



ВОЛОГОДСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ УНИВЕРСИТЕТ

---

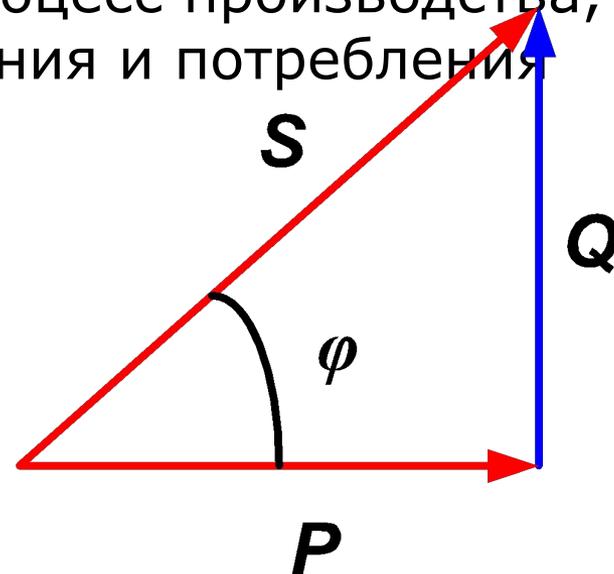
# Онлайн Электрик: Расчет и анализ установившихся режимов электрических сетей

канд. техн. наук, доцент кафедры  
электрообеспечения  
А.Н. Алюнов

# Режим электроэнергетической системы

**Режимом электроэнергетической системы** называется её состояние, определяемое нагрузками сетевых элементов параметрами режима, характеризующими процесс производства, передачи, распределения и потребления электроэнергии.

$P, Q, S, U, I, \cos\varphi, \dots$



# О программе

«Онлайн Электрик: Расчет и анализ установившихся режимов электрических сетей»

---

Модуль предназначен для:

- расчета
- анализа
- оптимизации

режимов электрических сетей и систем



<http://online-electric.ru/circuit/circuit.php>

# Возможности (1/12)

---

**Расчет установившихся режимов** электрических сетей произвольного размера и сложности, любого напряжения (от 0.4 до 1150 кВ).

Полный расчет всех **электрических параметров режима** (токи  $I$ , напряжения  $U$ , потоки и потери активной ( $P$ ,  $\Delta P$ ) и реактивной ( $Q$ ,  $\Delta Q$ ) мощности во всех узлах и ветвях электрической сети)

# Возможности (2/12)

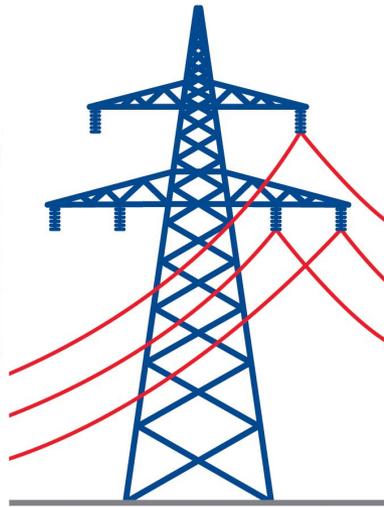
---

Контроль исходной информации на  
логическую и физическую  
непротиворечивость



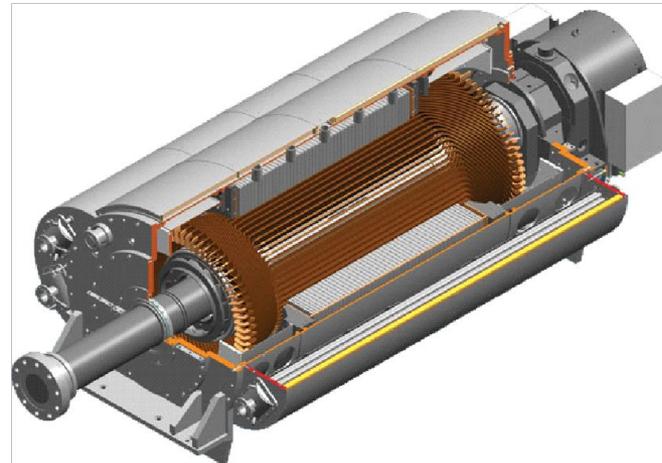
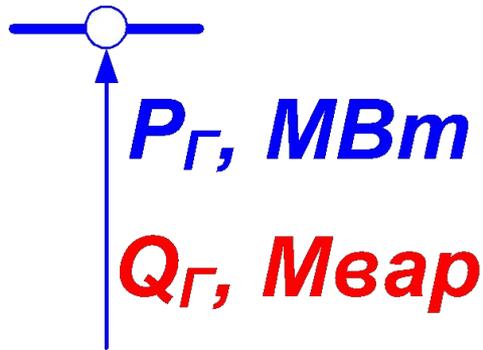
# Возможности (3/12)

