

ОПИС ЗАВЕРШЕНОЇ РОЗРОБКИ (держбюджет)

**Наукові засади, підходи і методи зменшення впливу низькочастотних коливань
потужності на режими роботи Об'єднаної електроенергетичної системи**

**Научные основы, подходы и методы уменьшения влияния низкочастотных
колебаний мощности на режимы работы Объединенной электроэнергетической
системы**

**Scientific principles, methods and techniques to reduce the impact of low-frequency
oscillations in the power modes of the United Power System**

1. Номер державної реєстрації, номер реєстрації в університеті.

0114U002532, КВНТД І.2 13.14.02, УДК 621.311

2. Науковий керівник.

О. С. Яндульський, д.т.н, проф. (укр.)

А.С. Яндульский, д.т.н, проф. (рос.)

Oleksandr Yandulskyy, DSc., Professor. (англ.)

3. Суть розробки, основні результати.

(укр.)

Аналіз аварій в електроенергетичних системах (ЕЕС) світу показав, що однією з причин їх виникнення є слабодемпфовані низькочастотні коливання (НЧК). Це обумовлює необхідність вирішення комплексу задач по зменшенню впливу НЧК на режими роботи та підвищення стійкості ЕЕС. Для об'єднаної електроенергетичної системи (ОЕС) України, яка характеризується відносно слабкими міжсистемними зв'язками в умовах впровадження розосереджених відновлювальних джерел енергії (ВДЕ) вирішення вказаних задач є особливо актуальним.

В результаті проведених теоретичних та експериментальних досліджень розвинуто наукову концепцію виникнення та розвитку НЧК в ОЕС. Розроблено нові методи ідентифікації домінуючих НЧК ОЕС на основі обробки синхронізованих вимірів режимних параметрів з систем моніторингу перехідних режимів (СМПР). Створено методику експериментального дослідження і математичного моделювання низькочастотних коливань об'єднаної електроенергетичної системи для усталених та перехідних режимів в умовах змінної потужності електростанцій з ВДЕ та впливу налаштувань систем регулювання частоти. Запропоновано метод ідентифікації динамічної моделі ЕЕС на основі аналізу руху центрів інерції когерентних груп генераторів (КГГ), що дозволило, використовуючи дані пасивного експерименту, отримати модель ЕЕС, що враховує взаємний вплив КГГ на перехідний режим ЕЕС. Розроблено комплексний підхід до побудови системи моніторингу та демпфування НЧК в режимі реального часу шляхом параметричного синтезу систем регулювання частоти і потужності з використанням гнучких передач змінним струмом (ГПЗС). Отримано нові результати, які описують динамічні властивості ОЕС при введенні в дію системних стабілізаторів, проведено оцінювання якості демпфування НЧК при використанні ГПЗС. Розроблено рекомендації щодо вибору місць розміщення і вимог до швидкодії засобів демпфування в ОЕС. Сформовано вимоги до систем передачі інформації від пристроїв СМПР для моніторингу електроенергетичних системах в режимі реального часу.

(рос.)

Анализ аварий в электроэнергетических системах (ЭЭС) мира показал, что одной из причин их возникновения является слабодемпфированные низкочастотные колебания (НЧК). Это обуславливает необходимость решения комплекса задач по уменьшению влияния НЧК на режимы работы и повышения устойчивости ЭЭС. Для объединенной электроэнергетической системы (ОЭС) Украины, которая

характеризується відносно слабкими міжсистемними зв'язями в умовах впровадження розподілених відновлюваних джерел енергії (ВДЕ) рішення вказаних задач є особливо актуальним.

В результаті проведених теоретичних і експериментальних досліджень розвинуто наукову концепцію виникнення і розвитку НЧК в ОЭС. Розроблені нові методи ідентифікації домінуючих НЧК ОЭС на основі обробки синхронізованих вимірювань режимних параметрів з систем моніторингу перехідних режимів (СМІР). Створена методика експериментального дослідження і математичного моделювання низькочастотних коливань об'єднаної електроенергетичної системи для усталених і перехідних режимів, в умовах змінної потужності електростанцій з ВДЕ, і впливі налаштувань систем регулювання частоти. Представлено метод ідентифікації динамічної моделі ЕЭС на основі аналізу руху центрів інерції когерентних груп генераторів (КГГ), що дозволило, використовуючи дані пасивного експерименту, отримати модель ЕЭС, що враховує взаємне вплив КГГ на перехідний режим ЕЭС. Розроблено комплексний підхід до побудови системи моніторингу і демпфування НЧК в режимі реального часу шляхом параметричного синтезу систем регулювання частоти і потужності з використанням гнучких передач змінним струмом (ГПСТ). Отримані нові результати, що описують динамічні властивості ОЭС при введенні в дію системних стабілізаторів, проведена оцінка якості демпфування НЧК при використанні ГПСТ. Розроблені рекомендації по вибору місць розміщення і вимог до швидкодії засобів демпфування в ОЭС. Сформульовані вимоги до системам передачі інформації від пристроїв СМІР для моніторингу електроенергетичних систем в режимі реального часу.

