

2. Реставрация памятников архитектуры: Учеб. пособие для вузов/С.С. Подъяпольский, Г.Б. Бессонов, Л.А. Беляев, Т.М. Постникова; Под общ. ред. С.С. Подъяпольского.-М.: Стройиздат, 1988.-264 с.
3. Пашкин Е.М. Инженерно-геологическая диагностика деформаций памятников архитектуры. – М.: Высш.шк., 1998. – 255 с.: ил. ISBN 5-06-003597-2.
4. Кабинет министров Республики Татарстан постановление от 29 декабря 2017 года N 1116 Об утверждении Стратегии сохранения культурного наследия Республики Татарстан на 2017 - 2030 годы.
5. Отчет «Комплексных инженерно-экологические исследования территории Государственного историко-архитектурного комплекса «Остров-град Свияжск» с целью оценки развития опасных геологических процессов.
6. Болгов, М. В. Оценка экстремальных гидрологических характеристик в условиях неопределенности климатических изменений / М. В. Болгов, Е. В. Арефьева // Технологии гражданской безопасности. – 2021. – Т. 18. – № 1(67). – С. 54-59.
7. Arefieva, E. V. The issues of sustainability of historical and cultural areas associated with their periodic underflooding and solutions / E. V. Arefieva, E. V. Muraveva, E. I. Alekseeva // IOP Conference Series: Materials Science and Engineering : International Conference on Construction, Architecture and Technosphere Safety - 6. Analysis, Assessment and Technologies of Natural and Man-Made Disasters Reduction, Chelyabinsk, 25–27 сентября 2019 года. – Chelyabinsk: Institute of Physics Publishing, 2019. – P. 066031. – DOI 10.1088/1757-899X/687/6/066031.

# THE INFLUENCE OF DANGEROUS NATURAL PROCESSES WITH A CLIMATIC FACTOR ON THE STABILITY OF CULTURAL HERITAGE OBJECTS OF THE REPUBLIC OF TATARSTAN

*Alekseeva E.*

*kleongardt@bk.ru*

*(Kazan National Research Technical University named after A. N. Tupolev-KAI, Kazan)*

In the article, the author considers the problem of exposure of cultural heritage objects to the effects of dangerous natural processes with a climatic factor. The issues of the influence of climate change on the growth of dangerous natural processes are considered. The article analyzes the sources and causes that lead to deformations and destruction of cultural heritage objects. The tasks of flexible regulation of these processes in built-up historical territories are set in order to increase the stability of cultural heritage objects.

УДК 621.316.7

## ИССЛЕДОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ МЕЖСЕТЕВЫХ СОЕДИНЕНИЙ АРАБСКИХ СТРАН НА УСТОЙЧИВОСТЬ ЭНЕРГОСИСТЕМЫ СИРИЙСКОЙ АРАБСКОЙ РЕСПУБЛИКИ

*Альзаккар А.<sup>1</sup>, Алхадж Хассан.Ф.<sup>2</sup>, Местников Н.П.<sup>3</sup>*

*Ahmadalzakkar86@gmail.com<sup>1</sup>, Fouadhajjhassan42@gmail.com<sup>2</sup>, Sakhacase@bk.ru<sup>3</sup>*

Научный руководитель: И.М. Валеев, д.т.н., профессор

*(<sup>1,2</sup>Казанский государственный энергетический университет, Казань*

*<sup>3</sup>Северо-Восточный федеральный университет, г. Якутск)*

Аннотация: Настоящая статья посвящена исследованию и анализу значений взаимосвязей между электроэнергетическими системами, которые увеличиваются при большей вероятности вследствие зависимости всех стран и государств от потребления электроэнергии и простоте ее передачи в целях получения технико-экономических

преимуществ. Кроме того, авторами статьи в рамках исследования проанализировано динамическое влияние взаимодействия на устойчивость синхронных генераторов (частота - угла вращения ротора), эксплуатируемые в электроэнергетической системе Сирийской Арабской Республики.

