



ВНИИА
РОСАТОМ



Инструментальные средства GET-R1

Общее описание

© ФГУП «ВНИИА», 2025. Все права защищены

Копирование, передача третьим лицам или использование данного документа или его содержимого без согласия правообладателя запрещена.

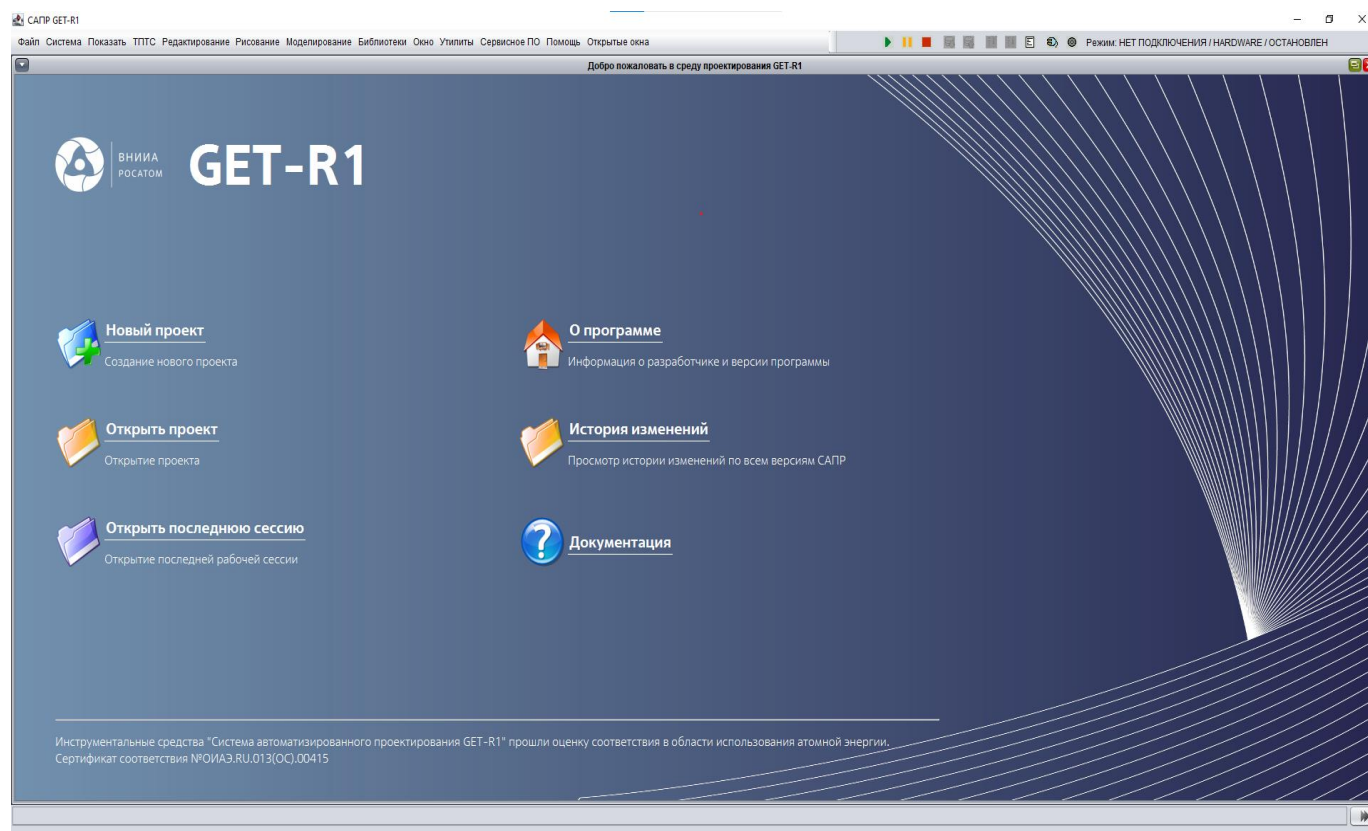
К работам с компонентами ТПТС на всех стадиях жизненного цикла системы (или программно-технического комплекса) на базе ТПТС допускается персонал, прошедший специальную подготовку и аттестованный на право самостоятельной работы с системами (или программно-техническими комплексами), построенными на базе ТПТС.

Аннотация

Настоящий документ содержит общие сведения о системе автоматизированного проектирования GET-R1. В документе рассмотрены назначение, условия применения GET-R1 и общие вопросы организации работы в САПР. Описан процесс разработки программно-технических комплексов на базе технических средств ТПТС-НТ в среде САПР.

Ключевые слова:

АСУ ТП, система контроля и управления, ТПТС-НТ, программно-технический комплекс, система автоматизированного проектирования, инженерная станция, сервисные средства, прикладное программное обеспечение, функции, видеокадры.



Оглавление

1	НАЗНАЧЕНИЕ	1-5
2	АППАРАТНАЯ КОНФИГУРАЦИЯ ДЛЯ РАБОТЫ GET-R1	2-5
3	ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ GET-R1	3-6
4	КОМПОНЕНТЫ GET-R1	4-6
4.1	ЗАПУСК САПР	4-8
4.2	ЛИЦЕНЗИРОВАНИЕ	4-8
4.3	РАБОЧИЙ ИНТЕРФЕЙС GET-R1	4-8
4.4	ЕДИНАЯ БАЗА ДАННЫХ	4-9
4.5	БИБЛИОТЕКИ GET-R1	4-9
5	РАЗРАБОТКА ПРИКЛАДНОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТПТС	5-11
5.1	Разработка ППО ТПТС-ЕМ	5-11
5.2	Разработка ППО ТПТС-НТ	5-11
5.3	Разработка ППО ТПТС-СБ.....	5-11
6	КОНФИГУРИРОВАНИЕ МОДУЛЕЙ ТПТС	6-12
7	МОДЕЛИРОВАНИЕ, ТЕСТИРОВАНИЕ И ВИЗУАЛИЗАЦИЯ.....	7-13
7.1	Моделирование ППО ТПТС	7-13
7.2	Визуализация с подключением к оборудованию ТПТС	7-14
7.3	Автоматизированное тестирование с помощью сценариев.....	7-14
8	РАЗРАБОТКА ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ НА ПТК ТПТС	8-16
8.1	Разработка общих схем ПТК ТПТС	8-16
8.2	Разработка схем соединений ПТК ТПТС	8-18
9	РАЗРАБОТКА ВИДЕОКАДРОВ ТИУС	9-19
9.1	Разработка библиотечных элементов	9-19
9.2	Разработка окон управления оборудованием и алгоритмами	9-20
9.3	Настройка ролей оперативного персонала	9-21
9.4	Настройка цветовых гамм и сигнализаций	9-21
9.5	Конфигурирование серверов ТИУС	9-23
	ПРИНЯТЫЕ СОКРАЩЕНИЯ	9-24

1 НАЗНАЧЕНИЕ

GET-R1 – программный комплекс инструментальных средств проектирования, предназначенный для:

- 1) разработки прикладного программного обеспечения ТПТС методом графического проектирования;
- 2) выпуска сборочно-монтажной документации ПТК на базе аппаратуры ТПТС;
- 3) конфигурирования модулей ТПТС и шлюзов сопряжения по шине EN/EN-2;
- 4) подготовки импортных данных для верхнего уровня на базе ПО «ПОРТАЛ» и ПО «Оператор»;

5) разработки видеокадров систем верхнего уровня (СВУ) на базе комплекса программных средств ТИУС.

6) конфигурирования серверов верхнего уровня на базе ТИУС.

GET-R1 также предоставляет возможности моделирования ППО и отображения работы модулей ТПТС в режиме визуализации с подключением к оборудованию. Структура АСУ ТП на базе ТПТС с применением GET-R1 приведена на рисунке 1.1.

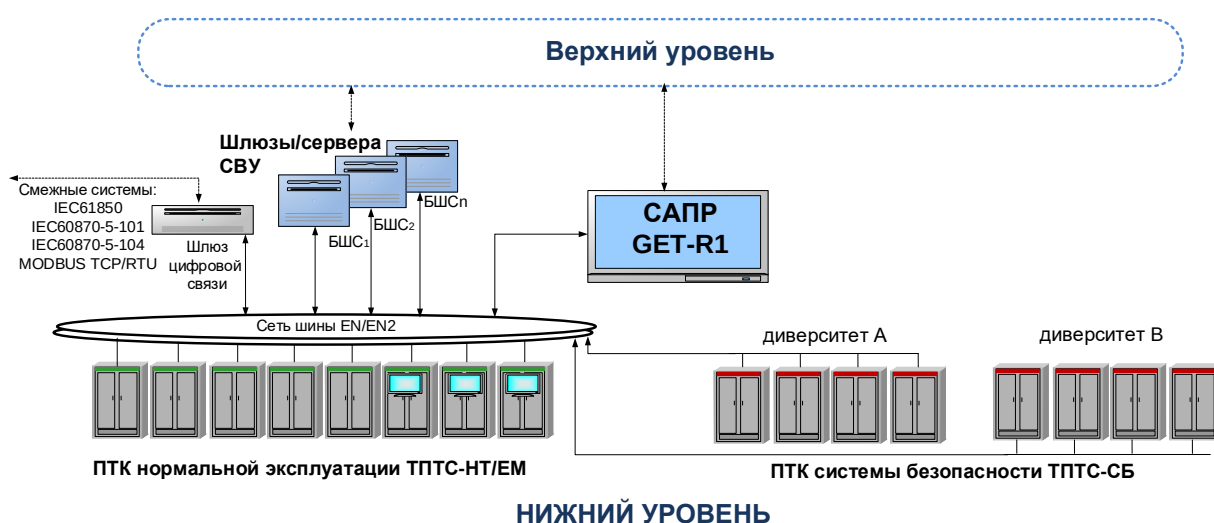


Рисунок 1.1 – АСУ ТП на базе ТПТС с инструментальными средствами GET-R1

2 АППАРАТНАЯ КОНФИГУРАЦИЯ ДЛЯ РАБОТЫ GET-R1

GET-R1 предназначен для работы на ЭВМ из состава комплекта станции инженерной ТПТС54.3403-XX.

