



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOOL
INSENERITEADUSKOND
Virumaa kolledž

**Estonia kaevanduse Alutaguse alajaama IML üleviimine
platvormile Wonderware System Platform**

**Transfer of the HMI of the Alutaguse substation of the Estonia
mine to the platform Wonderware System Platform**

TOOTMISE AUTOMATISEERIMISE ÕPPEKAVA LÕPUTÖÖ

Üliõpilane: Konstantin Malinovski

Üliõpilaskood: 178352

Juhendaja: Sergei Pavlov, lektor



TALLINNA TEHNIKAÜLIKOO
INSENERITEADUSKOND
Virumaa kolledž

**Перевод ЧМИ подстанции Алутагузе шахты Эстония в
платформу Wonderware System Platform**
TOOTMISE AUTOMATISEERIMISE ÕPPEKAVA LÕPUTÖÖ

Üliõpilane: Konstantin Malinovski

Üliõpilaskood: 178352

Juhendaja: Sergei Pavlov, lektor

AUTORIDEKLARATSIOON

Olen koostanud lõputöö iseseisvalt.

Lõputöö alusel ei ole varem kutse- või teaduskraadi või inseneridiplomit taotletud. Kõik töö koostamisel kasutatud teiste autorite tööd, olulised seisukohad, kirjandusallikatest ja mujalt pärinevad andmed on viidatud.

“23” mai 2021.

Autor:Konstantin Malinovski.....

/ allkiri /

Töö vastab rakenduskõrgharidusõppe lõputööle/magistritööle esitatud nõuetele
“23” mai 2021.

Juhendaja:Sergei Pavlov.....

/ allkiri /

Kaitsmisele
“23” mai 2021.

lubatud

Kaitsmiskomisjoni esimees Sergei Pavlov.

/ nimi ja allkiri /

LIHTLITSENTS LÕPUTÖÖ ÜLDSUSELE KÄTTESAADAVAKS TEGEMISEKS JA REPRODUTSEERIMISEKS

Mina Konstantin Malinovski (sünnikuupäev: 11.08.1998)

1. Annan Tallinna Tehnikaülikoolile tasuta loa (lihtlitsentsi) enda loodud teose

Estonia kaevanduse Alutaguse alajaama IML üleviimine platvormile Wonderware System Platform mille juhendaja on Sergei Pavlov,

1.1. reprodutseerimiseks säilitamise ja elektroonilise avaldamise eesmärgil, sealhulgas Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogusse lisamise eesmärgil kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni;

1.2. üldsusele kättesaadavaks tegemiseks Tallinna Tehnikaülikooli veebikeskkonna kaudu, sealhulgas Tallinna Tehnikaülikooli raamatukogu digikogu kaudu kuni autoriõiguse kehtivuse tähtaja lõppemiseni.

2. Olen teadlik, et punktis 1 nimetatud õigused jäävad alles ka autorile.

3. Kinnitan, et lihtlitsentsi andmisega ei rikuta kolmandate isikute intellektuaalomandi ega isikuandmete kaitse seadusest ja teistest õigusaktidest tulenevaid õigusi.

TalTech Inseneriteaduskond Virumaa kolledž

LÕPUTÖÖ ÜLESANNE

Üliõpilane: Konstantin Malinovski, 178352

Õppekava, peeriala: RDDR08/17 - Tootmise automatiseerimine

Juhendaja(d): Lektor, Sergei Pavlov, sergei.pavlov@taltech.ee

Konsultant: Andrei Ivanovski, SCADA-arendaja Enefit Solutions AS, +372 5199 8767,
Andrei.ivanovski@energia.ee

Lõputöö teema:

(eesti keeles) Estonia kaevanduse Alutaguse alajaama IML üleviimine platvormile Wonderware System Platform

(inglise keeles) Transfer of the HMI of the Alutaguse substation of the Estonia mine to the platform Wonderware System Platform

Lõputöö põhieesmärgid:

1. SCADA struktuuriga tutvumine
2. Wonderware projekti tüüpilise struktuuriga tutvumine
3. Objektimallide loomine Wonderware platvormis.
4. Uue SCADA loomine vana graafilise kujutisega.

Lõputöö etapid ja ajakava:

Nr	Ülesande kirjeldus	Tähtaeg
1.	SCADA struktuuriga tutvumine	29.03.2021
2.	Vajaliku tarkvara paigaldamine	29.03.2021
3.	Wonderware projekti struktuuriga tutvumine	29.03.2021
4	Objektimallide loomine Wonderware platvormis	23.04.2021
5	Uue SCADA loomine vana graafilise kujutisega	10.05.2021

Töö keel: Vene

Lõputöö esitamise tähtaeg: "10" Mai 2021a

Üliõpilane: Konstantin Malinovski

"27" Märts 2021a

/allkiri/

Juhendaja / Programmijuht: Sergei Pavlov

"27" Märts 2021a

/allkiri/

Konsultant:

"27" Märts 2021a

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ	8
АББРЕВИАТУРЫ И ТЕРМИНЫ	9
ВВЕДЕНИЕ.....	10
1. ОПИСАНИЕ WONDERWARE SYSTEM PLATFORM	11
2. ТРЕБОВАНИЯ К ГОТОВОЙ СИСТЕМЕ	13
2.1 Анализ существующего решения.....	13
2.2 Техническое задание.....	14
3. СОЗДАНИЕ ШАБЛОНОВ	16
3.1 Шаблон Sektsioon.....	17
3.2 Шаблоны для фидеров	20
3.3 Шаблон FiiderTN.....	22
3.4 Шаблон Arrester и EmptyFiider.....	24
3.5 Шаблон Fiider.....	24
3.6 Шаблон FiiderSees	28
3.7 Шаблон FiiderWithStatus	29
4. РАЗВЕРТЫВАНИЕ ЧМИ.....	32
4.1 Главное окно секции	32
4.2 Панель текущих и исторических тревог	33
4.3 Страница с графиком фидеров.....	35
4.4 Страница настроек секции	36
ЗАКЛЮЧЕНИЕ.....	38
КОККУVÕTE	39
SUMMARY.....	40
СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ.....	41
ПРИЛОЖЕНИЕ 1 ТАБЛИЦА АТРИБУТОВ ШАБЛОНА FIIDERTN	42

ПРЕДИСЛОВИЕ

Дипломная работы была выполнена по техническому заданию выданному автору, представителями компании Enefit Solution AS, в период прохождения автором второй профессиональной практики на вышеуказанном предприятии.

Автор выражает благодарность: С. Павлову за помощь при написании и оформлении данной дипломной работы, А. Ивановскому за предоставления темы дипломной работы, консультацию и предоставление необходимых материалов.

Конечным результатом данной дипломной работы по прикладному высшему образованию на тему «Перевод ЧМИ подстанции Алутагузе шахты Эстония в платформу *Wonderware System Platform*».

Ключевые слова: Wonderware, Wonderware System Platform, Intouch, HMI, SCADA, ЧМИ, человеко-машинный интерфейс, подстанция, фидер, визуализация, дипломная работы, rakenduskoorharidusöppe lõputöö.

АББРЕВИАТУРЫ И ТЕРМИНЫ

кВ – киловольт

Фидер (англ. *Feeder*, от *feed* – питать) - выходящий из употребления термин, обозначающий распределительную или воздушную линию электропередачи (обычно до 10 кВ) [2].

ЧМИ (англ: *HMI*, эст: *IML*) – человеко-машинный интерфейс

OPC сервер - программа, получающая данные во внутреннем формате устройства или системы и преобразующая эти данные в формат OPC [5].

OPC - это набор повсеместно принятых спецификаций, предоставляющих универсальный механизм обмена данными в системах контроля и управления [5].

Аббревиатура OPC традиционно расшифровывается как OLE for Process Control [5].

OLE – *Object Linking and Embedding* (связывание и встраивание объектов) [5].

Аларм – тревога.

I/O – *Input / Output* – Вход / Выход, обозначается поле, читающее или записывающее состояния с или на OPC сервер.

Graphic Toolbox – Библиотека графических элементов, является частью Archestra IDE.

ВВЕДЕНИЕ

Организация бесперебойного электроснабжения на любом производственном предприятии является важным компонентом безопасности предприятия, ввиду чего необходим постоянный контроль за состоянием питающих сетей. На малых и средних предприятиях процесс контроля возможно осуществлять визуально на месте, но на крупных предприятиях, особенно если сети электроснабжения рассредоточены на большой площади, процесс постоянного контроля визуально затруднен или даже невозможен.

Так как сеть электроснабжения, используемая на шахте Эстония, предприятия Enefit Power рассредоточены на большой площади над шахтой, для контроля состояния на подстанции осуществляется удаленно посредством использования системы ЧМИ Intouch.

Ввиду того, что для оптимизации контроля и управления технологическими процессами, предприятие *Eesti Energia*, использует платформу *Wonderware System Platform*, отдельно стоящая программа ЧМИ не является удобным и актуальным решением.

Целью данной работы является составления шаблонов в платформе *Wonderware System Platform* с целью перенести существующее решение ЧМИ в действующую платформу, для дальнейшей унификации, и оптимизации контроля и управления, для снижения расходов на обслуживание.

Основными задачами для выполнения в ходе данной дипломной работы является создание шаблонов для объектов ЧМИ, создание графических элементов ЧМИ, построение структуры ЧМИ.

1. ОПИСАНИЕ WONDERWARE SYSTEM PLATFORM

Wonderware System Platform является индустриальной программной платформой которая использует технология *Archestra* для человеко-машинного интерфейса (HMI), управления операциями, SCADA и управления производством и производительностью [7].

Wonderware System Platform содержит в себе интегрированный набор сервисов и расширяемую модель данных для управления производственными системами контроля и управления информацией [7].

Функциональное представление *Wonderware System Platform* имеет следующую схему (см. Рисунок 1.1)

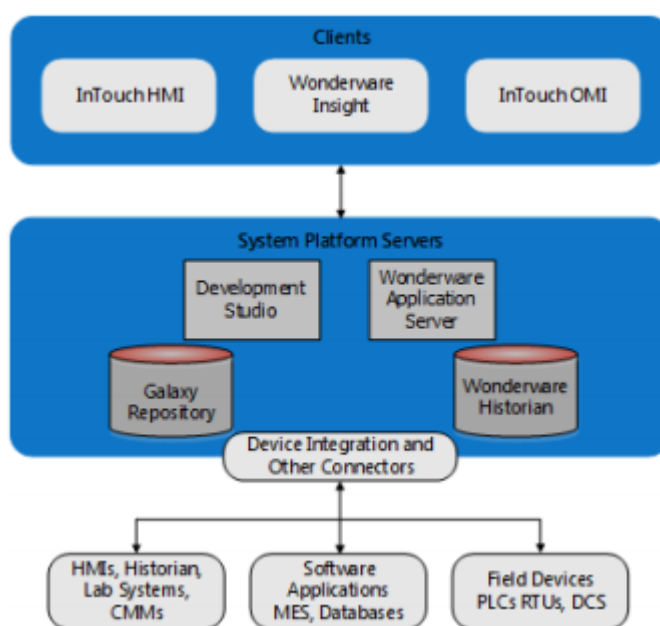


Рисунок 1.1 Функциональное представление платформы [7]

Как видно из представленной выше схемы видно, что основным компонентом *Wonderware System Platform* является *System Platform Server*, включающая в себя среду разработки *Archestra IDE*, галактику (*Galaxy*), а также сервер, хранящий историю значений и тревог *Wonderware Historian* [4,7].

