

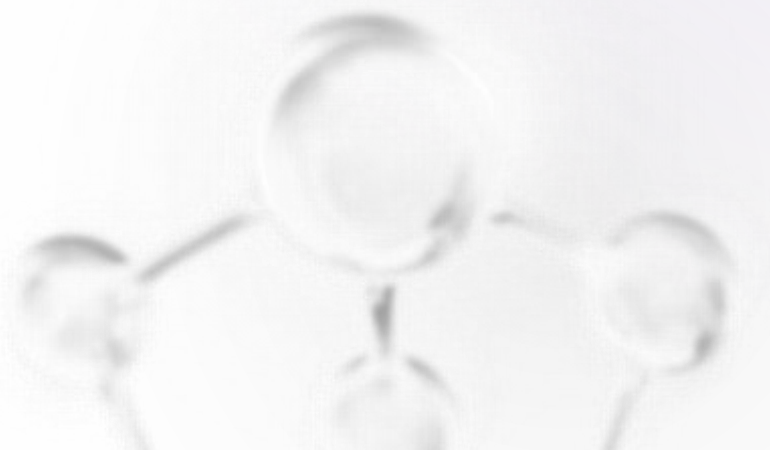
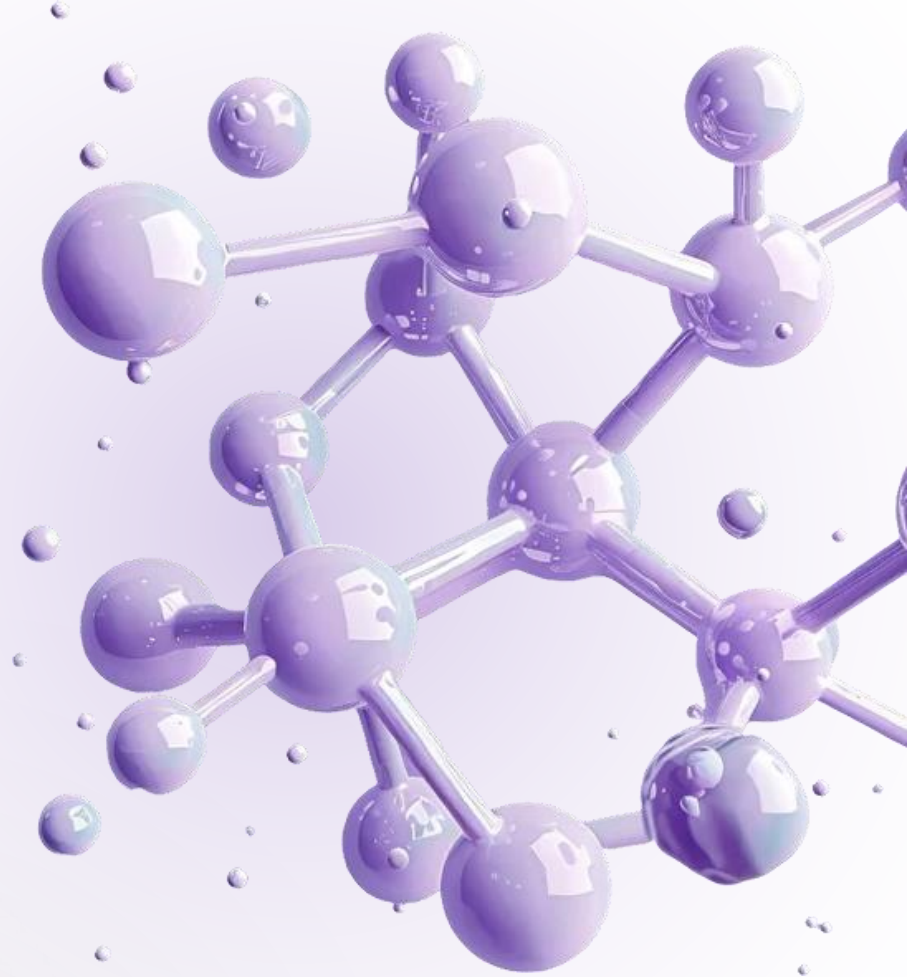


Реализация ОЗП Цифровая модель систем электрообеспечения

Черкасов С.А.



