



МЕЖДУНАРОДНАЯ НАУЧНО-ПРАКТИЧЕСКАЯ КОНФЕРЕНЦИЯ
**УПРАВЛЕНИЕ КАЧЕСТВОМ ЭЛЕКТРИЧЕСКОЙ
ЭНЕРГИИ**



Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Национальный исследовательский университет «МЭИ»

ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ВЛИЯНИЯ ИСТОЧНИКОВ ИСКАЖЕНИЙ НА НЕСИНУСОИДАЛЬНОСТЬ НАПРЯЖЕНИЯ СЕТИ

Докладчик: Булычева Евгения Андреевна,
аспирант кафедры ЭППЭ

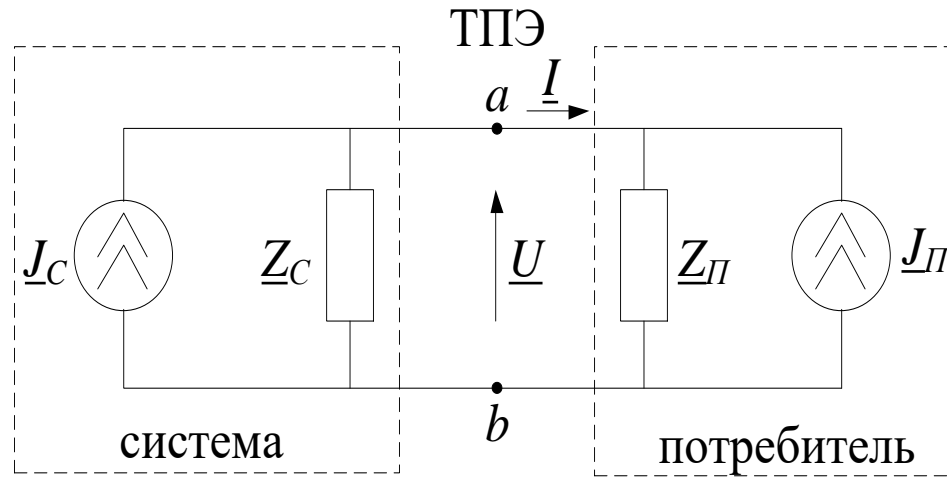
Руководитель: Янченко Сергей Александрович,
к.т.н., доцент кафедры ЭППЭ

Москва, 2020

Актуальность

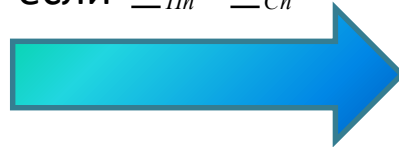
- Качество электроэнергии (КЭ) влияет на технико-экономические показатели как производителей, так и потребителей электроэнергии
- Важно обнаружить причины ухудшения КЭ, выявлять искажающих потребителей электроэнергии
- В течение многих лет идет обсуждение методов оценки влияния нелинейных потребителей на уровень несинусоидальности
- Утвержденной методики нет и требуется разработка адекватного подхода

Разработанный метод



$$\underline{U}_{Пh} = (\underline{U}_h + \underline{Z}_{Пh} \underline{I}_h) \frac{\underline{Z}_{Ch}}{\underline{Z}_{Ch} + \underline{Z}_{Пh}}$$

если $\underline{Z}_{Пh} / \underline{Z}_{Ch} > 10$

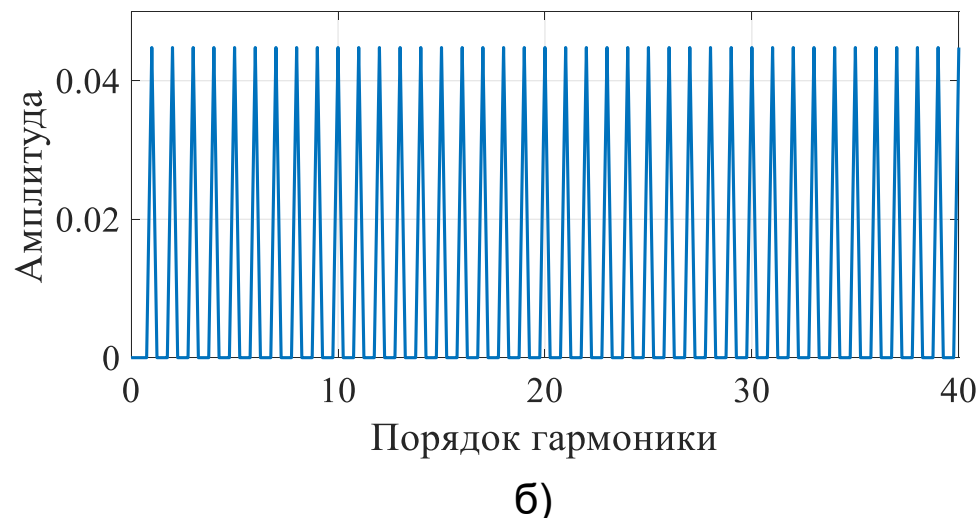


$$\underline{U}_{Ch} = (\underline{U}_h - \underline{Z}_{Ch} \underline{I}_h) \frac{\underline{Z}_{Пh}}{\underline{Z}_{Ch} + \underline{Z}_{Пh}}$$