### Актуальность работы

За последние два десятилетия арабские страны потратили более 9 миллиардов долларов на сетевом соединении проекты для электрических сетей. На сегодняшний день завершено 13 проектов, 12 из которых введены в эксплуатацию. В настоящее время реализуются еще два проекта, которые должны быть завершены в 2025 году. Ряд подключенных проектов, которые были введены в эксплуатацию, достигли приемлемой части ожидаемых выгод.

### Цель работы

В данном исследовании проанализировано динамическое влияние межсетевой связи на устойчивость схемы для синхронных генераторов (частота - угла вращения ротора) в электрических сетях Сирии.

### Описание работы

Поскольку наше исследование проводится при напряжении (230-400) кВ, то Рис.1. показана однолинейная схема сирийской электросети на напряжение (230-400) кВ в 2011 году:

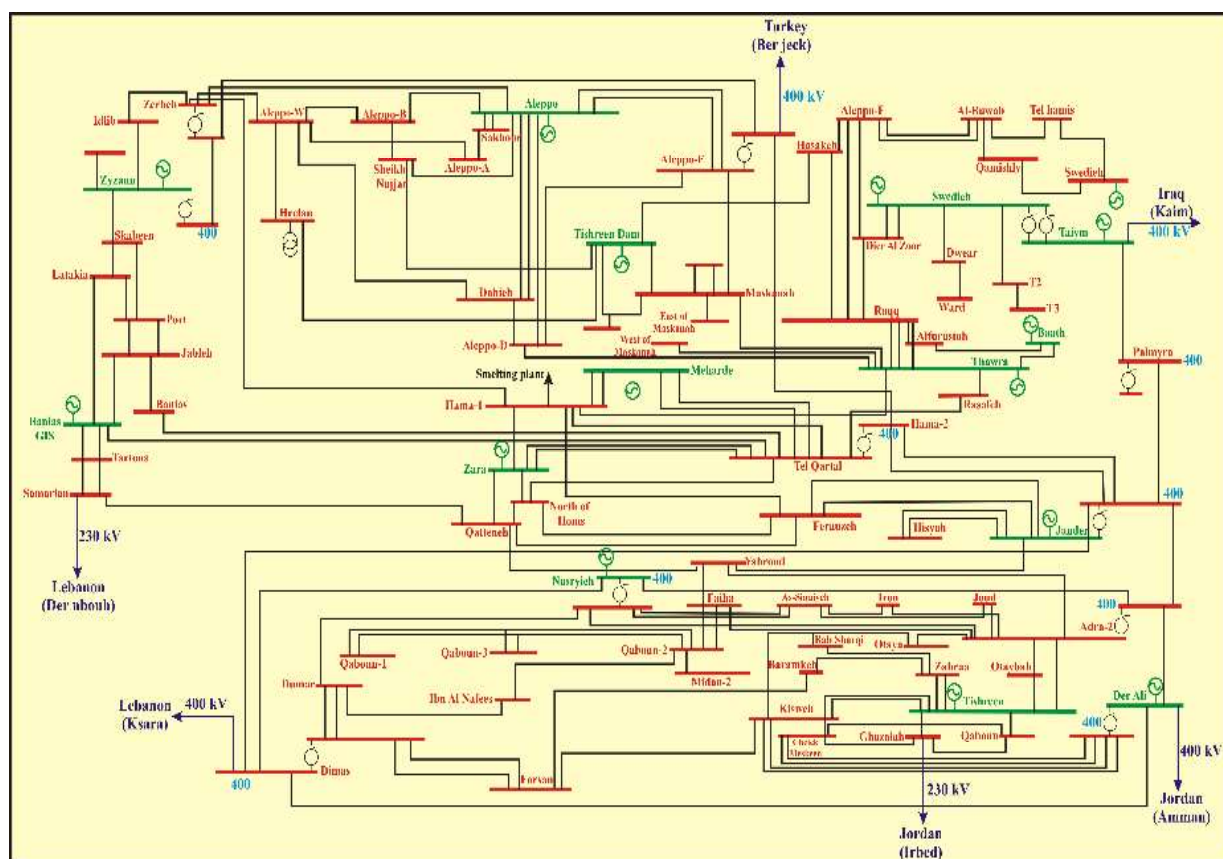


Рис.1. Однолинейная схема электрической сети в Сирии.