GET-R1 может эксплуатироваться на x86_64-совместимых ЭВМ под управлением ОС Astra Linux SE 1.7+, Alt Linux SP 8.0+, ОС Windows 7+.

Для работы GET-R1 требуется ЭВМ, имеющая не менее 8Гб ОЗУ. Для корректной работы графического редактора и функции визуализации рекомендуется использовать ЭВМ с объемом видеопамати не менее 512 Мб и монитор не менее 21" с поддержкой FullHD.

Для подключения к оборудованию ТПТС, а также работы в режиме клиент-сервер необходимы сетевые интерфейсы Ethernet 100/1000 Мбит/с.

GET-R1 поддерживает как автономную работу, так и работу в составе локальной сети.

3 ПРОГРАММНОЕ ОБЕСПЕЧЕНИЕ GET-R1

Программное обеспечение GET-R1 включает в себя:

- СУБД PostgreSQL 12.9+;
- дистрибутив GET-R1.

На сервер GET-R1 устанавливаются:

- СУБД PostgreSQL 12.9+;
- дистрибутив GET-R1 – в случае, если сервер одновременно является рабочим местом.

На клиентские ЭВМ устанавливается только дистрибутив GET-R1.

Для работы на одиночных ЭВМ поддерживаются переносимые (не требующие установки) сборки GET-R1 со встроенным сервером PostgreSQL, запускаемым одновременно с GET-R1.

4 КОМПОНЕНТЫ GET-R1

GET-R1 включает в себя следующие компоненты (рисунок 4.1):

- 1) графический интерфейс пользователя, включая графический редактор, дерево проекта, меню, панели инструментов и другие элементы, являющиеся общими для всех подсистем САПР;
- 2) базу данных СУБД PostgreSQL. Подразделяется на проектные части и системную часть. Системная часть содержит библиотеки элементов, административную информацию и информацию о проектах. Проектная часть разделена на независимые каталоги(схемы), связанные с ПТК и

имеющие разную структуру для ПТК на базе разных поколений ТПТС.

- 3) компонент разработки видеокадров, предназначенный для проектирования видеокадров ТИУС на основе встроенных библиотек мнемозадающих элементов и окон управления, а также конфигурирования серверов верхнего уровня на базе КПС ТИУС.
- 4) компонент разработки прикладного программного обеспечения на средствах ТПТС различных поколений. Подразделяется на подсистемы, соответствующие различным поколениям КСА ТПТС.

5) компонент разработки сборочно-монтажной документации для создания эксплуатационных документов на ПТК ТПТС и исходных данных для производства, включая проводные связи, схемы размещения, схемы переключателей, схемы шинных связей, спецификации и документацию для проверки.

6) компоненты моделирования и тестирования, предназначенные для отработки прикладного программного обеспечения алгоритмов как в интерактивном режиме, так и в режиме выполнения сценариев, в том числе с подключением к реальному оборудованию ТПТС.

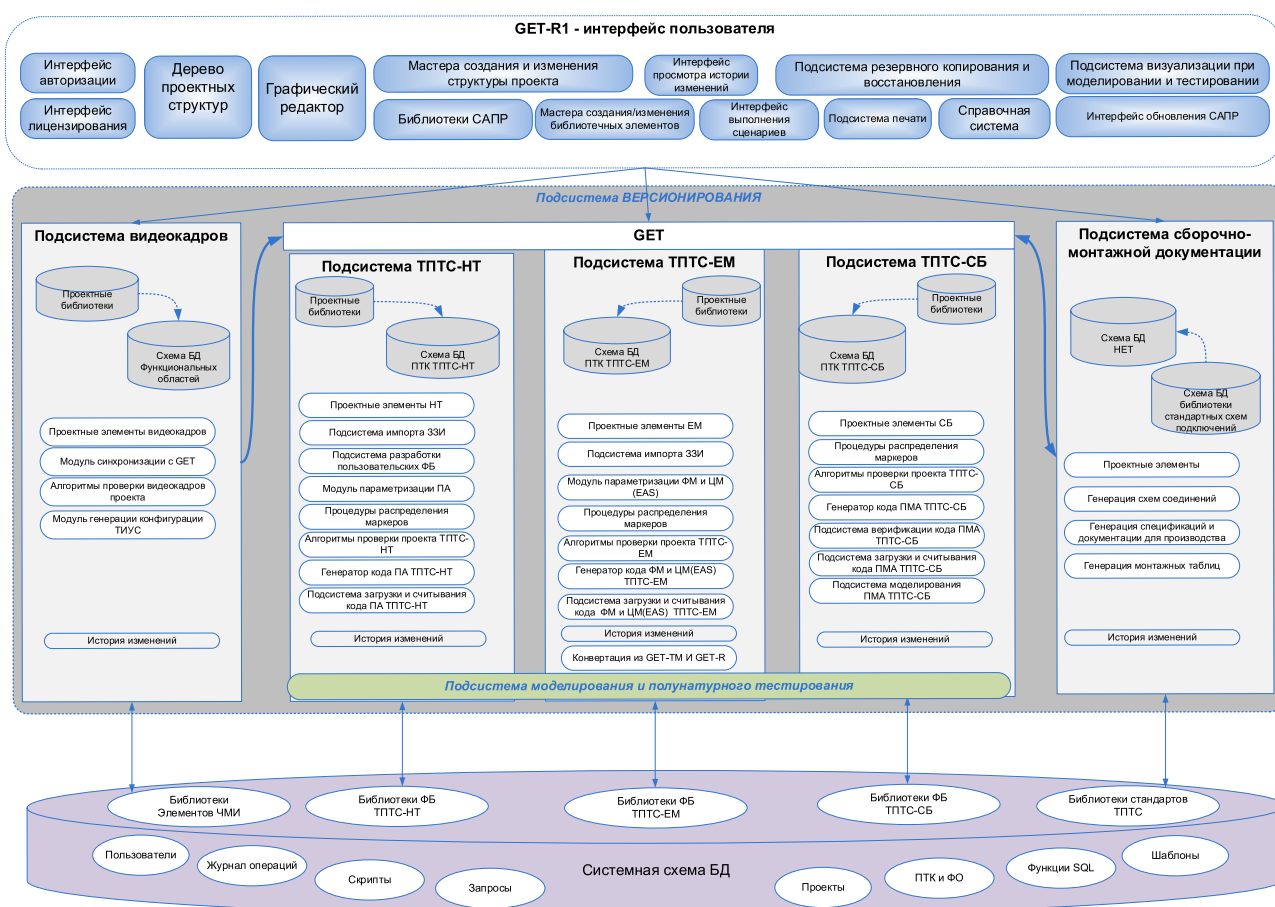


Рисунок 4.1 Структура ПО GET-R1

4.1 Запуск САПР

В начале запуска САПР выполняется проверка на наличие подключения к серверу БД. При наличии подключения на экране появляется окно авторизации САПР (Рисунок 4.2).

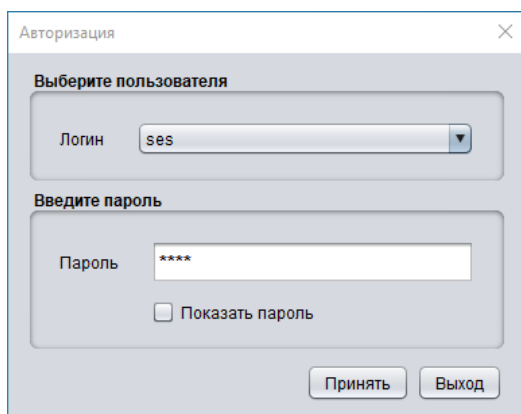


Рисунок 4.2 Окно авторизации

4.2 Лицензирование

После авторизации выполняется проверка лицензии. Механизм лицензирования имеет привязку к аппаратной конфигурации каждого персонального компьютера (ПК), на котором запускается GET-R1.

В случае если лицензия на данный ПК отсутствует или истек срок действия, на экран выводится окно с серийным номером ПК.

4.3 Рабочий интерфейс GET-R1

Основные элементы интерфейса GET-R1 отображаются после создания и открытия проекта. Вид GET-R1 в режиме работы с проектом приведен на рисунке 4.3.

Выбор пользователя выполняется из раскрывающегося списка по логину. Пароль вводится в текстовое поле в нижней части формы.

Для входа в систему необходимо нажать кнопку Принять. Если пароль неверен, будет выведено сообщение об ошибке – «Неверный логин или пароль». В случае успешной авторизации, окно автоматически скрывается.

На основании серийного номера предприятием-изготовителем выполняется генерация ключа лицензии на заданный период, после чего данный ключ вводится пользователем в соответствующее поле ввода окна проверки лицензии.

После выполнения проверки лицензии выполняется загрузка библиотек САПР и запуск основного окна пользовательского интерфейса со страницей приветствия.

Графические меню и панель инструментов, а также кнопки переключения между открытыми схемами отображаются на экране только при наличии открытых схем.