ИЦК ХИМИЯ
И ФАРМАЦЕВТИКА



ОБЩАЯ ИНФОРМАЦИЯ

Заказчик: АО «Апатит»

Разработчик: ООО «РТСофт-Смарт Грид»

Наименование проекта: Цифровая модель систем электроснабжения

Срок реализации: 01.07.2025 – 31.12.2026

Бизнес-функции 2 уровня ИТ ландшафта ИЦК «Химия и фармацевтика»:

- энергоснабжение
- надежность и безопасность (в энергоснабжении)

Приоритет по бизнес-функции 2 уровня - 1

Для оптимального и эффективного производственного процесса необходимо обеспечить высокую точность учета энергоресурсов



О ПРОЕКТЕ

Цели проекта

- ✓ Создание комплексного инструмента для моделирования сетей электроснабжения предприятий, расчета электрических режимов и уставок релейной защиты и автоматики, на основе которых можно проводить анализ работы сети и разрабатывать корректирующие мероприятия
- ✓ Разработка и внедрение бизнес-процесса по моделированию электрической сети на уровне площадки с использованием программного комплекса

Предпосылки

- ✓ Растущая сложность задач надежного электроснабжения промышленных предприятий и необходимость современного инструмента моделирования, расчетов и анализа систем электроснабжения
- ✓ Уход с российского рынка западных вендоров ПО моделирования энергосистем (PowerFactory, ETAP, SINCAL и др.)
- ✓ Ограничения существующих российских продуктов моделирования, расчетов и анализа энергосистем (функциональные, архитектурные, информационные)
- ✓ Необходимость ПО, учитывающего комплексный характер задач электроснабжения промышленных предприятий
- ✓ Развитие НТД (приказы Минэнерго, ГОСТ, СТО) по цифровизации и обмену информационными моделями
- ✓ Необходимость сохранения и развития ранее созданных цифровых моделей систем электроснабжения
- ✓ Потребность в создании и ведении цифровых библиотек моделей электрооборудования

ПЛАН-ГРАФИК ПРОЕКТА

ПО ЭТАПАМ



Этап 1

Достигнутые Результаты Этапа 1:

- 1.1 Разработка и утверждение Технического задания и приёмочной документации
- 1.2 Экспертиза и заключение УГТ – 6
- 1.3 Реализация функций табличного редактора и базы данных единой цифровой модели
- 1.4 Реализация функций расчета параметров схемы замещения оборудования и ЛЭП, ведение библиотек оборудования
- 1.5 Реализация функций расчёта установившихся режимов и токов короткого замыкания

Этап 2

Планируемые результаты Этапа 2:

- 2.1 Графический редактор модели
- 2.2 Модуль обмена информационными моделями
- 2.3 Интеграция разработанных модулей
- 2.4 Внедрение системы ЦМСЭ на пилотной площадке
- 2.5 Регистрация ПО в Реестре российских программ для ЭВМ и баз данных
- 2.6 Экспертиза и заключение УГТ – 9
- 2.7 Передача прав использования ПО