### 1-Поддержка устойчивости частоты в энергосистеме на уровне напряжения 230 кВ и 400 кВ в Сирии:

**Ситуация (А):** Используя таблицу защиты от понижения частоты на подстанциях сирийской сети [1], мы применили первую ступень (сброс нагрузки) 326 МВт ступени I качания ротора в генераторе, которая отключилась при  $f = 49$  Гц. Этот случай представлен с использованием PSS/E, а результирующая кривая показана на Рис.(2-А) Примечательно, что частота не упала ниже  $f = 47,5$  Гц, а стабилизировалась на  $f = 47,7$  Гц, то есть не достигла уровня, при котором оборудование защищено от (особенно оборудование генерирующего ед.) электрической сети. Следовательно, в электросети не будет обрушения или отключения электроэнергии.

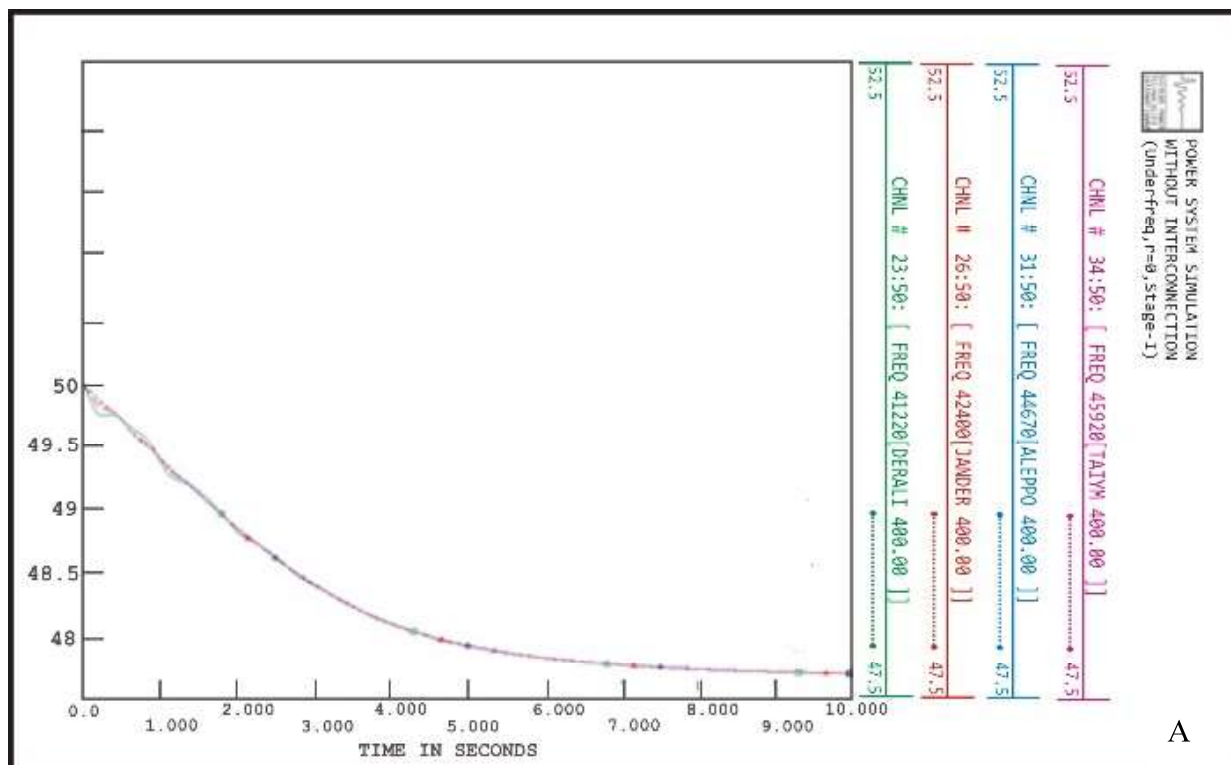


Рис.2. Поведение частоты  
(с пониженной частотой - без резерва вращения - независимая сеть)