(англ.)

Analysis of accidents in electric power systems (EPS) of the world has shown that one of the reasons for their occurrence is poor damped low-frequency oscillations (LFO). This requires solving of the complex problem aimed to reduce the LFO impact and increase the stability of the EPS. For the interconnected power system (IPS) of Ukraine, which is characterized by relatively weak interconnections in the conditions of rising of amount of distributed energy sources (RES) to solve these problems it is particularly important.

As a result of theoretical and experimental studies it was developed the scientific concept of the origin of the IPS LFO. It was proposed the novel methods for the identification of the dominant LFO based on the processing of synchronized measurements if the wide area monitoring systems (WAMS). It was developed the technique of experimental research and mathematical modeling of low-frequency oscillations of the interconnected power system for quasi-steady-state and transient modes with renewable energy sources, and discovered the effect of setting the frequency control systems. It was proposed the method for identifying a dynamic model of IPS on the basis of the analysis of the motion of coherent groups of generators inertia centers (CGG), which allowed using passive experiment data, get an IPS model EEC, taking into account the mutual influence of the CGG EPS mode. It was proposed a comprehensive approach to building a real-time monitoring and damping systems by parametric frequency synthesis and power control systems with the use of flexible alternating current transmission (FACTS). In work it was determined the new results that explain the dynamic properties of IPS, in enacting systemic stabilizers, damping quality assessment carried out by using FACTS. As a result it was formed the recommendations on the selection and placement requirements for stabilizers in the IPS and requirements for information transfer from WAMS devices for monitoring of electrical power systems in real time.

4. Наявність охоронних документів на об'єкти права інтелектуальної власності.

Не передбачалося.

5. Порівняння зі світовими аналогами.

Результати відповідають світовому рівню, а комплексність досліджень об'єднаної енергосистеми на основі розроблених моделей, розробка нових методів і засобів управління з урахуванням змінної потужності ВДЕ, ефективне використання ГПСТ-систем

дозволили підвищити стійкість та надійність роботи. Отримані результати досліджень статичної коливної стійкості ЕЕС свідчать про можливість збільшення пропускної здатності системоутворюючих перетинів в середньому на 10% при переході від статично розрахованих обмежень до динамічного ведення режиму. Використання сучасних методів математичного моделювання усталених режимів електромеханічних та тривалих перехідних процесів в ЕЕС, модального аналізу для дослідження коливальної стійкості потужних ОЕС з розосередженою генерацією з визначенням параметрів коливань, включаючи оцінку їх характеристик щодо демпфірування дозволило підвищити точність оцінки окремих характеристик міжсистемних НЧК на основі використання синхронізованих вимірів режимних параметрів під час перехідних режимів. Такий комплексний підхід до розв'язання поставленої задачі пропонується вперше та не має аналогів в Україні.

6. Економічна привабливість для просування на ринок.

Використання отриманих результатів дозволить покращити якість керування режимами ОЕС України, а також покращити техніко-економічні показники роботи енергооб'єднання, а саме:

- підвищити пропускну здатність основних перетинів та системоутворюючих ЛЕП з урахуванням вимог до меж завантаження ЛЕП при наявності слабодемпфованих коливань потужності, що дозволить заощаджувати не менше 57000 тис. грн на рік;
- зменшити на 30-50% кількість реєстраторів необхідних для моніторингу низькочастотних коливань перетоків активної потужності міжсистемними та внутрішніми ЛЕП за рахунок використання запропонованого методу вибору місць розміщення в центрах інерції когерентних груп генераторів ОЕС;
- підвищити надійність роботи ЕС у випадку виникнення аварійних режимів за рахунок моніторингу перехідних режимів ЕЕС та підвищення межі статичної коливної стійкості на основі актуалізації параметрів налаштування засобів демпфування коливань перетоків потужності.

7. Потенційні користувачі.

Результати проведених досліджень можуть бути впроваджені в Державному підприємстві «Національна енергетична компанія «Укренерго», електроенергетичних компаніях, Інституті електродинаміки НАН України, Інституті проблем моделювання в енергетиці НАН України, Інститутах «Енергомережпроект» та «Сільенергопроект» та використані в навчальному процесі при підготовці спеціалістів та магістрів на кафедрі автоматизації енергосистем НТУУ „КПІ”.