Структурный анализ потерь мощности – по их характеру ( $\Delta P$ ,  $\Delta Q$ ) и типам оборудования:



# Возможности (4/12)

## Моделирование генераторов

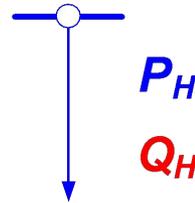


Задается на вкладке «Узлы»

# Возможности (5/12)

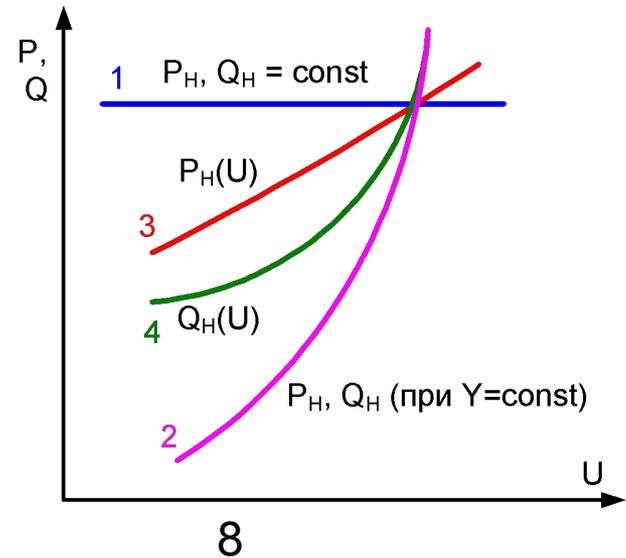
Задается на вкладке «Узлы»

**Моделирование нагрузки, в том числе с учетом статических характеристик по напряжению**



$$P_H = P_{НОМ} \left[ a_0 + a_1 \frac{U}{U_{НОМ}} + a_2 \left( \frac{U}{U_{НОМ}} \right)^2 \right], \dot{I} \hat{A} \hat{\delta}$$

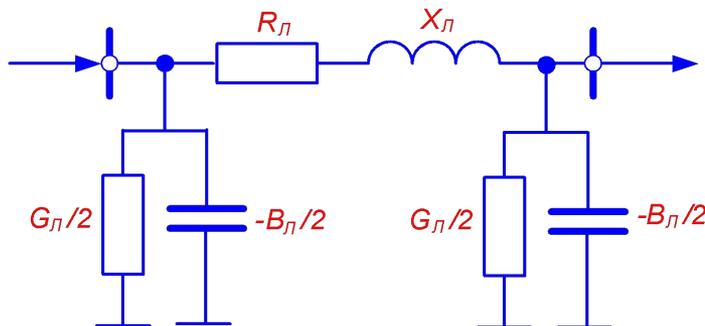
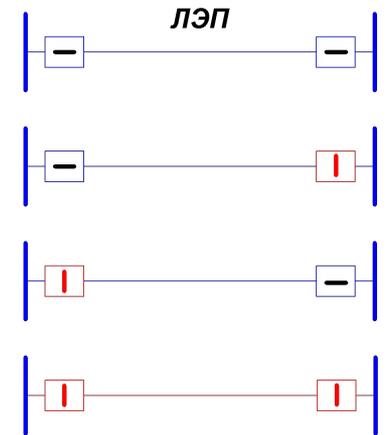
$$Q_H = Q_{НОМ} \left[ b_0 + b_1 \frac{U}{U_{НОМ}} + b_2 \left( \frac{U}{U_{НОМ}} \right)^2 \right], \dot{I} \hat{a} \hat{\delta}$$



# Возможности (6/12)

Задается на вкладке «Ветви»