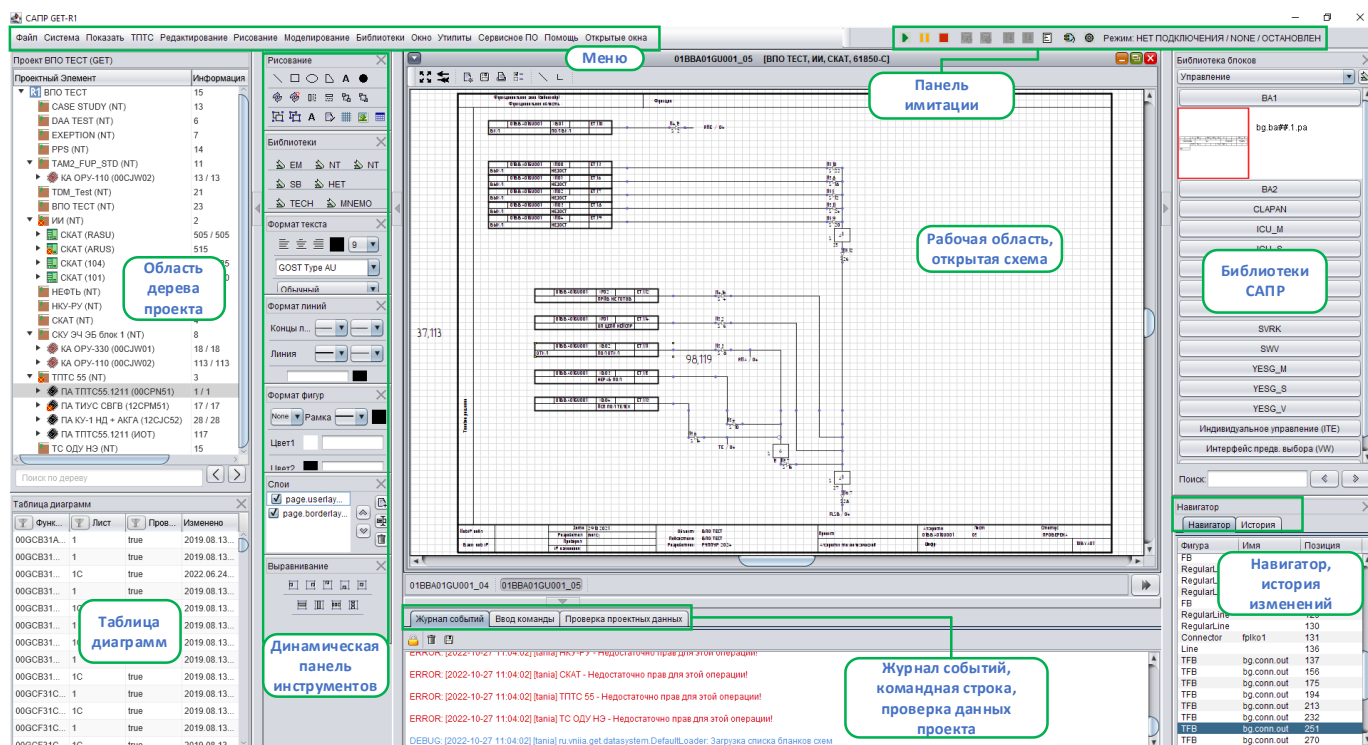


Рисунок 4.3 Основные элементы интерфейса GET-R1

4.4 Единая База Данных

База данных (БД) GET-R1 реализована на средствах СУБД PostgreSQL и представляет собой единое хранилище, внутри которого существует ряд каталогов с реляционной структурой (схем PostgreSQL):

- системный каталог (проектно-независимые библиотеки элементов);
- каталоги проектных данных;
- каталоги библиотек проектно-зависимых элементов.

4.5 Библиотеки GET-R1

В GET-R1 имеется набор библиотечных элементов, которые подразделяются на системные и проектно-зависимые:

Системные (проектно-независимые) библиотеки:

- библиотека функций для разработки прикладного программного обеспечения ТПТС 51-ЕМ;
- библиотека функций для разработки прикладного программного обеспечения ТПТС-НТ;
- библиотека функций для разработки прикладного программного обеспечения ТПТС-СБ;
- библиотека мнемозадающих элементов для разработки видеокладов верхнего уровня;
- библиотека окон управления верхнего уровня;
- библиотека стандартов для разработки сборочно-монтажной документации на ПТК ТПТС.

Проектно-зависимые библиотеки:

- библиотека шаблонов (фрагментов функциональных схем);
- библиотека пользовательских функциональных блоков;
- библиотека типовых подключений;
- библиотека типовых алгоритмических решений.

Проектно-зависимые библиотеки отображаются в дереве проекта и доступны для изменения пользователю. Системные библиотеки доступны через панель инструментов в меню GET-R1, их изменение не допускается.

Интерфейсы панели библиотек представлены на рисунке 4.4.

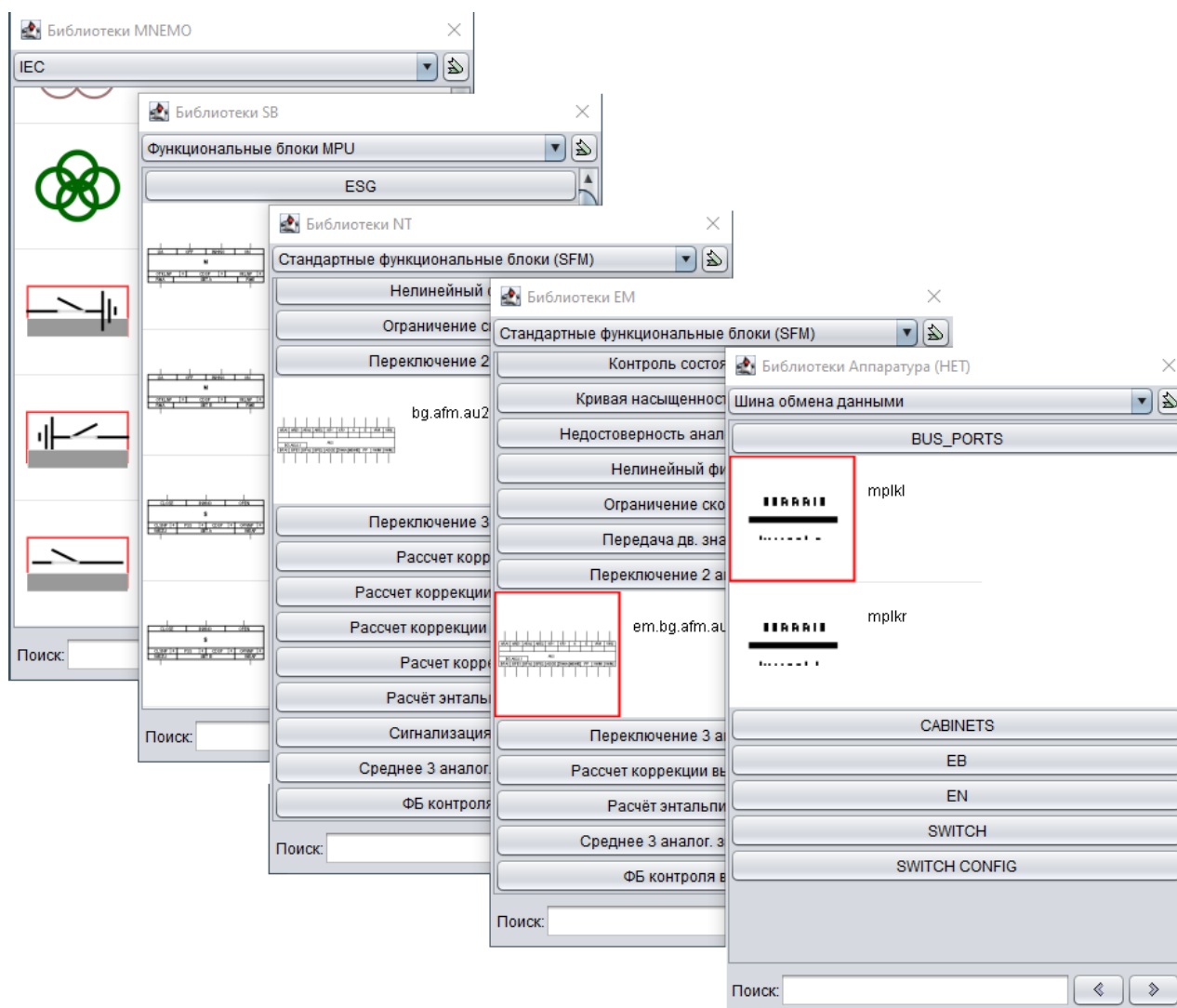


Рисунок 4.4 Библиотеки GET-R1

5 РАЗРАБОТКА ПРИКЛАДНОГО ПРОГРАММНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ТПТС

5.1 Разработка ППО ТПТС-ЕМ

Проектирование прикладного программного обеспечения для оборудования ТПТС-ЕМ в среде GET-R1 выполняется в следующем порядке:

- 1) выполняется создание проекта, затем создание корневого элемента для каждого программно-технического комплекса (системы контроля и управления);
- 2) выполняется создание центрального модуля (ЦМ/EAS);
- 3) выполняется создание функциональных модулей как дочерних элементов центрального модуля;
- 4) для каждого функционального модуля выполняется разработка алгоритмов в виде функциональных диаграмм, а также настройка входов и выходов;
- 5) для центрального модуля выполняется настройка телеграмм сетевого обмена по шине;
- 6) производится запуск процедур распределения/добавления операндов, расчета последовательности выполнения, проверки проектных данных и генерации кода;
- 7) при успешном прохождении всех процедур выполняется загрузка полученного кода в модули, а также считывание и сравнения сгенерированного и загруженного кода (дельта-процедура).

