



Buzefal

**Анализ рабочих режимов
электроэнергетических систем**

Обзор программного обеспечения



Описание программного комплекса Buzefal

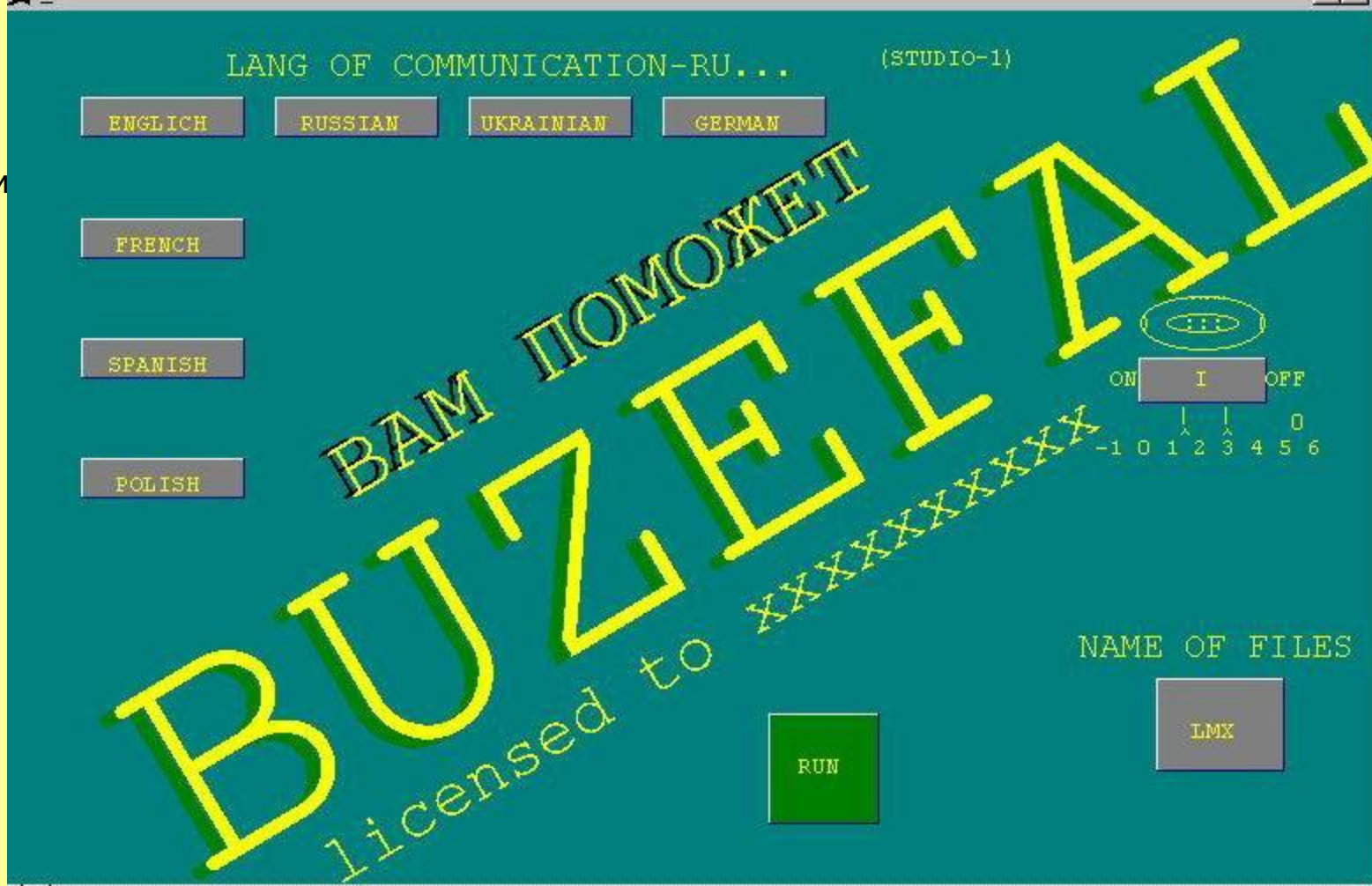
- ПРОГРАММНЫЙ КОМПЛЕКС BUZEFAL ВЫПОЛНЯЕТ ВСЕСТОРОННИЙ АНАЛИЗ РАБОЧИХ РЕЖИМОВ РАБОТЫ ЭЛ.СИСТЕМ ЛЮБОЙ СЛОЖНОСТИ И ОБЛАДАЕТ ВЫСОКОРАЗВИТЫМ И УДОБНЫМ ИНТЕРФЕЙСОМ.
- Комплекс может быть использован:
 - как инструмент анализа характерных режимов ЭЭС (электроэнергетических систем);
 - при решении задач оптимального планирования режимов ЭЭС;
 - как аналитический блок в цикле оперативного управления режимами ЭЭС;
 - при решении задач проектирования ЭЭС.
- Программный комплекс BUZEFAL позволяет выполнять:
 - расчет режимов ЭЭС при любых заданных параметрах режима;
 - оптимизацию уровней напряжения ЭЭС (определение оптимальных значений коэффициентов трансформации с учётом дискретности регулирования);
 - оптимизацию токораспределения в замкнутых контурах эл.сети при любых технических условиях этой задачи при этом определяются оптимальные точки разрезания контуров или врезания специальных устройств создающих ЭДС.
 - оптимизацию режима компенсации реактивной мощности в эл.сети ЭЭС как в оперативном плане, так и в проектном плане этой задачи.
- Следовательно, комплекс BUZEFAL позволяет решать любую задачу оптимизационного характера. Однако особая ценность комплекса заключается в том, что он позволяет задать решение всех перечисленных задач одновременно, так сказать, выполнить комплексную оптимизацию режима электрической системы. Следует подчеркнуть, что все расчеты выполняются с высокой точностью и достаточно быстро. Точность выполняемых расчетов можно проверить в программе RESULT.
- Универсальность, высокую точность и быстроедействие метода решения всех перечисленных задач удалось достичь благодаря учёту взаимовлияния режима компенсации реактивной мощности, токораспределения в замкнутых контурах и коэффициентов трансформации (уровней напряжения в сети).