Archestra IDE (англ. Integrated development environment) – основной компонент платформы *Wonderware System Platform* [4]. Является интегрированной инструментальной системой проектирования и разработки, с помощью которой конфигурируются объекты *Archestra* и передаются на целевые компьютеры [4].

Клиентский уровень *Wonderware System Platform* представляет из себя клиентские приложения ЧМИ:

1. *InTouchHMI* – программное обеспечения для проектирования ЧМИ

интерфейса, а также для отображения ЧМИ созданных в рамках *Archestra IDE* [8].

2. *Wonderware Insight* - безопасное решение для сбора, хранения, анализа и визуализации промышленных данных [9].
3. *InTouchOMI* – современное решение для ЧМИ, имеет возможность использование 3D визуализации, а также адаптируемое для любого вида устройств

2. ТРЕБОВАНИЯ К ГОТОВОЙ СИСТЕМЕ

2.1 Анализ существующего решения

Шахта Эстония, является крупнейшей в Эстонии шахтой по добыче сланца с площадью выработки более 141,6 км² [1]. Для электрического снабжения шахты и технологических объектов, над шахтой имеется распределенная сеть электрических подстанций.

Контроль и управление состоянием фидеров, а также мониторинг тревог и значение параметров фидеров и выключателей на подстанции осуществляется удаленно и/или локально используя ЧМИ.

Существующая система имеет следующий функционал:

- Контроль и управление состоянием фидеров и секций;
- Контроль и визуализация ошибок фидеров и секций;
- Контроль и управление параметрами фидеров и секций (ток, напряжение, уставки)

На момент написания данной дипломной работы вышеуказанные функции для подстанции «Алутагузе» выполнялись с использованием отдельно стоящего ЧМИ InTouch от производителя *Wonderware* что делает необходимым присутствие «на месте» инженера для обслуживания ЧМИ.

При анализе графического интерфейса существующей ЧМИ был сделан вывод, что для каждого фидера имеется:

1. графический объект фидера, пункт 1 (см. Рисунок 2.1);
2. окно соответствующего фидера, пункт 2 и 3 (см. Рисунок 2.1);
3. пункты привязки тегов, пункт 4(см. Рисунок 2.1).

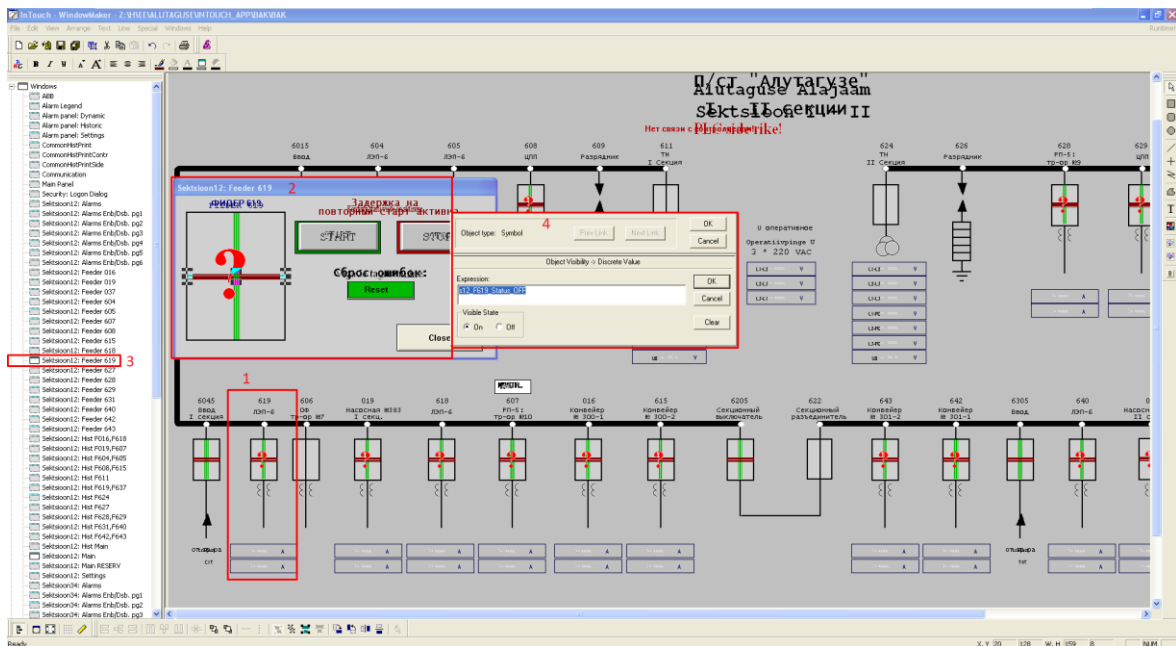


Рисунок 2.1 Интерфейс окна Wonderware Intouch.

В существующем решении, для того, чтоб произвести расширение системы необходимо вручную создать объект фидера и его окно, а также вручную произвести создание и присвоение всех тегов.

Также существующее сейчас решение использует в качестве операционной системы, операционную систему *Windows XP*, поддержка которой прекратилась в 2014 году [6].

На момент написания данной дипломной работы, предприятия концерна Eesti Energia используют для контроля и управления технологическими системами платформу *Wonderware System Platform*, которая позволяет централизованно разрабатывать, управлять, обновлять, масштабировать и обслуживать все программные системы автоматизации управления, обработки данных и визуализации в рамках одной интегрированно среды [3], и при использовании которой нет необходимости, в случае расширения, вручную создавать объект и сопутствующие теги.

2.2 Техническое задание

Создать шаблоны объектов ЧМИ в *Wonderware System Platform* следуя следующим требованиям:

1. Сохранить стиль и вид визуальной составляющей ЧМИ аналогичным текущему решению. (см. Рисунок 2.2);
2. Сохранить функционал ЧМИ аналогичным текущему решению;
3. При создании ЧМИ – следовать типовой структуре объектов платформы;

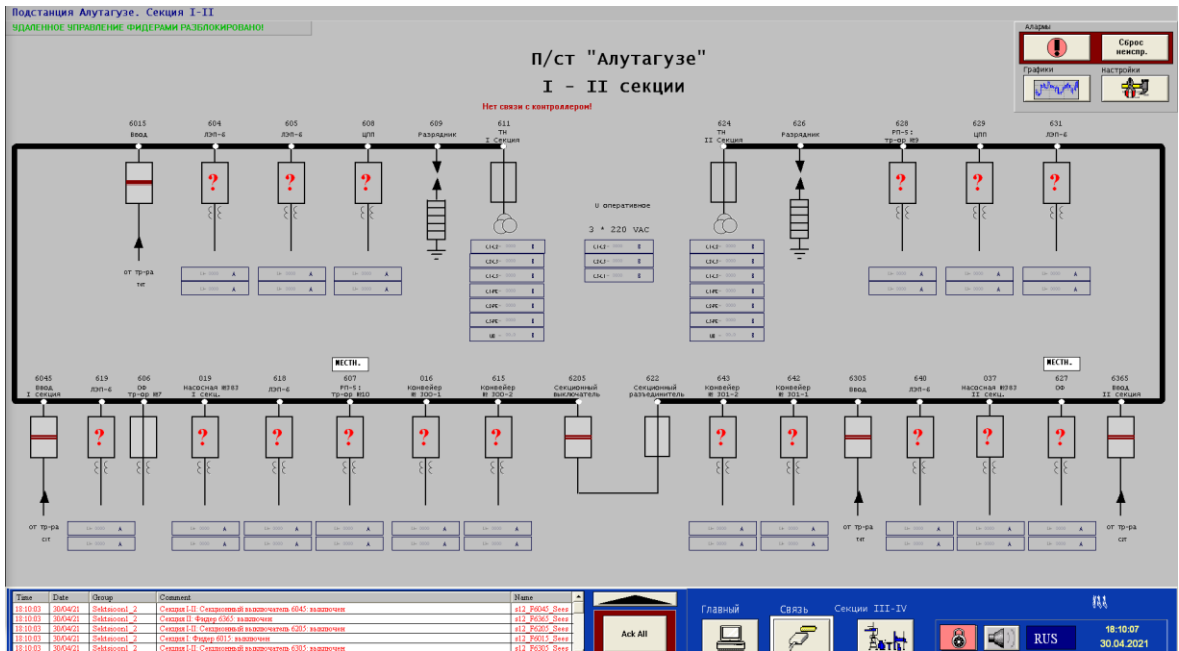


Рисунок 2.2 Главный экран существующего ЧМИ для секции I-II

Исходя из анализа структуры существующей системы, структура будущей SCADA-системы была сформулирована в виде следующей структурной схемы (см. Рисунок 2.3) и с использованием следующих компонентов:

1. Area – Вид объекта в SCADA системе, является консолидатором и поставщиком информации об тревогах и событиях дочерним объектам [4].
2. UserDefined – Объект-контейнер, включает в себя более простые объекты [4].
3. Symbol – Графический элемент системы.

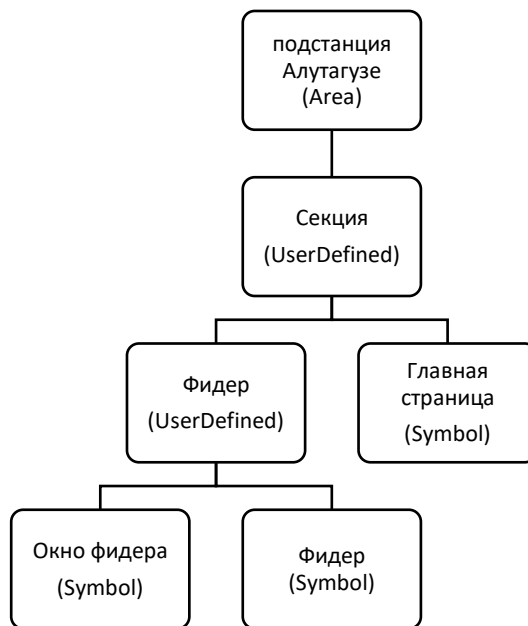


Рисунок 2.3 Структура ЧМИ в SCADA-системе Wonderware System Platform

3. СОЗДАНИЕ ШАБЛОНОВ

Исходя из структурной схема (см. Рисунок 2.3) и с учётом адресации точек связи с OPC сервером (см. Рисунок 3.1) были созданы шаблоны будущих объектов.

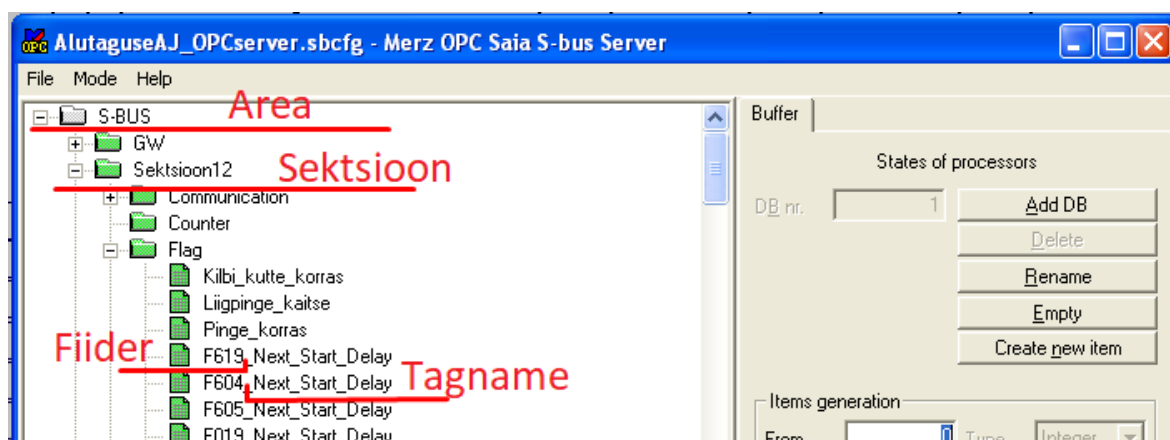


Рисунок 3.1 Файл конфигурации точек OPC сервера.