5.2 Разработка ППО ТПТС-НТ

Проектирование прикладного программного обеспечения для оборудования ТПТС-НТ в среде GET-R1 выполняется в порядке, аналогичном ТПТС-ЕМ, со следующими отличиями:

- 1) в качестве центрального модуля создается процессор автоматизации ТПТС-НТ;
- 2) вместо функциональных модулей создаются интерфейсные модули и модули связи с процессом;
- 3) разработка функциональных диаграмм, настройка телеграмм сетевого обмена по шине, расчет последовательности выполнения, распределение операндов, проверка проектных данных и генерации кода выполняется на уровне процессора автоматизации.

5.3 Разработка ППО ТПТС-СБ

Проектирование прикладного программного обеспечения для оборудования ТПТС-СБ (системы безопасности) в среде GET-R1 выполняется в порядке, аналогичном ТПТС-НТ. С учетом того, что оборудование ТПТС-СБ обладает встроенным разнообразием (содержит диверситеты А и Б), а системы безопасности на базе ТПТС-СБ являются многоканальными, проектирование ТПТС-СБ имеет следующие особенности:

1) для каждого канала безопасности создается по два процессорных модуля автоматизации ТПТС-СБ - диверситеты А и Б.

2) для каждого диверситета выполняется создание иерархии объектов - модулей ТПТС-СБ, включая модули связи с процессом, коммуникационные модули, обеспечивающие тракт передачи данных, а также модули голосования;

3) для каждого диверситета выполняется разработка функциональных диаграмм, распределение операндов, проверка проектных данных и генерации кода;

4) настройка телеграмм для ТПТС-СБ выполняется только в части отправки телеграмм на верхний уровень и в системы нормальной эксплуатации (в однонаправленном режиме – в сторону системы нормальной эксплуатации);

5) Разработка схем управления исполнительными механизмами выполняется в структуре отдельных «виртуальных» абонентов, соответствующих модулям МР-4 ТПТС-СБ.

6 КОНФИГУРИРОВАНИЕ МОДУЛЕЙ ТПТС

Для конфигурирования модулей в GET-R1 имеется специальный интерфейс работы с аппаратурой ТПТС, унифицированный для различных поколений ТПТС. С его помощью выполняется массовая загрузка сгенерированного кода в модули, а также контроль соответствия загруженного и

сгенерированного кода с помощью процедуры обратного считывания с автоматическим построением списка расхождений. Внешний вид интерфейса работы с аппаратурой приведен на рисунке 6.1.

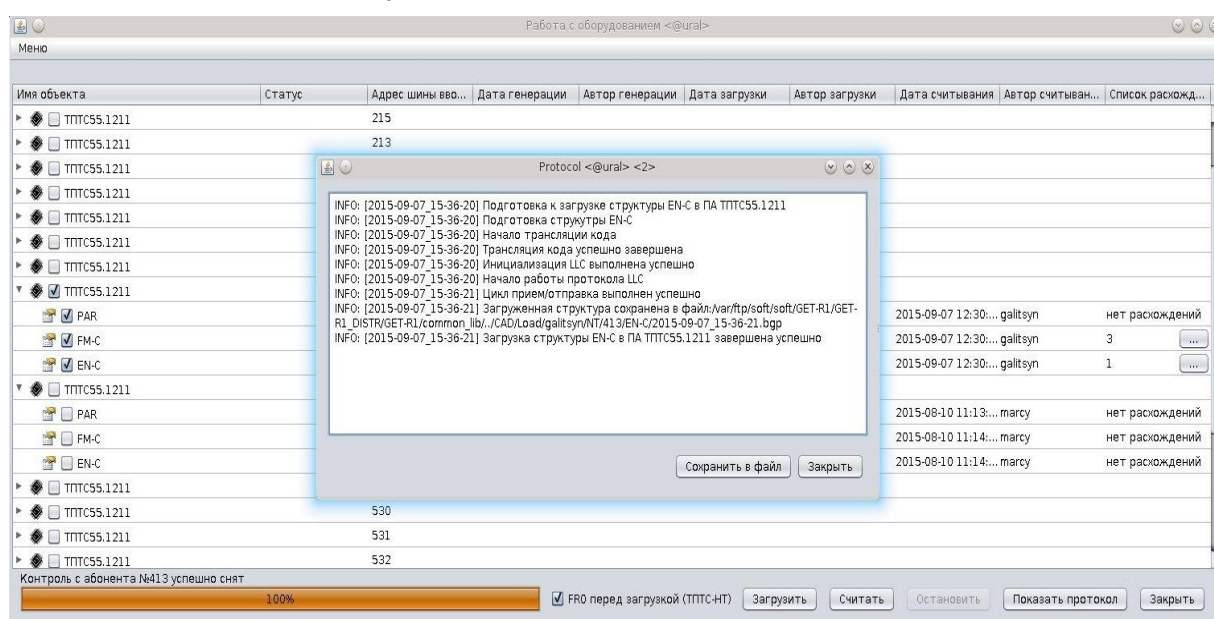


Рисунок 6.1 Интерфейс конфигурирования модулей ТПТС

7 МОДЕЛИРОВАНИЕ, ТЕСТИРОВАНИЕ И ВИЗУАЛИЗАЦИЯ

7.1 Моделирование ППО ТПТС

Для проверки работоспособности алгоритмов прикладного программного обеспечения ТПТС-НТ и ТПТС-СБ в среде GET-R1 имеются встроенные средства моделирования. Они включают в себя моделирующее ядро, циклически выполняющее последовательность инструкций ППО аналогично модулям ТПТС, и встроенные в редактор графических диаграмм средства визуализации, имитации переменных и управления режимами работы моделирующего ядра.

Запуск режима моделирования становится доступен после генерации кода ППО. Открытые в режиме моделирования функциональные диаграммы недоступны для редактирования и отображают цветовую индикацию значений переменных, полученных от моделирующего ядра (см. рисунок 7.1). Для

наглядной проверки прикладного алгоритма в ручном режиме имеется возможность установить или снять имитированное значение на любом входе или выходе элементов функциональной диаграммы, а также возможность управления состоянием виртуальных имитаторов исполнительных механизмов и программных блоков, для которых предусмотрен интерфейс оператора верхнего уровня (см. рисунки 7.2, 7.3).

Моделирование ТПТС-ЕМ в GET-R1 возможно при совместной работе с программным комплексом ЭНИКАД, используемым в качестве моделирующего ядра.

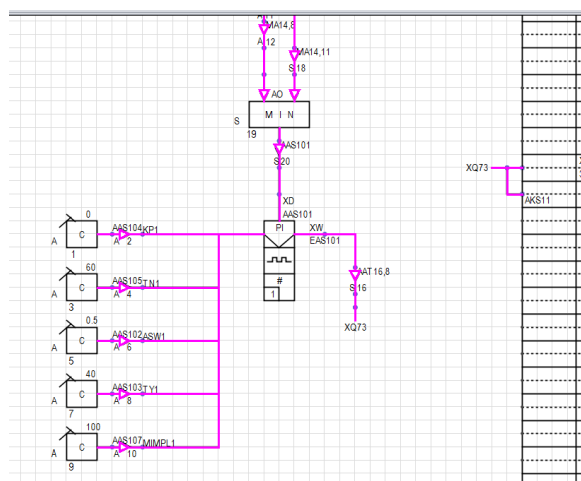
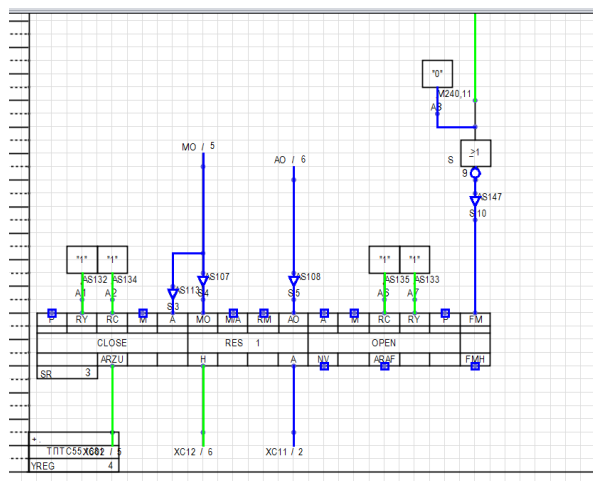


Рисунок 7.1 - Индикация на функциональных диаграммах при моделировании

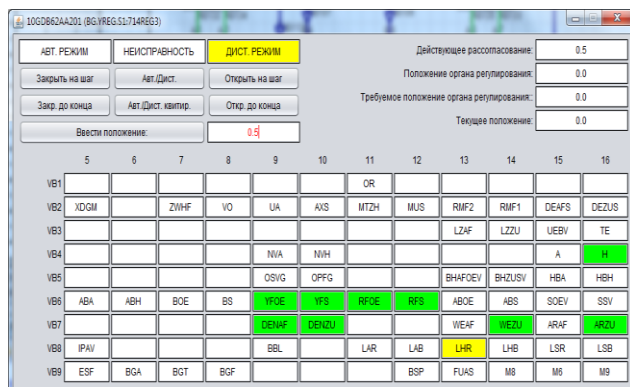


Рисунок 7.2 - Окно управления регулятором

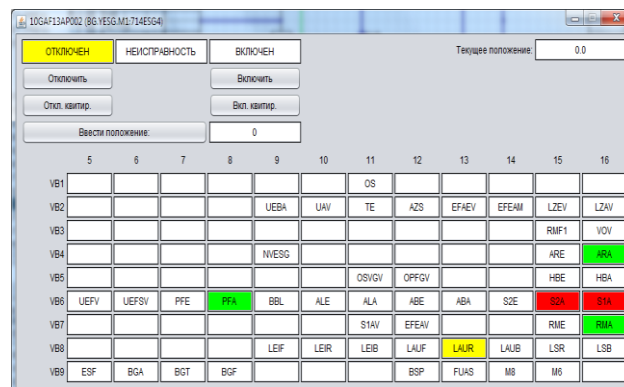


Рисунок 7.3 - Окно управления мотором

7.2 Визуализация с подключением к оборудованию ТПТС

Для проверки работы ППО с подключением к оборудованию ТПТС-ЕМ, ТПТС-НТ и ТПТС-СБ в среде GET-R1 имеются встроенные средства, обеспечивающие циклический обмен данными с оборудованием ТПТС.