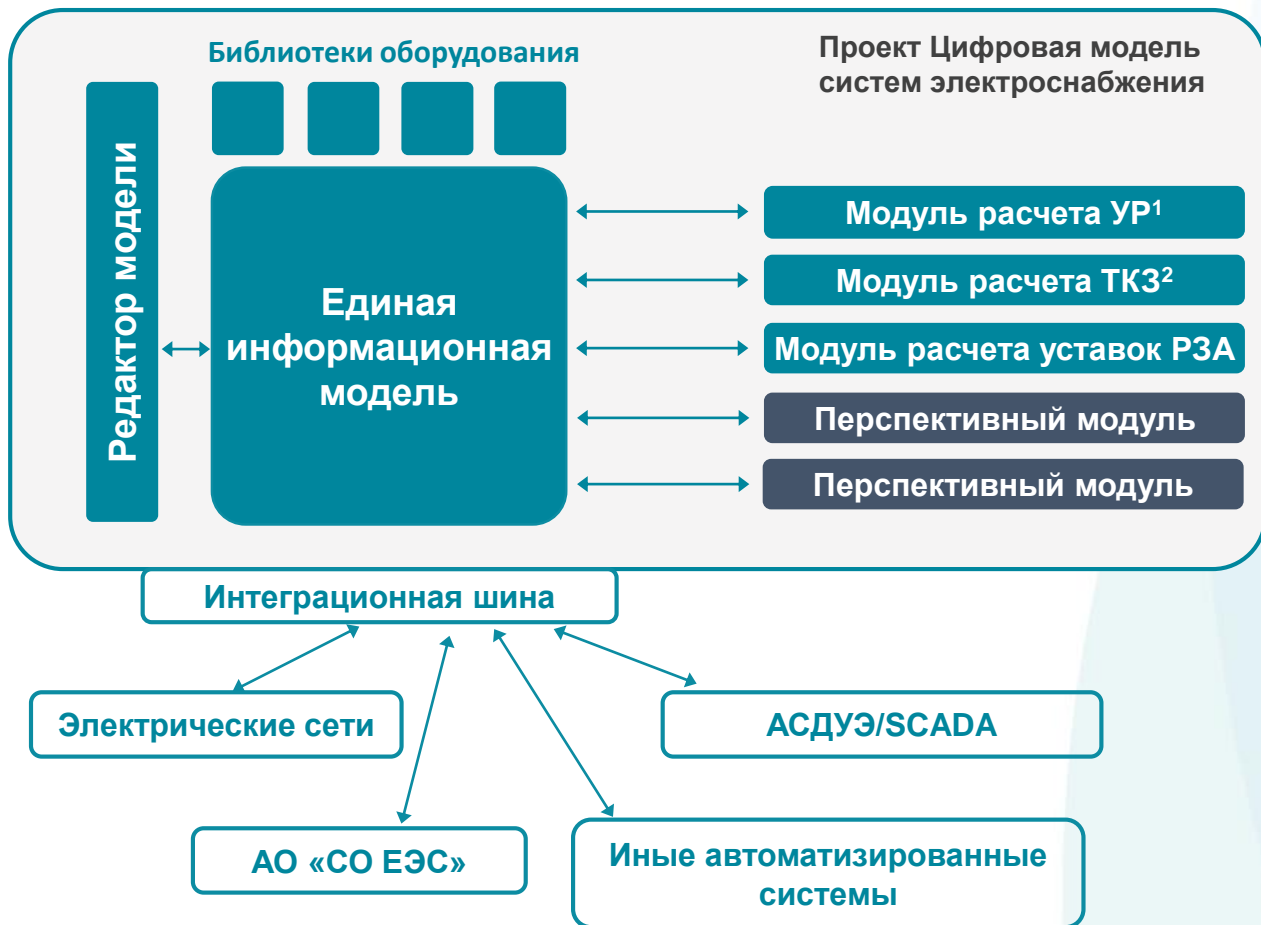
СВОДНЫЙ ОТЧЕТ ПО ЭТАПУ 1

ПЕРИОД 01.07.2025-31.03.2026

Мероприятие	Сроки выполнения работ		Статус/%готовности
	Начало	Окончание	
✓ 1.1 Разработка и утверждение Технического задания и приёмочной документации	01.07.2025	31.08.2025	100
✓ 1.2 Подтверждение УГТ-6	01.07.2025	31.08.2025	100
✓ 1.3 Реализация функций табличного редактора и базы данных единой цифровой модели	01.08.2025	25.12.2025	100
✓ 1.4 Реализация функций расчета параметров схемы замещения оборудования и ЛЭП, ведение библиотек оборудования	01.08.2025	30.11.2025	100
✓ 1.5 1.5 Реализация функций расчёта УР и ТКЗ	01.08.2025	15.03.2026	100

