



АКЦИОНЕРНОЕ ОБЩЕСТВО

«СИСТЕМНЫЙ ОПЕРАТОР
ЕДИНОЙ ЭНЕРГЕТИЧЕСКОЙ СИСТЕМЫ»

Филиал АО «СО ЕЭС» ОДУ Сибири

ПК ГРОМ

Применение ПК ГРОМ при планировании
электроэнергетических режимов (в части
составления графиков ремонтов)

2020



Предметная область

2

Планирование графика ремонтов:

- Месячный график ремонтов.
- Годовой график ремонтов.

Оперативное планирование:

- Еженедельное совещание по ремонтам.
- Ежедневная оценка заявок (плановых/неплановых/аварийных(неотложных)).

Исходные данные:

- Текущее сочетание ремонтов.
- Значения влияющих факторов (далее - ВФ) и управляющих воздействий (далее - УВ) от ПА.

Необходимо оценивать:

- Возможность совмещения ремонтов.
- Значения предельных перетоков:
 - При месячном графике: для каждого дня и каждого сечения.
 - При оперативном планировании: для каждого совмещения.



Проблемы

Периодическое выполнение обработки вручную большого объёма данных с использованием подходов, поддающихся автоматизации

Ошибки ввиду большого объёма исходных данных

Необходимость в сжатые сроки оценки множества возможных вариантов графика ремонтов

Поиск и расчёт значений МДП для каждой схемы вручную (формул может быть больше 10)

Решения

Автоматизация системы поиска схемы и расчёта МДП (выбор подходящей схемы при указанных ВФ)

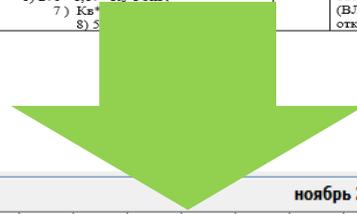
Система графической сигнализации



Назначение программного комплекса

Расчёт величины МДП в КС ОДУ.