Визуализация, имитация переменных, управление состоянием исполнительных механизмов в режиме взаимодействия с оборудованием ТПТС выполняются аналогично режиму моделирования с учетом ограничений оборудования.

7.3 Автоматизированное тестирование с помощью сценариев

Для автоматизации проверки прикладных алгоритмов в среде GET-R1 имеется встроенный язык сценариев и специальный инструмент разработки и исполнения сценариев (см. рисунок

Рисунок 7.4). Сценарии могут выполняться как в режиме моделирования, так и в режиме подключения к оборудованию ТПТС.

Язык сценариев позволяет задать последовательность воздействий на оборудование ТПТС или моделирующее

ядро посредством механизма имитации, контролируя во времени достижение результирующими параметрами алгоритмов заданных критериев. При выполнении сценария система автоматически регистрирует все параметры, упомянутые в сценарии, что позволяет впоследствии проанализировать ход работы прикладного алгоритма при выполнении сценария, в т.ч. с помощью встроенного в GET-R1 инструмента работы с графиками.

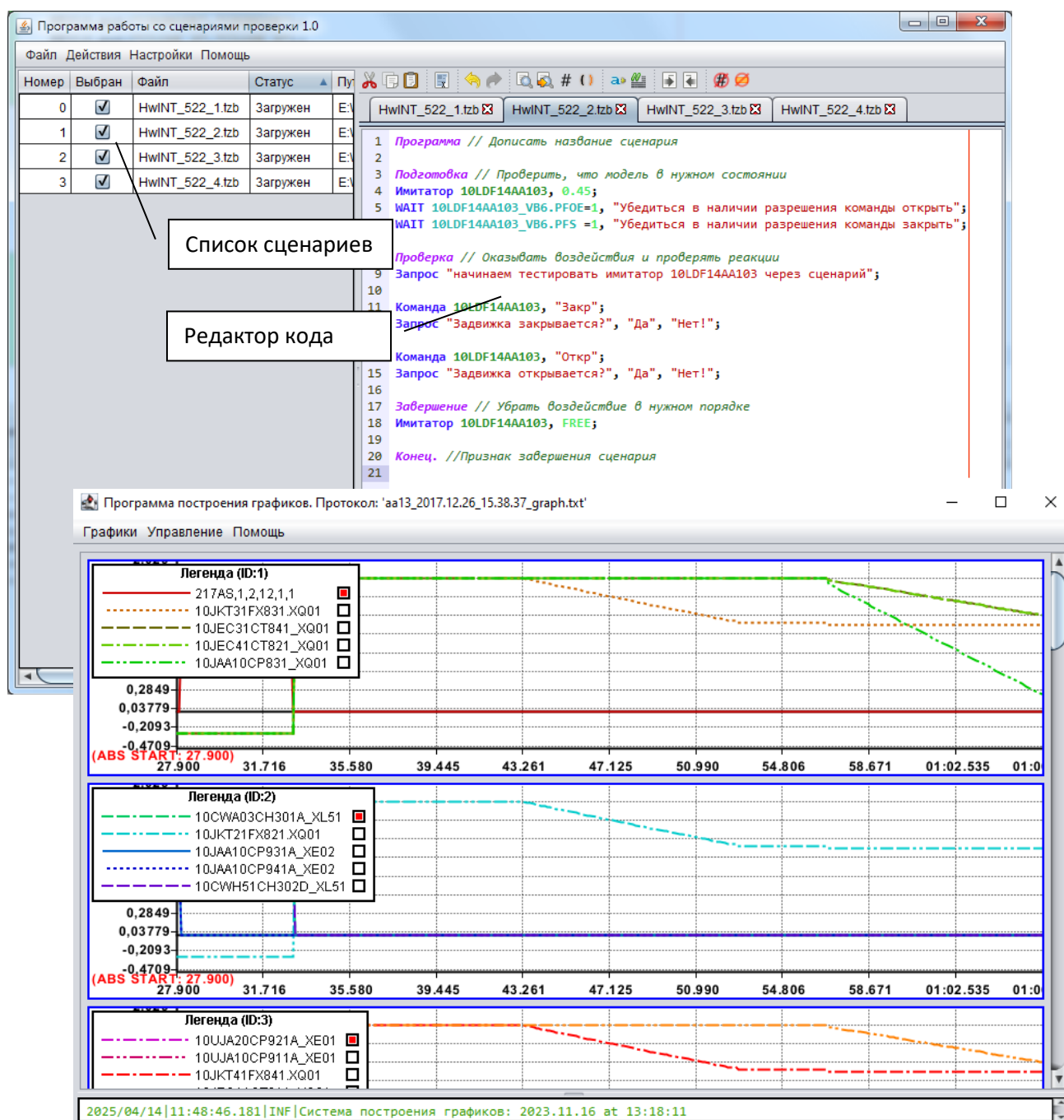


Рисунок 7.4 – Инструменты для автоматизированной проверки ППО

8 РАЗРАБОТКА ЭКСПЛУАТАЦИОННОЙ ДОКУМЕНТАЦИИ НА ПТК ТПТС

8.1 Разработка общих схем ПТК ТПТС

Общие схемы — вид документации, содержащей информацию по расположению приборных стоек в помещениях, схемы фасадов стоек и физические места расположения модулей связи с процессом в приборных стойках, схемы шинных связей, схемы переключателей и конфигурации коммутаторов шины.

Создание общих схем выполняется автоматически по заданным правилам. В указанные правила генерации входят: данные о конструкторском исполнении приборной стойки, наличии установленных шлюзов сопряжения, количеству крейтов ввода/вывода (модулей связи с процессом) и прочая необходимая информация.

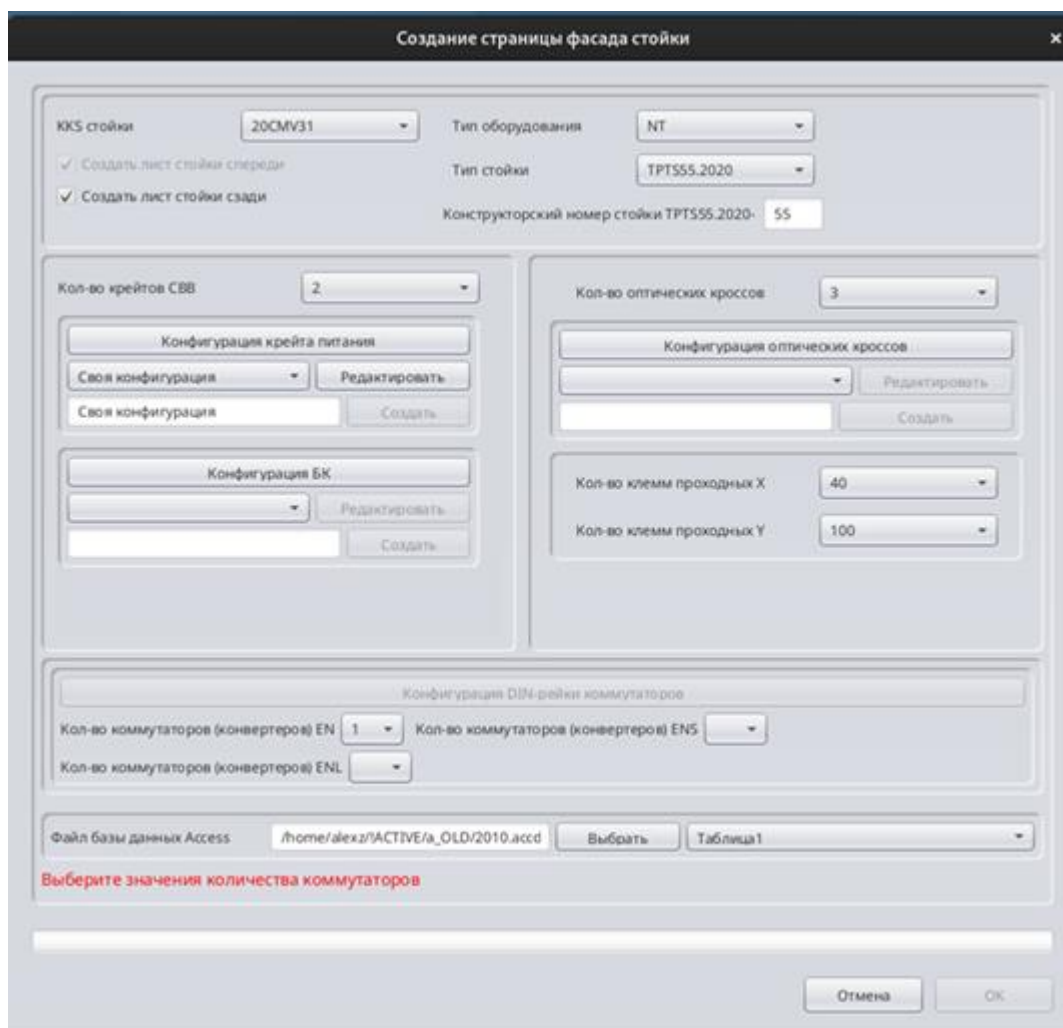


Рисунок 8.1 – Форма для задания правил генерации фасадов приборных стоек

На рисунке 8.1 приведен пользовательский интерфейс задания правил генерации фасадов приборный

стоек. Пример результата генерации фасада приведен на рисунках Ошибка! Источник ссылки не найден. и 7-3.