О РЕШЕНИИ

Открытый программный комплекс моделирования



- **Единая информационная модель** энергосистем и систем электроснабжения с табличным и графическим редактором
- **Библиотека оборудования и расчет** параметров схемы замещения
- Ведение **вариаций сети** для перспективного развития
- **Расширяемый набор модулей** для различных видов электротехнических расчетов
- Автоматизированный обмен **информационными моделями** с внешними организациями (СО ЕЭС, Россети) по ГОСТ Р 58651
- **Интеграция** с АСДУЭ/SCADA⁴, СУПА/ERP⁵ и другими системами
- **Конвертация** ранее созданных моделей из другого ПО

¹УР – установившийся режим

²ТКЗ – токи короткого замыкания

³РЗА – релейная защита и автоматика

⁴АСДУЭ/SCADA - Автоматизированная система диспетчерского управления электроснабжением

⁵СУПА/ERP – система управления производственными активами

О РЕШЕНИИ

Электротехнические расчеты

Расчет установившихся режимов с учетом:

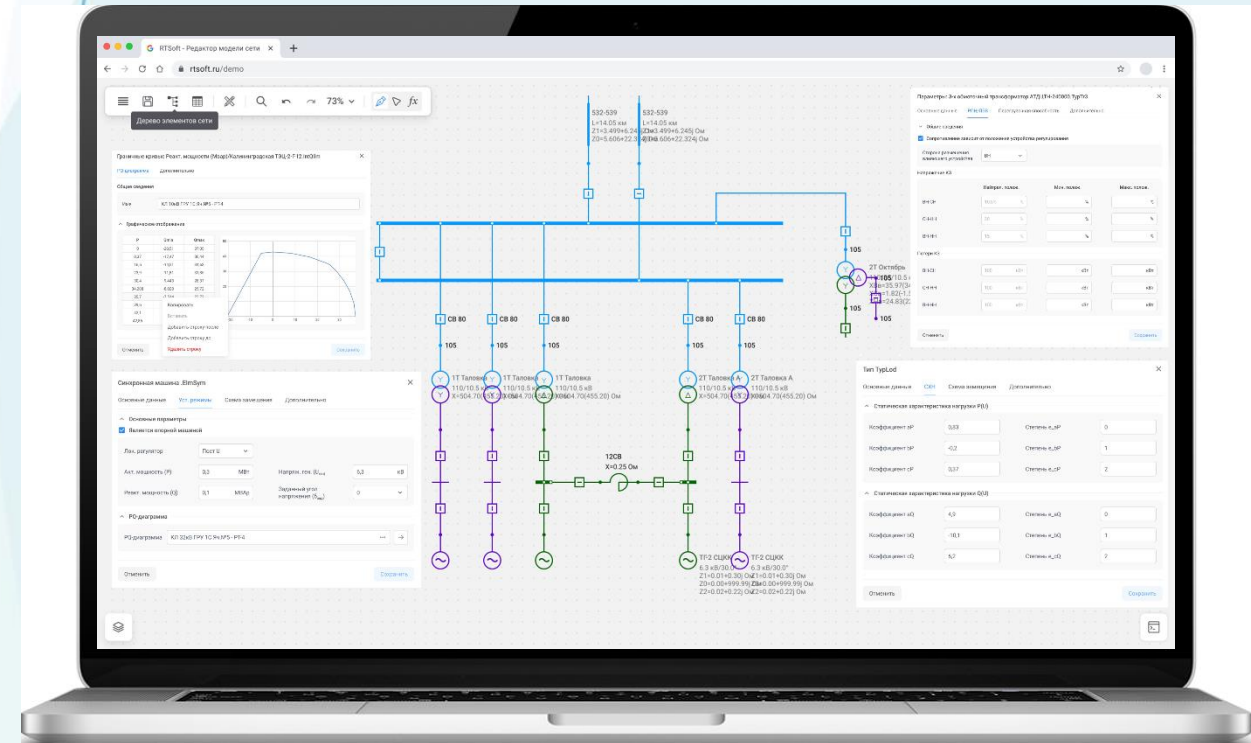
- статических характеристик нагрузки
- P-Q диаграмм генераторов
- наличия устройств регулирования напряжения
- характерных подрежимов для ремонтных и послеаварийных схем