**Моделирование ЛЭП,**  
отключение ЛЭП, в том числе одностороннее и определение напряжения на открытом конце.

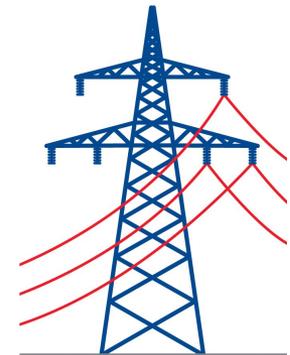


$$R_L = r_y L$$

$$X_L = x_y L$$

$$G_L = g_y L$$

$$B_L = b_y L$$

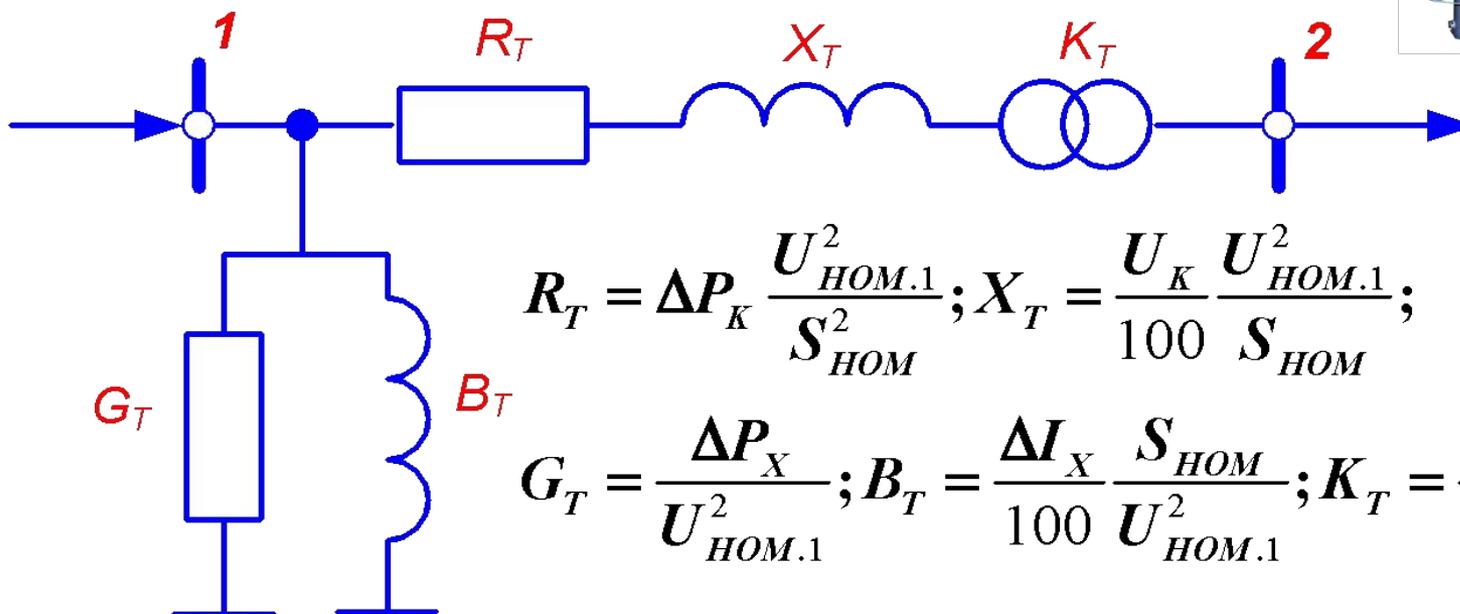


# Возможности (7/12)

Задается на вкладке «Ветви»

## Моделирование силовых трансформаторов

### Двухобмоточный трансформатор



$$R_T = \Delta P_K \frac{U_{НОМ.1}^2}{S_{НОМ}^2}; X_T = \frac{U_K}{100} \frac{U_{НОМ.1}^2}{S_{НОМ}};$$

$$G_T = \frac{\Delta P_X}{U_{НОМ.1}^2}; B_T = \frac{\Delta I_X}{100} \frac{S_{НОМ}}{U_{НОМ.1}^2}; K_T = \frac{U_{НОМ.2}}{U_{НОМ.1}}$$

