
ES-Граф

Программное обеспечение

Руководство пользователя

Оглавление

Оглавление	2
1 Назначение программного обеспечения	3
2 Функциональные характеристики	4
3 Установка и запуск ПО	5
4 Описание ПО	6
4.1 Функция определения места замыкания	6
4.1.1 ОЗЗ в сетях с компенсированной нейтралью	6
4.1.2 ОЗЗ в сетях с резистивным заземлением нейтрали	6
4.1.3 Короткие замыкания	7
4.2 Агрегация данных и запись архивов	7
4.3 Ведение журнала событий	7
4.4 Передача результатов анализа	8
4.5 Порядок инициализации	8
4.6 Порядок выполнения общего опроса	8
4.7 Отправка управляющих воздействий, реализация функции САВС (системы автоматического восстановления сети)	8
4.8 Отправка тестовой последовательности	9
4.9 Система резервирования работы ПО «ЕС-Граф», поддержка работы двухмашинной системы SCADA	9
4.10 WEB-интерфейс	9
5 Расчет объема телеизмерений	11
6 Работа с ПО	12
6.1 Раздел «Администрирование»	12
6.2 Обновление ПО	24
7 Поддержка	25

1 Назначение программного обеспечения

ПО «ES-Граф» (далее – ПО) входит в состав программно-технического комплекса «Цифровой РЭС» и выполняет функцию локализации замыкания и определения его типа.

ПО «ES-Граф» разработано компанией ООО «Инженерный центр «Энергосервис», свидетельство о государственной регистрации программы для ЭВМ №2021665407).

Функциональные возможности ПО:

- сбор данных от измерительных устройств, датчиков с цифровым выходом и прочих первичных устройств, подключенных к промежуточным устройствам сбора данных;
- анализ исходных данных и выявление аварий в трехфазной электрической сети;
- фиксирование выявленных аварий в журнале событий (доступ к журналу предоставляется через WEB-интерфейс);
- передача результатов анализа по стандартным протоколам обмена.

Режим функционирования ПО:

- как самостоятельное приложение;
- как программный модуль к SCADA системам.



Внимание! Программное обеспечение постоянно совершенствуется и дополняется новыми функциональными настройками. Производитель оставляет за собой право вносить изменения и улучшения в ПО без уведомления потребителей.

2 Функциональные характеристики

Описание функциональных характеристик приведено в таблице 2.1.

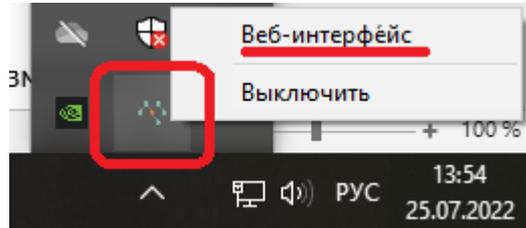
Таблица 2.1

Наименование характеристики	Описание
Тип ЭВМ*	<p>Процессор: x86-64, с поддержкой инструкций SSE2 (<i>Рекомендуется: не менее 4-х ядер</i>);</p> <p>ОЗУ: не менее 4Гб;</p> <p>ПЗУ: не менее 4Гб свободного пространства на диске (<i>Рекомендуется: не менее 16Гб свободного пространства на диске для записи архива измерений и журнала событий</i>);</p> <p>ОС: MS Windows Server 2008 R2 x64 и выше, или MS Windows 7 x64 и выше; Linux версии ядра 2.6.23 и выше;</p> <p>Дополнительно: Web-браузер Firefox или основанный на Chromium последних версий для web-интерфейса; Рекомендуется: запускать «ES-Граф» в «виртуальной машине» ОС сервера</p>
Опрашиваемое оборудование	<ul style="list-style-type: none"> – Устройство локализации ОЗЗ/КЗ ЭНЛЗ (предприятие-изготовитель: ООО «Инженерный центр «Энергосервис»); – Индикатор состояния линии ISL (предприятие-изготовитель: ООО «Инженерный центр «Энергосервис»); – Датчики с цифровым выходом.
Отображение данных	<ul style="list-style-type: none"> – Через WEB-интерфейс; – Через интегрирование в SCADA-систему.
Интерфейсы для подключения оборудования	Ethernet, RS-232, RS-485, USB
Режимы	<ul style="list-style-type: none"> – администрирование; – мониторинг
<p>Примечание: * Минимальные требования для обработки не более 50 соединений</p>	

3 Установка и запуск ПО

Для установки требуется скопировать рабочую папку ПО «ES-Граф» в любое место каталога жесткого диска компьютера.

Для запуска необходимо запустить файл *esgraph-launcher.exe*. После чего в системном трее появится ярлык для запуска:



При использовании защищенного ПО «ES-Граф» с помощью HASP-ключа для корректного запуска рекомендуется установить следующее ПО и присоединить HASP-ключ, поставляемый в комплекте, к USB-порту компьютера:

- [Драйвер для ключей HASP HL.](#)
- [Утилита для сетевых ключей HASP, License Manager.](#)

4 Описание ПО

4.1 Функция определения места замыкания

Конфигурация анализа начинается с задания набора сегментов. В анализируемой сети сегмент соответствует линии или группе смежных линий. В сегмент обязательно включается один или два объекта. Все предлагаемые методы локализации замыканий основаны на сравнении показаний на концах сегмента, поэтому для полноценного анализа с высокой степенью достоверности необходимо наличие данных с обоих концов каждого анализируемого сегмента. При не полном выполнении данного условия допускается снижение степени достоверности выявления аварийного участка электрической сети.

4.1.1 ОЗЗ в сетях с компенсированной нейтралью

Анализ основан на обработке данных синхронизированных векторных измерений, получаемых с устройств типа ЭНЛЗ. Входными величинами являются ток нулевой последовательности (НП) на ТП и РП, а также напряжение НП на шинах РП.

Решение о факте наличия ОЗЗ принимается по величине напряжения НП. В случае, когда измерение напряжения НП не предусмотрено, либо соответствующие данные по каким-то причинам недоступны, решение принимается по величине тока НП. Далее сравниваются углы между векторами токов НП на концах линий, умноженные на амплитуды соответствующих токов. Выявляется пара, для которой это произведение максимально.

В ситуациях, когда в сегменте имеется только один датчик или на одном из датчиков ток НП близок к нулю (признак тупика), для построения пары используется вектор напряжения НП на РП или тока НП на РП. Для этого в конфигурации системы описываются специальные правила для достраивания пар. Каждое правило включает указание на источник альтернативного вектора. Существует возможность генерации правил при наличии описания топологии сети. В перечне вспомогательных инструментов «ES-Граф» имеется соответствующая утилита.

Для сегментов, на одном из концов которых величина тока НП превышает заданную в настройках уставку, принимается решение о наличии режима «Ток ОЗЗ».

Одной из настроек анализатора ОЗЗ задается время ожидания установившегося режима. Если в течение этого времени признак того или иного режима не меняется, то анализатор принимает окончательное решение и формирует соответствующее событие.

4.1.2 ОЗЗ в сетях с резистивным заземлением нейтрали

Для анализа ОЗЗ при резистивном заземлении нейтрали используются дискретные (бинарные) сигналы, формируемые устройством ЭНЛЗ при сравнении величины тока НП и заданной уставки. Если анализатор получает значение «1», то по прошествии заданного времени ожидания данных принимается соответствующее решение. Местом ОЗЗ считается сегмент, для двух концов которого получены различные значения сигнала. Если хотя бы на одном конце сегмента имеется значение «1», то для этого сегмента принимается решение о наличии режима «Ток ОЗЗ».

4.1.3 Короткие замыкания

Здесь используется аналогичный порядок работы с данными. Анализ основан на сравнении дискретных сигналов от индикаторов тока КЗ, расположенных на концах линий и контролируемых устройством ЭНЛЗ. При отсутствии датчиков на одном из концов соответствующего сегмента определяется только «ток КЗ». При этом допускается отсутствие датчика на фазе В. Для борьбы с ложными срабатываниями предусмотрен учет просадки фазного напряжения на РП, который может быть включен в настройках анализатора.

4.2 Агрегация данных и запись архивов

Данные в анализирующую часть «ES-Граф» в общем случае поступают спорадически. При этом существует необходимость получения информации о состоянии анализируемой системы в определенный момент времени. Эту задачу решает модуль агрегации данных, который организывает входные данные в памяти компьютера, устанавливая соответствие между меткой времени, источником данных, физической величиной и её значением. На выходе агрегатора для каждой уникальной метки времени формируется т. н. фрейм данных. Основными настройками агрегации являются время ожидания данных и время устаревания значений. Для каждой новой метки времени данные обновляются в течение времени ожидания, после чего фиксируется фрейм. Если в течение времени устаревания значение некоторой величины не обновилось новыми данными, то имеющееся значение становится «невалидным».

Имеется функция записи агрегированных данных в CSV файлы. Запись может осуществляться постоянно и/или при наличии аварийного режима. В последнем случае также записываются данные в предаварийном и послеаварийном режимах. Архивы могут использоваться как для более детального разбора ситуации, так и для дальнейшего совершенствования алгоритмов анализа.