Описание программного комплекса Buzefal

- Программный комплекс BUZEFAL формирует четыре окна: STUDIO, HELP, TURBO и TUR24h. Каждое окно имеет две страницы. Переход на вторую страницу выполняется кнопкой RUN, а возврат на первую страницу - кнопкой Return. Окна STUDIO, TURBO и TUR24h играют роль панелей управления работой программ, входящих в состав комплекса BUZEFAL. Окно HELP позволяет вызывать краткие инструкции ко всем программам комплекса.

- Изображенная страница окна STUDIO содержит кнопки переключения языка общения комплекса BUZEFAL с пользователем LANG_OF_COMMUNICATION.
- В меню могут быть включены другие языки по желанию пользователя.

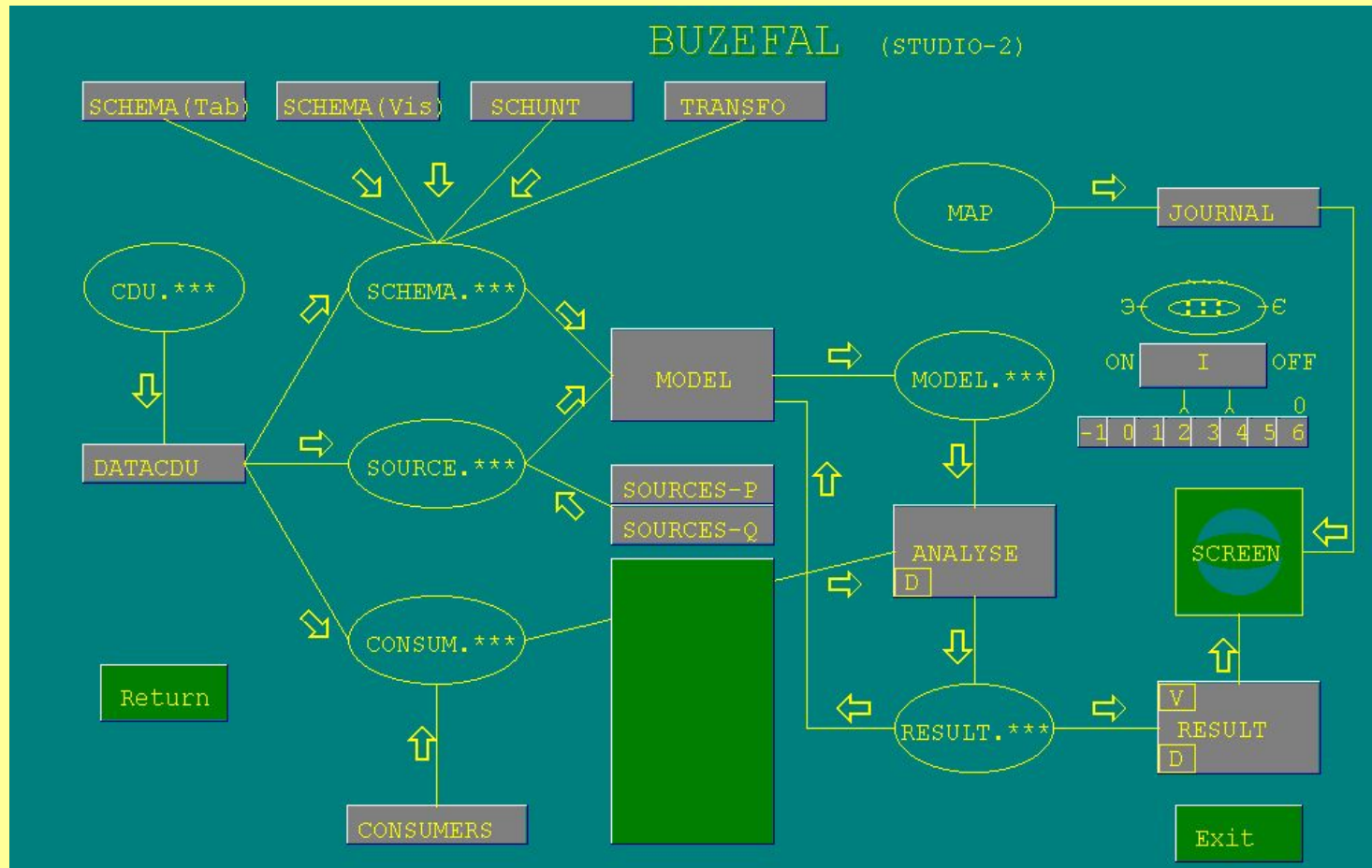




Описание программного комплекса Buzefal

Изображенная вторая страница окна STUDIO отражает структуру комплекса BUZEFAL и является картой перемещения и хранения исходной и результирующей информации. Программа ANALYSE является основной программой комплекса BUZEFAL - его сердцем. Все остальные программы (кроме программы MODEL) являются сервисными и служат для обеспечения удобного доступа к исходной и результирующей информации. Кроме простого расчета режима электрической сети, программа ANALYSE способна решать всевозможные задачи оптимизационного характера.