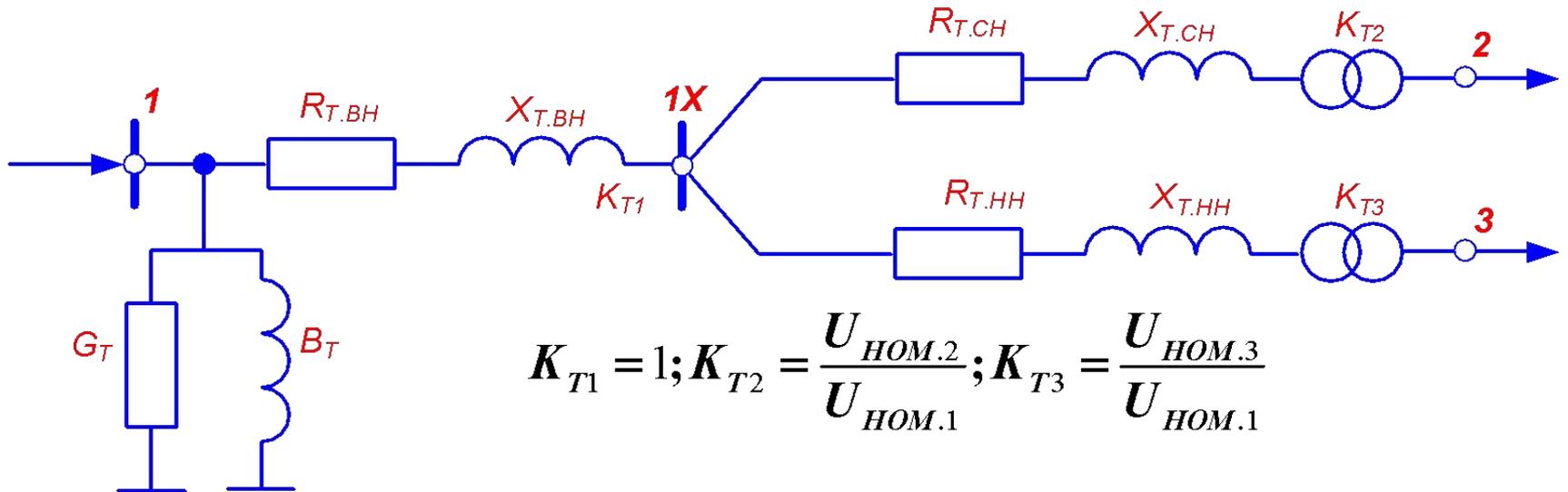
# Возможности (8/12)

Задается на вкладке «Ветви»

## Моделирование силовых трансформаторов



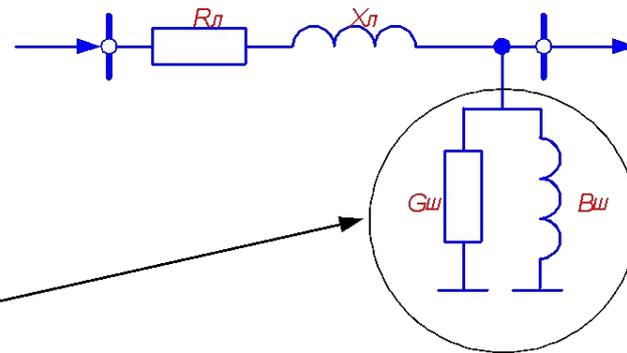
Трехобмоточный трансформатор



$$K_{T1} = 1; K_{T2} = \frac{U_{НОМ.2}}{U_{НОМ.1}}; K_{T3} = \frac{U_{НОМ.3}}{U_{НОМ.1}}$$

# Возможности (9/12)

## Моделирование шинных реакторов



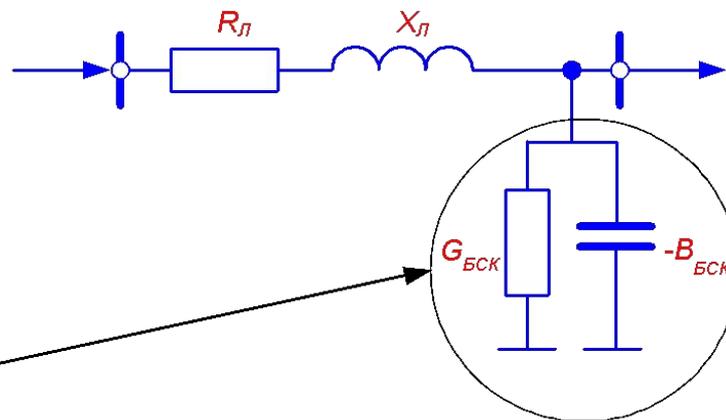
$$G_{\theta} = \frac{\Delta P_{\theta}}{U_{III}^2}, i \ e \tilde{N}_i$$

$$B_{\theta} = \frac{S_{\theta \cdot III}}{U_{III}^2}, i \ e \tilde{N}_i$$

Задается на вкладке «Узлы»