4.3 Ведение журнала событий

Выявленные события фиксируются в журнале событий, который представлен реляционной базой данных SQLite. К основным атрибутам событий относятся тип

анализируемой проблемы (ОЗЗ, ток ОЗЗ, КЗ, ток КЗ), тип события (наступление или прекращение режима), время наступления события (из входящих меток времени), время принятия решения о событии (из часов компьютера, на котором запущен сервис).

4.4 Передача результатов анализа

Текущее состояние системы и сообщения о выявленных авариях могут быть переданы по протоколу МЭК 60870-5-104. Сигналы передаются дискретным значением, форматом кадра данных с типом 30 (M_SP_TB_1). Каждый сигнал соответствует сегменту, на котором выявлена авария и её типу. Команда общего опроса 100 (C_IC_NA_1) позволяет получить текущее состояние сети по всем настроенным сигналам.

4.5 Порядок инициализации

Таблица 4.1.

Клиент	ПО «ES-Граф» (сервер)	Описание
StartDT.act	-	Запрос активации пересылки данных
-	StartDT.con	Подтверждение активации пересылки данных
-	M_EI_NA_1 COT = 6	Конец инициализации

4.6 Порядок выполнения общего опроса

Таблица 4.2.

Клиент	ПО «ES-Граф» (сервер)	Описание
C_IC_NA_1 COT = 6 QOI = 20	-	Активация выполнение общего опроса
-	C_IC_NA_1 COT = 7 QOI = 20	Подтверждение активации
-	M_SP_TB_1 COT = 20	Блок дискретных значений
-	...	Продолжение передачи данных
-	C_IC_NA_1 COT = 10 QOI = 20	Конец выполнения общего опроса

4.7 Отправка управляющих воздействий, реализация функции САВС (системы автоматического восстановления сети)

По результатам анализа «ES-Граф» имеет возможность отправки управляющих воздействий для изменения коммутации сети. Телеуправление производится по

протоколу МЭК 60870-5-104. Данный функционал применяется для реализации системы автоматического восстановления сети. По заданным в конфигурации правилам выполняется последовательность переключений, что позволяет реализовать сценарии исключения аварийных участков и восстановления электроснабжения в сетях с различной топологией.

4.8 Отправка тестовой последовательности

Для проверки правильности доставки результатов анализа от «ES-Граф» к принимающей системе по протоколу МЭК 60870-5-104 предусмотрена функция отправки последовательности тестовых дискретных сигналов обо всех анализируемых режимах на всех сегментах. Этот функционал позволяет верифицировать привязку параметров ТС к сигналам в SCADA и упростить наладку.

4.9 Система резервирования работы ПО «ES-Граф», поддержка работы двухмашинной системы SCADA

ПО «ES-Граф» поддерживает работу в режиме резервирования, образуя систему из двух независимых экземпляров приложения, которые могут исполняться, в том числе, на физически разных машинах. Между приложениями должно быть организовано сетевое взаимодействие. Каждому процессу в конфигурации назначаются функциональные роли «основной» или «резервный».

Оба экземпляра приложения параллельно выполняют сбор и анализ данных, образуя схему «горячего» резервирования. Такой подход позволяет организовать поддержку работы двухмашинных SCADA систем, по сути являясь двумя независимыми источниками данных. При этом резервный процесс «ES-Граф» не выполняет выдачу управляющих воздействий, пока доступен основной. Для установления статуса работы и доступности, процессы обмениваются служебными сообщениями.

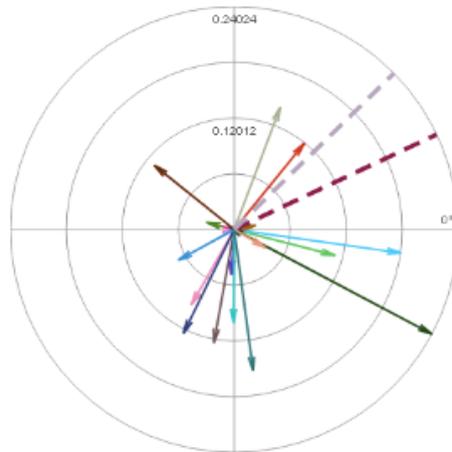
Канал связи между двумя резервируемыми процессами необходим также для синхронизации журнала событий и буфера данных в случае перехода роли функционирования от одного процесса к другому.

4.10 WEB-интерфейс

Для наблюдения за работой системы в режиме онлайн разработан веб-интерфейс. Токи и напряжения НП визуализируются на векторной диаграмме. В таблицах отображаются значения измеряемых величин и записи из журнала событий.

Локализация ОЗЗ

[Онлайн](#)
[Архив событий](#)
[Конфигурация](#)
[Обслуживание](#)



Локация	Время	Событие
...	...	Зафиксирован ток ОЗЗ 0
...	...	Зафиксирован ток ОЗЗ 0
...	...	Зафиксирован ток ОЗЗ 1
...	...	Зафиксирован ток ОЗЗ 1
...	...	Зафиксирован ток ОЗЗ 0
...	...	Зафиксирован ток ОЗЗ 0
...	...	Зафиксирован ток ОЗЗ 1
...	...	Зафиксирован ток ОЗЗ 1

Параметр	Статус	A	φ	Метка времени
...	310 ✓	0.124	259.849	18.09.20 22:25:09.560+0300
...	310 ✓	0.112	345.553	18.09.20 22:25:09.760+0300
...	310 ✓	0.049	266.309	18.09.20 22:25:12.529+0300
...	310 ✓	0.006	0.000	18.09.20 22:25:12.470+0300
...	310 ✓	0.001	0.000	18.09.20 22:25:12.440+0300
...	310 ✓	0.031	165.515	18.09.20 22:25:12.620+0300
...	310 ✓	0.002	0.000	18.09.20 22:25:12.540+0300
...	310 ✓	0.101	269.495	18.09.20 22:25:12.540+0300
...	310 ✓	0.120	51.004	18.09.20 22:25:12.500+0300
...	310 ✓	0.181	351.947	18.09.20 22:25:12.640+0300
...	310 ✓	0.023	10.574	18.09.20 22:25:12.600+0300
...	310 ✓	0.011	193.101	18.09.20 22:25:11.060+0300
...	310 ✓	0.240	332.029	18.09.20 22:25:10.860+0300
...	310 ✓	0.093	240.403	18.09.20 22:25:10.640+0300
...	310 ✓	0.006	150.276	18.09.20 22:25:12.660+0300
...	310 ✓	0.039	329.645	18.09.20 22:25:10.600+0300

Рисунок 4.1. Веб-интерфейс ПО «ES-Граф»

5 Расчет объема телеизмерений

Объем передаваемой информации от ПО «ES-Граф» на вышестоящие уровни по протоколу МЭК 60870-5-104 на сегмент по одному событию составляет 70 байт при спорадической причине передаче (по выявленному событию). При общем опросе информационные объекты агрегируются, уменьшая суммарный объем трафика. Например, при передаче всех событий по одному сегменту требуется 214 байт.

Данные для анализа поступают в ПО «ES-Граф» спорадически по заданным апертурам, достигая максимального темпа передачи данных во время переходного процесса. При нормальном режиме контролируемой электрической сети объем используемого трафика в локальной сети минимален.

Таблица 5.1.

Режим	Темп передачи	Объем данных на сегмент из двух объектов
Переходный	50 раз в секунду	42 Кбайт/сек
Нормальный	1 раз в секунду	860 байт/сек

При оценке объема передаваемых данных также необходимо учитывать накладные расходы на служебный и иной дополнительный трафик в сети.

6 Работа с ПО

Работа с программным комплексом осуществляется через веб-интерфейс. Интерфейс разделен на два основных раздела:

1. Мониторинг
2. Администрирование

6.1 Раздел «Администрирование»

На вкладке *Конфигурации* отображаются имеющиеся в ПО «ES-Граф» наборы настроек. Для добавления новой конфигурации необходимо нажать кнопку *Добавить*. Конфигурация может быть сохранена в файл и добавлена в ПО «ES-Граф» по кнопке *Импорт JSON*.

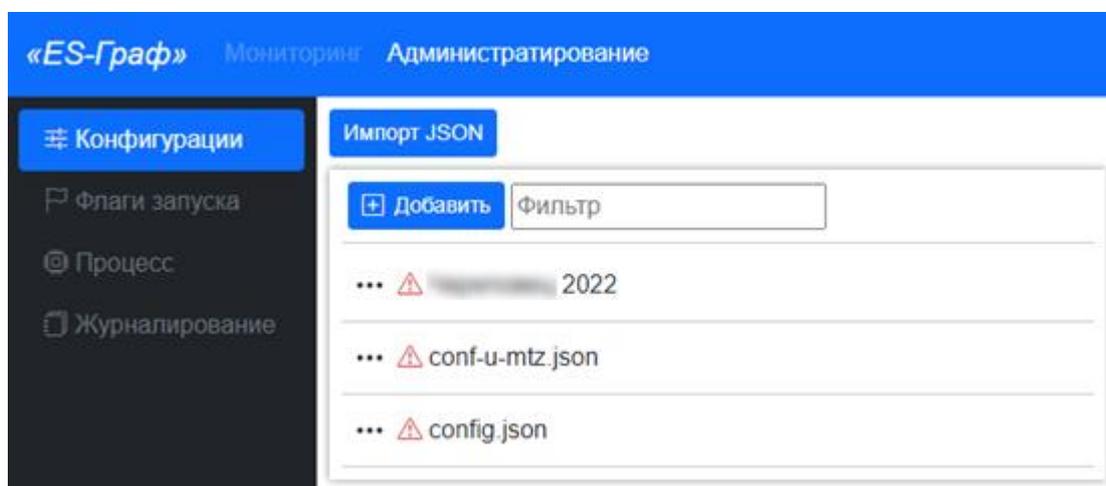


Рисунок 6.1. Конфигурации

Основные настройки конфигурации показаны на рисунке 6.2. Доступны следующие режимы записи архивов:

- Не записывать;
- Записывать всё;
- Записывать во время режима.