- Результаты расчета или оптимизации режима записываются в файл RESULT.***, что позволяет многократно и в различных аспектах просматривать их.





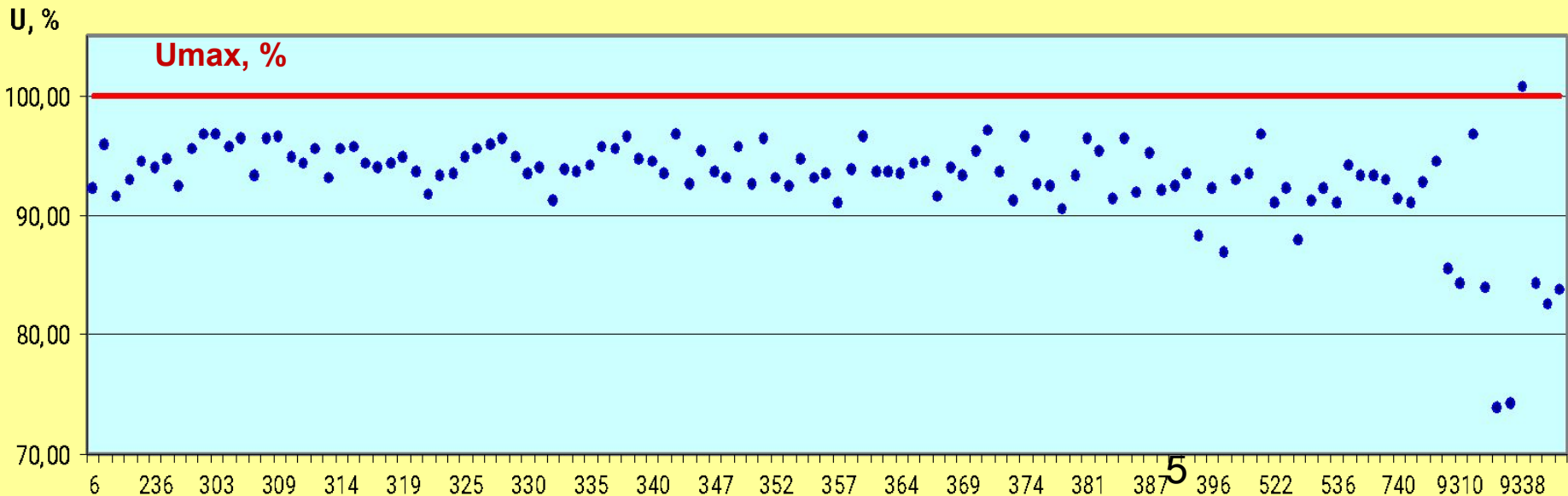
Ситуация в системе **до оптимизации**

ДАЛЕЕ ПРИВЕДЕНЫ НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ПРОСТОГО РАСЧЁТА РЕЖИМА (БЕЗ КАКОЙ-ЛИБО ОПТИМИЗАЦИИ) ВЫПОЛНЕННОГО КОМПЛЕКСОМ BUZEFAL НА ПРИМЕРЕ ЭЛ. СИСТЕМЫ УКРАИНЫ.

В таблице РЕЖИМ УЗЛОВ СЕТИ выводится информация только о режиме узлов, у которых напряжение превышает допустимое значение или у которых напряжение ниже допустимого более чем на 5%.

Из таблицы видно, что разброс напряжений узлов достигает **26%**, что никак не соответствует понятию «приемлемый» режим напряжений электрической сети. Это и повышение потерь мощности в сети и неудовлетворительное качество напряжений у потребителей.

Очевидно, что реализация этого режима без изменения коэффициентов трансформации и других мероприятий по управлению режимом - **нежелательна**.