Каждый шаблон состоит из четырех частей (см. Рисунок 3.2):

- Атрибуты (*Attributes*);
- Скрипты (*Scripts*), при написании скриптов используется язык QuickScript .NET;
- Графика (*Graphics*);
- Информация об объекте (*Object Information*).

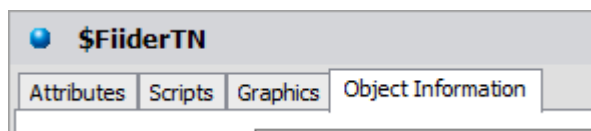


Рисунок 3.2 Части шаблона

Основным шаблоном проекта является шаблон Area_AlutaguseAJ унаследованного от системного шаблона "\$Area" (см. Рисунок 3.3). Знак доллара в названии означает что имеем дело с шаблоном.

Согласно официальному руководству: «Объекты Area: все объекты домена и зоны передают сведения об алармах объекту Area, который распределяет её потребителям алармов и событий». [4]

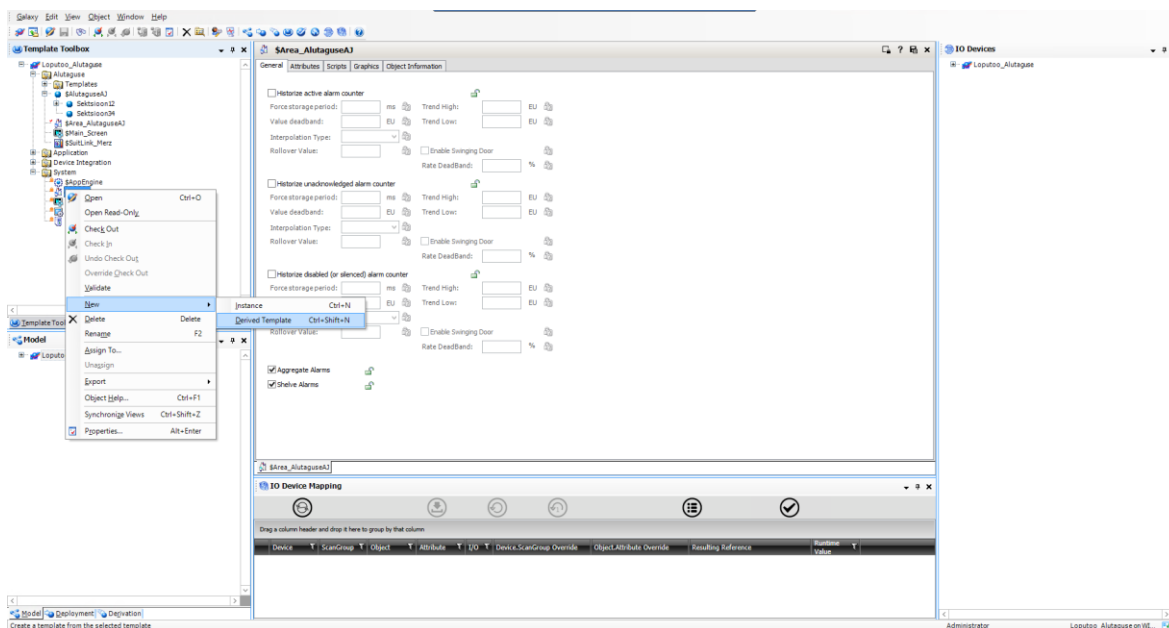


Рисунок 3.3 Создание шаблона Area_AlutaguseA]

3.1 Шаблон Sektsioon

После создания шаблона Area создаём шаблон Sektsioon унаследованный от Application/\$UserDefined. Данный шаблон будет использоваться для создания корневого объекта для фидеров и будут хранить состояния атрибутов, относящихся к секции в целом.

В данном шаблоне указаны все атрибуты, относящиеся к секции в целом (см. Таблица 3.1).

В указанной таблице в колонке столбце "I/O" обозначает производит ли данный атрибут чтение или запись с устройства ввода-вывода или нет.

Столбец «Тревога» обозначает активировано ли для данного атрибута срабатывания тревоги при определенном значении атрибута.

Таблица 3.1 Таблица атрибутов шаблона Sektsioon

Название	I/O	Тип	Описание	Тревога
Com_alarm_time_delay	Нет	Boolean	Задержка коммуникационного аларма	Нет
Comm_error	Да	Boolean	Ошибка связи с контроллером	Нет
Delay_to_next_start	Да	Integer	Задержка на повторное включение в секундах.	Нет
Feedback_delay	Да	Integer	Задержка обратной связи	Нет
Flag_errorcount	Да	Integer	Ошибка OPC.Нарушена связь.	Нет
Register_errorcount	Да	Integer	Ошибка OPC.Нарушена связь.	Нет
Kaugjuht_blokeerimine	Да	Boolean	Удаленное управление фидерами заблокировано.	Да

L1L2_Fault	Да	Boolean	Оперативное питание: Потеря напряжения на фазе L1-L2!	Да
L2L3_Fault	Да	Boolean	Оперативное питание: Потеря напряжения на фазе L1-L3!	Да
L3L1_Fault	Да	Boolean	Оперативное питание: Потеря напряжения на фазе L3-L1!	Да
L1L2_scaled	Да	Float	Значение напряжения L1-L2	Нет
L2L3_scaled	Да	Float	Значение напряжения L2-L3	Нет
L3L1_scaled	Да	Float	Значение напряжение L3-L1	Нет
Reset_All	Да	Boolean	Команда сброса ошибок всей секции	Нет
SidePLC_Error	Нет	Boolean	Ошибка связи с контроллером.	Да
Set_station_active	Да	Boolean	Включение/отключение станции секции	Нет
Kilbi_kutte_korras	Да	Boolean	Щит автоматики: Обогрев шкафа автоматики не в порядке!	Да
Liigpinge_kaitse	Да	Boolean	Щит автоматики: сработала защита от перенапряжения!	Да
Pinge_korras	Да	Boolean	Щит автоматики: Питание шкафа не в порядке!	Да
SAIA_Error	Да	Boolean	Щит автоматики: Ошибка контроллера!	Да
PLC_battery_error	Да	Boolean	Щит автоматики: необходимо заменить батарейку контроллера!	Да

В данном шаблоне используются четыре скрипта:

1. Скрипт генерирующий текст тревоги при блокировке удалённого управления фидерами (см. Рисунок 3.4) с использованием имени секции, а также описания атрибута Kaugjuht_blokeerimine;

```

1 dim DelPos as integer;
2 dim SekName as string;
3 dim Description as string;
4
5 Description = "Секция ";
6
7 DelPos = StringInString(Me.ContainedName, "_", 1, 0);
8 SekName = StringMid(Me.ContainedName, DelPos, StringLen(Me.ContainedName));
9 SekName = StringMid(SekName, StringLen("Seksioon") + 1, StringLen(SekName));
10 Description = Description +
11     StringMid(SekName, 1, StringLen(SekName) / 2) + "-" + StringMid(SekName, StringLen(SekName) / 2, StringLen(SekName));
12 Description = Description + ": ";
13 Me.Kaugjuht_Blokeerimine.Description = Description +
14     StringReplace(Me.Kaugjuht_Blokeerimine.Description, Description, "", 0, -1, 1);

```

Рисунок 3.4 Код скрипта, генерирующего текст тревоги

2. Скрипт устанавливающий атрибут SidePLC_Error в TRUE если количество ошибок раздела Flags или раздела Registers OPC сервера превышает пять (см. Рисунок 3.5).

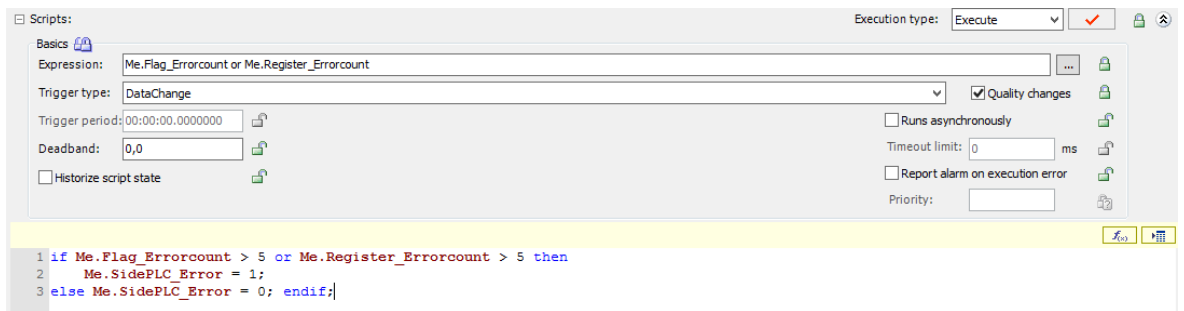


Рисунок 3.5 Скрипт устанавливающий атрибут SidePLC_Error в TRUE

3. Скрипт устанавливающий атрибут SidePLC_Error в TRUE и отключающий секцию посредством установки атрибута Set_station_active в состояние FALSE через количество секунд, заданное в атрибуте Alarm_time_delay, если атрибут Comm_Error имеет состояние TRUE (см. Рисунок 3.6).

```

1 IF delay_timer < Me.Com_Alarm_Time_Delay THEN
2 delay_timer = delay_timer+1;
3 ELSE Me.Set_station_active=0;
4     Me.SidePLC_Error=1;
5     delay_timer = 0;
6 ENDIF;

```

Рисунок 3.6 Скрипт устанавливающий тег SidePLC_Error в TRUE, а Set_station_active в FALSE, если Comm_error равно TRUE.

4. Скрипт устанавливающий атрибут SidePLC_Error в FALSE и включающий секцию посредством установки атрибута Set_station_active в состояние TRUE если атрибут Comm_Error изменяет значение на FALSE (см.Рисунок 3.7).

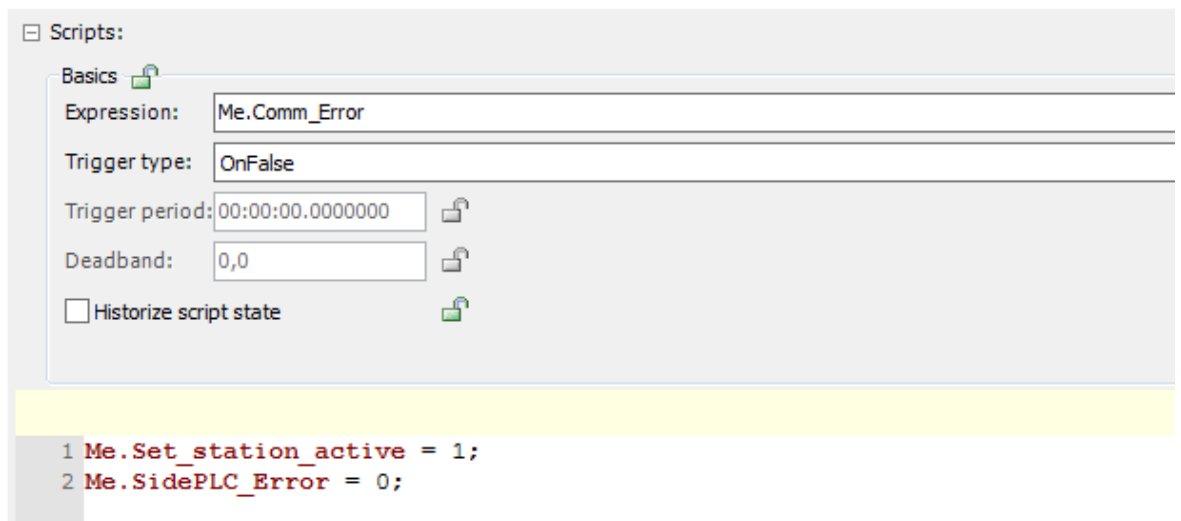


Рисунок 3.7 Скрипт сбрасывает SidePLC_Error и устанавливает Set_station_active

Исходя из того факта, что графика ЧМИ и точки связи с OPC сервера делятся на секции попарно, секция 1–2 и секция 3–4 (см. Рисунок 3.1), именно в шаблоне

секции создаём пустыми такие графические элементы как:

1. Главная страница секции;
2. Страница с таблицами активных и исторических тревог в данной секции;
3. Страница настроек секции;
4. Страница с графиками фидеров секции;
5. Панель тревоги с таблицей текущих тревог;
6. Панель тревоги с таблицей исторических тревог

При процессе развертывания объекта, в соответствующие графический объекты шаблона будут импортированы графические объекты из библиотеки *Graphic Toolbox* созданные в следующем этапе.