# Возможности (10/12)

## Моделирование батарей статической компенсации (БСК)



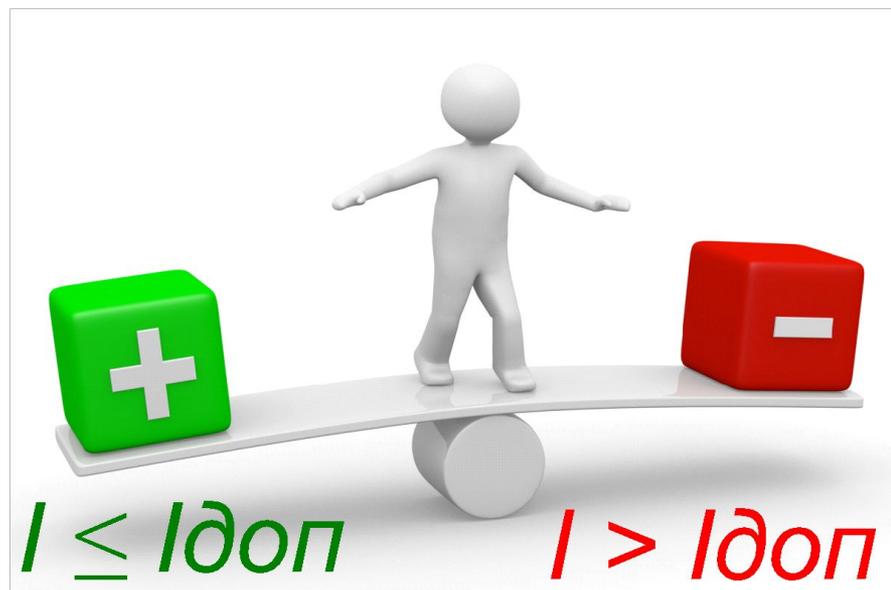
$$G_{ANE} = \frac{\Delta P_{ANE}}{U_{III}^2}, i \in \tilde{N}_i$$

$$B_{ANE} = \frac{Q_{ANE.III}}{U_{III}^2}, i \in \tilde{N}_i$$

Задается на вкладке «Узлы»

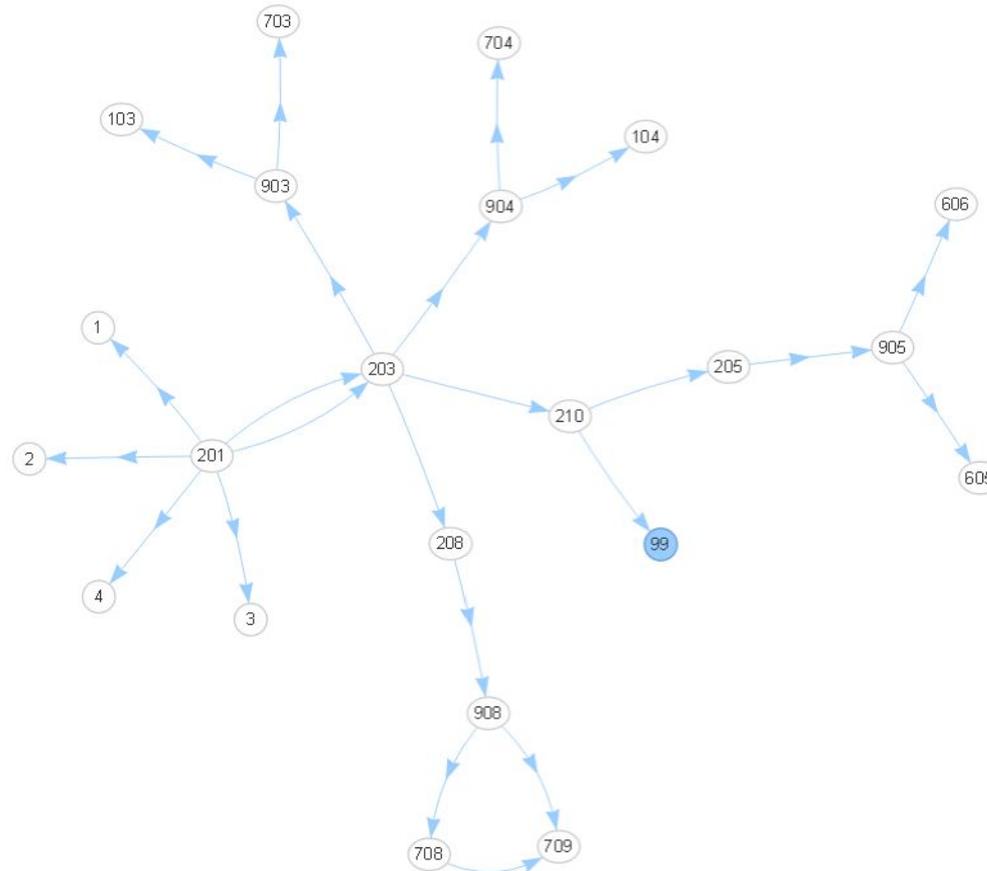
# Возможности (11/12)