Ситуация в системе до оптимизации

ХАРАКТЕР АНАЛИЗА РЕЖИМА СЕТИ

LMX:

```
1)Character: РАСЧЕТ РЕЖИМА ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ СЕТИ
2)Option: РАСЧЕТ РЕЖИМА ПО ЗАДАНЫМ Umod
3) АНАЛИЗ РЕЖИМА НА БАЗЕ МОДЕЛИ MODEL1.LMX
NB= 308;UB= 350.00 (kV); STATUS OF UB IS "FIXED"
АНАЛИЗ РЕЖИМА ЭЭС ВЫПОЛНЕН ЗА 2.3 sec.;DATE= 5. 6.2009;TIME=20.46
```

```
СУММАРНАЯ ГЕНЕРАЦИЯ АКТИВНОЙ МОЩНОСТИ РАВНА 8506.490 (mW) (+)
СУММАРНОЕ ПОТРЕБЛЕНИЕ АКТИВНОЙ МОЩНОСТИ РАВНО 8407.900 (mW) (-)
АКТИВНАЯ МОЩНОСТЬ УЗЛА ПОДДЕРЖИВАЮЩЕГО БАЛАНС РАВНА 0.000 (mW) (-); Q= 0.00
ПОТЕРИ МОЩНОСТИ В СЕТИ ИЗ БАЛАНСА МОЩНОСТЕЙ РАВНЫ 98.590 (mW); 1.159%
```

ПОТЕРИ АКТИВНОЙ МОЩНОСТИ И ГЕНЕРАЦИЯ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ

```
--P (mW) --Q (mVar) --Qген (mVar) --Qшт (mVar) --Qкмп (mVar)
98.590 1380.023 4645.362 576.623 296.695
```

ПОТЕРИ И ГЕНЕРАЦИЯ МОЩНОСТИ РАЗНЕСЁННЫЕ ПО УРОВНЯМ НАПРЯЖЕНИЯ

```
---Unom (kV) ---P (mW) ---Qx (mVar) ---Pg (mW) ---Qgnb (mVar)
750.000 23.214 756.569 1.981 2798.316
330.000 44.689 519.375 9.534 1620.543
150.000 18.865 104.077 0.307 226.504
```




Ситуация в системе до оптимизации

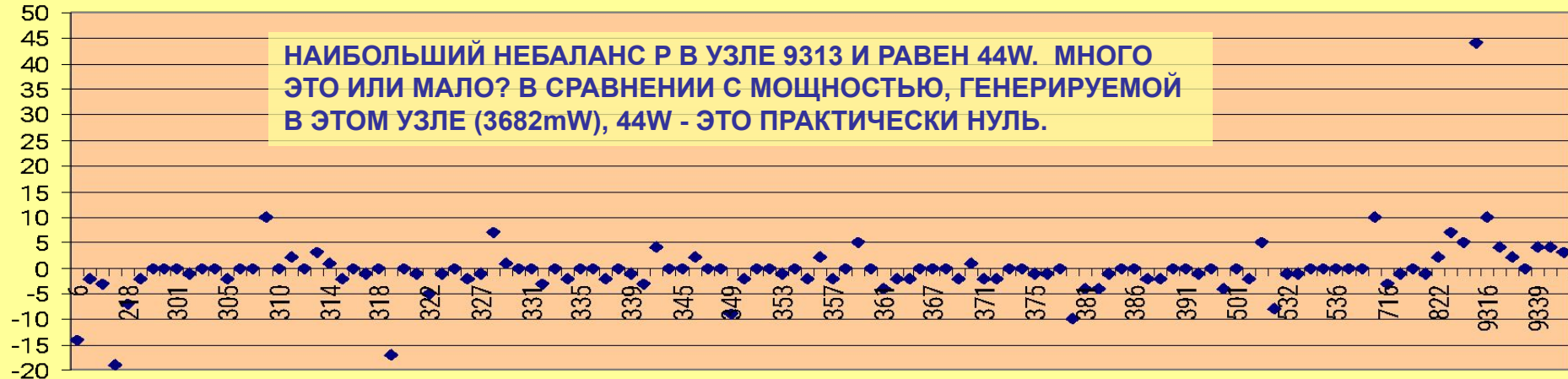
РЕЖИМ	УЗЛОВ	СЕТИ										НЕБАЛАНС	-5% > ΔU > +1%
УЗЛ_№	ИМЯ_УЗЛА	U (kV)	θ (gr)	Umax (KV)	P (mW)	Q (mVAR)	Qg (mVAR)	dΔP/dPт	dΔP/dQт	Ig (НВЛ)	(U-Umax) %		
144	Красн330	331.809	-4.46	363.00	128.00	68.00	21.03	-0.040	-0.022	-9.90	-8.59		
332	КИР-150	156.808	-4.52	172.00	245.00	100.00	2.20	-0.030	-0.011	-6.71	-8.83		
357	ЮЖ-2С150	156.384	-4.23	172.00	111.00	40.00	0.88	-0.026	-0.015	-7.05	-9.08		
373	УЗЛОВ1СШ	156.643	-2.03	172.00	108.00	76.00	5.03	-0.017	-0.014	-7.05	-8.93		
377	ПАРТИЗАНЫ	155.519	-5.86	172.00	14.00	6.00	7.40	-0.121	-0.016	-7.43	-9.58		
383	ЗНАМЕНКА	157.059	-3.84	172.00	70.00	32.00	5.45	-0.046	0.010	-8.25	-8.69		
392	Вердянск	151.607	-9.34	172.00	45.00	0.00	4.08	-0.276	0.020	-7.16	-11.86		
419	СИМФЕРОП	315.003	-12.92	363.00	236.00	60.00	48.37	-0.181	-0.023	-6.57	-13.22		
522	КАХГППЗЗ	330.001	-5.23	363.00	430.00	135.00	57.94	-0.053	-0.022	-6.75	-9.09		
533	Н.Троицк	150.967	-8.13	172.00	50.00	10.00	1.44	-0.212	-0.027	-7.28	-12.23		
534	РУВАНОВК	156.647	0.74	172.00	13.00	6.00	2.42	-0.088	-0.022	-7.95	-8.93		
536	НИКОЛЬСК	156.452	-6.79	172.00	27.00	20.00	1.84	-0.112	-0.034	-7.22	-9.04		
740	УМАНЬ	157.066	-2.07	172.00	28.00	0.00	2.96	-0.039	-0.009	-8.73	-8.68		
757	ОРБИТА	156.478	-4.10	172.00	7.00	5.00	1.37	-0.050	0.008	-8.73	-9.02		
9300	.....	20.500	6.98	24.00	15.00	20.00	0.00	0.012	0.001	-5.84	-14.58	
9310	.....	20.211	7.98	24.00	15.00	15.00	0.00	0.015	0.004	-5.84	-15.79	
9316	.....	20.114	7.52	24.00	15.00	16.00	0.00	0.014	-0.010	-5.60	-16.19	
9317	.....	17.705	1.59	24.00	24.00	24.00	0.00	0.003	-0.013	-6.32	-26.23	
9318	.....	17.800	1.94	24.00	12.00	10.00	0.00	0.003	-0.013	-6.18	-25.83	
9339	.....	20.200	2.23	24.00	16.00	16.00	0.00	-0.006	-0.006	-9.90	-15.83	
9340	.....	19.811	-0.11	24.00	18.00	18.00	0.00	-0.020	-0.011	-5.67	-17.45	
9358	.....	20.096	1.31	24.00	15.00	15.00	0.00	-0.019	-0.011	-5.92	-16.27	



