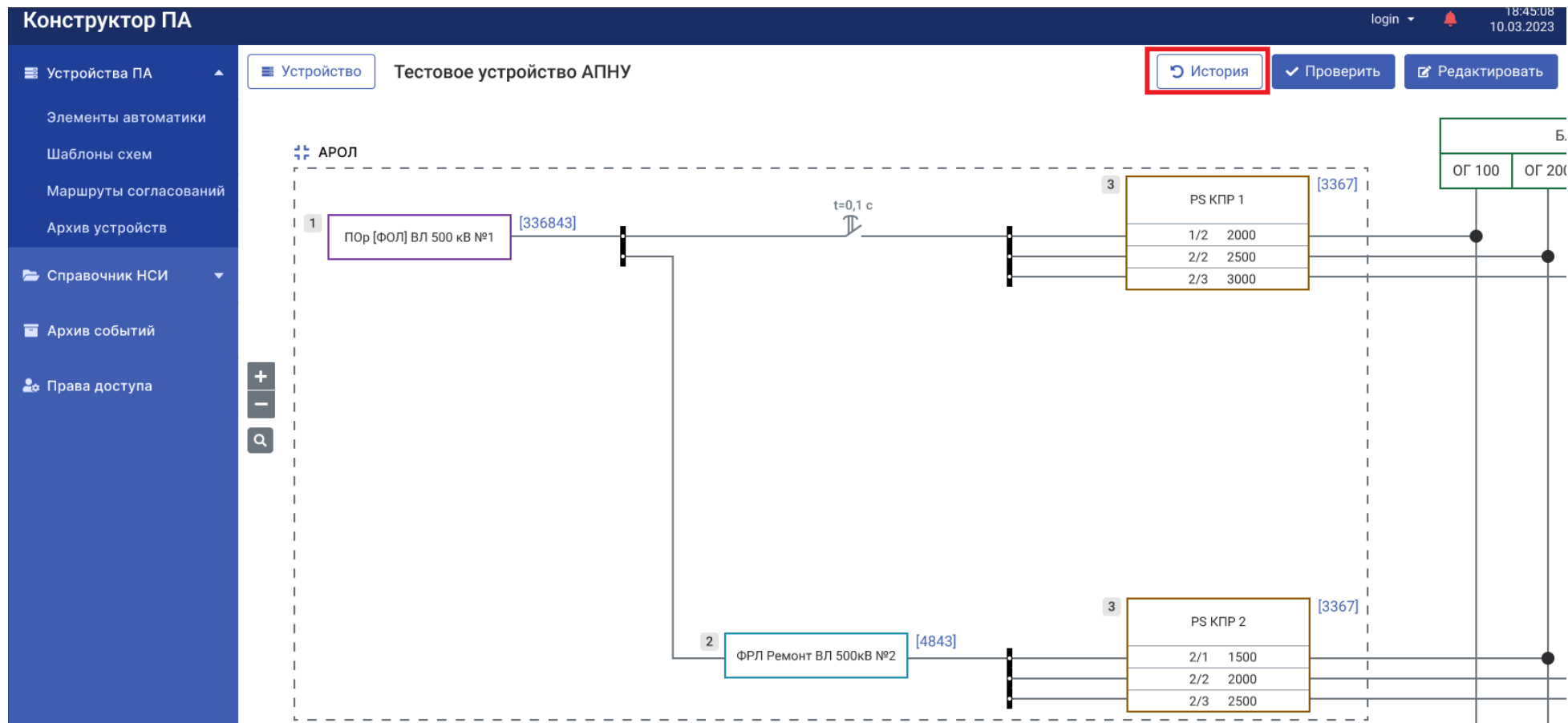


Рисунок 8. Форма просмотра схемы модели ПА

После нажатия левой клавишей мыши на кнопку «История», происходит переход в режим просмотра формы версионности модели ПА.

На форме просмотра версионности модели ПА должна присутствовать следующая информация:

- дата и время создания версии (столбец «Время сохранения»),
- номер версии,
- какой пользователь сохранил изменения в модели ПА,
- комментарий (если версия создана из ранней версии, то будет комментарий из какой версии восстановлено),
- действия:

Доступные функции, содержащиеся в столбце «Действия», представлены в таблице 10:

Кнопка	Описание	Вид
Кнопка «Восстановить»	Позволяет восстановить выбранную версию	Восстановить
Пиктограмма в виде «звезды»	Позволяет указать избранную версию. Данную версию Система не удалит автоматически при достижении максимума количества версий	
Пиктограмма в виде «урны»	Позволяет удалить выбранную версию	

При активации чекбокса «Только избранные» отображаются только избранные версии.