№ п/п	Схема сети	Период	Температура наружного воздуха °С	Максимально допустимый перегрев ⁶ МВт		Аварийно допустимый перегрев к° МВт	Критерий определения МДП без ПА	Критерий определения МДП с ПА	Критерий определения АДП	Необходимость контроля иных параметров при управлении режимом		
				МДП без ПА	МДП с ПА					МДП без ПА	МДП с ПА	АДП
1.	Нормальная схема	зима	-5 и ниже	Минимальный из: 1) $K_в \cdot (545\text{В}-1,08 \cdot P_г);$ 2) $K_в \cdot (545\text{В}-1,13 \cdot P_{сш} \text{ тэц шпгко});$ 3) $K_в \cdot (545\text{В}-1,07 \cdot P_{сш}^{220 \text{ ч}});$ 4) $K_в \cdot (545\text{В}-1,11 \cdot P_{сш}^{110 \text{ ч}});$ 5) $K_в \cdot 320\text{В};$ 6) 290	Минимальный из: 1) $K_в \cdot (545\text{В}-1,08 \cdot P_{г1}+1,17 \cdot K_1 \cdot P_{он1});$ $K_в \cdot (545\text{В}-1,08 \cdot P_{г2}+1,17 \cdot K_2 \cdot P_{он1});$ $K_в \cdot (545\text{В}-1,08 \cdot P_{г3}+1,17 \cdot K_3 \cdot P_{он1});$ 2) $K_в \cdot (545\text{В}-1,13 \cdot P_{сш} \text{ тэц шпгко});$ 3) $K_в \cdot (545\text{В}-1,07 \cdot P_{сш}^{220 \text{ ч}});$ 4) $K_в \cdot (545\text{В}-1,11 \cdot P_{сш}^{110 \text{ ч}});$ 5) $K_в \cdot (320\text{В}+1,17 \cdot K_г \cdot P_{он2});$ 6) $290+1,17 \cdot K_г \cdot P_{он3};$ 7) $K_в \cdot 465\text{В};$ 8) 505	595В	1) 8% Р ПАР отключение Блока Харанорской ГРЭС 2) 8% Р ПАР отключение СШ 110 кВ ТЭЦ ШПГХО) 3) 8% Р ПАР Отключение 2 СШ 220 кВ Читинской ТЭЦ-1 4) 8% Р ПАР Отключение 2 СШ 110 кВ Читинской ТЭЦ-1 5) 8% Р ПАР отключение ВЛ 220 кВ Петровск-Забайкальская – Бада (ВЛ-285) и ВЛ 220 кВ Петровск-Забайкальская – Тарбагатай (ВЛ-286) 6) АДТН ВЛ 220 кВ Петровск-Забайкальская – Чита (ВЛ-584) ПАР отключение ВЛ 220	1) 8% Р ПАР отключение Блока Харанорской ГРЭС с учетом работы ЛАПНУ Харанорской ГРЭС 2) 8% Р ПАР отключение СШ 110 кВ ТЭЦ ШПГХО 3) 8% Р ПАР отключение системы шин 220 кВ Читинской ТЭЦ-1 с учетом работы ЛАПНУ Читинской ТЭЦ-1 4) 8% Р ПАР отключение системы шин 110 кВ Читинской ТЭЦ-1 с учетом работы ЛАПНУ Читинской ТЭЦ-1 5) 8% Р ПАР отключение ВЛ 220 кВ Петровск-Забайкальская – Бада (ВЛ-285) и ВЛ 220 кВ Петровск-Забайкальская – Тарбагатай (ВЛ-286) с учетом работы ЛАПНУ ПС 220 кВ Петровск-Забайкальская	8% Р исходная схема	-	-	-
			0	Минимальный из: 1) $K_в \cdot (545\text{В}-1,08 \cdot P_г);$ 2) $K_в \cdot (545\text{В}-1,13 \cdot P_{сш} \text{ тэц шпгко});$ 3) $K_в \cdot (545\text{В}-1,07 \cdot P_{сш}^{220 \text{ ч}});$ 4) $K_в \cdot (545\text{В}-1,11 \cdot P_{сш}^{110 \text{ ч}});$ 5) $K_в \cdot 320\text{В};$ 6) 280	Минимальный из: 1) $K_в \cdot (545\text{В}-1,08 \cdot P_{г1}+1,17 \cdot K_1 \cdot P_{он1});$ $K_в \cdot (545\text{В}-1,08 \cdot P_{г2}+1,17 \cdot K_2 \cdot P_{он1});$ $K_в \cdot (545\text{В}-1,08 \cdot P_{г3}+1,17 \cdot K_3 \cdot P_{он1});$ 2) $K_в \cdot (545\text{В}-1,13 \cdot P_{сш} \text{ тэц шпгко});$ 3) $K_в \cdot (545\text{В}-1,07 \cdot P_{сш}^{220 \text{ ч}});$ 4) $K_в \cdot (545\text{В}-1,11 \cdot P_{сш}^{110 \text{ ч}});$ 5) $K_в \cdot (320\text{В}+1,17 \cdot K_г \cdot P_{он2});$ 6) $280+1,17 \cdot K_г \cdot P_{он3};$ 7) $K_в \cdot 465\text{В};$ 8) 505							
			5	Минимальный из: 1) $K_в \cdot (545\text{В}-1,08 \cdot P_г);$ 2) $K_в \cdot (545\text{В}-1,13 \cdot P_{сш} \text{ тэц шпгко});$ 3) $K_в \cdot (545\text{В}-1,07 \cdot P_{сш}^{220 \text{ ч}});$ 4) $K_в \cdot (545\text{В}-1,11 \cdot P_{сш}^{110 \text{ ч}});$ 5) $K_в \cdot 320\text{В};$ 6) 270	Минимальный из: 1) $K_в \cdot (545\text{В}-1,08 \cdot P_{г1}+1,17 \cdot K_1 \cdot P_{он1});$ $K_в \cdot (545\text{В}-1,08 \cdot P_{г2}+1,17 \cdot K_2 \cdot P_{он1});$ $K_в \cdot (545\text{В}-1,08 \cdot P_{г3}+1,17 \cdot K_3 \cdot P_{он1});$ 2) $K_в \cdot (545\text{В}-1,13 \cdot P_{сш} \text{ тэц шпгко});$ 3) $K_в \cdot (545\text{В}-1,07 \cdot P_{сш}^{220 \text{ ч}});$ 4) $K_в \cdot (545\text{В}-1,11 \cdot P_{сш}^{110 \text{ ч}});$ 5) $K_в \cdot (320\text{В}+1,17 \cdot K_г \cdot P_{он2});$ 6) $270+1,17 \cdot K_г \cdot P_{он3};$ 7) $K_в \cdot 465\text{В};$ 8) 5							