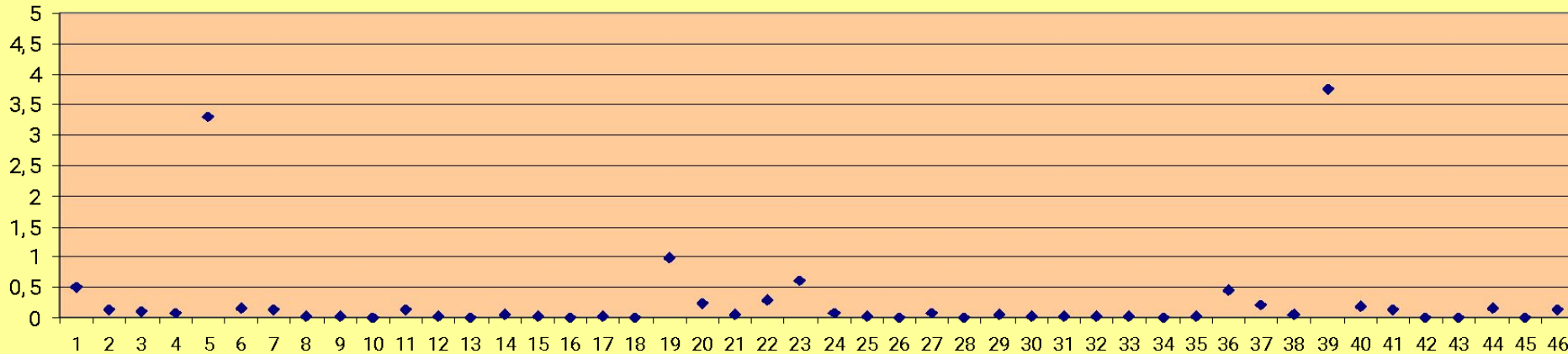
Ситуация в системе **до оптимизации**

Демонстрация точности выполнения расчета

W Небалансы P в узлах



V Небалансы модуля U в контурах



КРОМЕ ТОГО, ЧТОБЫ ПОЛЬЗОВАТЕЛЬ НЕ СОМНЕВАЛСЯ В ВЫСОКОМ КАЧЕСТВЕ ВЫПОЛНЕННОГО АНАЛИЗА, ПРОЦЕСС ВЫЧИСЛЕНИЯ НЕБАЛАНСОВ ВЫВОДИТСЯ НА МОНИТОРИ И ЭТИ ВЫЧИСЛЕНИЯ ЛЕГКО ПРОВЕРИТЬ ВРУЧНУЮ.