3.2 Шаблоны для фидеров

Исходя из того, что в существующей системе имеется шесть видов фидеров (см. Рисунок 3.8), с отличными атрибутами и графикой, по этой причине было создано шесть отдельных шаблонов унаследованных от `Application/$UserDefined`.

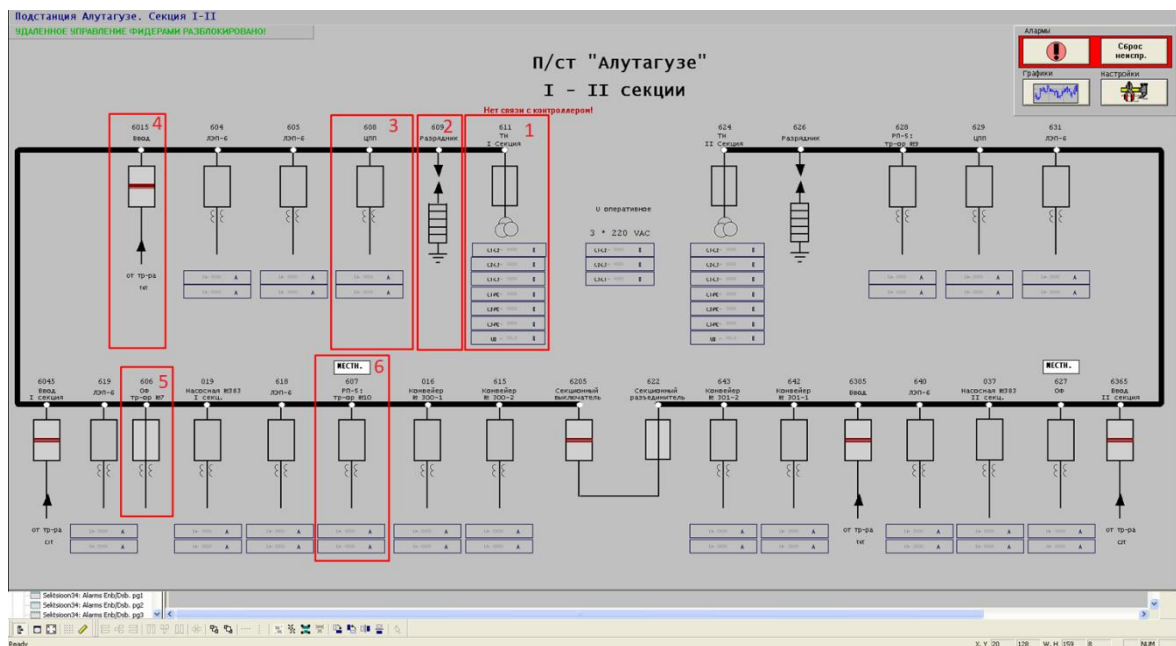


Рисунок 3.8 Виды фидеров на главной странице секции. Обозначение смотрите в таблице 3.2

Название шаблонов в соответствии с изображением фидеров представлено в таблице Таблица 3.2.

Таблица 3.2 Соответствие шаблонов номеру фидера

Соответствие номеру на Рисунке 3.8	Название шаблона
1	FiiderTN
2	Arrester
3	Fiider
4	FiiderSees
5	EmptyFiider
6	FiiderWithStatus

Шаблоны всех фидеров имеют атрибут Description, который используется как описание каждого отдельного фидера на главной странице (см. Рисунок 3.9).

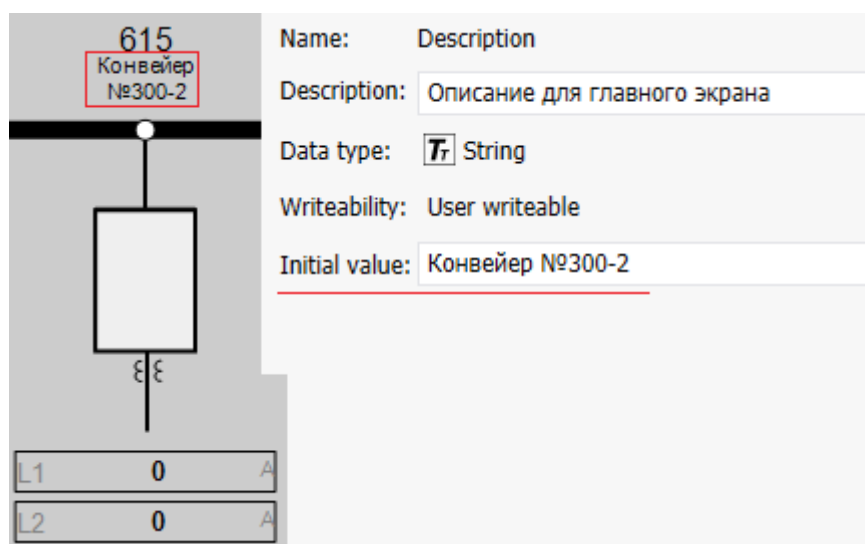


Рисунок 3.9 Атрибут Description, на главном экране

Во всех шаблонах используется скрипт, генерирующий имя объекта с учётом его иерархического имени (см. Рисунок 3.10).

```

1 Dim DelPos;
2
3 DelPos = StringInString(Me.ContainedName, "_", 1, 0) - 1;
4 IF DelPos < 1
5 THEN Name.Text = StringMid(Me.ContainedName, 2, StringLen(Me.ContainedName));
6 ELSE Name.Text = StringMid(Me.ContainedName, 2, DelPos);
7 ENDIF;

```

Рисунок 3.10 Скрипт, генерирующий имя объекта

Шаблоны таких фидеров как FiiderTN, FiiderWithStatus и Fiider имеют дополнительно общий атрибут Fault, который сигнализирует об общей ошибке фидера, и текст тревоги, для которого формируется с использованием скрипта (см. Рисунок 3.11) с

учётом названия секции и названия объекта.

```
dim DelPos AS integer;
dim SekName as string;
dim Description as string;

Description = "Секция ";

DelPos = StringInString(MyContainer.ContainedName, "_", 1, 0);
SekName = StringMid(MyContainer.ContainedName, DelPos, StringLen(MyContainer.ContainedName));
SekName = StringMid(SekName, StringLen("Sektsoon")+1, StringLen(SekName));
Description = Description +
    StringMid(SekName, 1, StringLen(SekName) / 2) + "-" + StringMid(SekName, (StringLen(SekName) + 1) / 2, StringLen(SekName));
Description = Description + ": фидер ";

DelPos = StringInString(Me.ContainedName, "_", 1, 0) - 1;
IF DelPos < 1
THEN Description = Description + StringMid(Me.ContainedName, 2, StringLen(Me.ContainedName));
ELSE Description = Description + StringMid(Me.ContainedName, 2, DelPos);
ENDIF;

Description = Description + " ";
Me.Fault.Description = Description + StringReplace(Me.Fault.Description, Description, "", 0, -1, 1);
```

Рисунок 3.11 Скрипт, генерирующий сообщение об общей ошибке фидера

3.3 Шаблон FiiderTN

Данный шаблон создан для фидеров трансформатора напряжения, в которых отображается межфазное напряжение, а также состояние ошибки фидера если таково имеется.

В данном шаблоне отсутствуют скрипты отличные от скрипта, указанного в пункте 3.2 данной работы.

Так как данный шаблон отражает основную информацию об фидере трансформатора напряжения, то основной информацией, которую хранит данный шаблон, является текущее межфазное напряжение, а также уставки для активации тревог (см. Приложение 1)

Основным графическим объектом данного шаблона является изображение самого фидера, на котором присутствует семь полей вывода межфазного и общего напряжения трансформатора, а также отображается наличие ошибки высокого и/или низкого уровня напряжения (см. Рисунок 3.12).

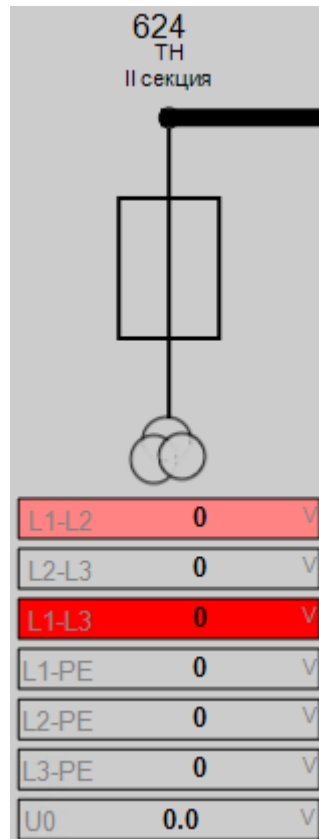


Рисунок 3.12 Изображение фидера FiiderTN

В случае срабатывания тревоги высокого или низкого уровня напряжение, графическом элементе начинает моргать ярко красным цветом соответствующее атрибуту поля вывода (пример поле L1-L3, см. Рисунок 3.12). Моргание поля происходит до тех пор, пока тревогу не подтвердит оператор или тревога не отключится после нормализации уровня напряжение. В случае если на момент подтверждение тревоги, тревога остается активной, то поле перестает моргать, но остается окрашенным в светло-красный цвет (пример поле L1-L2, см. Рисунок 3.12).

Вторым графическим элементом, привязанным к данному шаблону, является графический элемент для установки значений максимальных и минимальных пределов межфазного и общего напряжения (см. Рисунок 3.13).

ФИДЕР 611	Датчик	Минимальный предел	Минимальный предел
	L1-L2	<input type="text" value="000"/> V	<input type="text" value="000"/> V
	L2-L3	<input type="text" value="000"/> V	<input type="text" value="000"/> V
	L1-L3	<input type="text" value="000"/> V	<input type="text" value="000"/> V
	L1-PE	<input type="text" value="000"/> V	<input type="text" value="000"/> V
	L2-PE	<input type="text" value="000"/> V	<input type="text" value="000"/> V
	L3-PE	<input type="text" value="000"/> V	<input type="text" value="000"/> V
	U0	<input type="text" value="0"/> V	<input type="text" value="0"/> V

Рисунок 3.13 Графический элемент для установки значения пределов

При нажатии на соответствующее датчику поле отображается поле для ввода значения соответствующего значения предела, после ввода которого значение посредством OPC-сервера отправляется в контроллер.