**Ситуация (Б):** Значение частоты ( $f = 48,2$  Гц), при которой электрическая сеть стабилизировалась, низкое. Используя таблицу [1], мы применили первую ступень (сброс нагрузки) этапа I (качение ротора в генераторе). Этот случай представлен с использованием (PSS/E) [2], а результирующая кривая показана на Рис. (3-Б). Сравните эту кривую с кривой на рис. (2-А). Было обнаружено, что падение частотной кривой уменьшилось, потому что частота стабилизировалась на ( $f = 48,9$  Гц) больше, чем ( $f = 47,7$  Гц).

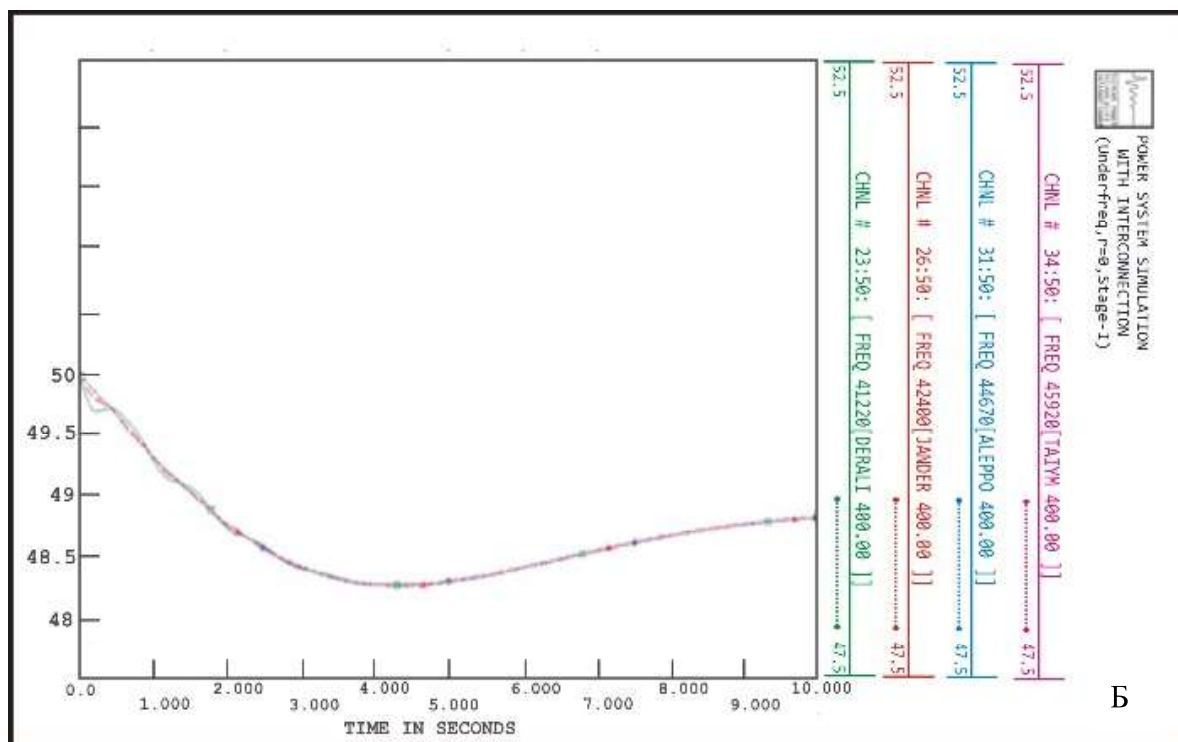


Рис.3. Поведение частоты  
(с пониженной частотой - без резерва вращения - взаимосвязанная сеть)