Ситуация в системе **после оптимизации**

- ПОСЛЕ ВСЕСТОРОННЕЙ ОПТИМИЗАЦИИ РЕЖИМА ЭЛ. СИСТЕМЫ УКРАИНЫ, ВЫПОЛНЕННОЙ КОМПЛЕКСОМ BUZEFAL, НАПРЯЖЕНИЯ ВСЕХ УЗЛОВ СЕТИ НОРМАЛИЗОВАЛИСЬ А ПОТЕРИ АКТИВНОЙ МОЩНОСТИ СНИЗИЛИСЬ.
- Естественно, в составе результирующей информации имеются параметры состояния всех устройств принимающих участие в управлении режимом электрической системы.
- На основе этих данных можно реализовать как ручное так и автоматизированное управление режимом.
- Универсальность, высокие точность и быстродействие позволяют использование комплекса BUZEFAL в цикле автоматизированного управления режимами.

```
ХАРАКТЕР АНАЛИЗА РЕЖИМА СЕТИ                                     LMX :
1) Character: КОМПЛЕКСНАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ РЕЖИМА
2) option: ОПТИМИЗАЦИЯ ПО "ОБЩИМ ЗАКАЗАМ"
3) КОН_ТИП: ВСЕ КОНТУРЫ-ПОЛНАЯ ОПТИМИЗАЦИЯ
4) РПН_ТИП: КОЭФИЦИЕНТЫ ТРАНСФОРМАЦИИ РЕГУЛИРУЮТ МАКСИМАЛЬНОЕ НАПРЯЖЕНИЕ
5) ИРМ_ТИП: МИНИМУМ ПОТЕРЬ ОТ ПЕРЕДАЧИ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ
6) ИРМ_ЛМТ: С УЧЕТОМ ОГРАНИЧЕНИЙ ПО МОЩНОСТИ ИРМ
7) АНАЛИЗ РЕЖИМА НА БАЗЕ МОДЕЛИ MODEL1.LMX
NB= 356; UB= 750.00 (kV); STATUS OF UB IS "VARIABLE"
АНАЛИЗ РЕЖИМА ЭЭС ВЫПОЛНЕН ЗА 4.9 sec.; DATE= 5. 6. 2009; TIME= 18. 29
```




Ситуация в системе после оптимизации

СУММАРНАЯ ГЕНЕРАЦИЯ АКТИВНОЙ МОЩНОСТИ РАВНА 8506.490 (mW) (+)

СУММАРНОЕ ПОТРЕБЛЕНИЕ АКТИВНОЙ МОЩНОСТИ РАВНО 8370.000 (mW) (-)

АКТИВНАЯ МОЩНОСТЬ УЗЛА ПОДДЕРЖИВАЮЩЕГО БАЛАНС РАВНА 53.333 (mW) (-); Q= 832.58

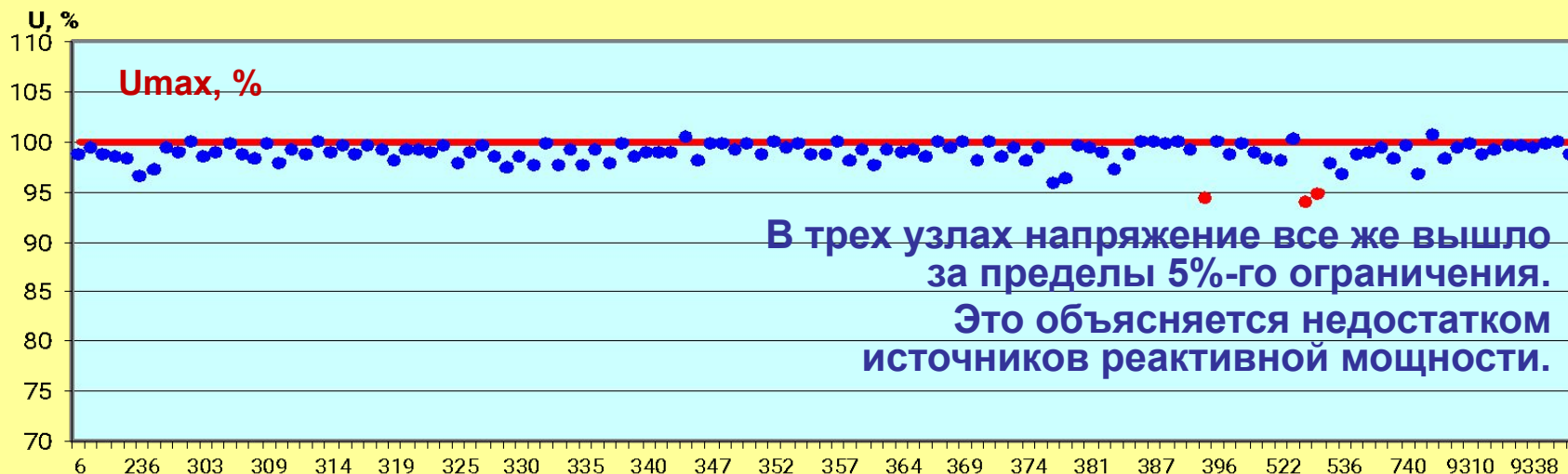
ПОТЕРИ МОЩНОСТИ В СЕТИ ИЗ БАЛАНСА МОЩНОСТЕЙ РАВНЫ 83.158 (mW); 0.978%