3.4 Шаблон Arrester и EmptyFiider

Шаблоны Arrester и EmptyFiider (см. Рисунок 3.14) являются с точки зрения графических элементов статическими объектами и не хранят в себе информации о статусе объекта или тревоги. В атрибутах данных шаблонов указан единственный атрибут Description хранящий в себе описание, используемое для отображения на главной странице секции.

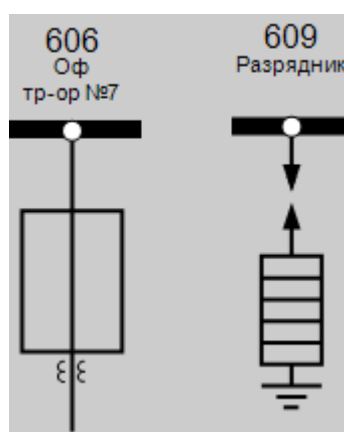


Рисунок 3.14 Графические элементы шаблона Arrester (справа) и шаблона EmptyFiider (слева)

3.5 Шаблон Fiider

Данный шаблон является основным и наиболее используемым шаблоном секции, отображая в себе текущее состояние, величину тока фаз, а также состояние и

наличие тревог.

Так-как данный шаблон хранит и отображает информацию о состоянии фидера, то он включает в себя шесть атрибутов (см. Таблица 3.3), которые вызывают состояние тревоги, а также атрибуты, хранящие текущее значение тока фаз.

Таблица 3.3 Таблица атрибутов шаблона Fiider

Название	I/O	Тип	Описание	Тревога
Description	Нет	String	Описание, отображаемое на главном экране	Нет
Fault	Да	Boolean	Общая ошибка!	Да
Feedback_Error	Да	Boolean	Ошибка обратной связи!	Да
I0_Error	Да	Boolean	Сработала земляная защита!	Да
Ia_4mA_Error	Да	Boolean	Ошибка блока измерения (4mA) тока фазы А!	Да
Ic_4mA_Error	Да	Boolean	Ошибка блока измерения (4mA) тока фазы С!	Да
KZ_Error	Да	Boolean	Сработала защита по току!	Да
OP_Error	Да	Boolean	Нет оперативного питания!	Да
Next_Start_Delay	Да	Boolean	Задержка повторного старта	Нет
Status_OFF	Да	Boolean	Выключен	Нет
Status_ON	Да	Boolean	Включен	Нет
Status_R	Да	Integer	Статус	Нет
VL_OFF	Да	Boolean	Команда выключить	Нет
VL_ON	Да	Boolean	Команда включить	Нет
Undefined_State	Нет	Boolean	Состояние выключателя не определено	Да
Ia_scaled	Да	Float	Значение тока Ia	Нет
Ic_scaled	Да	Float	Значение тока Ic	Нет

Помимо скрипта, указанного в пункте 3.2 данной работы, в данном шаблоне используется скрипт, устанавливающий атрибут Undefined_State в состояние TRUE если значение атрибута состояния Status_R больше или равен двум, в противном случае сбрасывает атрибут Undefined_State в состояние FALSE. Взведение атрибута Undefined_State в значение TRUE (см. Рисунок 3.15) устанавливает объекту состояние тревоги.

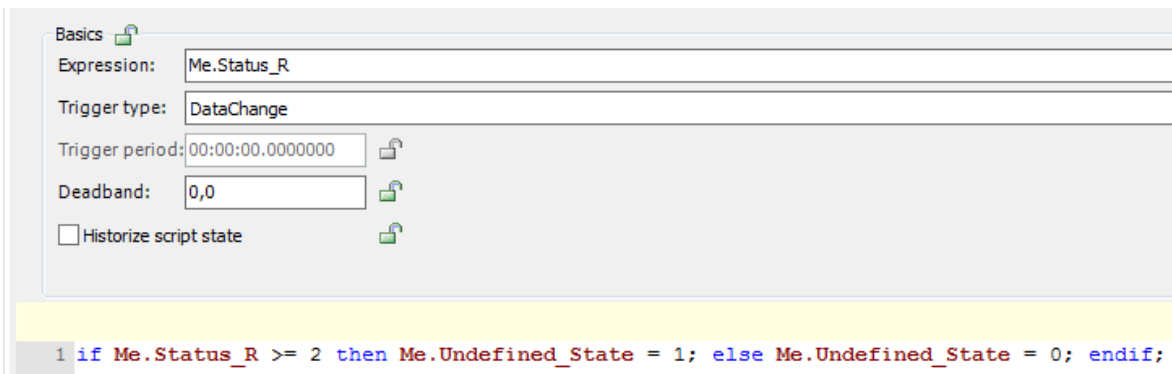


Рисунок 3.15 Скрипт устанавливающий значение атрибут Undefined_State

Основным графическим объектом данного шаблона является изображение фидера, на котором в верхней части графического элемента (см. Рисунок 3.16) отображено имя объекта и его описание, в нижней части отображается сила тока на фазе А и на фазе С в средней части отображается одно из трех возможных состояний фидера (см. Рисунок 3.16):

- Состояние «Включено» отображается в виде одинарной зеленой вертикальной черты;
- Состояние «Выключено» отображается в виде двух горизонтальных красных линий
- Состояние «Не определено» отображается в виде моргающего красного вопросительного знака

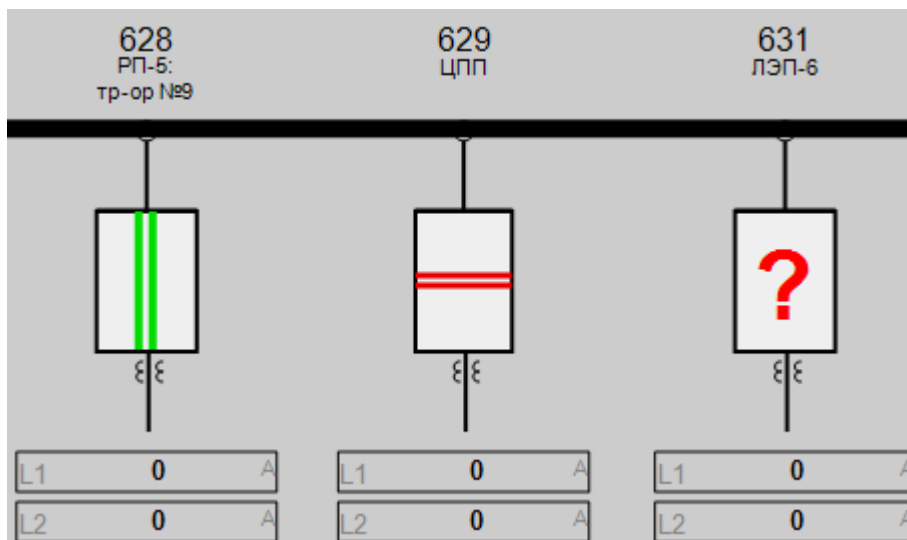


Рисунок 3.16 Три объекта унаследованных от шаблона "Fiider" с тремя видами состояния

В случае если атрибут Fault находится в состоянии тревоги, то рамка центральной части графического элемента становится красной (см. Рисунок 3.17), и до того момента пока оператор не подтвердит тревогу, центральная часть объекта

продолжит моргать, меняя цвет внутренней заливки на красный (см. Рисунок 3.17).

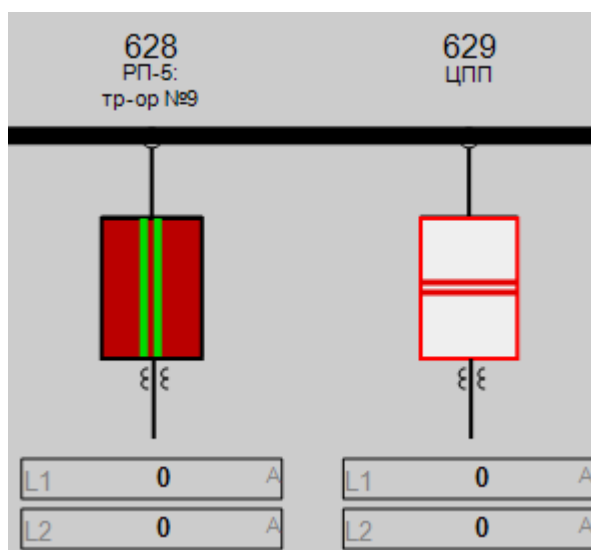


Рисунок 3.17 Состояние тревоги фидеров. Слева состояние тревоги не подтверждено оператором.

При нажатии на центральную часть графического элемента отображается второй графический элемент данного шаблона (см. Рисунок 3.18), который представляет из себя окно управления фидером, с аналогичным отображением статуса фидера, а также кнопками START и STOP для управления состоянием фидера, и кнопкой Reset для сброса ошибок всей секции.

В случае, если уровень прав оператора не равен 1000 или уровень оператора не равен 9999 или если атрибут Next_Start_Delay равен FALSE, то вышеуказанные кнопки будут неактивны.

После нажатия на кнопку START контроллеру отправляется команда на включение фидера, а также включается задержка на повторное включение.

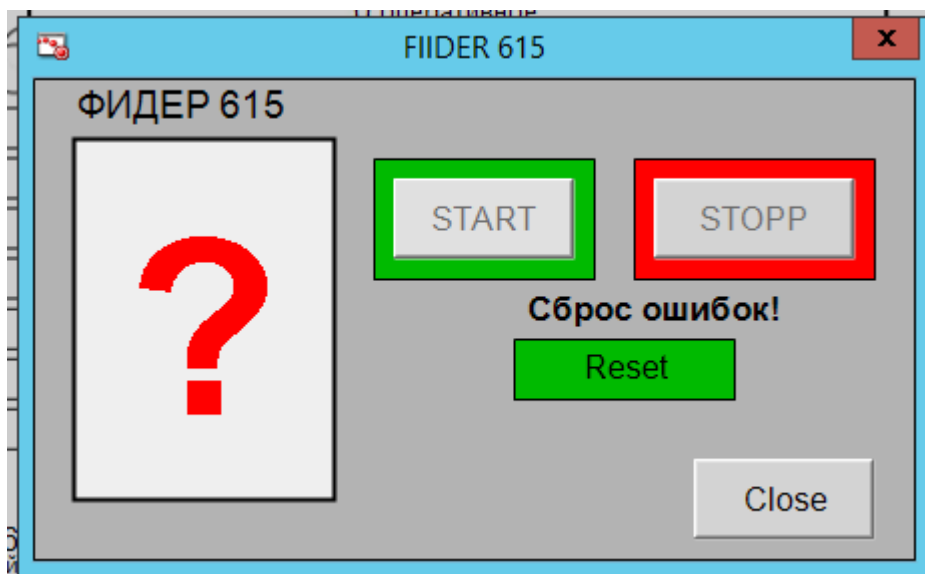


Рисунок 3.18 Окно управления фидером

3.6 Шаблон FiiderSees

Шаблон FiiderSees создан для отображения состояния фидеров вводов и секционных выключателей. Графическое отображение данных фидеров включает в себя отображение только текущего состояния фидера и не предусматривает отображение тревоги. Ввиду простоты отображения фидера, данный шаблон содержит в себе только три атрибута (см. Таблица 3.4).