Сечение	Акцепт	№Сеч	Начало ремонта	ноябрь 2020																														Конец ремонта		
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30			
Бурятия - Чита (В Читу)		12	Ртах МДП	330	345	345	345	345	345	345	345	345	345	345	345	330	330	350	350	350	350	350	330	330	340	340	340	340	340	330	330	344				
		Рплан тах сут	286	286	286	286	286	286	286	286	286	286	286	286	286	286	286	115	286	127	286	286	142	136	286	286	286	286	218	286	286	286				
		Индикатор допустимости	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■	■			
		Использование ПА	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓				
		23.11.2020 00:00																															ВЛ 220 кВ Бада – Хилок (ВЛ-287)		27.11.2020 23:59	
		30.11.2020 00:00																															ВЛ		30.11.2020 23:59	
02.11.2020 00:00																																	ВЛ 220 кВ Хилок – Могзон (ВЛ-289)		13.11.2020 23:59	
16.11.2020 00:00																																		ВЛ 220 кВ Чита – Могзон с отпайкой		20.11.2020 23:59



Назначение программного комплекса

Сигнализация о превышении планируемых значений перетоков.

Сечение	Акцепт	№Сеч	Начало ремонта	ноябрь 2020																														Конец ремонта																							
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30																								
Казахстан - Сибирь-2 (На Урал)	<input type="checkbox"/>	10052	Pmax МДП	775	775	775	775	775	775	775	775	775	775	1175	1075	1075	1075	1075	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	1225	1225	1225	1225	1225	1225	1225																									
			Pплан max сут	1113	646	1076	1106	1077	679	1174	1106	653	646	469	646	646	875	963	536	812	1078	788	761	855	1104	1108	772	1103	1098	1098	1003	1111	1231																								
			Индикатор допустимости	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н																								
			Использование ПА	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓																								
			28.10.2020 00:00	ВЛ 500 кВ Барабинская – Восход																																																			10.11.2020 23:59		
			12.11.2020 00:00																																	20.11.2020 23:59																					
			16.11.2020 00:00																																	22.11.2020 23:59																					
			28.10.2020 00:00	ВЛ 500 кВ Заря – Барабинская																																																			10.11.2020 23:59		
			23.11.2020 00:00																																		06.12.2020 23:59																				
			24.10.2020 00:00	ВЛ 500 кВ Алтай – Итатская																																																					15.11.2020 23:59
		01.11.2020 00:00	2СШ 500 кВ ПС 500 кВ Барнаулская																																																						08.11.2020 23:59
		16.11.2020 00:00																																			22.11.2020 23:59																				
		16.11.2020 00:00																																			22.11.2020 23:59																				



— Интегральной пропускной способности сечения не достаточно:
 $100 * P_{мдп.сум} / P_{план.сум} < 100\%$



— Интегральной пропускной способности сечения достаточно (При этом расчётное значение МДП меньше или равно максимальному значению планового перетока активной мощности):
 $100 * P_{мдп.сум} / P_{план.сум} > 100\%$



— Без ограничений.