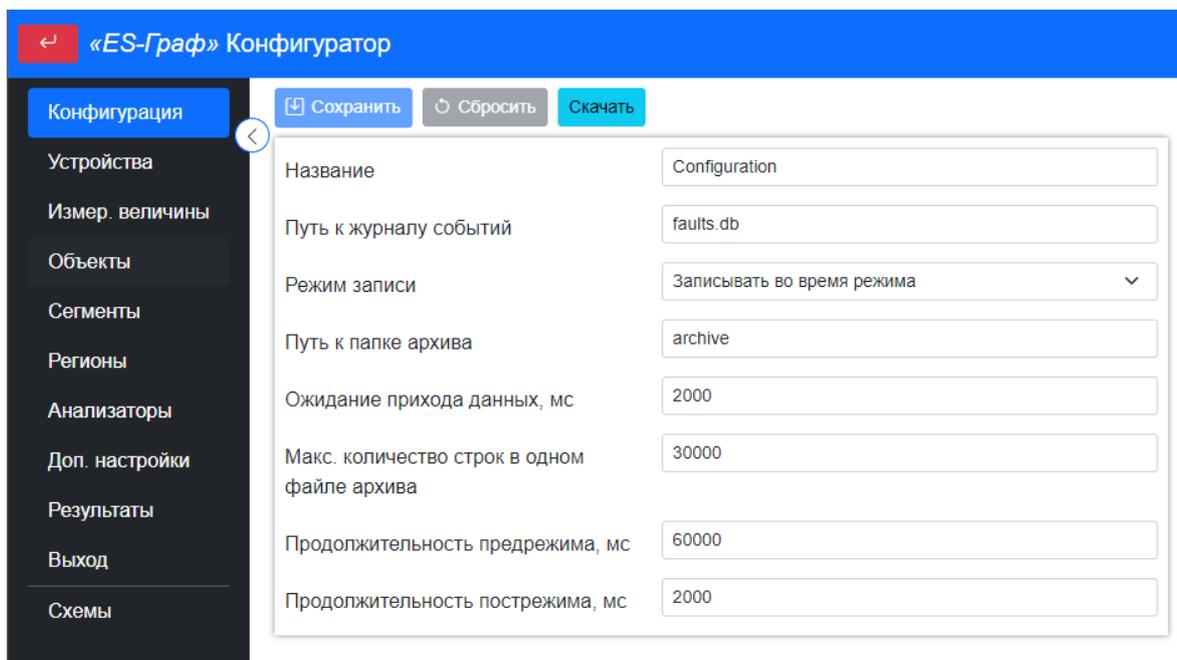


Рисунок 6.2. Настройки конфигурации

На вкладке *Устройства* производится добавление и настройка устройств, передающих данные в ПО «ES-Граф».

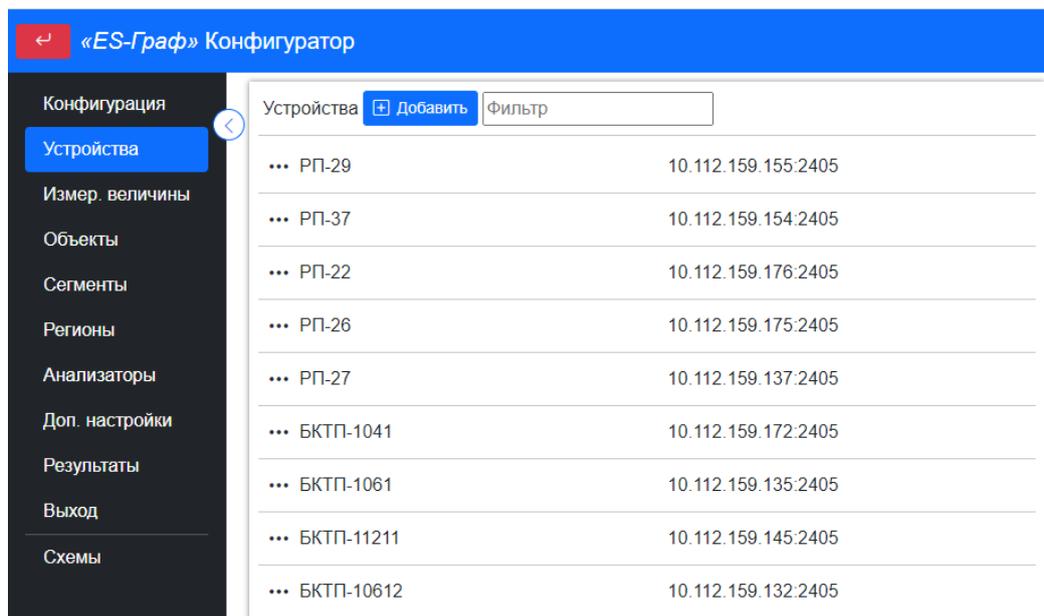


Рисунок 6.3. Настройки устройств

Для каждого устройства задаются настройки протокола МЭК 60870-5-104 и адрес для подключения.

«ES-Граф» Конфигуратор

Конфигурация

Устройства / РП-29

Сохранить Сбросить Удалить

Название РП-29

Активен

Протокол

Тип Iec104Client

Количество отправленных пакетов без подтверждения

Ключ	Значение
w	1

Количество принятых пакетов без подтверждения

Ключ	Значение
k	2

Адрес asdu

Ключ	Значение
asduAddr	47

Таймаут подключения 0

Ключ	Значение
t0	30

Таймаут подключения 1

Ключ	Значение
t1	15

Таймаут подключения 2

Ключ	Значение
t2	10

Таймаут подключения 3

Ключ	Значение
t3	20

Таймзона

Ключ	Значение
timezone	UTC

Транспорт

Добавить

Тип TCPClient

Удаленный хост

Ключ	Значение
address	10.112.159.155:2405

Параметры ?

Рисунок 6.4. Настройки соединения с устройством

Далее необходимо задать адреса и описания передаваемых устройством параметров. Доступно добавление отдельных параметров, а также наборов, соответствующих устройствам ISL и ЭНЛЗ.

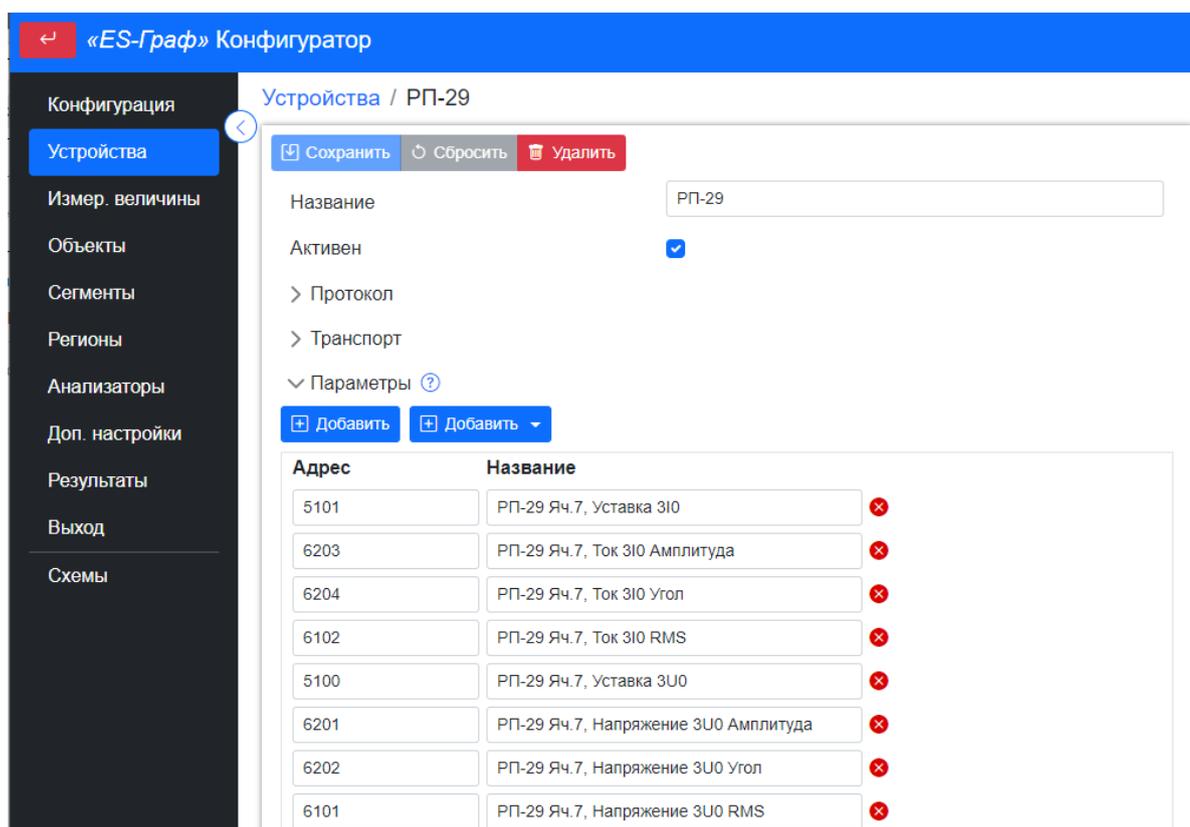


Рисунок 6.5. Настройки параметров

На вкладке *Измеряемые величины* производится добавление используемых для анализа величин. Доступно добавление отдельных новых величин, а также наборов, соответствующих устройствам ISL и ЭНЛЗ. Для измеряемых величин задаются название и тип:

- Дискретный;
- Вектор;
- Аналоговый.