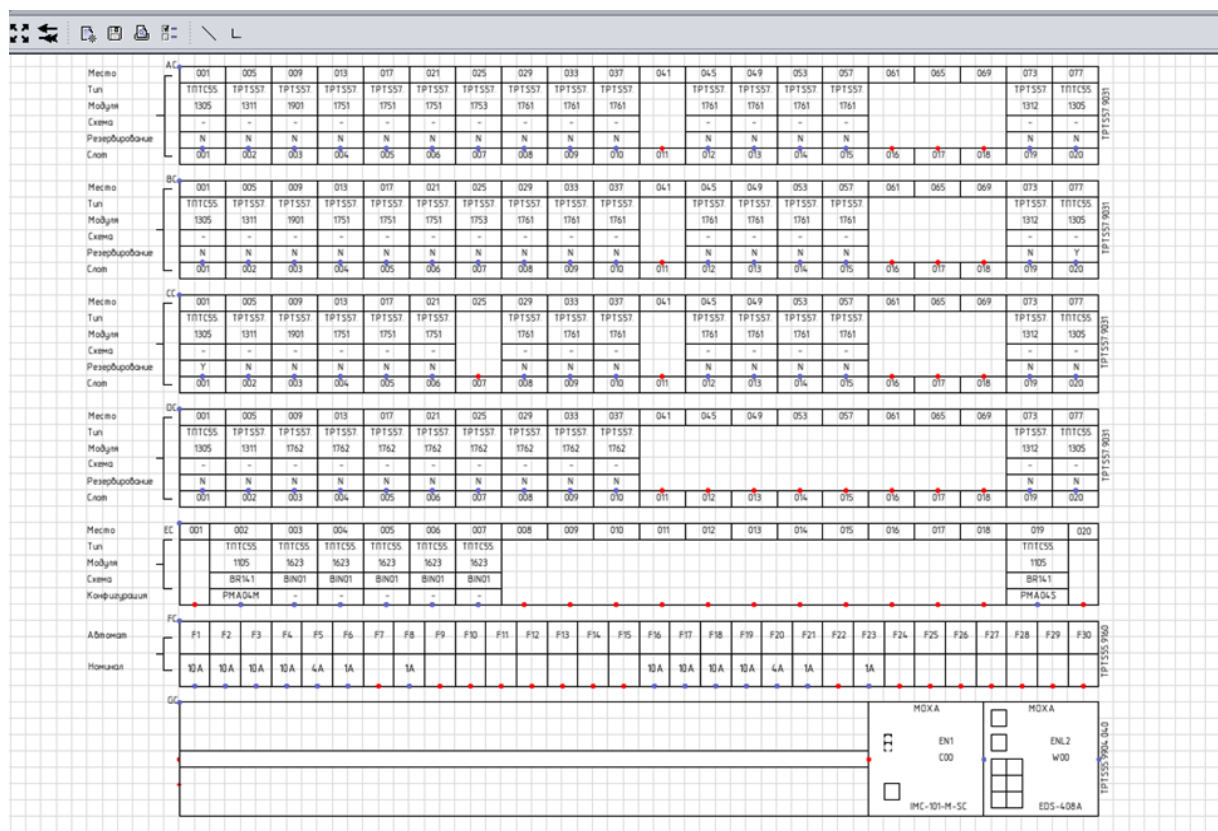


Рисунок 8.2 – Схема фасада приборной стойки, лист 1

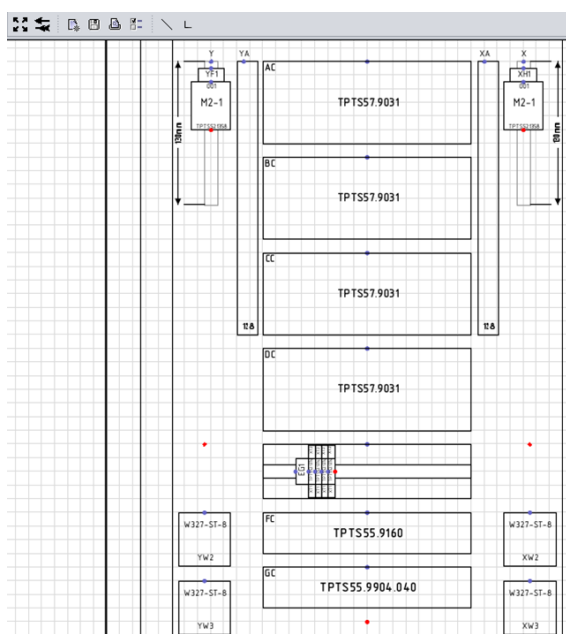


Рисунок 8.3 Схема фасада приборной стойки, лист 2

9 РАЗРАБОТКА ВИДЕОКАДРОВ ТИУС

Видеокадры ТИУС разрабатываются в графическом редакторе GET-R1 аналогично функциональным диаграммам для ТПТС с использованием специальной библиотеки мнемоблоков – пиктограмм, для которых заданы наборы сигналов и поведение (анимация, мигание и т.д.) при изменении сигналов.

Разработанные в графическом редакторе GET-R1 видеокадры затем экспортируются в формат Web-страниц на базе технологий SVG, HTML5 и JavaScript для визуализации на АРМ ТИУС.

Пример интерфейса разработки видеокадра в графическом приведен на рисунке 9.1.

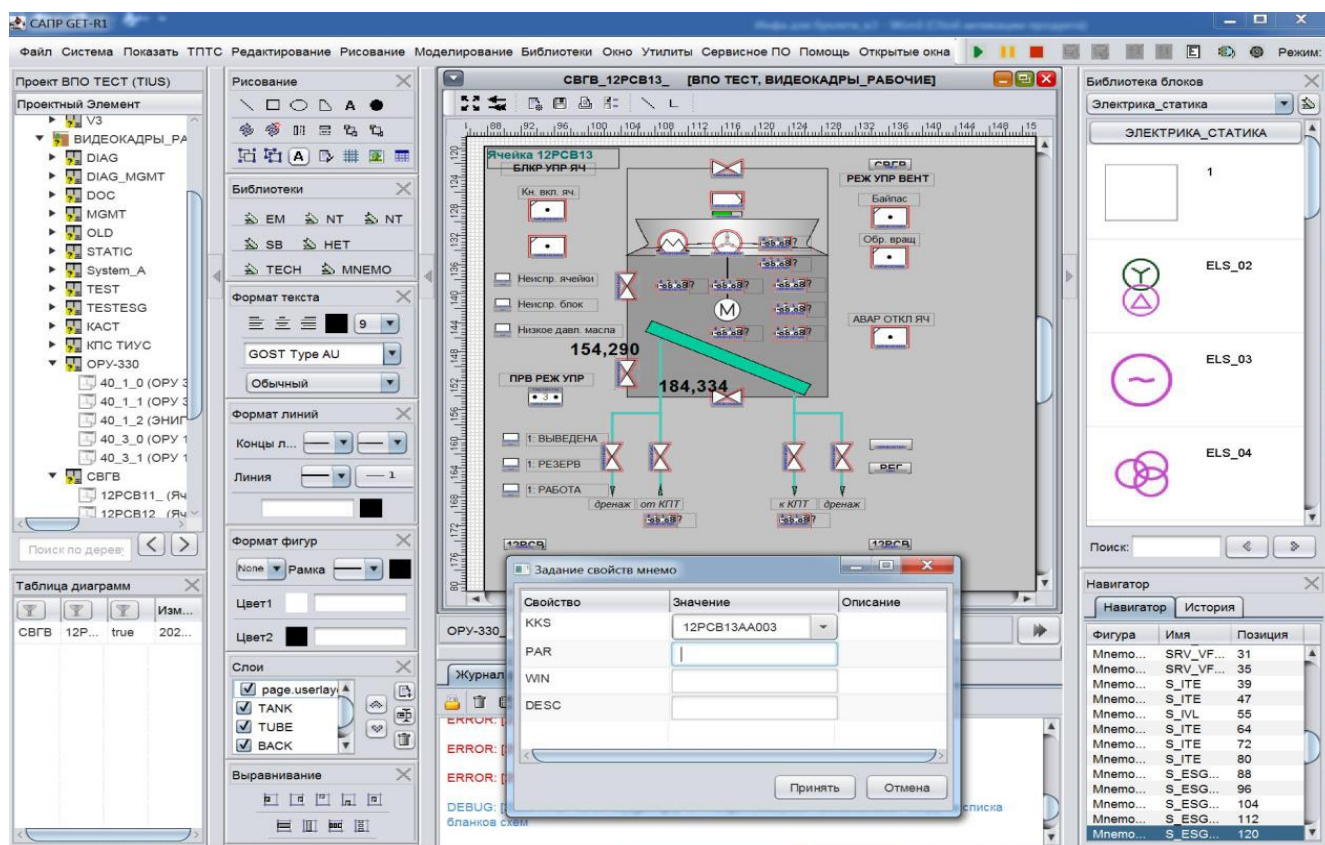


Рисунок 9.1 – редактор видеокадров

9.1 Разработка библиотечных элементов

В GET-R1 имеется обширный набор базовых мнемоблоков, а также возможность создания новых мнемоблоков, в т.ч. с возможностью наследования свойств и поведения (анимации) от родительского мнемоблока.