Расчет токов короткого замыкания для одиночных и множественных повреждений:

- все виды коротких замыканий
- сложные виды повреждений (продольная несимметрия и др.)
- однофазные замыкания на землю с учетом режима заземления нейтрали

Автоматизированный расчет уставок защит любой сложности для сетей всех классов напряжений свыше 1 кВ:

- Инструменты создания библиотек методик расчета уставок для любого производителя и типа устройства релейной защиты и автоматики (РЗА)
- Автоматическое формирование бланков уставок и пояснительной записки

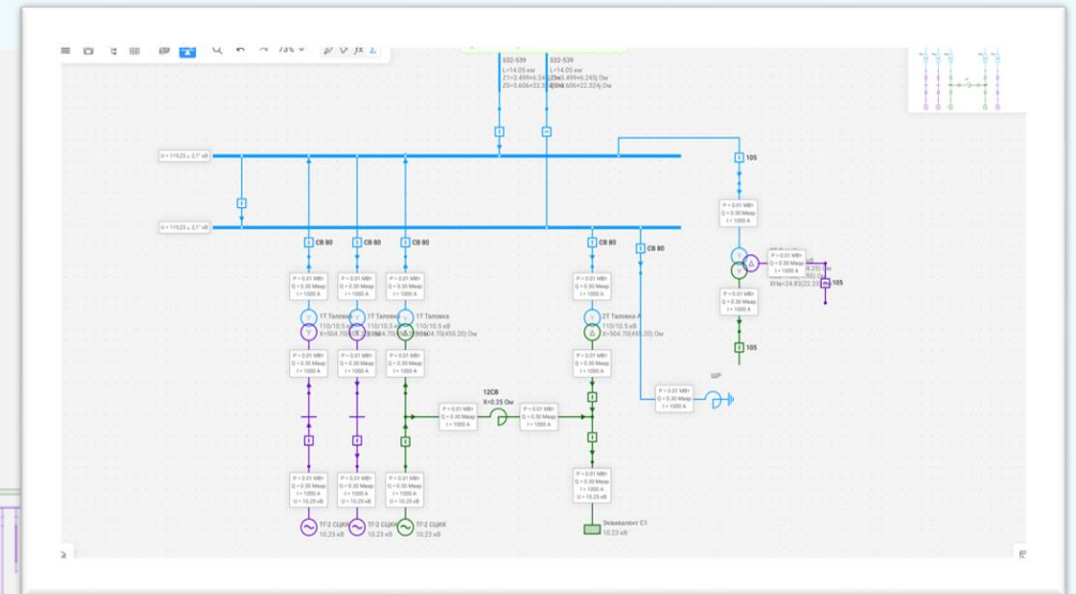
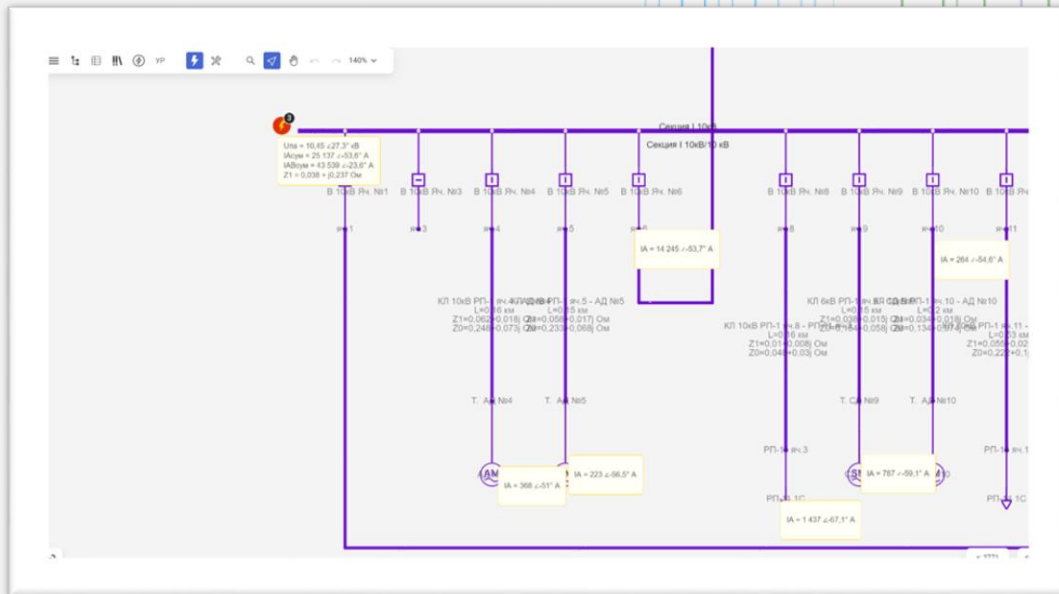