ПОТЕРИ АКТИВНОЙ МОЩНОСТИ И ГЕНЕРАЦИЯ РЕАКТИВНОЙ МОЩНОСТИ

---- ΔP (mW)	---- ΔQ (mVar)	-- $Q_{ген}$ (mVar)	-- $Q_{шт}$ (mVar)	-- $Q_{мп}$ (mVar)
83.158	1212.594	5189.311	650.590	538.388

ПОТЕРИ И ГЕНЕРАЦИЯ МОЩНОСТИ РАЗНЕСЁННЫЕ ПО УРОВНЯМ НАПРЯЖЕНИЯ

--- $U_{ном}$ (kV)	---- ΔP_r (mW)	--- ΔQ_x (mVar)	---- ΔP_g (mW)	-- $Q_{гнб}$ (mVar)
750.000	21.214	678.085	2.238	3179.404
330.000	36.748	450.637	10.207	1753.409
150.000	12.403	83.872	0.347	256.498



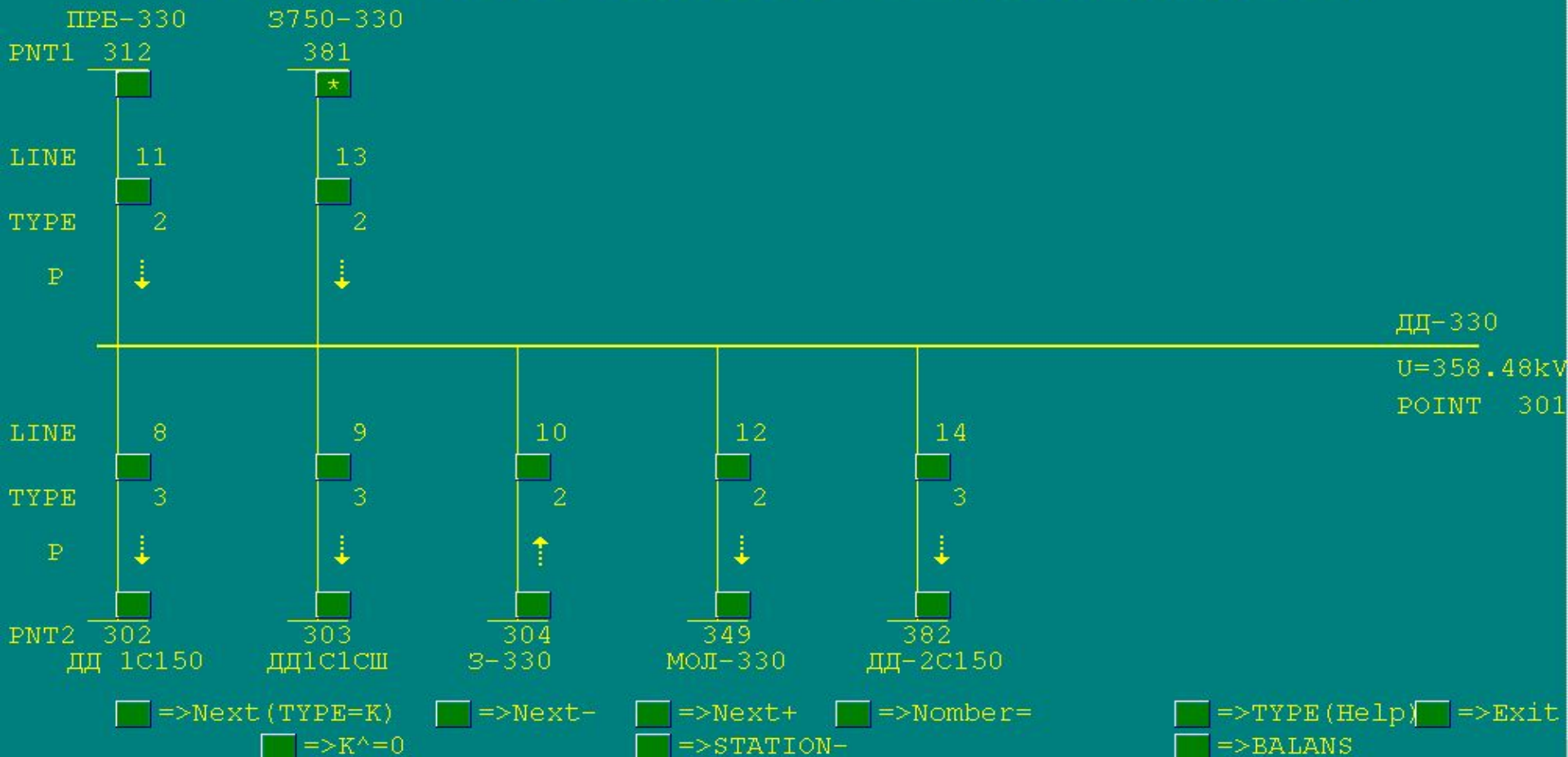


Ситуация в системе **после оптимизации**

- Визуальный вывод результатов анализа энергосистемы на примере одного узла

РАБОТАЕТ ПРОГРАММА ВЫВОДА (VISUAL)

РЕЗУЛЬТАТОВ АНАЛИЗА РЕЖИМА ЭЛ. СЕТИ





Ситуация в системе **после оптимизации**

Визуальный вывод результатов анализа энергосистемы на примере одного узла

РАБОТАЕТ ПРОГРАММА ВЫВОДА (VISUAL)

РЕЗУЛЬТАТОВ АНАЛИЗА РЕЖИМА ЭЛ. СЕТИ

ПРОВЕРКА БАЛАНСА ТОКОВ В УЗЛЕ

POINTS 301

(ВЫПОЛНЕНИЕ ЗАКОНОВ КИРХГОФА) УЗЕЛ 301 Uкомпл=(358.280, -12.046)

Re (ТОК) Im(ТОК) (кА) ИЛИ |U|= 358.483 (кV); θ = -1.926 (град)

0.003359320 0.064500096-ТОК УЗЛОВОЙ ПРОВОДИМОСТИ

LINE-TYPE-PNT1-PNT2----P (mW)--Q (mVAr)

-0.003176538	-0.018764414	-ТОК В ВЕТВИ	11	2	301	312	-1.580	11.710