## 2-Поддержка устойчивости угла ротора в энергосистеме на уровне напряжения 230 кВ и 400 кВ в Сирии:

**Ситуация(В):** На рис.(4-В) показана кривая угла ротора генерирующей установки Насрье (NASRG01) до соединения с (EIJLLPST). Когда происходит трехфазное короткое замыкание (3 фазы) на шине 55599 Насрыхской электростанции. Для разных времен сбоя (FT) = (100-200-250) мсек [3]. Из графика (синяя кривая) видно, что на электростанции Насрье противофазная синхронизация (OOPS) для FT = 250 мсек. Следовательно, CFCT = 200 мсек.

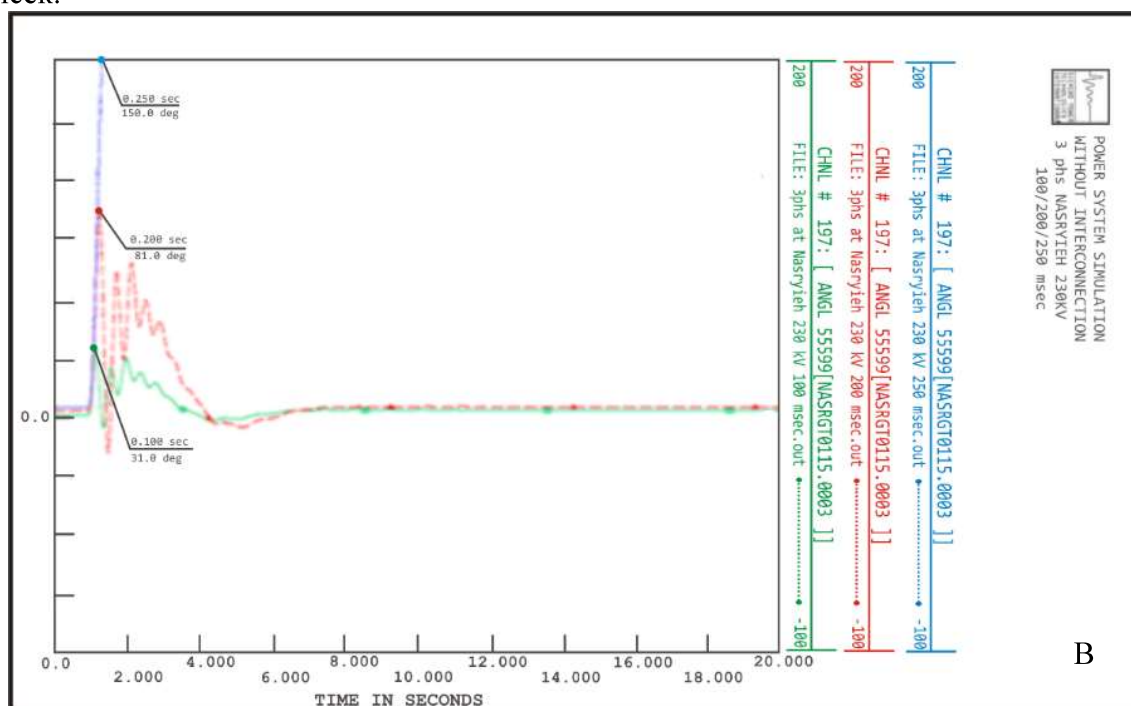


Рис.4. Угол наклона ротора электростанции Насрье для различных (FT) - Независимая Сеть.

**Ситуация(Г):** На рис.(5-Г) показана кривая угла ротора генераторной установки Насрье (NASRG01) после соединения с (EIJLLPST). Когда происходит трехфазное короткое замыкание (3 фазы) на шине 55599 Насрыхской электростанции. Для разных времен сбоя (FT) = (100-200-300) мсек. Из графика (синяя кривая) видно, что на электростанции Насрье противофазная синхронизация (OOPS) для (FT) = 300 мсек. Следовательно, CFCT = 250 мсек.