Макеты интерфейса

графический редактор

результаты расчётов

Результаты расчета ТКЗ



Результаты расчета УР

x: -2470
y: -4981

Макеты интерфейса

табличный редактор

библиотека оборудования

Таблица данных 2-х обмоточных трансформаторов

Имя	Тип	Сторона ВН	Сторона НН	Объект	Текущее состояние	Редд, Ом	Хедд, Ом	Редд
T-2	ТМЗ 630 кВА 10 0.4 кВ	Т. ВН-T2	Т. Т2-ВН2	ТП-5	Включен	0	0	0
T-1	ТМЗ 630 кВА 10 0.4 кВ	Т. ВН-T1	Т. Т1-ВН1	ТП-5	Включен	0	0	0
TCH-1	ТМ-400/10	Т.ТCH-1	ТCH-1 0.4кВ	ГПП-1 10кВ	Включен	0	0	0
T-1	ТМЗ 250 кВА 10 0.4 кВ	Ввод-1 КТП 10/0.4кВ	Т. Т1-ВН1	КТП-1	Включен	0	0	0
T-1	ТМЗ-1000/10 Uk 5.84	Т. ВН-T1	Т. Т1-ВН1	ТП-1	Включен	0	0	0
T-2	ТМЗ-1000/10 Uk 5.84	Т. ВН-T2	Т. Т2-ВН2	ТП-1	Включен	0	0	0
T-2	ТМЗ-630/10 Uk 5.81	Т. ВН-T2	Т. Т2-ВН2	ТП-3	Включен	0	0	0
T-1	ТМЗ-630/10 Uk 5.81	Т. ВН-T1	Т. Т1-ВН1	ТП-3	Включен	0	0	0
T-2	ТМЗ-1000/10 Uk 5.84	Т. ВН-T2	Т. Т2-ВН2	ТП-6	Включен	0	0	0
T-1	ТМЗ-1000/10 Uk 5.84	Т. ВН-T1	Т. Т1-ВН1	ТП-6	Включен	0	0	0
T-1	ТМЗ-1000/10 Uk 5.84	Т. ВН-T1	Т. Т1-ВН1	ТП-2	Включен	0	0	0
T-2	ТМЗ-1000/10 Uk 5.84	Т. ВН-T2	Т. Т2-ВН2	ТП-2	Включен	0	0	0
T-2	ТМ 400 кВА 10 0.4 кВ	Т. ВН-T2	Т. Т2-ВН2	ТП-4	Включен	0	0	0
T-1	ТМ 400 кВА 10 0.4 кВ	Т. ВН-T1	Т. Т1-ВН1	ТП-4	Включен	0	0	0
TCH-2	ТМ-250/6	Т.ТCH-2	ТCH-2 0.4кВ	ГПП-1 6кВ	Включен	0	0	0
T-1	ТМЗ 630 кВА 10 0.4 кВ	Т. ВН-T1	Т. Т1-ВН1	КТП-2	Включен	0	0	0