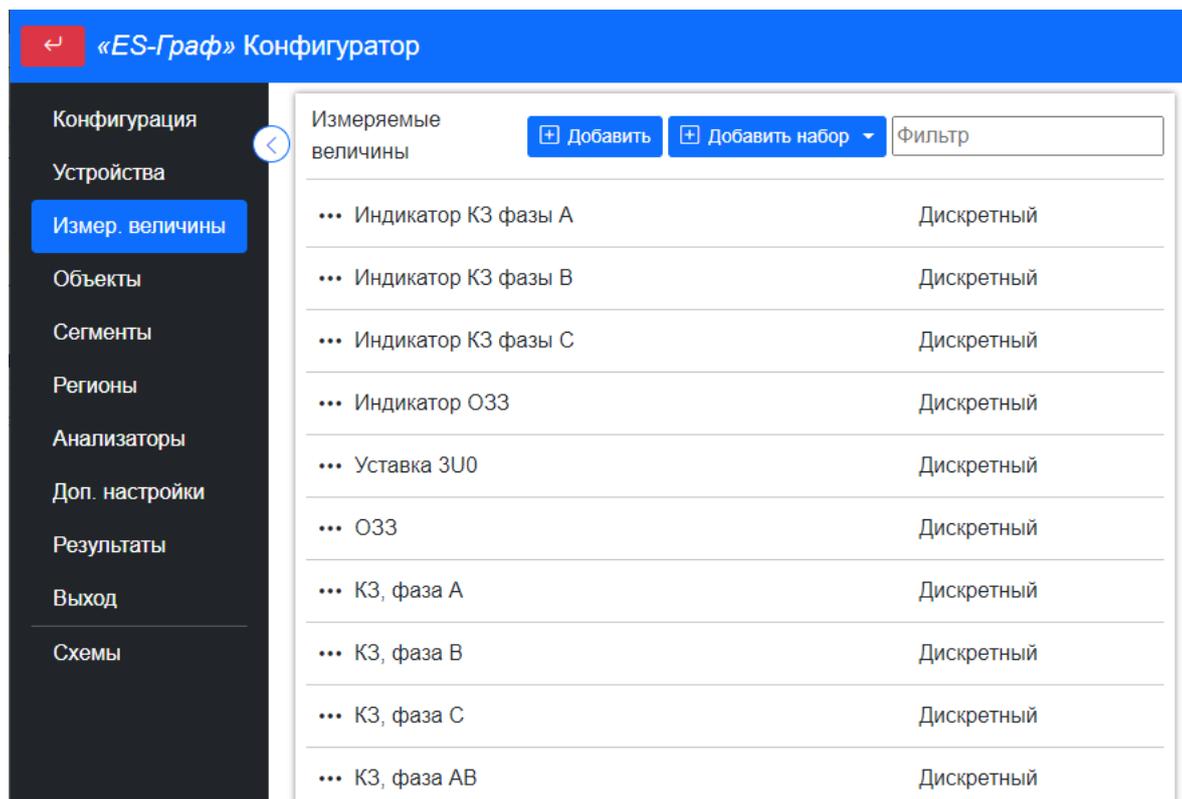


Рисунок 6.6. Измеряемые величины

На вкладке *Объекты* доступно добавление новых объектов и привязка к ним состояний и параметров.

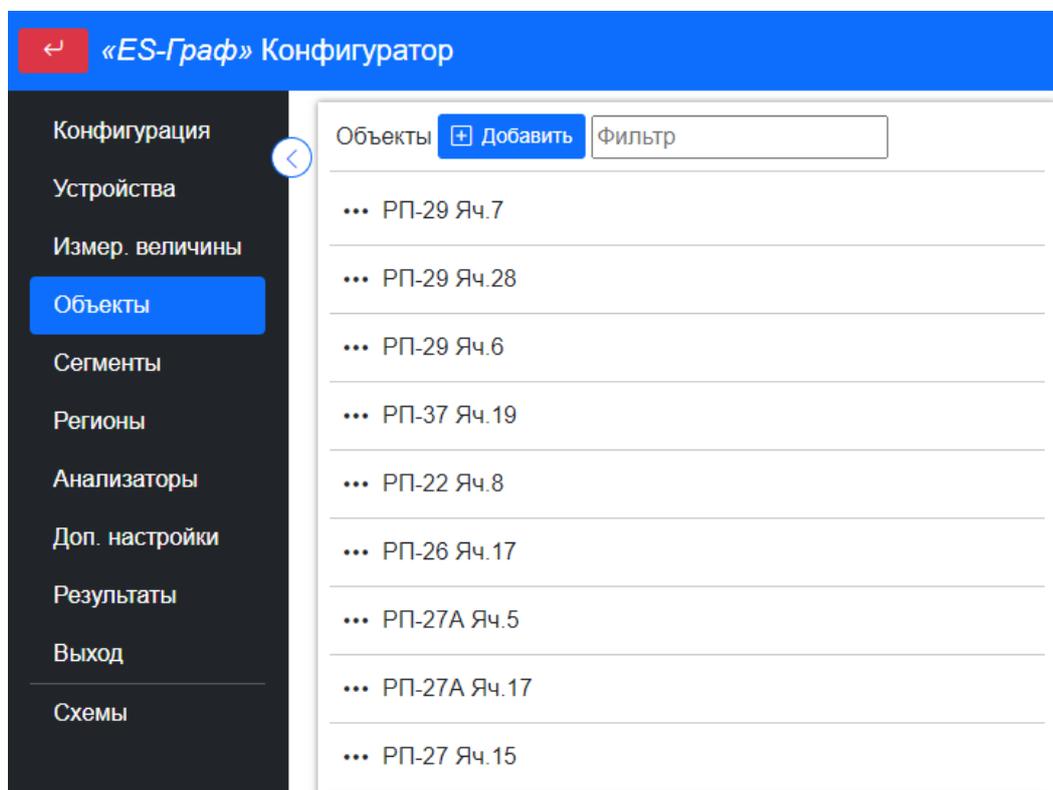


Рисунок 6.7. Объекты

Для объектов необходимо добавить используемые параметры из списка сконфигурированных измеряемых величин.

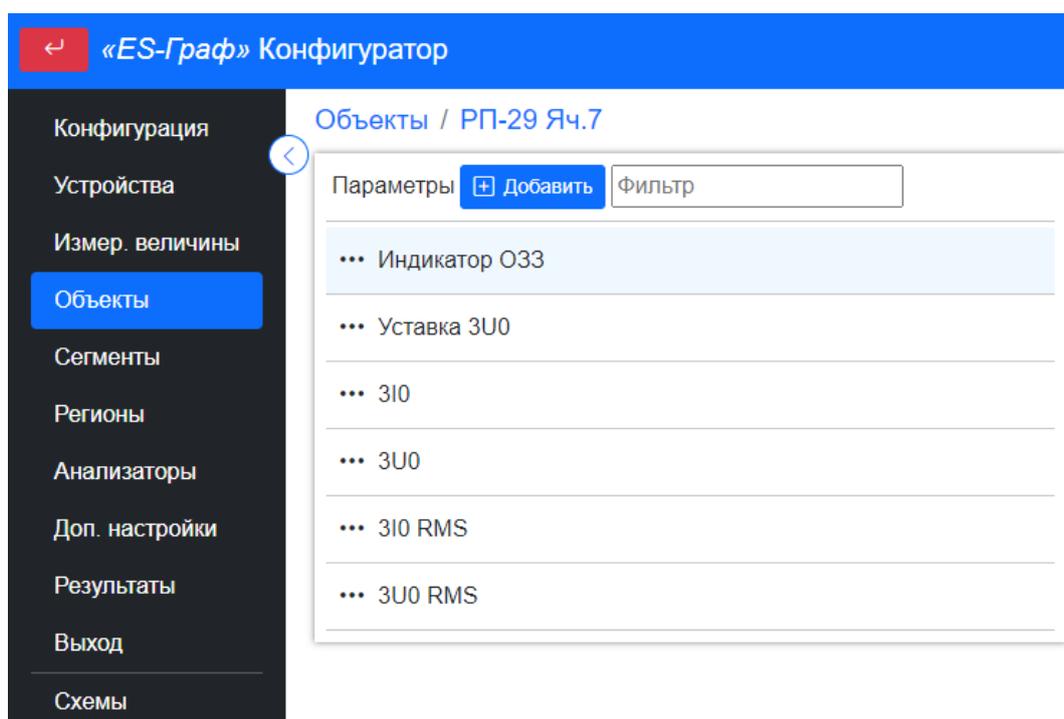


Рисунок 6.8. Параметры объекта

Для каждой физической величины выбирается устройство-источник и получаемый параметр.