В системе необходимо реализовать:

- режим просмотра любой из версий в графическом редакторе;
- возможность переключения между версиями в графическом редакторе;
- переход к последней/текущей версии (версия, имеющей наибольший порядковый номер) в графическом редакторе.

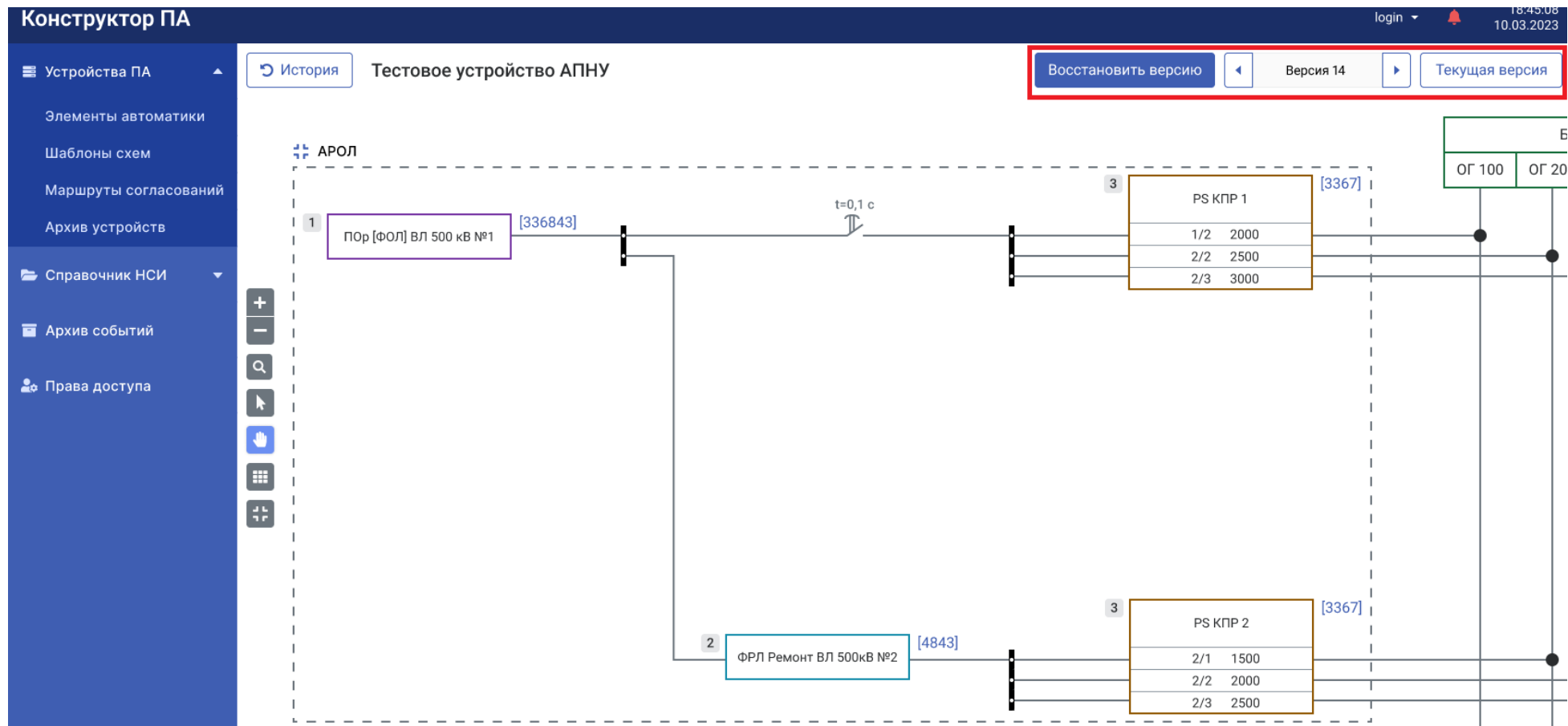


Рисунок 9. Форма просмотра схемы модели ПА