Таблица данных асинхронных машин

Имя	Тип	Объект	Узел	Uном, кВ	Текущее состояние	Режим раб...	P, МВт	Q, МВАр
АД №22	4АРМ-500/6000 500кВт	РП-5	Т. АД №22	-	Включен	АД	0	0
АД №20	4АРМ-315/6000 315кВт	РП-5	Т. АД №20	-	Включен	АД	0,310...	0
АД №15	4АРМ-500/6000 500кВт	РП-5	Т. АД №15	-	Включен	АД	0,5	0
АД №20	4АРМ-630/10000 УХЛ4 ...	РП-1	Т. АД №20	-	Включен	АД	0,5	0
АД №4	ДАЗО4-450У-4У1 800 к...	РП-1	Т. АД №4	-	Включен	АД	0,550...	0
АД №10	4АРМ-630/10000 УХЛ4 ...	РП-1	Т. АД №10	-	Включен	АД	0,430...	0
АД №5	ДАЗО4-450У-4МУ1 630 ...	РП-1	Т. АД №5	-	Включен	АД	0,430...	0
АД №15	ДАЗО4-400Х-6У1 315 к...	РП-2	Т. АД №15	-	Включен	АД	0	0
АД №8	ДАЗО4-400У-6У1 400 к...	РП-2	Т. АД №8	-	Включен	АД	0,217...	0
АД №10	ДАЗО4-450У-4У1 800 к...	РП-2	Т. АД №10	-	Включен	АД	0,735...	0
АД №23	ДАЗО4-450У-4У1 800 к...	РП-2	Т. АД №23	-	Включен	АД	0,814...	0
АД №5	ДАЗО4-400У-6У1 400 к...	РП-2	Т. АД №5	-	Включен	АД	0,212...	0
АД №32	ДАЗО4-450У-4У1 800 к...	РП-2	Т. АД №32	-	Включен	АД	0,829...	0
АД №24	ДАЗО4-450У-4У1 800 к...	РП-2	Т. АД №24	-	Включен	АД	0	0
АД №25	ДАЗО4-400Х-6У1 315 к...	РП-2	Т. АД №25	-	Включен	АД	0,314...	0
АД №33	ДАЗО4-400У-6У1 400 к...	РП-2	Т. АД №33	-	Включен	АД	0,212...	0