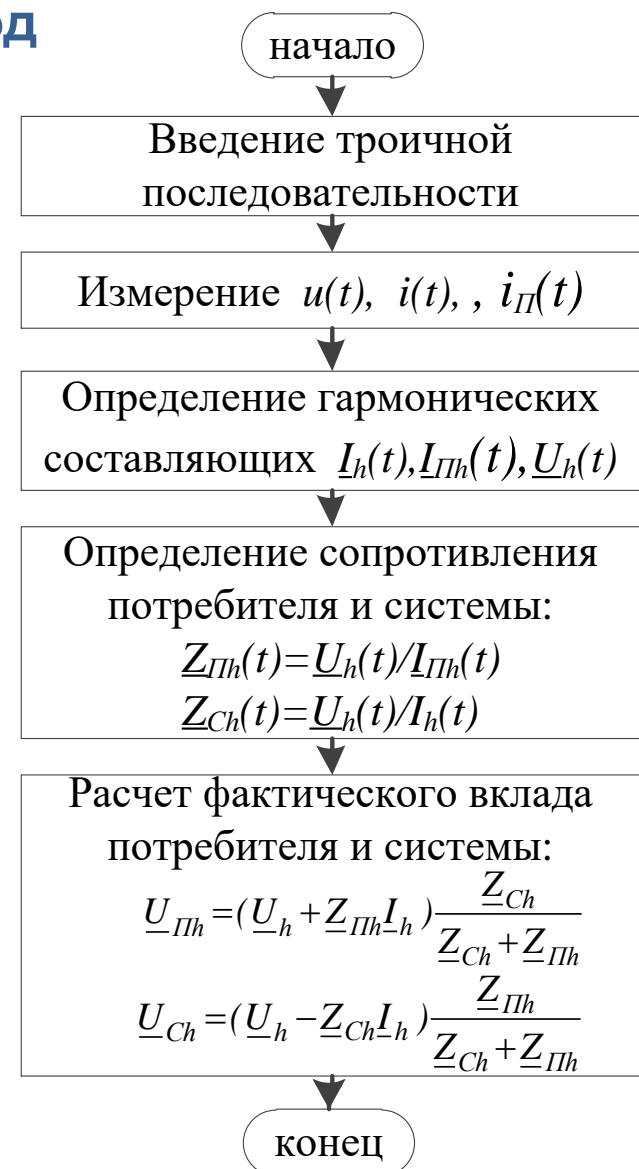
$$\underline{U}_{Пh} = \lim_{\underline{Z}_{Пh} \rightarrow \infty} \frac{(\underline{U}_h + \underline{Z}_{Пh} \underline{I}_h) \cdot \underline{Z}_{Ch}}{\underline{Z}_{Ch} + \underline{Z}_{Пh}} = \underline{Z}_{Ch} \underline{I}_h$$

$$\underline{U}_{Ch} = \lim_{\underline{Z}_{Пh} \rightarrow \infty} \frac{(\underline{U}_h - \underline{Z}_{Ch} \underline{I}_h) \cdot \underline{Z}_{Пh}}{\underline{Z}_{Ch} + \underline{Z}_{Пh}} = \underline{U}_h - \underline{Z}_{Ch} \underline{I}_h$$