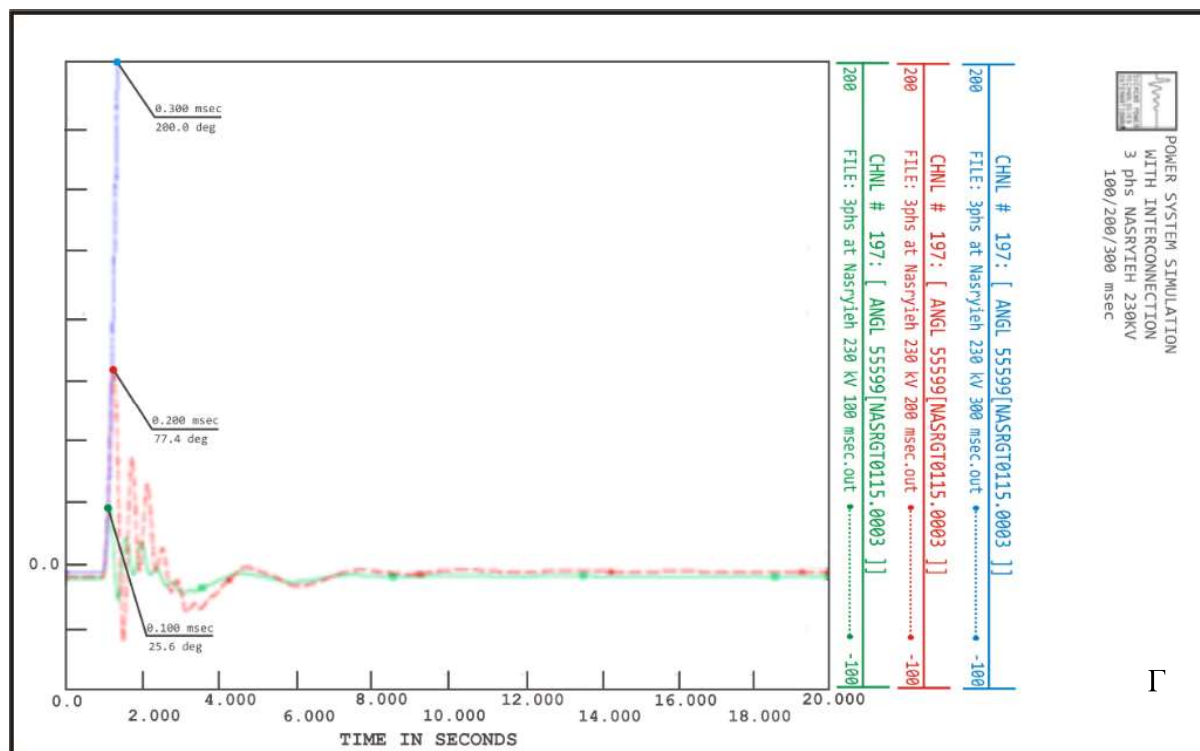


Рис.5. Угол наклона ротора электростанции Насрье для различных (FT)- Взаимосвязанная Сеть.

### Заключение

1-Перед тем, как приступить к подключению электрических систем к сирийской электросистеме, рекомендуется провести углубленные динамические исследования всей системы, чтобы показать влияние взаимосвязи на параметры системы, с учетом увеличения переносимой мощности и выбора соответствующей защиты для соединительных линий.

2-Было обнаружено увеличение CFCT для энергоблоков сирийской электросистемы из-за: (активации межсоединения- увеличения транспонированной мощности (РТ)), это привело к увеличению зоны послеаварийной стабилизации.

### СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ:

1. Public Establishment of Electricity Generation & Transmission in Syria (PEEGT), Annual Report 2011, <https://cutt.us/Report2014>.
2. A.Alzakkar, &N.Mestnikov, "Study of Impact of the Main Parameters of Synchronous Generators on the Dynamic Stability in the Syrian Power System," International Conference on Industrial Engineering, Applications and Manufacturing (ICIEAM), 2021.
3. A.Alzakkar & F. A. Hassan, "Support of Frequency Stability in Electrical Power System at Voltage 400 kV in Syria," RusAutoCon(Springer), 2021.
4. Альзаккар.А., Исследование поддержки частотной устойчивости в электроэнергетических системах на напряжении 400 КВ в Сирии / А. Альзаккар, Н. П. Местников, Х. Ф. Алхадж, И. М. Валеев // Международный технико-экономический журнал. – 2020. – № 2. – С. 14-23. – DOI 10.34286/1995-4646-2020-71-2-14-23

5. A.Alzakkar, F. A. Hassan, N. Mestnikov, V. Mirgalimovich, "Analysis of the dynamic effect of the electrical interconnection on the stability of the rotor angle for synchronous generators in the electric power system of Syria," Journal of energy problems, Vol 23, № 4 (2021).

# **STUDY OF THE IMPACT OF INTERCONNECTIONS OF ARAB COUNTRIES ON THE SUSTAINABILITY OF THE POWER SYSTEM OF THE SYRIAN ARAB REPUBLIC**

**Ahmad Alzakkar<sup>1</sup>, Fouad Alhajj Hassan<sup>2</sup>, Nikolay Mestnikov<sup>3</sup>**

*Ahmadalzakkar86@gmail.com<sup>1</sup>, Fouadhajjhassan42@gmail.com<sup>2</sup>, Sakhacase@bk.ru<sup>3</sup>*

Supervisor: Ilgis Valeev, professor

*(<sup>1,2</sup>Kazan State Power Engineering University, Kazan*

*<sup>3</sup>North-Eastern Federal University, Yakutsk)*

**Abstract:** This article is devoted to the study and analysis of the values of interconnections between electric power systems, which increase with greater probability due to the dependence of all countries and states on the consumption of electricity and the ease of its transmission in order to obtain technical and economic advantages. In addition, the authors of the article, as part of the study, analyzed the dynamic effect of interaction on the stability of synchronous generators (frequency - rotor rotation angle) operated in the power system of the Syrian Arab Republic.

УДК 519.237.5:004.42

## **РЕАЛИЗАЦИЯ РЕГРЕССИОННОГО АНАЛИЗА В СИСТЕМЕ MATLAB**

**Артемяева С.А., Горбунов И.Д.**

*avemetra23@gmail.com*

Научный руководитель: А.Ф. Сабитов, к.т.н., доцент

*(Казанский национальный исследовательский технический университет им. А.Н. Туполева-КАИ, Казань)*

Рассматривается использование системы MATLAB для реализации регрессионного анализа по установлению параметров нелинейных функций повышенной сложности. Приведен алгоритм регрессионного анализа и результаты исследования точности на примере установления параметров некоторой тестовой функции.

Регрессионный анализ используется в различных системах, таких как MicrosoftOfficeExcel, Stadia, Statistica, Mathcad и других. Но, как правило, эти программные средства предоставляют возможность проведения регрессионного анализ для простых функций регрессии. В то же время, для решения задач с несколькими искомыми параметрами часто требуется использовать сложные функции регрессии. Особую актуальность использования сложных функций регрессии приобретает анализ спектральных характеристик сигналов, содержащих информацию о динамических свойствах средств измерений. Математическое обоснование и средства получения спектральных характеристик некоторых средств измерений приведены в работах [1 - 3]. Пакет прикладных программ системы MATLAB позволяет произвести регрессионный анализ, как спектральных характеристик, так и более сложных функциональных зависимостей.

Процесс проведения регрессионного анализа в программе MATLAB включает в себя: ввод исходных данных в рабочее пространство MATLAB, ввод математической формулы функции регрессии, оценку адекватности проведенного анализа, вывод искоемых параметров функции регрессии и диаграмм на экран.