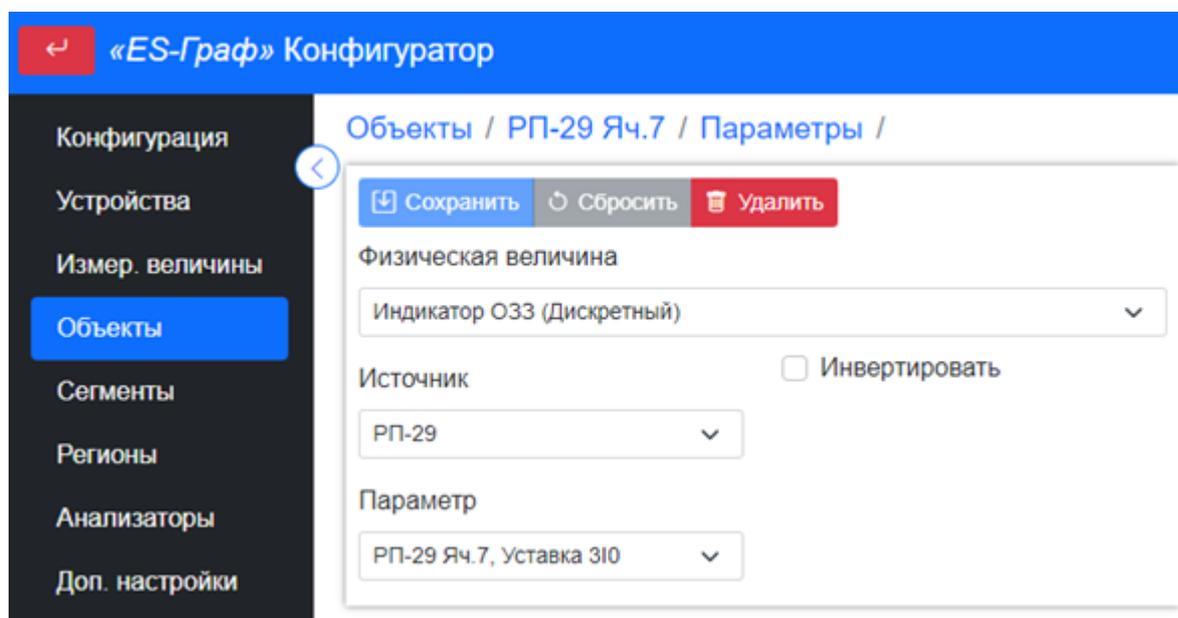


Рисунок 6.9. Настройка параметра объекта

На вкладке Сегменты производится добавление в конфигурацию сегментов сети.

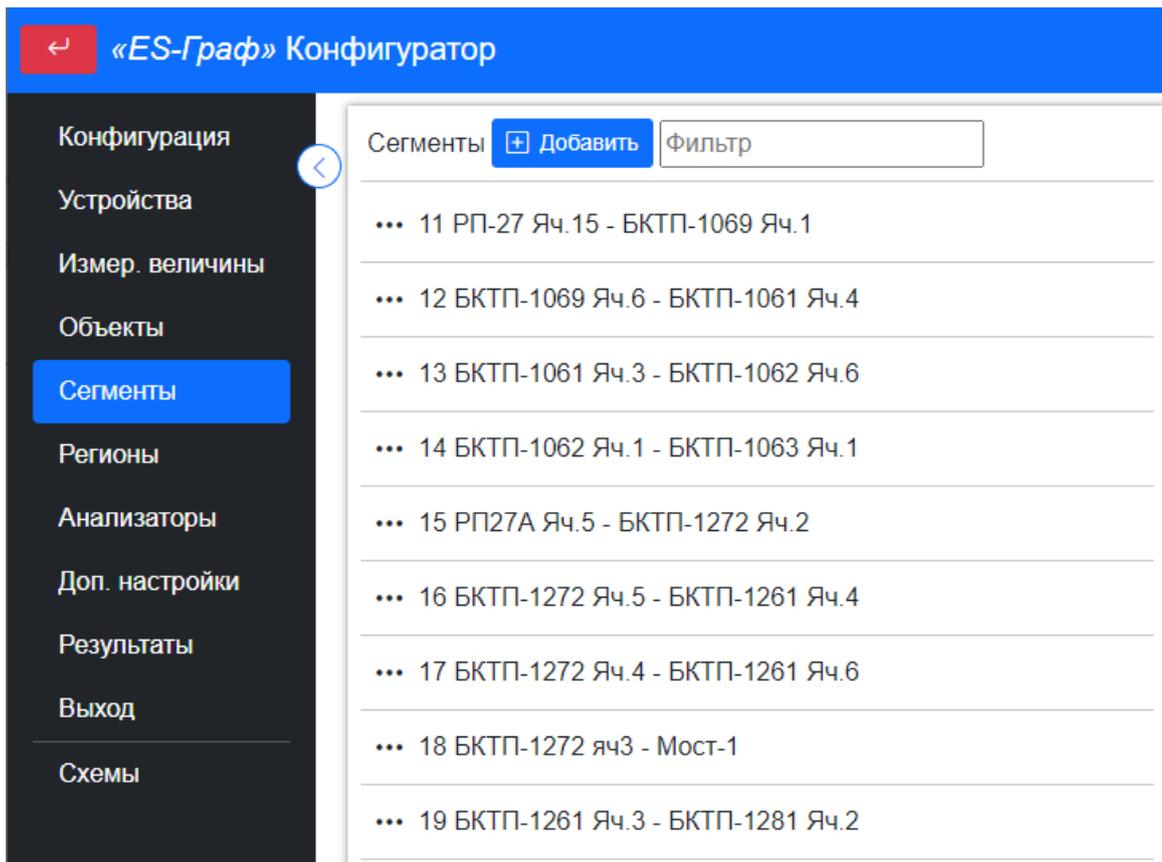


Рисунок 6.10. Сегменты

Для каждого сегмента задаются начало и конец (при наличии) из списка объектов.

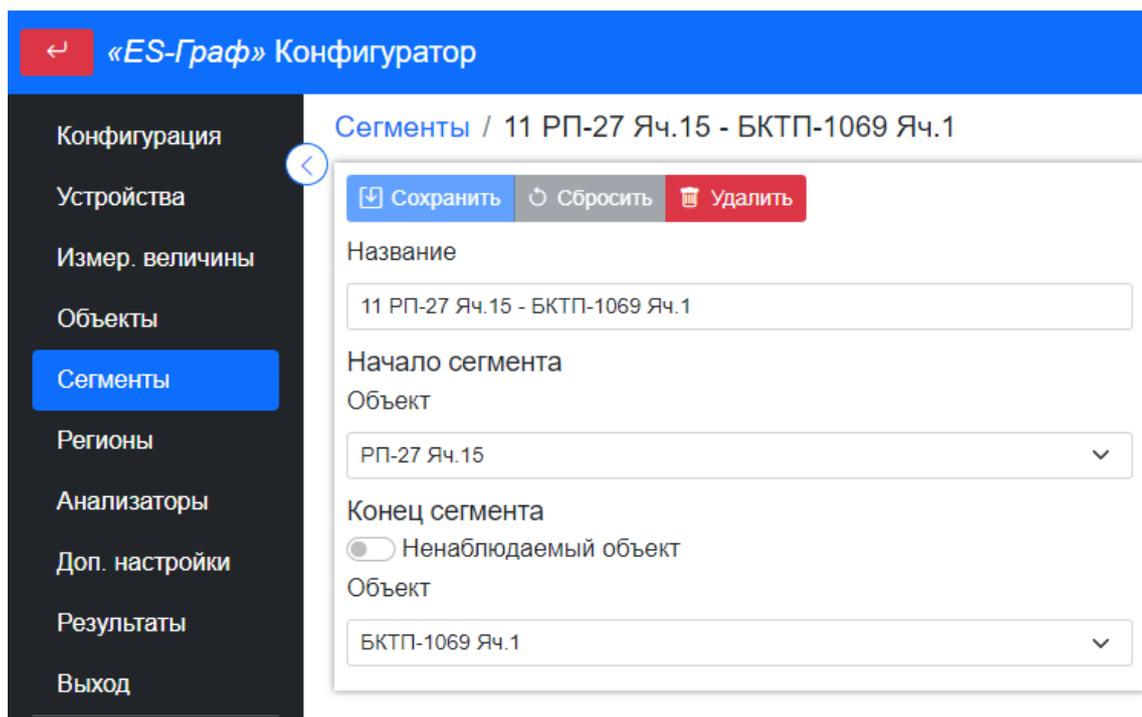


Рисунок 6.11. Настройка сегмента

Вкладка *Регионы* предназначена для группировки сегментов.