Анализ допустимой токовой загрузки  
ЛЭП и трансформаторов

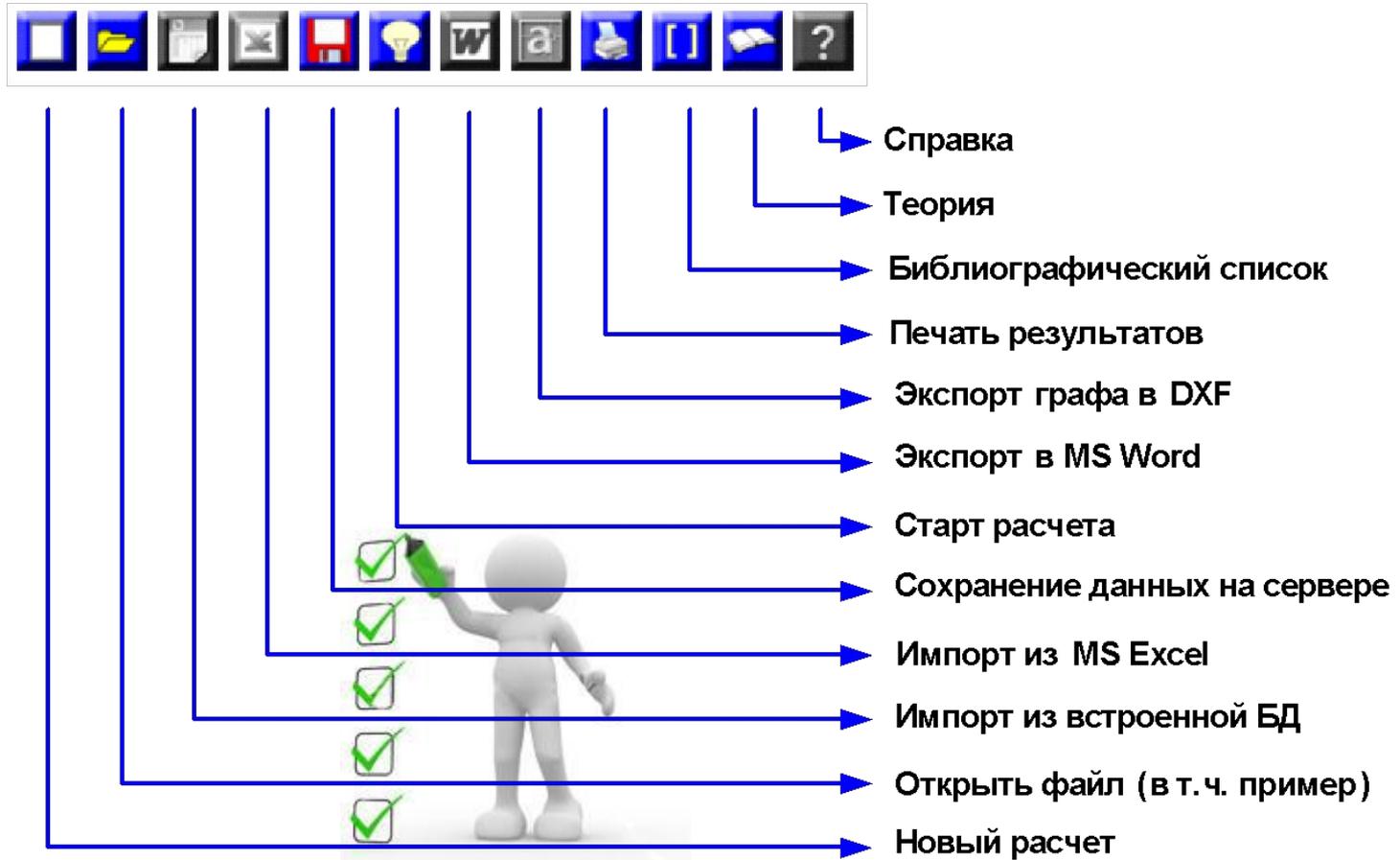


# Возможности (12/12)

## Построение графа электрической сети



# Интерфейс: Панель инструментов



## Интерфейс: Вкладка «Статические характеристики»

Статические характеристики								
		Узлы	Ветви	Результаты	Граф			
								
N характ. 	Наименование характеристики 	a <sub>0</sub> 	a <sub>1</sub> 	a <sub>2</sub> 	b <sub>0</sub> 	b <sub>1</sub> 	b <sub>2</sub> 	Опции 
0	Постоянная мощность	1	0	0	1	0	0	—
1	Обобщенная типовая нагрузка 110-220 кВ	0.83	-0.3	0.47	3.7	-7	4.3	—
2	Обобщенная типовая нагрузка 6-35 кВ	0.83	-0.3	0.47	4.9	-10.1	6.2	—
3	Постоянный ток	0	1	0	0	1	0	—
4	Постоянная проводимость (сопротивлен	0	0	1	0	0	1	