8. Стан готовності розробки.

Результати роботи впроваджені в ДП НЕК «Укренерго» і готові до впровадження в інших електроенергетичних системах.

9. Існуючі результати впровадження.

Розроблені комплексний підхід, методи та моделі досліджень були використані в роботах по дослідженню дії первинного регулювання та демпфірування низькочастотних коливань потужності ОЕС України, які проводились по замовленню Державного підприємства «Національна енергетична компанія «Укренерго» шляхом виконання господарчого договору, об'ємом 0.86 млн. грн.

Результати НДР впроваджено в навчальний процес: при підготовці бакалаврів, спеціалістів та магістрів за спеціалізацією "Системи управління виробництвом і розподілом електроенергії" спеціальності "Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка" (код 141). Розроблено нові розділи «Забезпечення стійкості енергосистем з слабким зв'язками», «Параметри автоматичних регуляторів збудження генераторів та їх вплив на статичну стійкість енергосистеми» до курсу «Автоматичне та автоматизоване управління в енергосистемах», та новий цикл лабораторних робіт «Мікропроцесорні релейні захисти основних елементів електричної мережі». Виконана підготовка основних розділів дисертації одного пошукача на здобуття вченого ступеня доктора технічних наук, Захищено 1 кандидатську дисертацію, подано до розгляду спеціалізованої Вченої ради K26.002.06 1 дисертацію, (підготовлено до захисту 2). Видано

одну монографію, 6 навчальних посібників, опубліковано: 39 статей (у тому числі зі студентами 1), 4 публікацій у журналах наукометричних БД; зроблено 19 доповідей на конференціях (з них 16 – на міжнародних), студентами опубліковано - 21 теза доповідей; До виконання НДР залучалось 12 студентів. За результатами досліджень захищено 7 робіт освітньо-кваліфікаційного рівня «магістр», та 3 роботу освітньо-кваліфікаційного рівня «спеціаліст» з опублікуванням результатів та участю в науково-технічних конференціях.

10. Форма участі інвестора.

Участь компанії SEL (США) у якості інвестора в реалізації результатів проекту виражається у забезпеченні спеціалізованим обладнанням та у наданні консультативних послуг. Отримано обладнання та програмне забезпечення на 27 тисяч доларів США.

11. Обсяг інвестицій.

Обсяг інвестицій необхідних для впровадження результатів проекту для першого етапу складає 250 тисяч доларів США. Обсяг інвестицій наступних етапів потребує уточнення.

12. Мета інвестицій.

Метою інвестицій є впровадження результатів проекту з використанням обладнання компанії SEL (США).

13. Назва підрозділу, телефон, e-mail.

Національний технічний університет України «Київський політехнічний інститут», кафедра автоматизації енергосистем, 241-76-36, kafedra_ae@mail.ru.

14. Фото або декілька слайдів презентації з фото розробки в електронному вигляді (рекламного характеру). Якщо фото надається окремим файлом, бажано використовувати JPEG формат.

15. Перелік публікацій за матеріалами досліджень за період виконання.

Монографії:

1. Яндутьський О.С., Нестерко А.Б., Тимохін О.В., Труніна Г.О. Регулювання частоти та потужності електроенергетичної системи з відновлюваними джерелами енергії: Навчальний посібник. – Київ.: НТУУ «КПІ», 2016. – 195 с.

Посібники:

1. Настенко Д.В., Нестерко А.Б. Об'єктно-орієнтовне програмування. Частина 1. Основи об'єктно-орієнтовного програмування на мові C#: Навчальний посібник. – Київ.: НТУУ «КПІ», 2016. – 76 с.
2. Яндутьський О.С., Дмитренко О.О. Релейний захист. Цифрові пристрої релейного захисту, автоматики та управління електроенергетичних систем: Навчальний посібник під загальною редакцією д.т.н. О.С. Яндутьського. – К.: НТУУ «КПІ», 2016. – 102 с.
3. Яндутьський О.С., Дмитренко О.О. Математичне моделювання систем та процесів. Математичне забезпечення мікропроцесорних пристроїв релейного захисту і автоматики електроенергетичних систем: Навчальний посібник під загальною редакцією д.т.н. О.С. Яндутьського. – К.: НТУУ «КПІ», 2016. – 59 с.
4. Лавренова Д.Л., Хлистов В.М. Основи метрології та електричних вимірювань [Електронне видання]: Навчальний посібник. – К.: НТУУ «КПІ», 2016. – 123 с.
5. Хоменко О.В. Математичні задачі енергетики. Моделювання і аналіз усталених режимів роботи електричних систем: Навчальний посібник. – К.: НТУУ «КПІ», 2016. – 109 с.
6. Банін Д. Б., Банін М. Д., Гнатовський А. В. Алгоритмізація та програмування електроенергетичних задач. Моделі, методи, алгоритми і програми для промислових комп'ютерних комплексів: Навчальний посібник. – К.: НТУУ "КПІ", 2016. – 104 с.