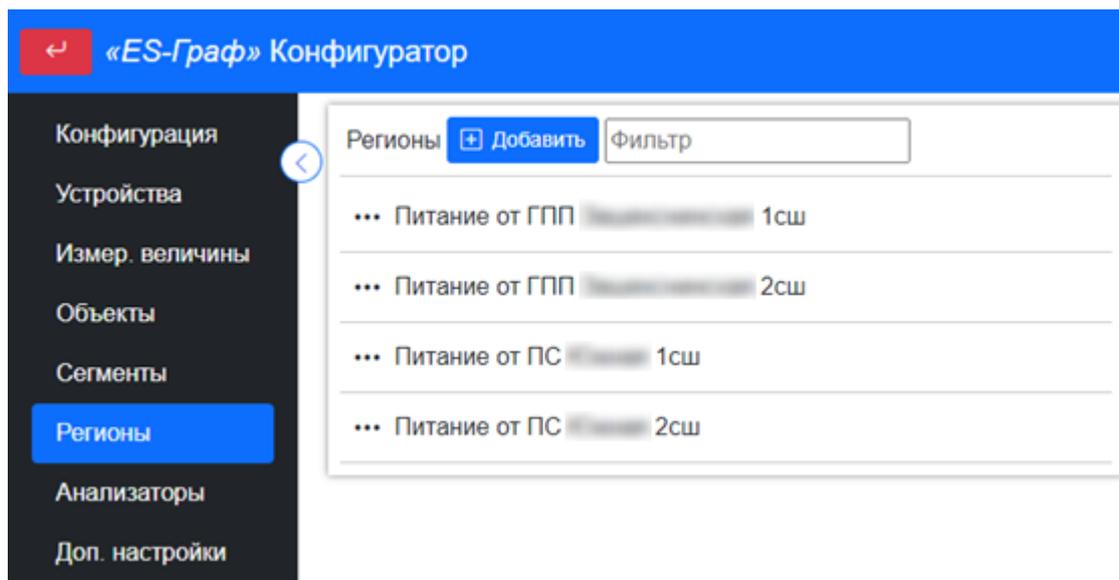


Рисунок 6.12. Регионы

Для добавления сегмента к региону необходимо кликнуть на его название в списке доступных сегментов. Для исключения сегмента из региона необходимо кликнуть на его название в списке выбранных сегментов.

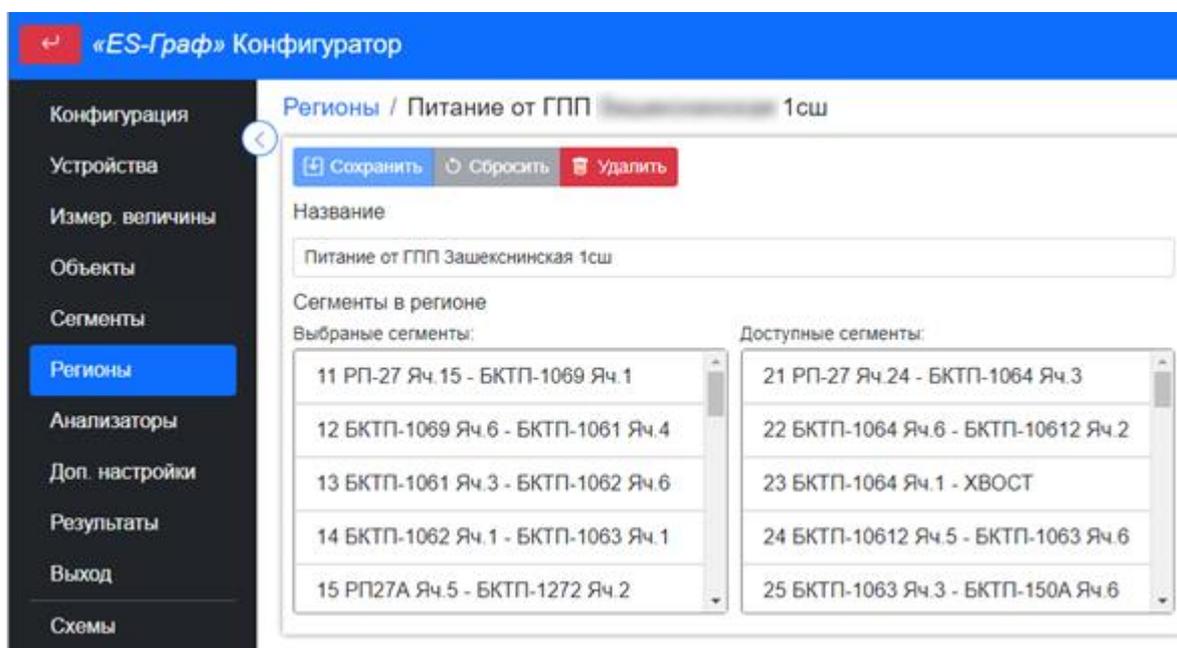


Рисунок 6.13. Настройка региона

На вкладке *Анализаторы* доступно добавление следующих типов анализаторов:

- ОЗЗ, изолированная нейтраль;
- ОЗЗ, компенсированная нейтраль;

- ОЗЗ, по индикаторам;
- ОЗЗ, по индикаторам (ISL);
- КЗ, по фазам (ЭНЛЗ);
- КЗ, (ISL).

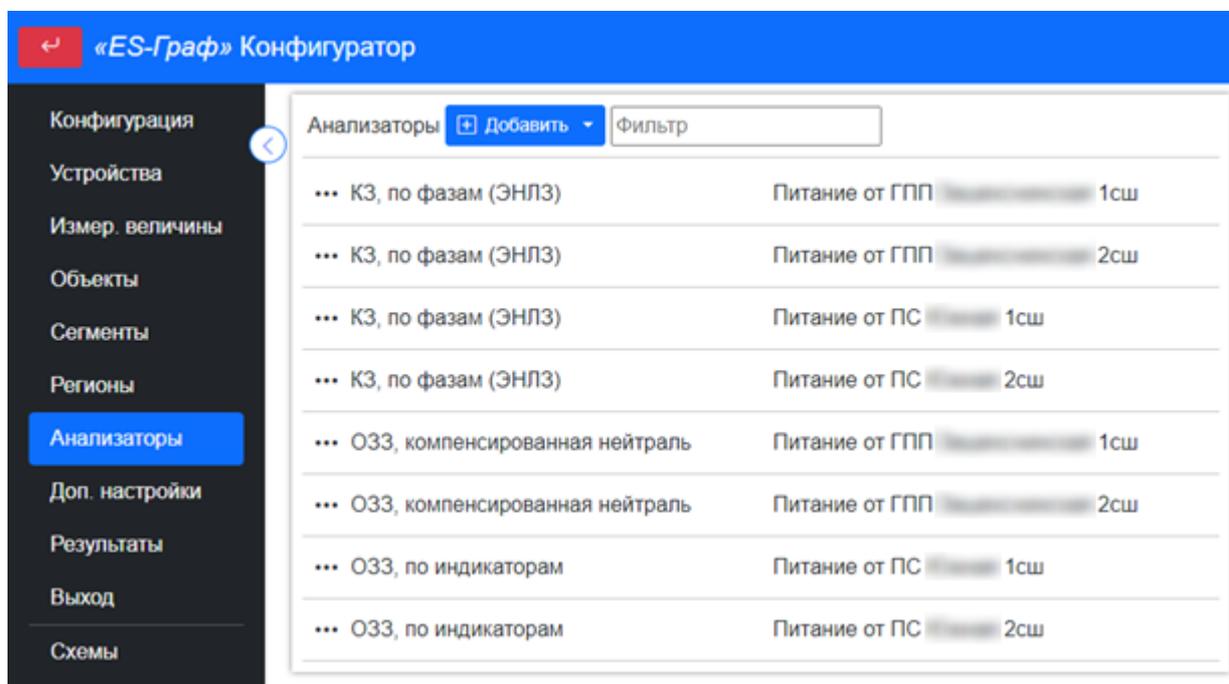


Рисунок 6.14. Анализаторы

Для каждого анализатора необходимо назначить анализируемый регион, входные и выходные измеряемые величины, задать параметры в зависимости от типа анализатора.

Вкладка *Дополнительные настройки* содержит следующие настройки:

- Время ожидания установившегося режима;
- Время ожидания прихода данных;
- Время годности данных;
- Время хранения данных в оперативной памяти;
- Объединенные сегменты – группы сегментов, для которых алгоритм не может дать однозначного ответа, и если хотя бы в одном сегменте группы был обнаружен аварийный режим, то следует показать его во всех сегментах;
- Инвертирование направлений LPCT.