Разработанный метод

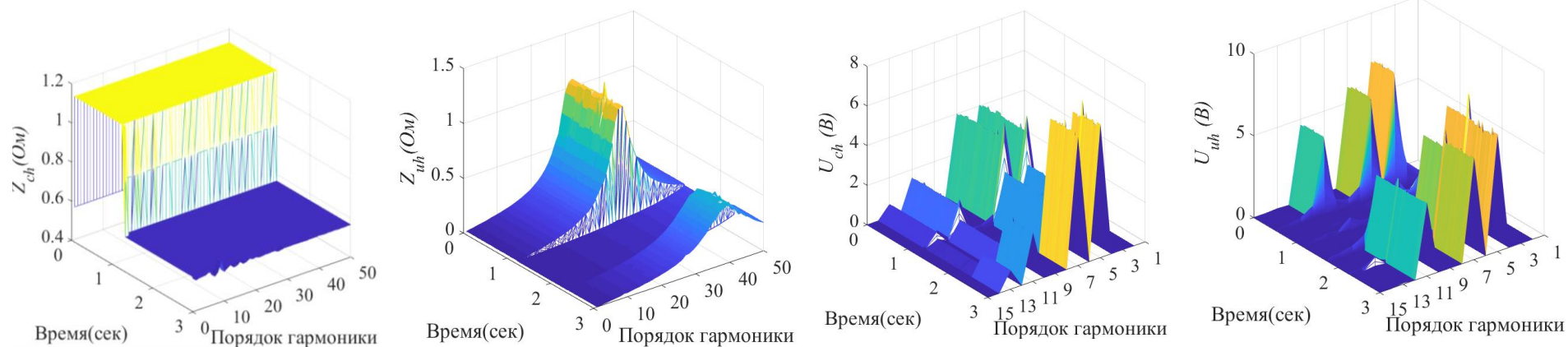
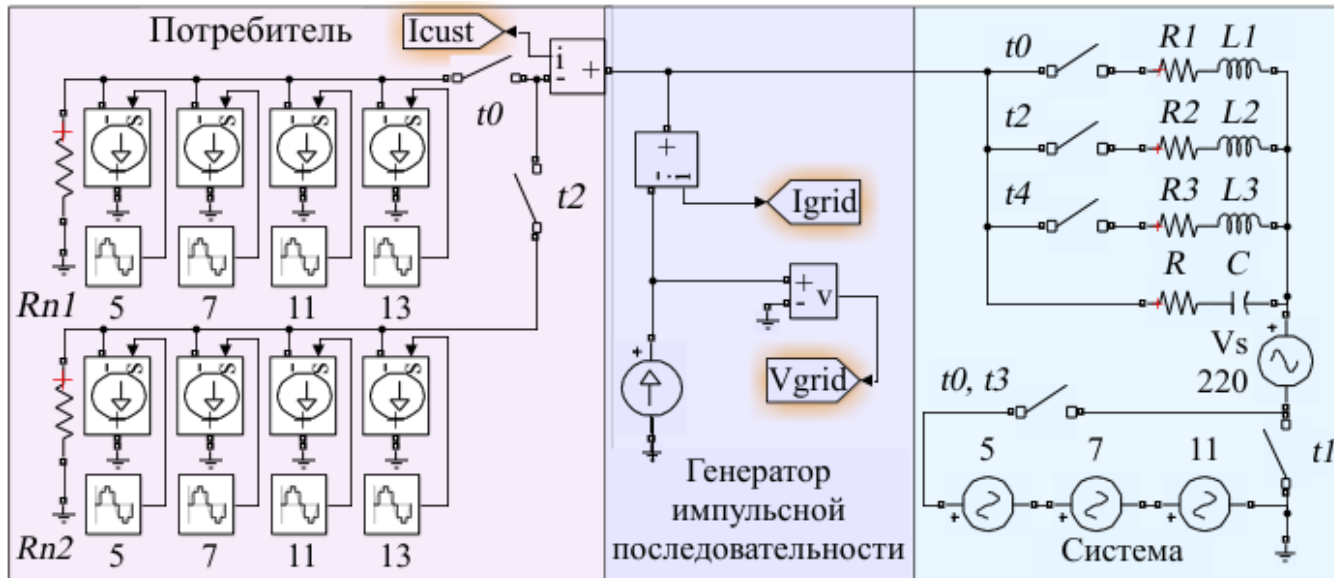


Троичная импульсная последовательность (а)
и ее спектр (б)



Блок-схема разработанного метода

Объект исследования



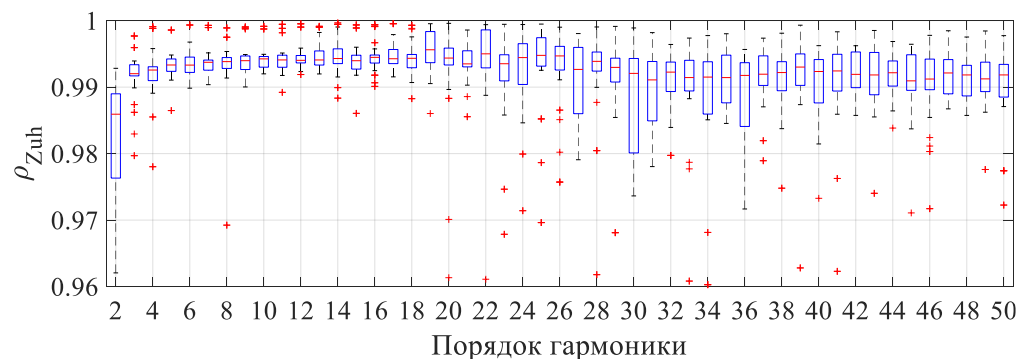
Анализ точности результатов

$$RMSE = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (x_i - y_i)^2}{n}}$$