Назначение программного комплекса

Сигнализация о допустимости совмещений ремонтов.

Сечение	Акцепт	№Сеч	Начало ремонта	ноябрь 2020																														Конец ремонта					
				1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26	27	28	29	30						
Казахстан - Сибирь-2 (На Урал)	<input type="checkbox"/>	10052	Ртах МДП	775	775	775	775	775	775	775	775	775	775	1175	1075	1075	1075	1075	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	9999	1225	1225	1225	1225	1225	1225	1225	1225					
		Рплан тах сут	1113	646	1076	1106	1077	679	1174	1106	653	646	469	646	646	875	963	536	812	1078	788	761	855	1104	1108	772	1103	1098	1098	1003	1111	1231							
		Индикатор допустимости	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н	Н					
		Использование ПА	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓	✓					
		28.10.2020 00:00	ВЛ 500 кВ Барабинская – Восход																															10.11.2020 23:59					
		12.11.2020 00:00																																		20.11.2020 23:59			
		16.11.2020 00:00																																		22.11.2020 23:59			
		28.10.2020 00:00	ВЛ 500 кВ Заря – Барабинская																																	10.11.2020 23:59			
		23.11.2020 00:00																																		06.12.2020 23:59			
		24.10.2020 00:00	ВЛ 500 кВ Алтай – Итатская																																			15.11.2020 23:59	
		01.11.2020 00:00	2СШ 500 кВ ПС 500 кВ Барнаулская																																				08.11.2020 23:59
		16.11.2020 00:00																																			22.11.2020 23:59		
16.11.2020 00:00																																			22.11.2020 23:59				

- «О» – ошибка расчёта МДП;
- «Н» – не инструктивная схема;
- «р!» – одновременный ремонт более одного электросетевого элемента, непосредственно входящих в одно КС (риск разрыва КС при единичном возмущении или значительное снижение надежности схемы);
- «нп» – Отсутствует значение планового перетока активной мощности.



Исходные данные для расчётов ДП в КС

7

- Таблицы в формате *.xlsx с допустимыми перетоками в контролируемых сечениях.
- Значения влияющих факторов, управляющих воздействий, небалансов активной мощности.
- Данные из следующих источников (программная интеграция):
 - СИМ-ЗРП;
 - АС «Метео».



Особенности ПО

8

- Программа является сетевой – использование общей для всех пользователей базы данных с инструкциями, влияющими факторами, УВ/НБ.

- Два модуля:

- Модуль для загрузки инструкций (LoadTemplate)



- Элементарная проверка на соответствие структуре БД ПО ГРОМ;
 - Проверка на соответствие элементам в БД ПК Заявки;
 - Проверки на наличие повторяющихся схем, незаполненных ячеек и т.п.;

- Основной модуль:



- Загрузка данных о заявках/ручной ввод;
 - Формирование режимных указаний для диспетчерских заявок;
 - Определение ДП в КС для планирования за выбранный период расчета с учетом значений ВФ, УВ/НБ;
 - Загрузка температур из АС Метео;



Порядок работы с программой при подготовке месячного графика ремонтов



Создание проекта

10

Окно выбора версии рабочих инструкций и управления проектами

The screenshot displays two overlapping windows from a software application.

Left Window: "Выбор версии рабочих инструкций"

- Tree view showing a hierarchy of instruction versions:
 - [1] Установка ПО
 - [2] Заливка КС в БД
 - [3] Актуализация таблиц КС июль 2019
 - [4] Резервная версия по состоянию до 020719
 - [9] удалить, старая версия СОПР
 - [11] Версия БД с КС по состоянию на 29.12.2019
 - [13] Версия БД с КС актуализация 19.04.2020 (highlighted)
- Buttons at the bottom: "OK" and "Отмена".