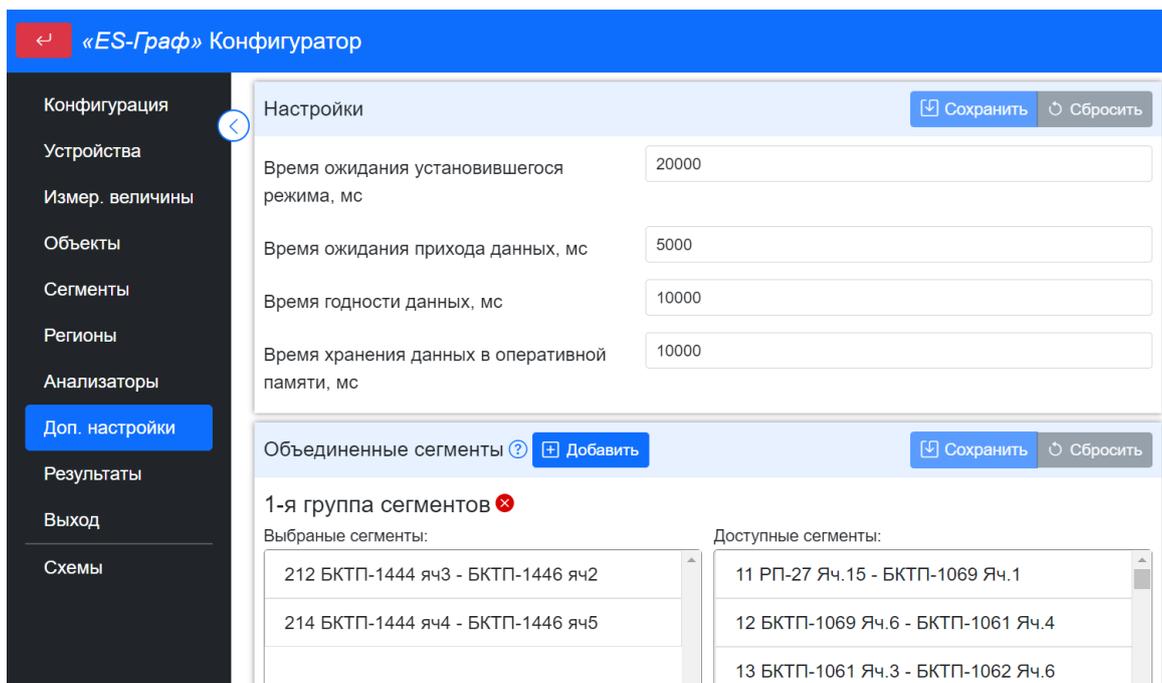


Рисунок 6.15. Дополнительные настройки

На вкладке *Результаты* определяются наборы данных для выдачи результатов.

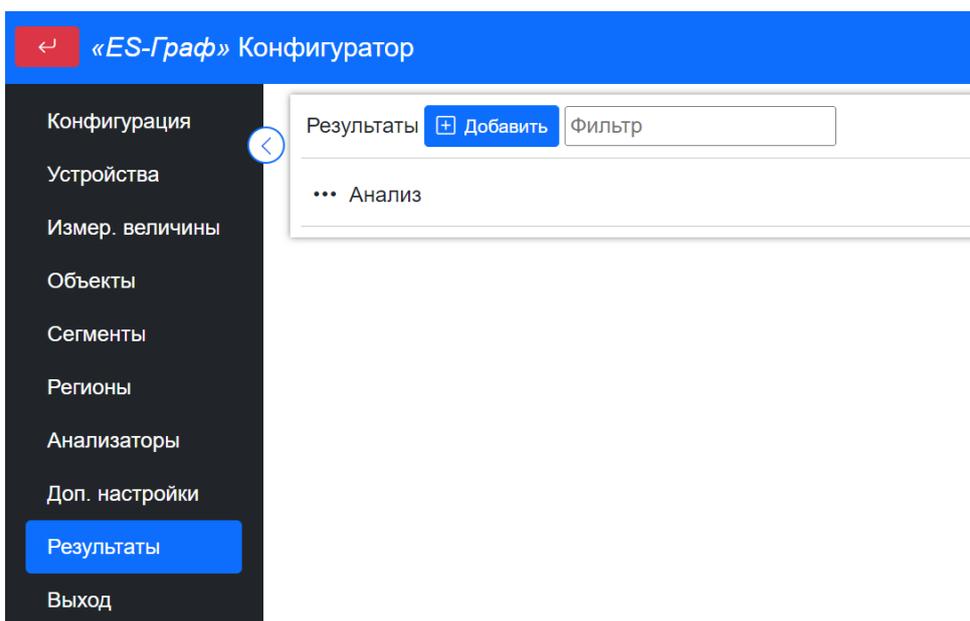


Рисунок 6.16. Результаты

Для каждого набора передаваемых данных добавляются интересующие параметры с указанием сегмента и адреса для выдачи по протоколу МЭК 60870-5-104.

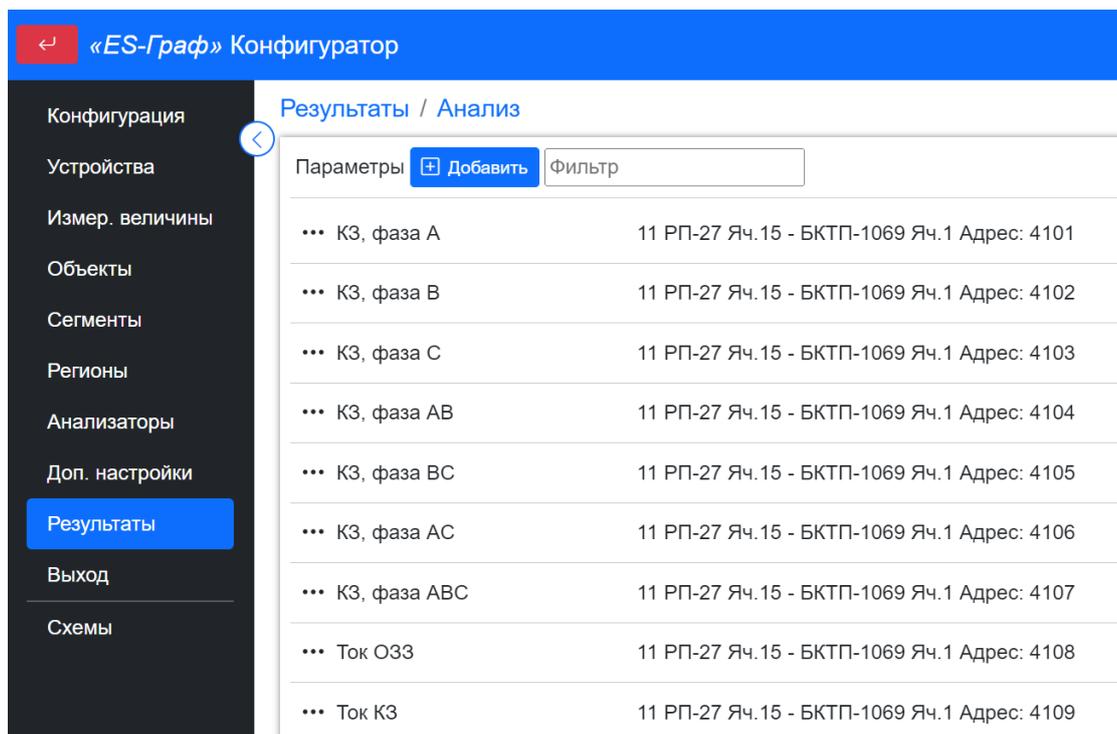


Рисунок 6.17. Настройка параметров

На вкладке *Выход* настраиваются каналы для передачи информации от ПО «ES-граф» по протоколу МЭК 60870-5-104.

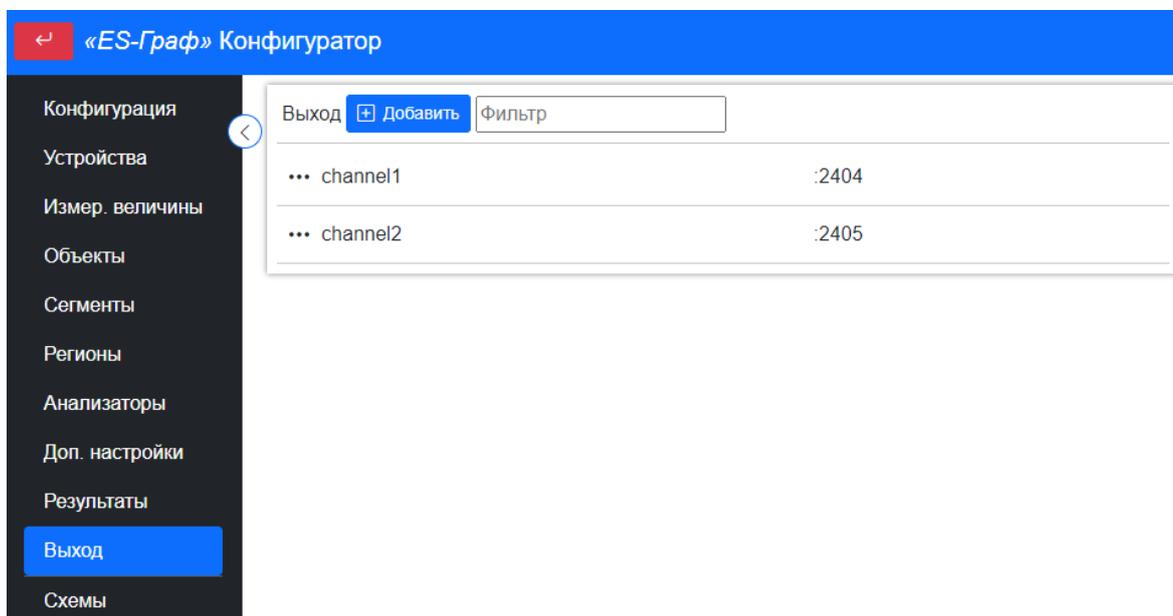


Рисунок 6.18. Каналы для выдачи данных

Необходимо задать параметры протокола, адрес сокета ПО «ES-Граф», адрес удаленного клиента.