# Интерфейс: Вкладка «Узлы»

Статические характеристики    Узлы    Ветви    Результаты    Граф



№уз	Наименование узла	$U_H$ , кВ	$N_{СХН}$	$P_{НАГ}$ , МВт	$Q_{НАГ}$ , МВар	$P_{ГЕН}$ , МВт	$Q_{ГЕН}$ , МВар	$Q_{МИН}$ , МВар	$Q_{МАКС}$ , МВар	$G_{Ш}$ , мкСм	$B_{Ш}$ , мкСм	$U_{МОД}$ , кВ	Угол, °	Тип узла	Опции
1	ГРЭС Г1	10	0	0	0	60	31	0	0	0	0	0	0	Обычный	+
2	ГРЭС Г2	10	0	0	0	60	28	0	0	0	0	0	0	Обычный	+ -
3	ГРЭС Г3	10	0	0	0	61	32	0	0	0	0	0	0	Обычный	+ -
4	ГРЭС Г4	10	0	0	0	63	35	0	0	0	0	0	0	Обычный	+ -
99	Система	220	0	0	0	0	0	0	0	0	0	217	0	Базисно-баланс.	+ -
103	ПС Б 1СШ110	110	0	34	15	0	0	0	0	0	0	0	0	Обычный	+ -



# Интерфейс: Вкладка «Ветви»

Статические характеристики											
Узлы											
Ветви											
Результаты											
Граф											
											
Вкл./Откл. 	Ннач 	Нкон 	Нцеп 	R, Ом 	X, Ом 	G, мксм 	B, мксм 	k <sub>T</sub> 	I <sub>Допр</sub> , А 	Опции 	
	201	1	0	1.4	46.5	2.175	11.8	0.043	0		
	201	2	0	1.4	46.5	2.175	11.8	0.043	0	 	
	201	3	0	1.4	46.5	2.175	11.8	0.043	0	 	
	201	4	0	1.4	46.5	2.175	11.8	0.043	0	 	
	201	203	1	7.84	32	0	-211	0	690	 	
	201	203	2	7.84	32	0	-211	0	690	 	
	203	903	0	1.43	100.7	0.7	5.95	1	0	 	
	903	703	0	2.86	193.1	0	0	0.048	0	 	
	903	103	0	1.43	0.1	0	0	0.526	0	 	

# Интерфейс: Вкладка «Результаты»

Статические характеристики    Узлы    Ветви    **Результаты**    Граф

 **Таблица 1 - Потокораспределение**

Nнач	Nкон	Наименование ветви	Параметры в начале ветви				Параметры в конце ветви				Нагрузочные потери	
			$P_{нач}$ , МВт	$Q_{нач}$ , МВар	$S_{нач}$ , МВ·А	$I_{нач}$ , А	$P_{кон}$ , МВт	$Q_{кон}$ , МВар	$S_{кон}$ , МВ·А	$I_{кон}$ , А	$\Delta P_{нб.}$ , МВт	$\Delta Q_{нб.}$ , МВар

 **Таблица 2 - Напряжения в узлах**

N узла	Наименование узла	Номинальное напряжение, кВ	Фактическое напряжение, кВ	Отклонение от Uном, %

 **Таблица 3 - Перегруженные ветви**

Nнач	Nкон	Наименование ветви	Ток ветви, А	Допустимый ток, А

 **Таблица 4 - Суммарные показатели**

Параметр	P, МВт	Q, МВар
Нагрузка		
Генерация		
Генерация $Q_{вл}$	-	
Генерация $Q_{БСК}$	-	
Потери всего		
Мощность балансирующего узла		