-0.106144894	0.115704506	-ТОК В ВЕТВИ	13	2	301	381	-68.281	-69.585
0.023684727	-0.034017027	-ТОК В ВЕТВИ	8	3	301	302	15.407	20.615
0.029426646	-0.034167914	-ТОК В ВЕТВИ	9	3	301	303	18.973	20.589
-0.230192261	0.009216088	-ТОК В ВЕТВИ	10	2	301	304	-143.036	-0.916
0.076897429	0.033807928	-ТОК В ВЕТВИ	12	2	301	349	47.013	-22.584
0.206145570	-0.136279252	-ТОК В ВЕТВИ	14	3	301	382	130.765	80.266

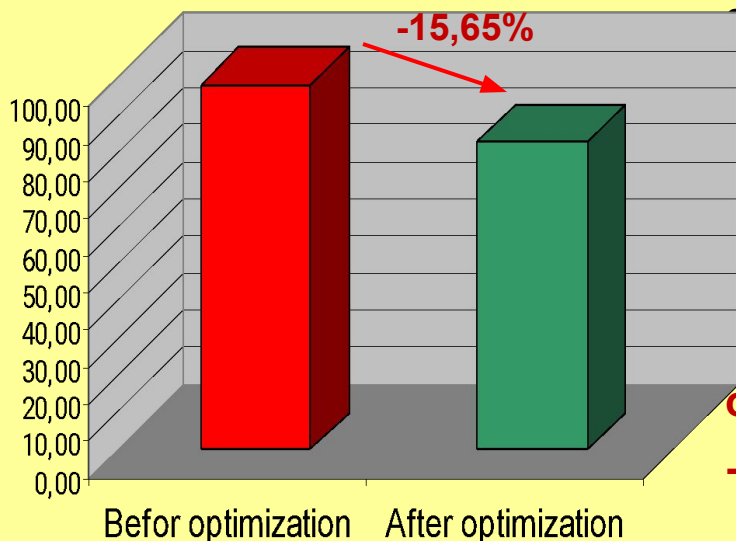
0.000000000 0.000000011-НЕБАЛАНС ТОКОВ В УЗЛЕ

НЕБАЛАНС ПО P= -0.000001 (mW); НЕБАЛАНС ПО Q= -0.000003 (mVAr)



Основные достоинства комплекса Vuzefal

Power losses



1. Программный комплекс решает любую задачу анализа режимов ЭЭС с эталонной точностью и весьма быстро (вся сеть Украины 750/330/150кВ проанализирована за 6 сек)

2. Комплексная оптимизация режима сети позволила:

Ввести режим напряжений в технические ограничения

- Снизить потери мощности в сети на 15МВт

3. Распространение использования программного комплекса на сети Украины более низкого уровня позволит снизить суммарные потери мощности на 150МВт, а снижение годовых потерь энергии может составить 450 млн. кВт-часов.



Спасибо за внимание!

Федоровский Геннадий Кондратьевич

info@fedorovsky.com

www.buzefal.ho.ua