Таблица данных выключателей

Имя	Тип	Объект	Начало	Конец	Тип КА	Число фаз	Положение
В 10кВ Яч. №28	-	ГПП-1 10кВ	Секция I 10 кВ	яч.28	Выключатель	3	Отключ
В 10кВ Яч. №34	-	ГПП-1 10кВ	Секция I 10 кВ	яч.34	Выключатель	3	Отключ
В 10кВ Яч. №56	-	ГПП-1 10кВ	Секция I 10 кВ	яч.56	Выключатель	3	Включе
В 10кВ Яч. №49	-	ГПП-1 10кВ	Секция II 10 кВ	яч.49	Выключатель	3	Отключ
В 10кВ Яч. №27	-	ГПП-1 10кВ	Секция I 10 кВ	яч.27	Выключатель	3	Включе
ЛР 110 Т-2	-	ГПП-1 110кВ	Т-2.ЛР-В	Ввод 2 ГПП-1	Разъединитель	3	Включе
ЛР 110 Т-1	-	ГПП-1 110кВ	Т-1.ЛР-В	Ввод 1 ГПП-1	Разъединитель	3	Включе
В 110 Т-2	ВМТ-110	ГПП-1 110кВ	Т-2.ВН	Т-2.ВН	Выключатель	3	Включе
В 110 Т-1	ВМТ-110	ГПП-1 110кВ	Т-1.ЛР-В	Т-1.ВН	Выключатель	3	Включе
В НН 0.4кВ	-	КТП-1	И.с.	Т. Т1-ВН1	Выключатель	3	Включе
Р-10кВ	-	КТП-1	Ввод-1 КТП 10/0.4кВ	Ввод Р-ТП	Разъединитель	3	Включе
В 10кВ Яч. №8	-	РП-1	Секция I 10кВ	яч.8	Выключатель	3	Включе
В 10кВ Яч. №9	-	РП-1	Секция I 10кВ	яч.9	Выключатель	3	Включе
СВ 10кВ Яч. №12	-	РП-1	Т. СВ-ШМ	Секция I 10кВ	Выключатель	3	Отключ
В 10кВ Яч. №3	-	РП-1	Секция I 10кВ	яч.3	Выключатель	3	Отключ
В 10кВ Яч. №4	-	РП-1	Секция I 10кВ	яч.4	Выключатель	3	Включе

Таблица данных линий

Имя	Тип	Ссылка на ...	Объект	Начало	Конец	Текущее состояние	Uном, кВ
1824-1827	-	1822-1825 1823-1...	Тестовая сеть	1824	1827	Включен	110
КЛ 6кВ РП-5 яч...	АПВВНг-10-1х240	-	РП-5	яч.4	Т. Г2 ПТ-12	Включен	6
КЛ 6кВ РП-5 яч...	РГ7Н10R-6-3х50	-	РП-5	яч.15	Т. АД №15	Включен	6
КЛ 6кВ РП-5 яч...	КА9РВ-10-1х240	-	РП-5	РП-51 яч.18	яч.18	Включен	6
КЛ 6кВ РП-5 яч...	РГ7Н10R-6-3х50	-	РП-5	яч.22	Т. АД №22	Включен	6
Шинный мост к ...	ШМ 6кВ	-	РП-5	Т.2.Р №2	яч.14	Включен	6
КЛ 6кВ РП-5 яч...	ААШВ-6-3х120	-	РП-5	яч.20	Т. АД №20	Включен	6
КЛ 6кВ РП-5 яч...	ААШВ-6-3х150	-	РП-5	яч.16	РП-52 яч.18	Включен	6
КЛ 6кВ РП-5 яч...	АПВВНг-10-1х240	-	РП-5	яч.5	Т. Г1 Р-12	Включен	6
КЛ 6кВ РП-5 яч...	КА9РВ-10-1х240	-	РП-5	РП-51 яч.3	яч.19	Включен	6
Шинный мост к ...	ШМ 6кВ	-	РП-5	яч.8	Т.1.Р №2	Включен	6
КЛ 6кВ РП-5 яч...	ААШВ-6-3х150	-	РП-5	яч.13	РП-52 яч.1	Включен	6
Шинный мост к ...	ШМ 6кВ	-	РП-5	яч.17	Т.2.Р №1	Включен	6
Шинный мост к ...	ШМ 6кВ	-	РП-5	яч.7	Т.1.Р №1	Включен	6
1832-1833	-	1864-1865 1832-1...	Тестовая сеть	1832	1833	Включен	110
ВЛ 110кВ ПС Вн...	1843-682	-	Тестовая сеть	1843	Ввод 2 ГПП-1	Включен	110



**СПАСИБО ЗА
ВНИМАНИЕ!**