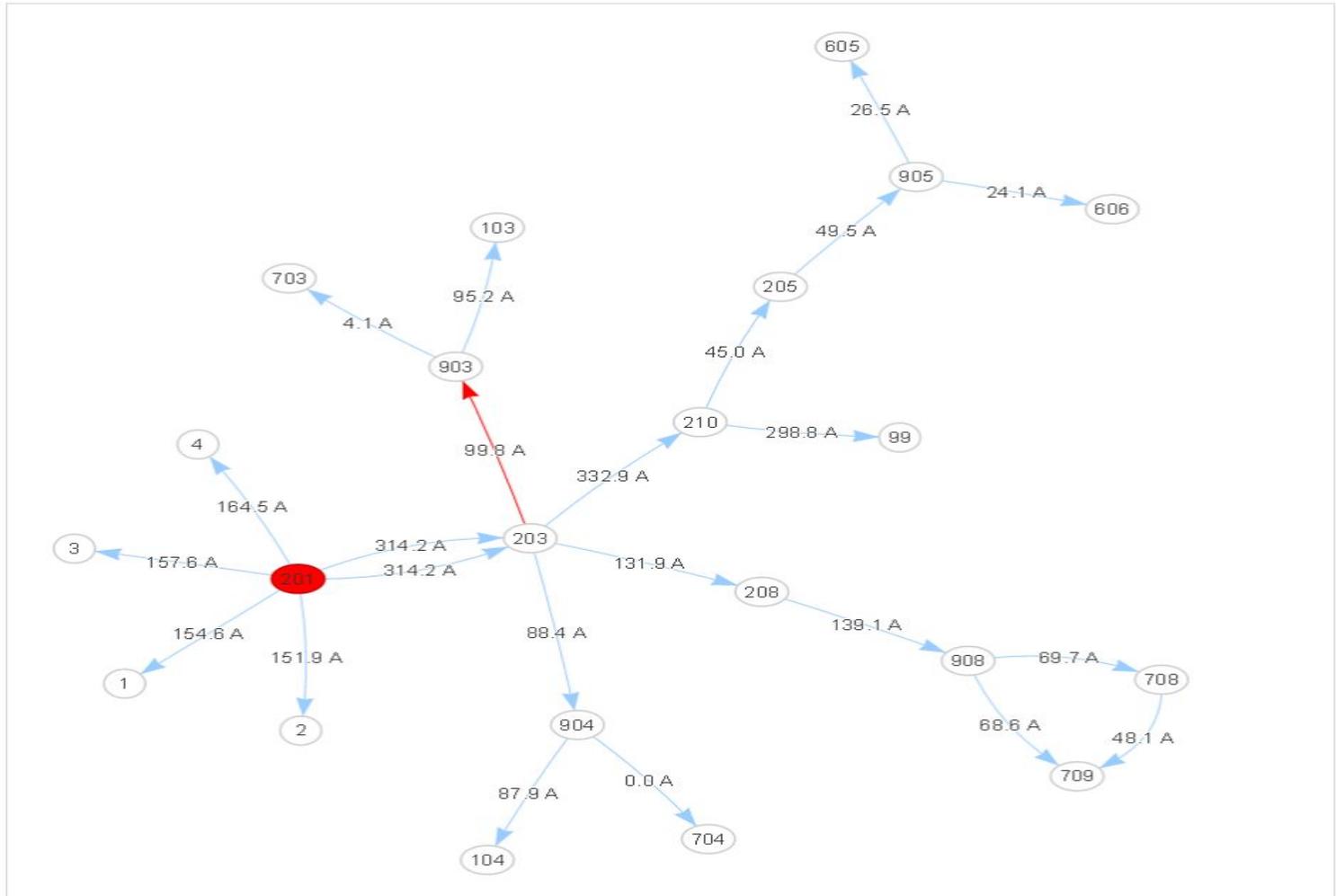
 **Таблица 5 - Потери активной мощности всего, МВт**

Потери в ЛЭП		Потери в трансформаторах		Потери в ШР	Потери в БСК	Всего
нагрузочные	холостого хода	нагрузочные	холостого хода			



# Интерфейс: Вкладка «Граф»

Статические характеристики    Узлы    Ветви    Результаты    **Граф**



Обновить граф



# Наши достижения



Прямая ссылка на модуль <http://online-electric.ru/circuit/circuit.php>  
Online Electric: Alexander Alyonov /  
Апрель 2017

# Контакты

---

Кафедра электроснабжения ВоГУ:  
160000 г. Вологда, ул. Ленина, 15  
Тел.: (8172) 72-14-11, доб.285  
8(911)502-22-29

[online-electric@mail.ru](mailto:online-electric@mail.ru)

<http://online-electric.ru>



---

# Спасибо!