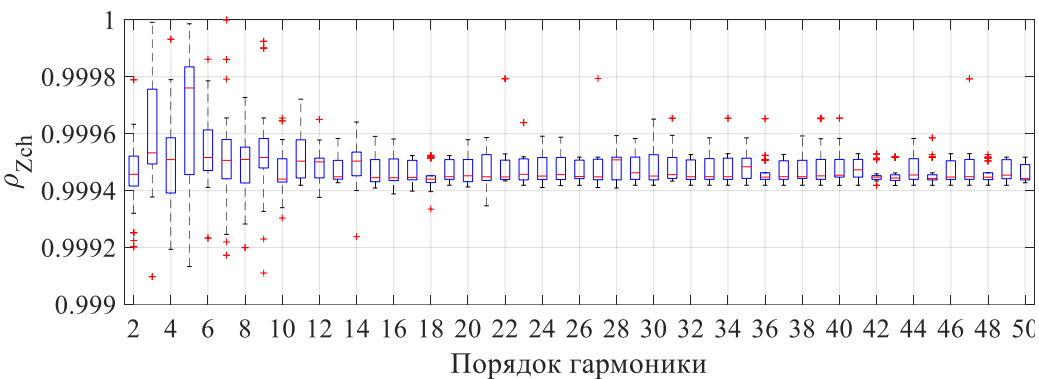
$$\rho = \frac{\sigma_{xy}}{\sigma_x \sigma_y} = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}$$

	Эталонное значение	Метод троичной импульсной последовательности
СИСТЕМА		
Z_{uh} [Ом]	0.0217	0.022
$RMSE_{Zuh}$	-	0.0018
ρ_{Zuh}	-	0.9727
U_{uh} [В]	3.8623	3.7
$RMSE_{Uuh}$	-	0.1179
ρ_{Uuh}	-	0.9995
ПОТРЕБИТЕЛЬ		
Z_{ch} [Ом]	0.7916	0.796
$RMSE_{Zch}$	-	0.0464
ρ_{Zch}	-	0.9786
U_{ch} [В]	2.8780	2.7
$RMSE_{Uch}$	-	0.2417
ρ_{Uch}	-	0.9860

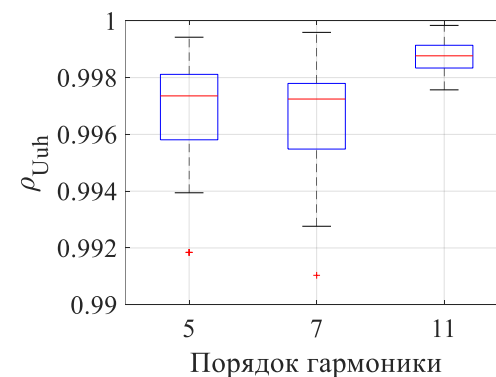
Анализ точности результатов



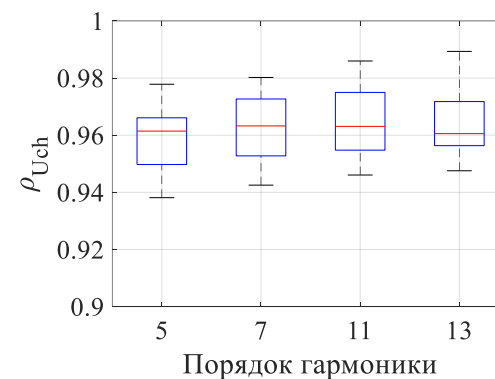
Распределение коэффициента корреляции для сопротивления системы



Распределение коэффициента корреляции для сопротивления потребителя



Распределение коэффициента корреляции для фактического вклада системы



Распределение коэффициента корреляции для фактического вклада потребителя

Выводы

- Результаты моделирования подтверждают хорошую точность разработанного подхода
- Продемонстрированы преимущества предлагаемого метода для идентификации источников высших гармоник в реальном времени в нестационарных условиях сети.
- Благодаря свойствам троичных импульсных последовательностей, предлагаемый подход становится практически реализуемым в сетях с часто меняющимися нагрузками и в сетях с сопоставимыми фактическими вкладами со стороны системы и потребителя.

*Исследование выполнено при финансовой поддержке
РФФИ в рамках научного проекта № 19-38-90264*

СПАСИБО ЗА ВНИМАНИЕ