Таблица 3.4 Атрибуты шаблона FiiderSees

Название	I/O	Тип	Описание	Тревога
Description	Нет	String	Описание, отображаемое на главном экране	Нет
Description_from	Нет	String	Описание, отображаемое на главном экране под объектом	Нет
Sees	Да	Boolean	Состояние выключателя	Нет

Данный шаблон включает в себя один привязанный графический элемент, который включает в себя название, описание, центральная часть с отображением состояния и нижнее описание, привязанное к тегу Description_from (см. Рисунок 3.19)

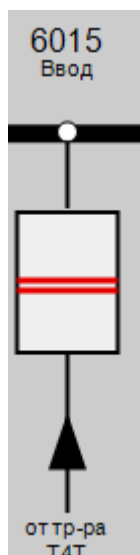


Рисунок 3.19 Графический элемент шаблона FiiderSees

3.7 Шаблон FiiderWithStatus

Данный шаблон является комбинированным шаблоном, который используется для управления фидерами, подключенными к трансформаторам, и содержит в себе скрипты и графический элемент, унаследованный от шаблонов Fiider и FiiderTN.

В виду того, что данный шаблон является комбинированным шаблоном, с возможность отображения состояния, величины напряжения и тока, а также возможность управления состоянием, он включает в себя атрибуты в соответствии с таблицей (см. Таблица 3.5).

Таблица 3.5 Атрибуты шаблона FiiderWithStatus

Название	I/O	Тип	Описание	Тревога
Description	Нет	String	Описание, отображаемое на главном экране	Нет
DZ_Error	Да	Boolean	Сработала дуговая защита!	Да
Fault	Да	Boolean	Общая ошибка!	Да
Feedback_Error	Да	Boolean	Ошибка обратной связи!	Да
I0_Error	Да	Boolean	Сработала земляная защита!	Да
MTZ_Error	Да	Boolean	Сработала защита по макс. току!	Да
OP_Error	Да	Boolean	Нет оперативного питания!	Да
Relay_Error	Да	Boolean	Ошибка связи с реле защиты!	Да
TO_Error	Да	Boolean	Сработала токовая отсечка!	Да
Undefined_State	Нет	Boolean	Состояние выключателя не определено!	Да
Next_Start_Delay	Да	Boolean	Задержка повторного старта	Нет
Status_OFF	Да	Boolean	Выключен	Нет
Status_ON	Да	Boolean	Выключен	Нет

VL_OFF	Да	Boolean	Команда выключить	Нет
VL_ON	Да	Boolean	Команда включить	Нет
ActPower	Да	Float	Мгновенное значение актуальной мощности кВ	Нет
ReactPower	Да	Float	Мгновенное значение реактивной мощности кВ	Нет
Ia_scaled	Да	Float	Значение тока Ia	Нет
Ib_scaled	Да	Float	Значение тока Ib	Нет
Ic_scaled	Да	Float	Значение тока Ic	Нет
L1L2_scaled	Да	Float	Напряжение L1L2	Нет
L1L3_scaled	Да	Float	Напряжение L1L3	Нет
L1PE_scaled	Да	Float	Напряжение L1PE	Нет
L2L3_scaled	Да	Float	Напряжение L2L3	Нет
L2PE_scaled	Да	Float	Напряжение L2PE	Нет
L3PE_scaled	Да	Float	Напряжение L3P3	Нет
Status_mode_R	Да	Integer	Статус реле защиты	Нет
Status_R	Да	Integer	Значение тока Ic	Нет

Основным графическим элементом данного шаблона является элемент, унаследованный от шаблона Fiider, с добавленной в верхнюю часть элемента, над названием и описанием, тип управления, местное или удаленное (см. Рисунок 3.20).

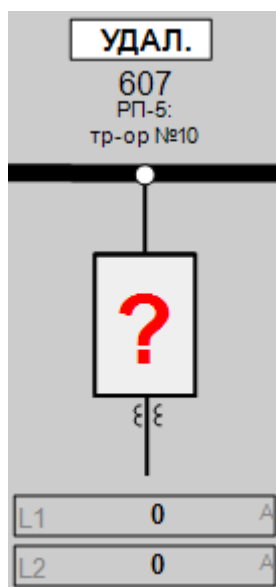


Рисунок 3.20 Основной графический элемент шаблона FiiderWithStatus

При нажатии на центральный прямоугольник графического элемента открывается соответствующее данному фидеру окно (см. Рисунок 3.21).

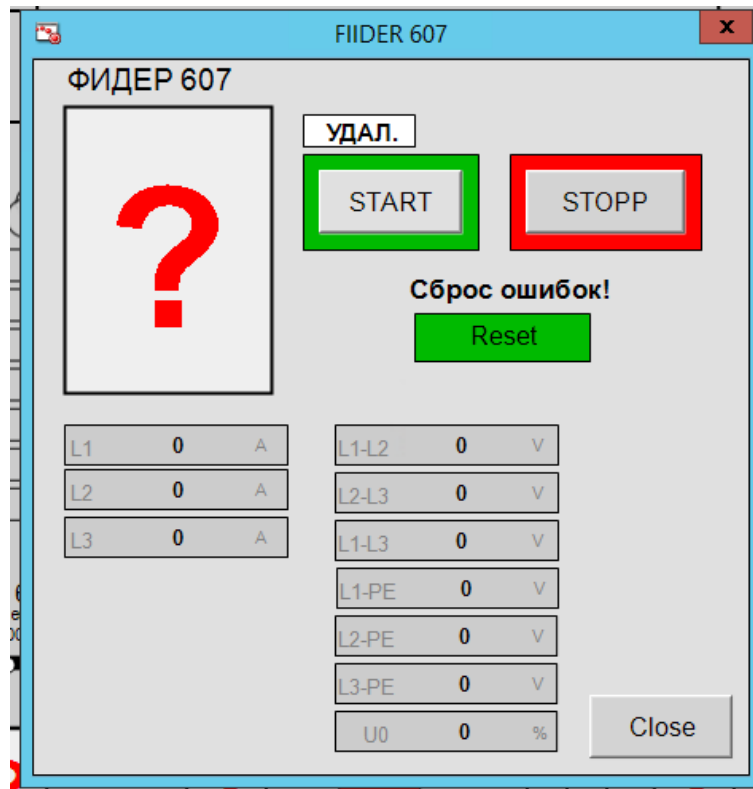


Рисунок 3.21 Окно фидера. Шаблона FiiderWithStatus

При детальном рассмотрении видно, что помимо тока фаз, аналогично шаблону Fiider, в данном окне отображается также линейное и межфазное напряжение, аналогичное шаблону FiiderTN и информация о типе управления, местное или удаленное. Также, аналогично шаблону Fiider, в данном окне предусмотрены кнопки управления состоянием фидера, а также кнопка сброса ошибок секции, в случае достаточного уровня прав представленному в пункте 3.5.

4. РАЗВЕРТЫВАНИЕ ЧМИ

Перед развертыванием ЧМИ необходимо создать соответствующие объекты фидеров и секций, зависящие от созданных ранее шаблонов. После создания объектов, для использования ранее созданных графических элементов было произведено развертывание объектов в рамках репозитория платформы (Галактика) (см. Рисунок 4.1).

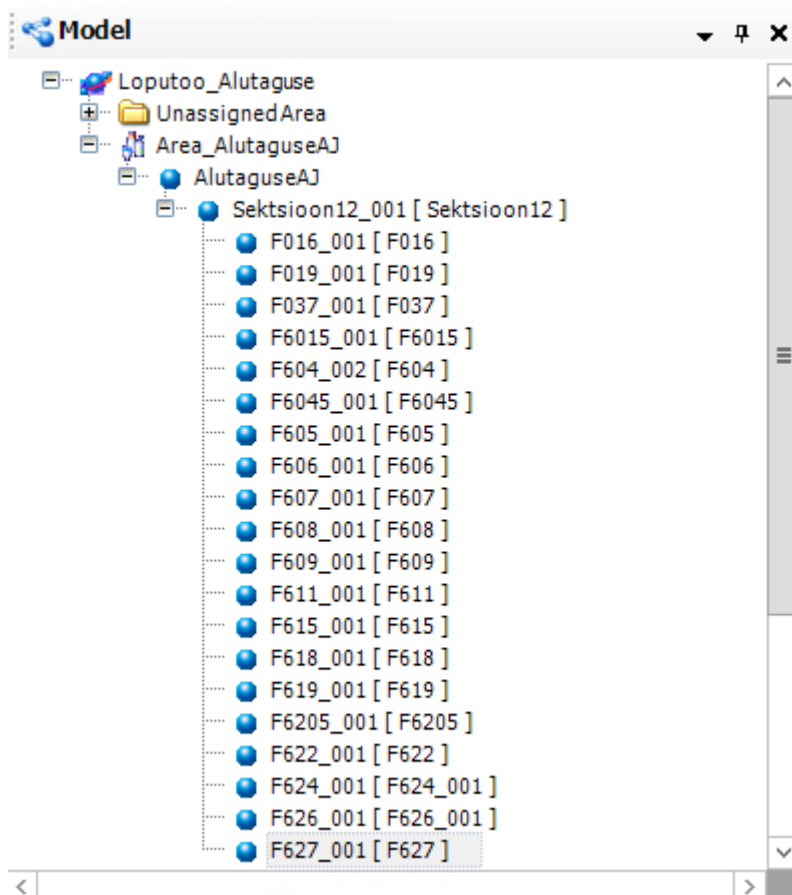


Рисунок 4.1 Структура созданной галактики

После развертывания объектов галактики появилось возможность создания окон ЧМИ в рамках шаблона Sektsooon привязка которых была отложена до развертывания системы ввиду невозможности импорта несозданных графических элементов.

4.1 Главное окно секции

Главным окном ЧМИ является главное окно секции, созданное методом импорта графических элементов из развернутых объектов (см. пункт 1, Рисунок 4.2) в создаваемое окно, а также создания дополнительных кнопок навигации.

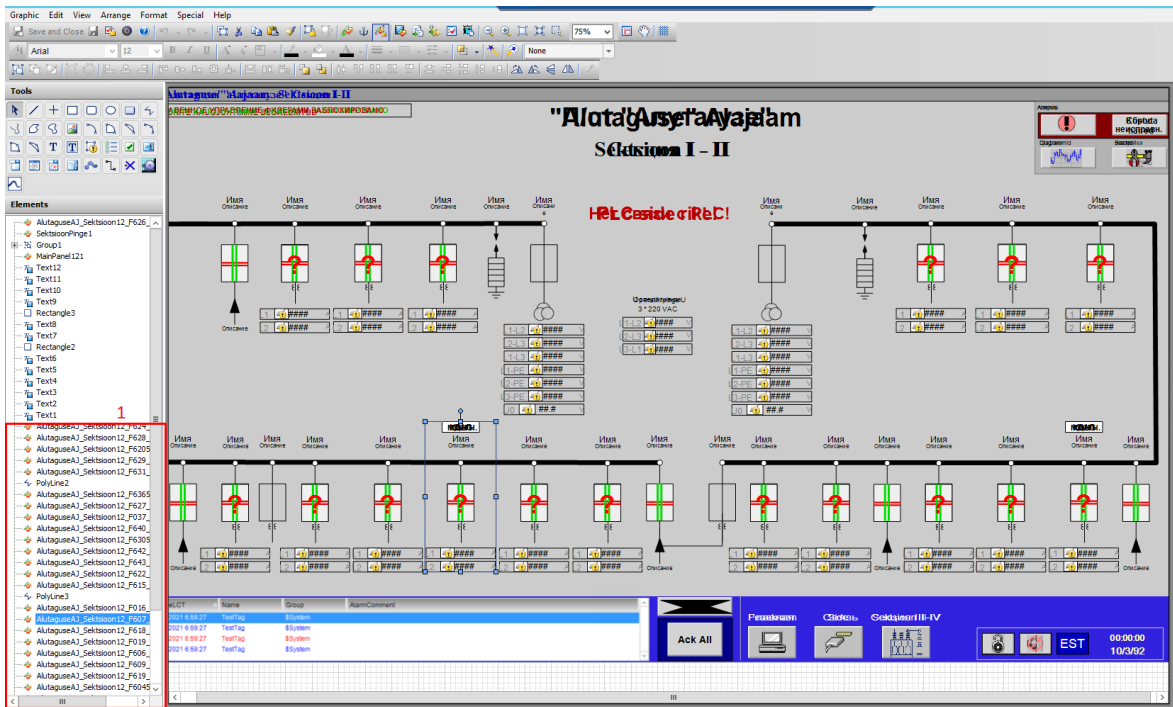


Рисунок 4.2 Окно создания графического объекта. 1) импортированная из объектов графика

После создания главного окна секции, используя графические элементы из шаблона, создаём оставшиеся графические элементы:

4.2 Панель текущих и исторических тревог

Данная панель тревог является окном, которое не закрывает всю ширину экрана, и используется для оперативного просмотра текущих или исторических тревог без необходимости переключения с главного окна секции на вторичные. Переключение между вкладками панели происходит посредством нажатия на соответствующую вкладку на верхней части панели тревог.