При создании мнемоблоков имеется возможность привязки к типам базовых функций (т.н. канальных операторов) ТПТС, таким образом набор свойств мнемоблока автоматически связывается с

набором сигналов соответствующей базовой функции ТПТС.

Поведение мнемоблока задается с помощью простых выражений JavaScript в заранее заданных функциях анимации, из

которых имеется доступ к именованным графическим SVG-объектам мнемоблока и значениям связанных с ними сигналов.

9.2 Разработка окон управления оборудованием и алгоритмами

В GET-R1 имеется библиотека окон управления, связываемых с мнемоблоками исполнительных механизмов и алгоритмов нижнего уровня, для которых предусмотрена возможность управления с верхнего уровня. Окона управления представляют собой мини-видеокадры и разрабатываются с помощью мнемоблоков-примитивов аналогично

видеокадрам в графическом редакторе. Каждому окну управления присваивается имя, которое затем выбирается при проектировании мнемоблока для связывания мнемоблока и окна управления.

Пример редактора мнемоблоков приведен на рисунке 9.2.

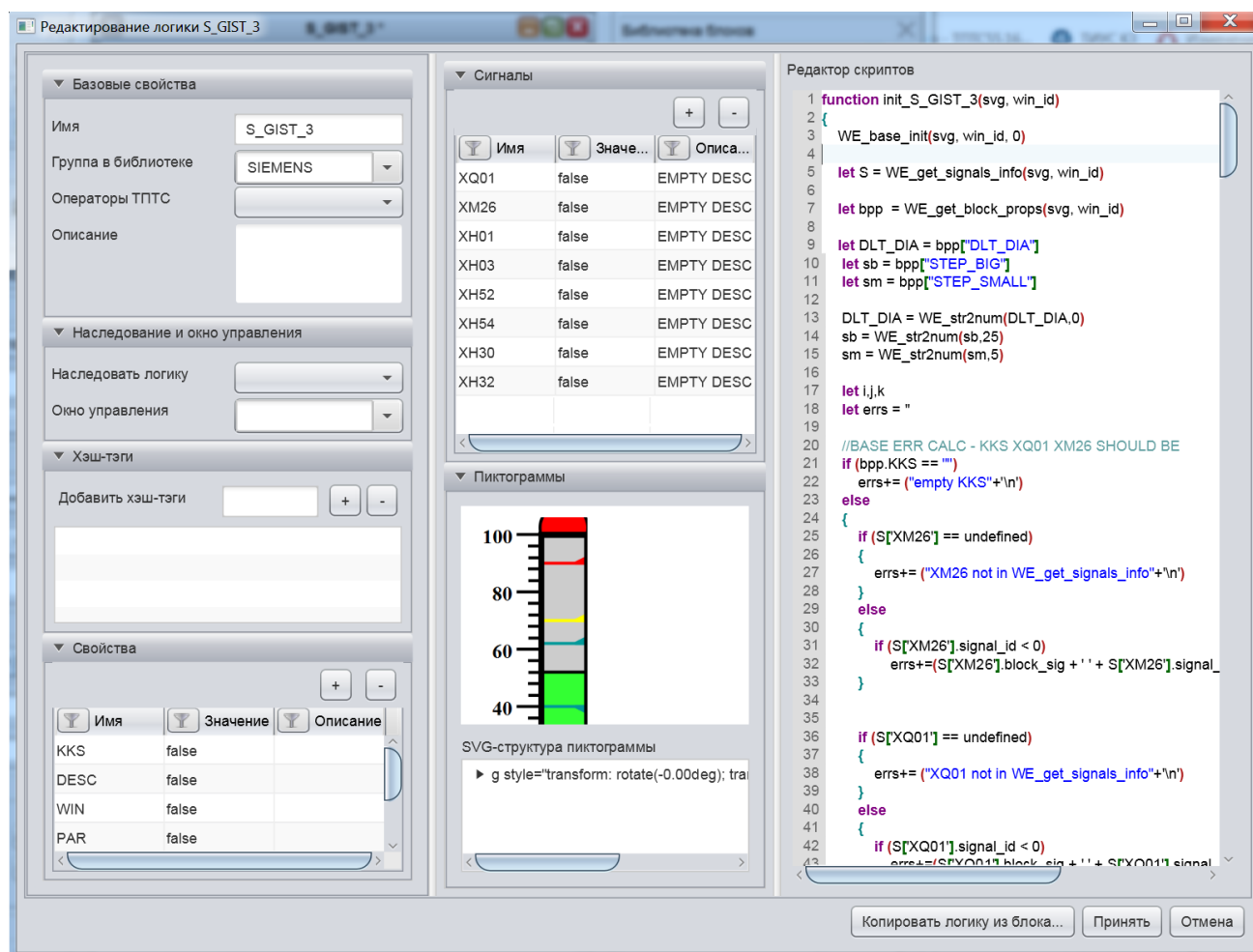


Рисунок 9.2 – редактор логики мнемоблоков

9.3 Настройка ролей оперативного персонала

В GET-R1 имеются специальные средства проектной настройки групповых и индивидуальных ролей доступа оперативного персонала (например, операторы различных технологических систем, начальник смены), для которых задаются разрешенные действия. Имеется возможность гибкой настройки доступа для

таких действий, как имитация, управление оборудованием, сигнализация, вывод в ремонт, администрирование и обновление системы.

Пример интерфейса настройки ролей приведен на рисунке 9.3.

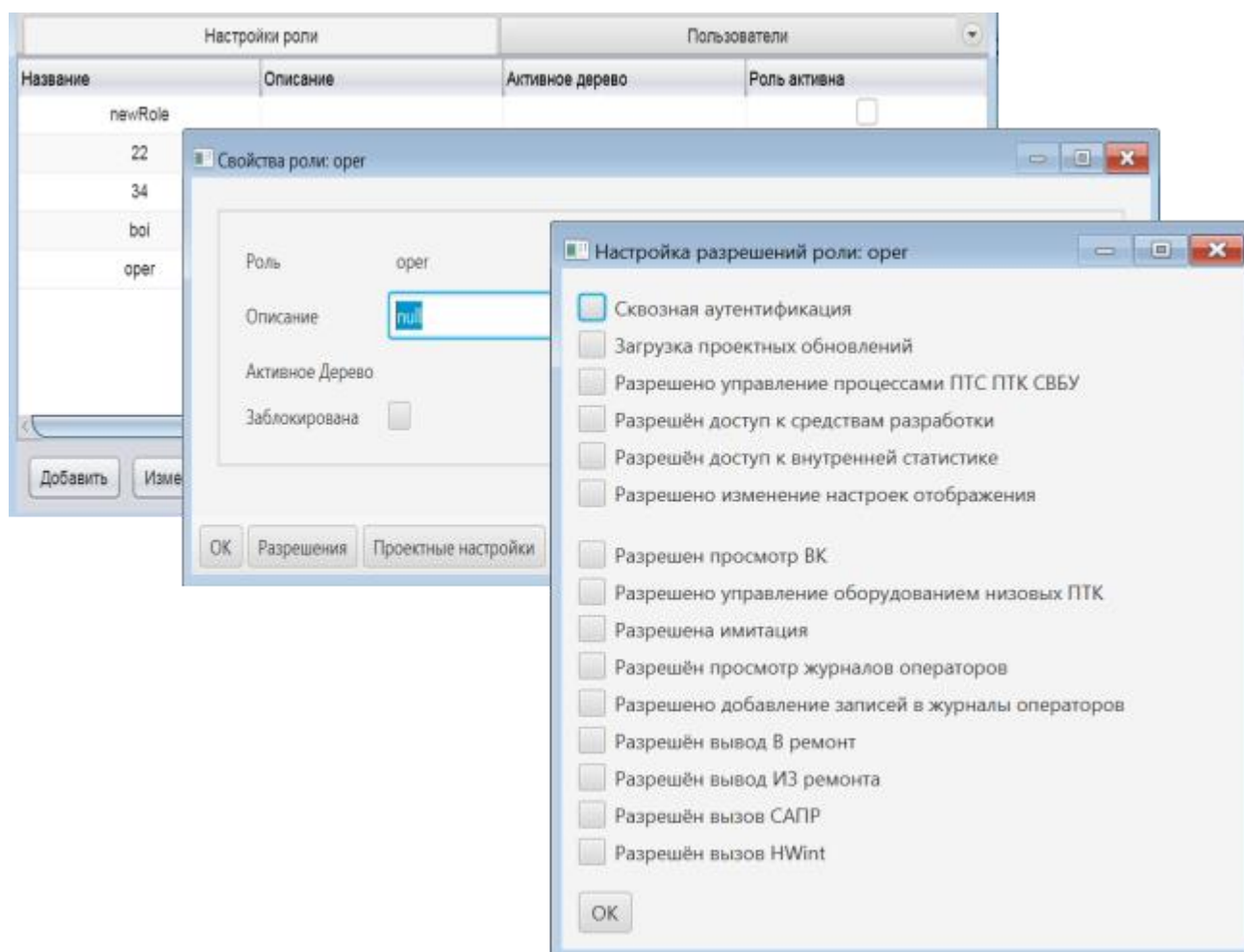


Рисунок 9.3 – Инструменты управления ролями оперативного персонала

9.4 Настройка цветовых гамм и сигнализаций

Для организации человеко-машинного интерфейса (ЧМИ) оператора в соответствии с требованиями к

визуализации и сигнализации в GET-R1 имеются специальные средства проектной настройки ТИУС, позволяющие:

- задать базовую гамму цветов ЧМИ;
- задать производные цвета для отображения разных видов оборудования, типов среды, цветовой сигнализации, означающей состояние оборудования;
- создать группы важности для индивидуальной и обобщенной сигнализации с кодовыми названиями, которые могут быть использованы на функциональных диаграммах GET-проекта нижнего уровня;
- распределить сигнализацию по ролям оперативного персонала;
- разработать индикаторы обобщенной сигнализации для иерархии видеок кадров;
- задать аудио-сопровождение для сигнализаций каждого уровня важности.