Right Window: "Управление проектами"

- Buttons at the top: Add, Edit, Delete, Refresh.
- Text field: "Версия рабочих инструкций: [13] Версия БД с КС актуализация 19.04.2020".
- Text field: "Период расчёта с: 01.10.2020 по 31.12.2020".
- Button: "Применить фильтр".
- Section: "Проекты:"
 - Краткосрочное планирование
 - График ремонтов
 - Tree view of projects:
 - Волохов Николай Александрович
 - 02.10-09.10 ремонты
 - 17.10-23.10 ремонты
 - 31.10-06.11 ремонты
 - График ремонтов на ноябрь 2020
 - 07.11-13.11 ремонты
 - 14.11-20.11 ремонты
 - 21.11-27.11 ремонты
 - График ремонтов на декабрь 2020
 - Вагапов Никита Ринатович
 - Мороз Евгений Владимирович
 - Шипилова Ольга Евгеньевна
- Form fields on the right:
 - Наименование: []
 - Период расчёта: []
 - Дата и время создания: []
 - Дата и время последнего изменения: []
 - Примечание: []
- Buttons at the bottom: "Открыть" and "Отмена".



Результаты расчёта

14

Сработавшая ремонтная схема

Казахстан - Сибирь-2 (без ВЛ 500 кВ Барабинская - Восход) (На Урал)

Схема сети (неинструктивная): Ремонт ВЛ 500 кВ Алтай – Итатская и ВЛ 500 кВ Заря – Барабинская

Влияющий фактор	Формула определения МДП		Особая формула	
	МДП без ПА	МДП с ПА(*)		
Сезон для КС Казахстан - Сибирь - 2				
	Зима	1050	1050+0.45*Рог_Кр_Алт	-
		1650-0.65*Рнб_наг_01	1650-0.65*Рнб_наг_01	
		1650-0.9*Рсем_акт	1650-0.9*Рсем_акт	
	-	1250		
Лето				
		1050	1050+0.45*Рог_Кр_Алт	-
		1450-0.65*Рнб_наг_01	1450-0.65*Рнб_наг_01	
		1450-0.9*Рсем_акт	1450-0.9*Рсем_акт	
	-	1200		

Параметр	Значение
Сезон для КС Казахстан - Сибирь - 2	
Рог_Кр_Алт	
Рнб_наг_01	
Рсем_акт	



Результат использования программы:

- Значительно сокращается время формирования графика ремонтов.
- Увеличивается качество планирования.

Разработчики ПК:

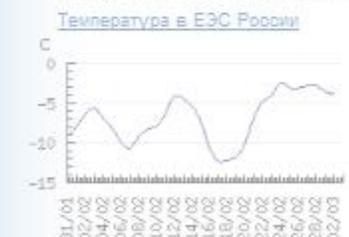
- Вагапов Никита Ринатович – разработка алгоритмов.
- Каптарь Сергей Юрьевич – программная реализация.



www.so-ups.ru

Оперативная информация о работе ЕЭС России

Индикаторы ЕЭС



Новости Системного оператора

26.02.2015 16:39

Системный оператор обеспечил режимные условия для испытаний Буденновской ТЭС в Курганской области

Спасибо за внимание

26.02.2015 09:29

Старшеклассники лицея № 1502 при МЭИ познакомились с работой Системного оператора

24.02.2015 09:38

Регуляторы предлагают законсервировать ненужные рынку энергоблоки

«Ведомостям» удалось ознакомиться с письмом председателя правления «Системного оператора» Б.И. Аюева на имя замминистра энергетики В.М. Кравченко, в котором изложены детали схемы вывода лишних блоков генерации. Газета «Ведомости» от 24.02.2015

18.02.2015 09:03

Рабочая группа комитета энергосистем БРЭПЛ обсудила актуальные вопросы планирования режимов энергосистем России, Белоруссии и стран Балтии

11-12 февраля в Таганроге состоялось заседание рабочей группы по управлению режимом энергосистем Электрического кольца БРЭПЛ

18.02.2015 14:45

Системный оператор обеспечил режимные условия для расширения схемы выдачи мощности Ростовской АЭС



Волохов Николай Александрович