Основной вкладкой данной панели является вкладка исторических тревог (см. Рисунок 4.3 Рисунок 4.4).

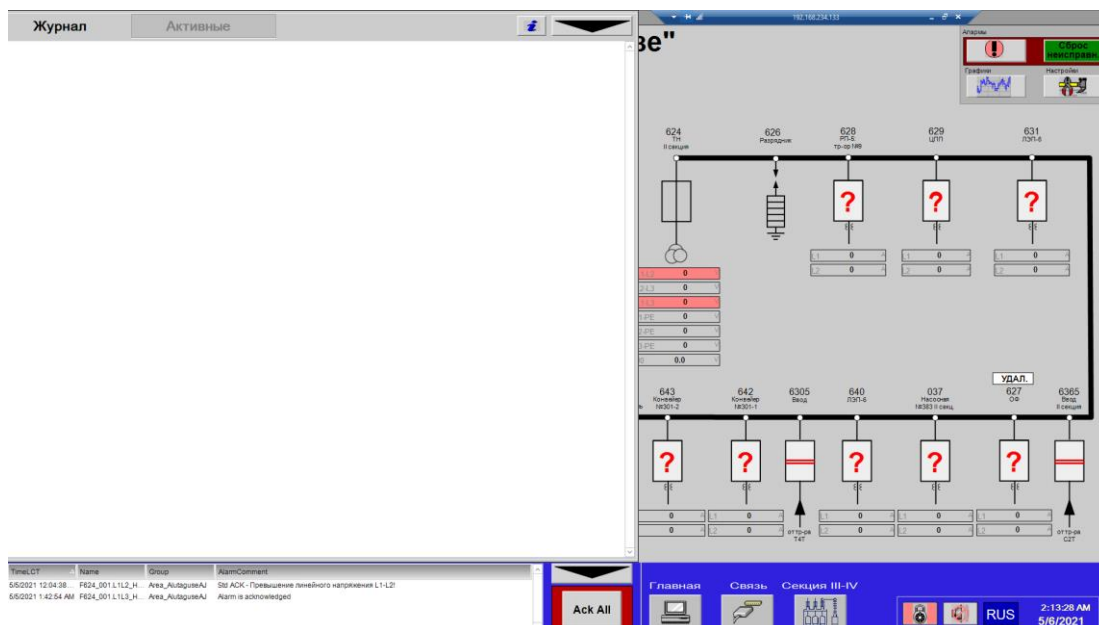


Рисунок 4.3 Панель исторических тревог. Общий вид

Второй вкладкой данной панели является вкладка Активных тревог (см. Рисунок 4.4).

TimeLCT	Name	Group	AlarmComment	State	Value	Name
05.05.2021 12:04:38	F624_001.L1L2_H	Area_AlutaguseAJ	Std ACK - Превышение линейного напряжени...	ACK	ALARM!	F624_001.L1L2_High_Error
05.05.2021 1:42:54	F624_001.L1L3_H	Area_AlutaguseAJ	Alarm is acknowledged	ACK	ALARM!	F624_001.L1L3_High_Error

Рисунок 4.4 Панель активных тревог

Тревоги в данной панели представлены в виде таблиц, а для подтверждения тревоги используется кнопка на нижней панели главного экрана с надписью «Ack All» (см. Рисунок 4.3)

В случае необходимости окно с легендой для таблицы тревог (см. Рисунок 4.5) вызывается кнопкой с синей буквой " i " находящейся на верхней части панели тревог (см. Рисунок 4.4)

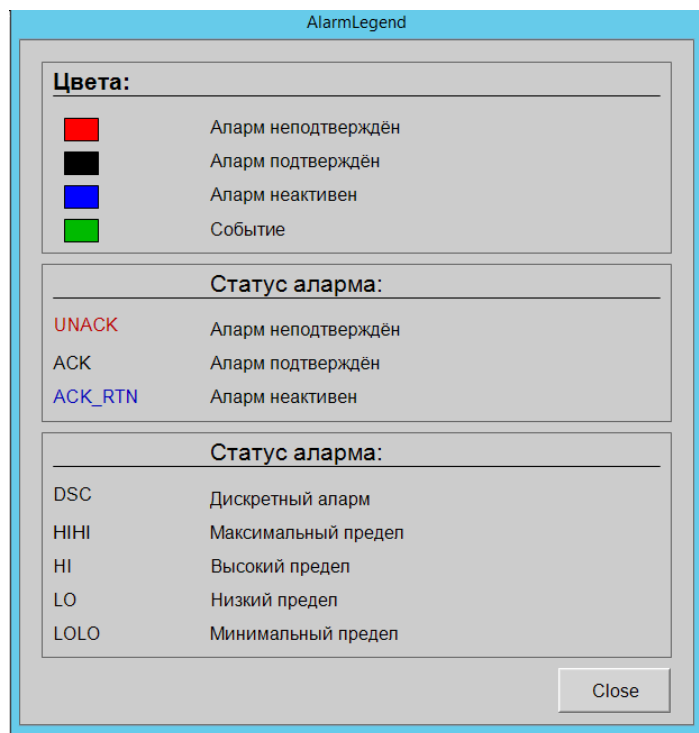


Рисунок 4.5 Легенда для таблицы тревог

4.3 Страница с графиком фидеров

На данной странице отображается график значений для 7–8 атрибутов фидеров. (см. Рисунок 4.6 Рисунок 4.6 Окно графиков).

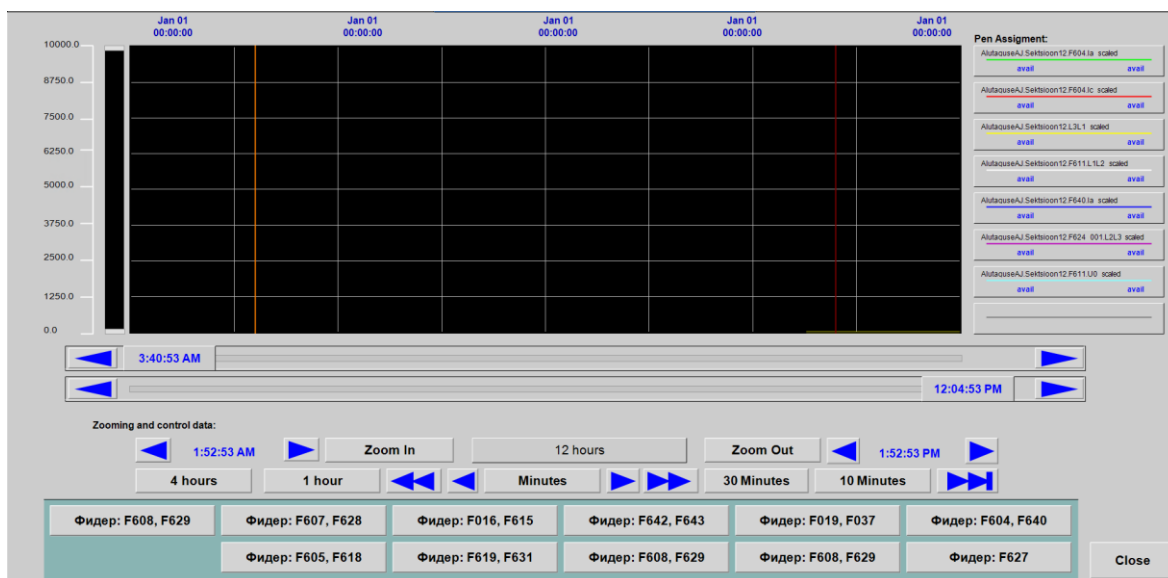


Рисунок 4.6 Окно графиков

В центральной части окна расположено полотно, на котором отображается график значения выбранных атрибутов. Список атрибутов значения, которых представлены на графиках, а также их цвет представлены в виде колонки справа от графика. Слева от графика отображаются текущие максимальный и минимальный

пределы, а также цвет значения, масштаб которого используется для определения пределов (см. Рисунок 4.7).

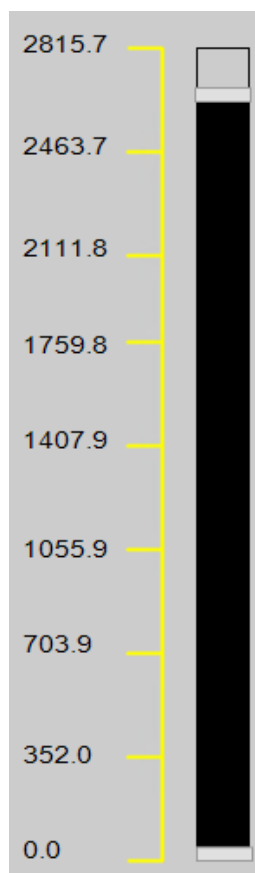


Рисунок 4.7 Текущие вертикальный масштаб графика и ползунки(справа)

Выбор масштаба производится посредством клика на соответствующее имя атрибута, или посредством перемещения ползунков, определяющих верхний и нижний пределы.

В нижней части экрана, ниже полотна графиков, расположены два горизонтальных слайдера для позиционирования вертикальных маркеров на графике, оранжевого и красного цвета (см. Рисунок 4.6)

Ниже горизонтальных слайдеров, описанных выше, расположены кнопки управления временными рамками, отображаемыми на графиках, посредством смещения временного периода (по умолчанию 12 часов) в сторону уменьшения или увеличения. Также присутствуют кнопки для быстрого перемещения периода на определенный промежуток (указанный на кнопке).

Под кнопками контроля находятся кнопки переключения на окна с другими графиками, и кнопка закрытия текущего окна.

4.4 Страница настроек секции

На данной странице отражаются настройки фидеров трансформаторов (шаблон

FiiderTN) а также настройки самой секции (см. Рисунок 4.8).

ФИДЕР 611	Датчик	Минимальный предел	Минимальный предел
	L1-L2	000 V	000 V
	L2-L3	000 V	000 V
	L1-L3	000 V	000 V
	L1-PE	000 V	000 V
	L2-PE	000 V	000 V
	L3-PE	000 V	000 V
	U0		00,00 V

ФИДЕР 624	Датчик	Минимальный предел	Минимальный предел
	L1-L2	000 V	000 V
	L2-L3	000 V	000 V
	L1-L3	000 V	000 V
	L1-PE	000 V	000 V
	L2-PE	000 V	000 V
	L3-PE	000 V	000 V
	U0		00,00 V

Задержка обратной связи: 000.0 s

Задержка повторного старта фидера: 000 s

Задержка коммуникационного аларма: 005 s State

Рисунок 4.8 Окно настроек секции

Список регулируемых параметров для указанных фидеров описаны в пункте 3.3 данной работы.