Пример интерфейсов настройки цветовых гамм и сигнализаций приведен на рисунке 9.4.

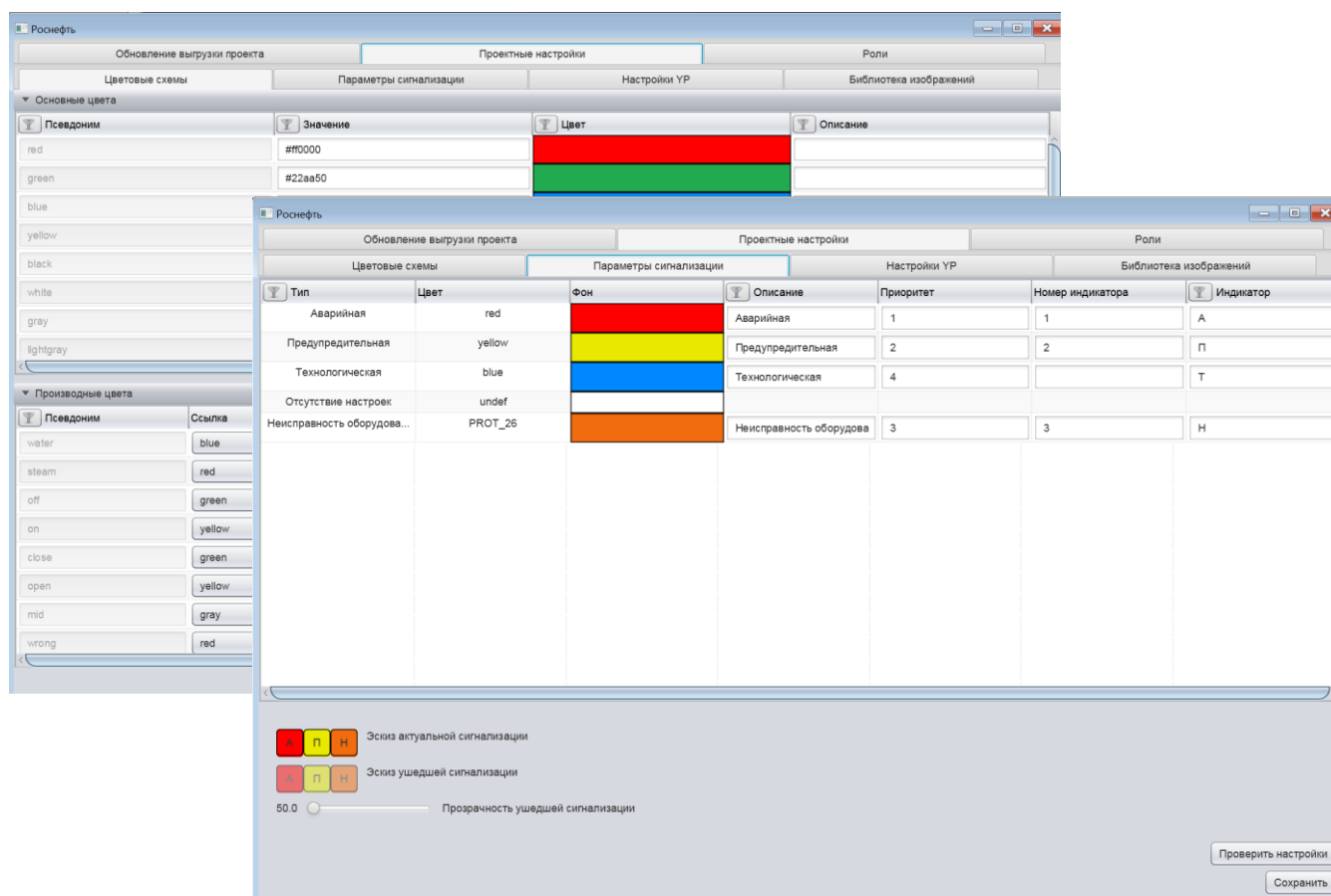


Рисунок 9.4 – Инструменты управления ролями оперативного персонала

9.5 Конфигурирование серверов ТИУС

Конфигурирование ТИУС выполняется централизованно средствами GET-R1 и позволяет автоматически сформировать и загрузить на сервера весь проект верхнего уровня с его настройками, включая базу данных сигналов, набор

видеокадров и анимаций, набор окон управления, роли и настройки сигнализации. Интерфейс конфигурирования приведен на рисунке 9.5.

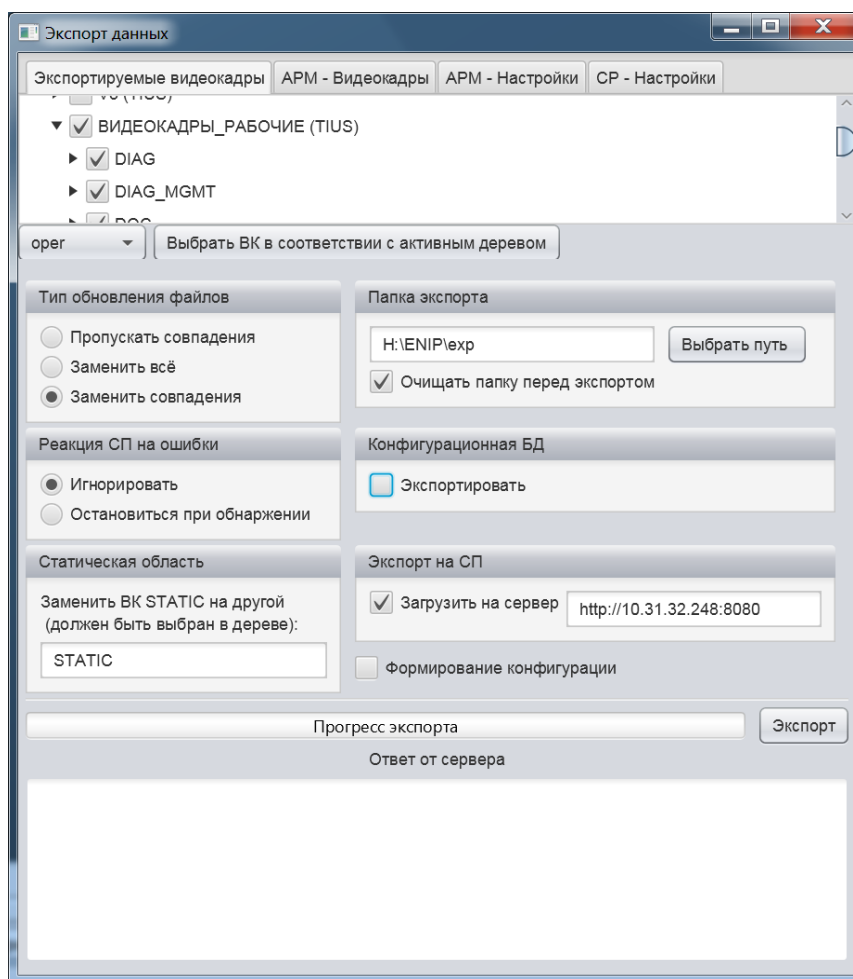


Рисунок 9.5 - Интерфейс конфигурирования серверов ТИУС

ПРИНЯТЫЕ СОКРАЩЕНИЯ

ККС	Система классификации и кодирования
ВПО	встроенное программное обеспечение
ИМ	интерфейсный модуль
КСА	комплекс средств автоматизации
ПА	процессор автоматизации ТПТС-НТ; включает в себя два модуля: функциональный модуль (FMC) и коммуникационный модуль (ENC)
ПМА	процессорный модуль автоматизации
ППО	прикладное программное обеспечение модулей ТПТС
ПТК	программно-технический комплекс
САПР	система автоматизированного проектирования
СУБД	система управления базами данных
ТПТС	Программно-технические средства
ТИУС	Программный комплекс средств верхнего уровня
ЧМИ	Человеко-машинный интерфейс

10 История изменений

Версия	Дата	Основание для изменения
1.0	11.10.2022	Первичная разработка
2.0	3.06.2023	Приведение документа в соответствие актуальной версии САПР
3.0	04.05.2024	Приведение документа в соответствие актуальной версии САПР
4.0	03.06.2025	Переработка документа для публикации

Адрес: ул. Сущёвская, д. 22, Москва, 127030
Тел.: +7 (499) 978 78 03
Факс: +7 (499) 978 09 03, 978 05 78
E-mail: vnii@vnii.ru
www.vnii.ru