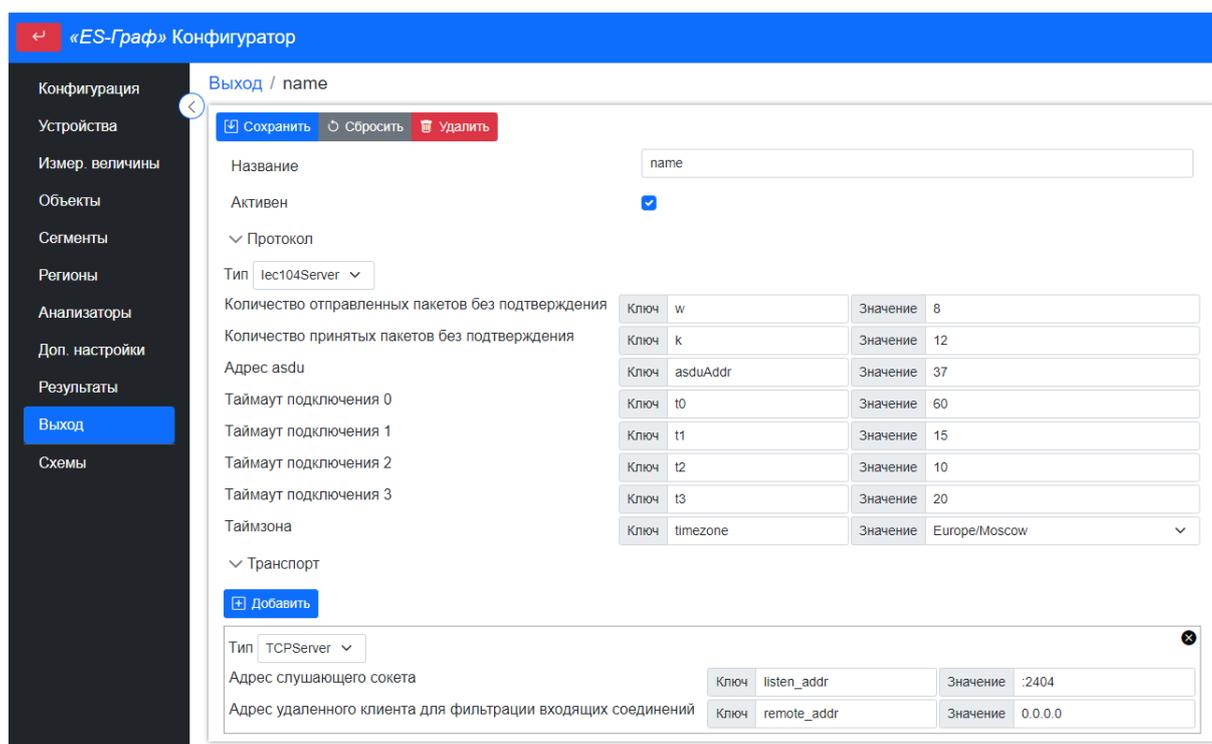


Рисунок 6.19. Настройка выдачи данных

Вкладка *Схема* предназначена для визуализации расположения объектов. При создании новой схемы в качестве основы можно загрузить изображение, либо использовать карту OpenStreetMap.

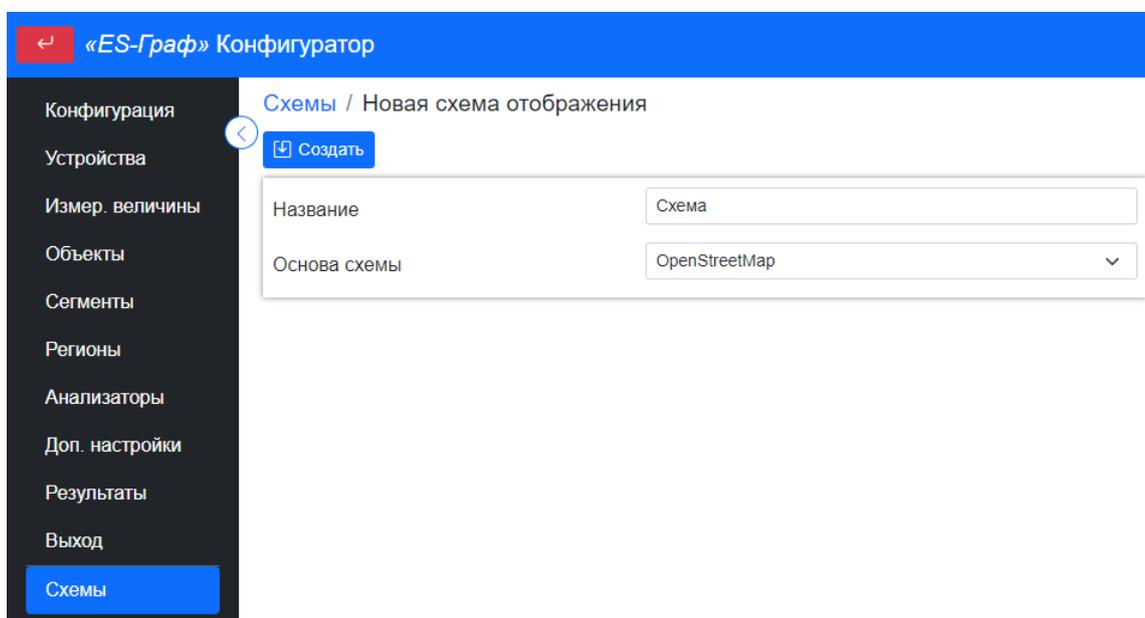


Рисунок 6.20. Добавление новой схемы

При редактировании схемы в левой части экрана отображаются сконфигурированные объекты. Для добавления объекта на схему необходимо нажать на соответствующую

иконку со знаком «+» и выбрать место на схеме. Настроенные сегменты отображаются автоматически при активации опции *Сегменты* в правом верхнем углу.

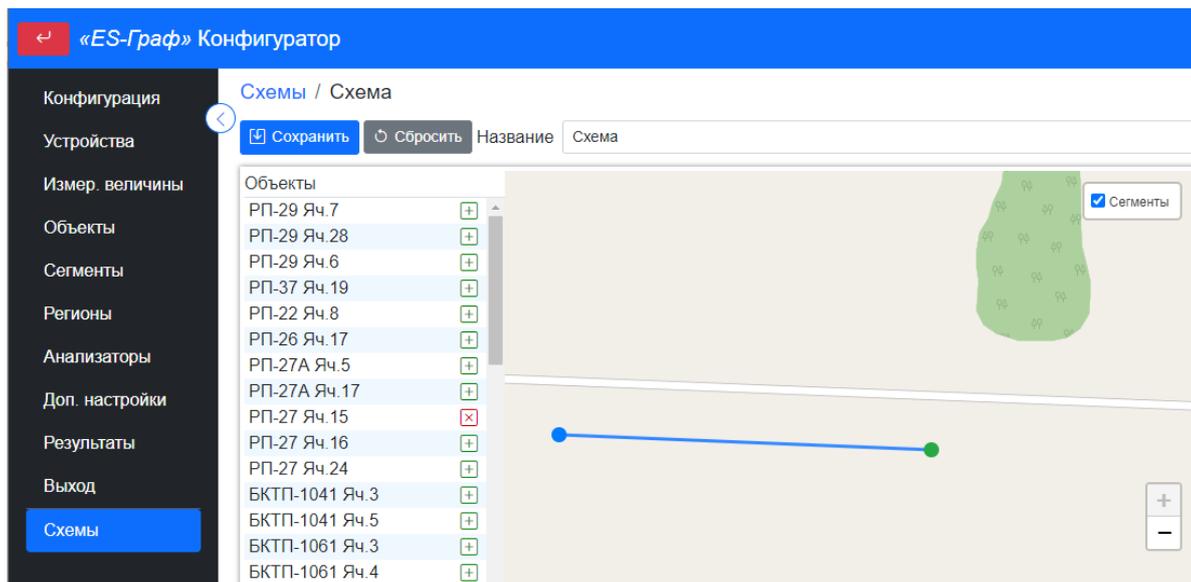


Рисунок 6.21. Настройка схемы

6.2 Обновление ПО

ПО «ES-Граф» постоянно дорабатывается и улучшается. Для получения информации об обновлениях подпишитесь на новостную рассылку на сайте enip2.ru

7 Поддержка

ООО «Инженерный центр «Энергосервис» производит поддержку ПО «ES-Граф» на протяжении всего жизненного цикла, при необходимости осуществляется устранение неисправностей и совершенствование ПО.

Служба технической поддержки ООО «Инженерный центр «Энергосервис» проводит консультации по установке, настройке, эксплуатации, обновлению ПО «ES-Граф», а также осуществляет подготовку персонала организаций, использующих ПО «ES-Граф».

Контактная информация службы технической поддержки:

Официальный сайт: www.enip2.ru

Телефон: +7 (8182) 65-75-65

Электронная почта: enip2@ens.ru