Помимо настройки фидеров на данной странице устанавливается задержка обратной связи и старта фидера.

Задержка обратной связи используется в случае отсутствия обратной связи от контроллера за установленное количество секунд, срабатывает соответствующая ошибка секции.

Задержка обратной связи устанавливается для предотвращения отправки повторной команды на запуск в течение короткого периода времени, пока фидер не выполнил переключения.

В случае, если присутствующая ошибка соединения с контроллером активна больше секунд чем указано в пункте «Задержка коммуникационного аларма», то срабатывает соответствующая тревога.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Перед началом работ по созданию шаблонов с целью переноса существующего решения ЧМИ в новую платформу, было проанализировано существующее решение и проведен анализ структуры ЧМИ, после чего была начата работа по созданию шаблонов.

В процессе работы было определено ряд недочетов существующего решения, которые имели место в работе с переменными и скриптами, но благодаря использованию шаблонов и структуры платформы, удалось избежать неправильно и не рационального использования скриптов и переменных.

Цели, заключающиеся в создании графических шаблонов и шаблонов объектов была достигнута полностью, с использованием информационных материалов производителя программного обеспечения, с использованием знания полученных в ходе обучения, а также при информационной поддержке специалистов по работе с платформой *Wonderware System Platform* от компании *Enefit Solutions AS*.

Работа по созданию шаблонов и дальнейшему развёртыванию ЧМИ производилась последовательно, а перед каждым новым этапом анализировались результаты предыдущего этапа, изучались соответствующие материалы, а также анализировались возможные логические связи.

Ввиду того, что платформа *Wonderware System Platform*, является очень крупным продуктом, используемым только на крупных производствах, автор считает, что опыт работы с данной платформой является полезным и ценным.

KOKKUVÕTE

Lõputöö teema on Estonia kaevanduse Alutaguse alajaama IML üleviimine platvormile Wonderware System Platform.

Lõputöö objektiks on Eesti kaevanduse territooriumil asuv Alutaguse alajaam, mis kuulub ettevõttele Enefit Power AS.

Töö koostati tehniliste ülesannete põhjal, milles näidati vajadust olemasolev lahendus Wonderware System Platform platvormile üle kanda. Tehniline ülesanne autorile oli esitatud Enefit Solutions AS töötajate poolt.

Töö käigus tehti kindlaks praeguse lahenduse puudused iseseisva ebaaktuaalse HMI näol, millel oli ebamugav hooldus, ning kinnitati vajadust selle Wonderware System Platform platvormile üle kanda. Mallide loomiseks kasutati OrchestraIDE programmi ja kasutati ka programmeerimiskeelt QuickScript .NET.

Töö käigus tuvastati muutujate ja skriptidega töötamisel mitmeid olemasoleva lahenduse puudusi, kuid tänu mallide kasutamisele ja platvormi struktuuri funktsioonidele oli võimalik vältida skriptide valet ja ebaefektiivset kasutamist ning muutujad.

Graafiliste mallide ja objektimallide loomise eesmärgid on täielikult saavutatud, kasutades tarkvara tootja infomaterjale ja kasutades koolitusel saadud teadmisi.

Mallide loomise ja HMI edasise juurutamise töö viidi läbi järjestikku ning enne iga uut etappi analüüsiti eelmise etapi tulemusi, uuriti asjakohaseid materjale ja analüüsiti võimalikke loogilisi seoseid.

Arvestades asjaolu, et Wonderware System Platform on väga suur toode, mida kasutatakse ainult suurtes tootmisüksustes, usub autor, et kogemused selle platvormiga on kasulikud ja väärtuslikud.

SUMMARY

The topic of thesis is the Transfer of the HMI of the Alutaguse substation of the Estonia mine to the platform Wonderware System Platform

The subject of the thesis is the Alutaguse substation located in the Estonian mine, owned by Enefit Power AS.

The work was compiled based on the terms of reference, provided by Enefit Solutions AS, which showed the need to migrate the existing solution to the Wonderware System Platform.

The work identified the shortcomings of the current solution in the form of a stand-alone legacy HMI with inconvenient maintenance and confirmed the need to port it to the Wonderware System Platform. The templates were created using ArchestraIDE software and the QuickScript .NET programming language.

During the work, several shortcomings of the existing solution were identified when working with variables and scripts, but due to the use of templates and functions of the platform structure, it was possible to avoid incorrect and ineffective use of scripts and variables.

The goals of creating graphic and object templates were fully achieved using the information materials of the software manufacturer and using the knowledge gained during the training.

The work on the creation of templates and the further implementation of HMI was carried out sequentially, and before each new stage, the results of the previous stage were analyzed, the relevant materials were considered, and possible logical connections were analyzed.

Considering that the Wonderware System Platform is a very large product that is used only in large manufacturing facilities, the author believes that experience with this platform is useful and valuable.

СПИСОК ИСПОЛЬЗОВАННОЙ ЛИТЕРАТУРЫ

1. AS Enefit Kaevandused Estonia kaevanduse maavara kaevandamisloa KMIN-054 pikendamise taotluse keskkonnamõju hindamine. [Online] https://www.keskkonnaamet.ee/sites/default/files/estonia_pikendamise_kmh_aruanne_avalikustamisele_04-08-17.pdf (01.05.2021).
2. ФИДЕР Большая российская энциклопедия. Электронная версия (2017). [Online] https://bigenc.ru/technology_and_technique/text/4710751 (01.05.2021).
3. Обзор Wonderware System Platform. [Online] <https://www.wonderware.ru/hmi-scada/system-platform/> (01.05.2021).
4. Руководство пользователя ИСП Archestra. [Online] <http://old.intouch.su/support/pub/IDERus.pdf> (01.05.2021).
5. OPC-технология [Online] <https://opcserver.ru/services/opc-tehnologiya/#:~:text=%D0%9F%D0%BE%20%D1%81%D0%B2%D0%BE%D0%B5%D0%B9%20%D1%81%D1%83%D1%82%D0%B8%20OPC%2D%D1%81%D0%B5%D1%80%D0%B2%D0%B5%D1%80,%2D%D0%BA%D0%BB%D0%B8%D0%B5%D0%BD%D1%82%D0%BE%D0%BC%20%D0%B8%20PC%2D%D1%81%D0%B5%D1%80%D0%B2%D0%B5%D1%80%D0%B0%D0%BC%D0%B8> (01.05.2021).
6. Завершение поддержки Windows XP [Online] <https://www.microsoft.com/ru-ru/microsoft-365/windows/end-of-windows-xp-support> (02.05.2021).
7. Wonderware System Platform Getting Started Guide [Online] https://d2uars7xkdmztq.cloudfront.net/app_resources/47721/documentation/160867_en.pdf (09.05.2021)
8. Обзор AVEVA InTouch HMI [Online] <https://www.wonderware.ru/hmi-scada/intouch/> (09.05.2021)
9. AVEVA InSight [Online] <https://www.wonderware.ru/industrial-information-management/online-insight/> (09.05.2021)

ПРИЛОЖЕНИЕ 1 ТАБЛИЦА АТТРИБУТОВ ШАБЛОНА FIIDERTN

Название	I/O	Тип	Описание	Тревога
Description	Нет	String	Описание, отображаемое на главном экране	Нет
Fault	Да	Boolean	Общая ошибка!	Да
L1L2_Hi_Error	Да	Boolean	Превышение линейного напряжения L1-L2!	Да
L1L2_Low_Error	Да	Boolean	Линейное напряжение L1-L2 ниже допустимого!	Да
L1L3_High_Error	Да	Boolean	Превышение фазного напряжения L1-L3!	Да
L1L3_Low_Error	Да	Boolean	Линейное напряжение L1-L3 ниже допустимого!	Да
L1PE_High_Error	Да	Boolean	Превышение фазного напряжения L1-PE!	Да
L1PE_Low_Error	Да	Boolean	Линейное напряжение L1-PE ниже допустимого!	Да
L2L3_Hi_Error	Да	Boolean	Превышение фазного напряжения L2-L3!	Да
L2L3_Low_Error	Да	Boolean	Линейное напряжение L2-L3 ниже допустимого!	Да
L2PE_Hi_Error	Да	Boolean	Превышение фазного напряжения L2-PE!	Да
L2PE_Low_Error	Да	Boolean	Линейное напряжение L2-PE ниже допустимого!	Да
L3PE_Hi_Error	Да	Boolean	Превышение фазного напряжения L3-PE!	Да
L3PE_Low_Error	Да	Boolean	Линейное напряжение L3-PE ниже допустимого!	Да
U0_Hi_Error	Да	Boolean	U0 выше допустимого значения!	Да
L1L2_HighLevel	Да	Float	Уставка. Максимальный предел для межфазного напряжения L1-L2	Нет
L1L2_LowLevel	Да	Float	Уставка. Минимальный предел для межфазного напряжения L1-L2	Нет
L1L3_HighLevel	Да	Float	Уставка. Максимальный предел для межфазного напряжения L1-L3	Нет
L1L3_LowLevel	Да	Float	Уставка. Минимальный предел для межфазного напряжения L1-L3	Нет
L1PE_HighLevel	Да	Float	Уставка. Максимальный предел для межфазного напряжения L1-PE	Нет
L1PE_LowLevel	Да	Float	Уставка. Минимальный предел для межфазного напряжения L1-PE	Нет
L2L3_HighLevel	Да	Float	Уставка. Максимальный предел для межфазного напряжения L2-L3	Нет

L2L3_LowLevel	Да	Float	Уставка. Минимальный предел для межфазного напряжение L2-L3	Нет
L2PE_HighLevel	Да	Float	Уставка. Максимальный предел для межфазного напряжение L2-PE	Нет
L2PE_LowLevel	Да	Float	Уставка. Минимальный предел для межфазного напряжение L2-PE	Нет
L3PE_HighLevel	Да	Float	Уставка. Максимальный предел для межфазного напряжение L3-PE	Нет
L3PE_LowLevel	Да	Float	Уставка. Минимальный предел для межфазного напряжение L3-PE	Нет
U0_HighLevel	Да	Float	Уставка. Максимальный предел напряжение U0	Нет
L1L2_scaled	Да	Float	значение линейного напряжения L1-L2	Нет
L1L3_scaled	Да	Float	значение линейного напряжения L1-L3	Нет
L1PE_scaled	Да	Float	значение фазного напряжения L1-PE	Нет
L2L3_scaled	Да	Float	значение линейного напряжения L2-L3	Нет
L2PE_scaled	Да	Float	значение фазного напряжения L2-PE	Нет
L3PE_scaled	Да	Float	значение фазного напряжения L3-PE	Нет
U0_scaled	Да	Float	значение напряжения U0	Нет
L1L2_4mA_Error	Да	Boolean	Ошибка блока измерения (4mA) лин. напряжения L1-L2!	Да
L1L3_4mA_Error	Да	Boolean	Ошибка блока измерения (4mA) лин. напряжения L1-L3	Да
L1PE_4mA_Error	Да	Boolean	Ошибка блока измерения (4mA) лин. напряжения L1-PE	Да
L2L3_4mA_Error	Да	Boolean	Ошибка блока измерения (4mA) лин. напряжения L2-L3	Да
L2PE_4mA_Error	Да	Boolean	Ошибка блока измерения (4mA) лин. напряжения L2-PE	Да
L3PE_4mA_Error	Да	Boolean	Ошибка блока измерения (4mA) лин. напряжения L3-PE	Да
U0_4mA_Error	Да	Boolean	Ошибка блока измерения (4mA) напряжения U0!	Да