Публікації:

1. Яндутьський О.С., Марченко А.А., Мацейко В.В. Дослідження властивостей низькочастотних коливань на основі синхронізованих векторних вимірів // Технічна електродинаміка. – 2014. – № 5. – С. 74–76. (Scopus).

2. Труніна Г.О. Зони ефективного регулювання напруги джерелами розосередженої генерації з інверторним приєднанням в розподільній електричній мережі// Технічна електродинаміка. – 2014. – № 5. – С. 54–56. (Scopus).
3. Яндутьський О.С. Марченко А.А. Мацейко В.В. Дослідження властивостей низькочастотних коливань на основі синхронізованих векторних вимірів// Збірник доповідей 13 міжнародної науково-технічної конференції «Проблеми сучасної електротехніки – 2014», Київ, видання на CD-диску, РРЕ, 2014.
4. Яндутьський О.С. Нестерко А.Б. Вплив відновлюваних джерел енергії з інверторним приєднанням на інерцію електроенергетичної системи// Збірник доповідей 13 міжнародної науково-технічної конференції «Проблеми сучасної електротехніки – 2014», Київ, видання на CD-диску, РРЕ, 2014.
5. Труніна Г.О. Зони ефективного регулювання напруги джерелами розосередженої генерації з інверторним приєднанням у розподільній електричній мережі// Збірник доповідей 13 міжнародної науково-технічної конференції «Проблеми сучасної електротехніки – 2014», Київ, видання на CD-диску, РРЕ, 2014.
6. Нестерко А.Б., Яндутьський О.С., А.А. Марченко. Оцінка динамічних характеристик багатомашинних електроенергетичних систем на основі даних синхрофазорів // Підвищення рівня ефективності енергоспоживання в електротехнічних пристроях і системах: V міжнар. конф., 29 черв. – 1 лип. 2014 р. : тези допов. – Луцьк – Шацькі озера, 2014. – С.161 – 162.
7. Мацейко В.В. Демпфування низькочастотних коливань потужності в енергосистемі // Підвищення рівня ефективності енергоспоживання в електротехнічних пристроях і системах: V міжнар. конф., 29 черв. – 1 лип. 2014 р. : тези допов. – Луцьк – Шацькі озера, 2014. – С. 152 – 154.
8. О.С. Яндутьський, Г.О. Труніна. Визначення зон ефективного регулювання напруги джерелами розосередженої генерації з інверторним приєднанням в розподільній електричній мережі // Підвищення рівня ефективності енергоспоживання в електротехнічних пристроях і системах: V міжнар. конф., 29 черв. – 1 лип. 2014 р. : тези допов. – Луцьк – Шацькі озера, 2014. – С.214 – 215.
9. О.С. Яндутьський, О.В. Тимохін, А.О. Тимохіна. Деякі аспекти роботи автоматичного частотного розвантаження // Підвищення рівня ефективності енергоспоживання в електротехнічних пристроях і системах: V міжнар. конф., 29 черв. – 1 лип. 2014 р. : тези допов. – Луцьк – Шацькі озера, 2014. – С. 212 – 213.
10. Моделювання системи управління вітротурбіною та оптимізації параметра регулятора [Електронний ресурс] / О. С. Яндутьський, А. А. Марченко, В. С. Гулий // Наукові праці ВНТУ. – 2014. - №1. – Режим доступу до журналу - <http://praci.vntu.edu.ua/article/view/3490>.
11. Яндутьський О.С., Марченко А.А., Хлистов В.М. Моделювання мікропроцесорного диференційного захисту трансформатора // Вісник Вінницького політехнічного інституту. - 2014. -№ 3. -с.99-103.
12. Оцінка динамічних характеристик багатомашинних електроенергетичних систем на основі даних системи моніторингу перехідних режимів [Електронний ресурс] / О.С. Яндутьський, А.А. Марченко, А.Б. Нестерко// Наукові праці ВНТУ. – 2014. - №4. – Режим доступу до журналу - <http://praci.vntu.edu.ua/article/view/3823>.
13. Деякі аспекти роботи автоматичного частотного розвантаження [Електронний ресурс] / О.С. Яндутьський, О. В. Тимохін; А.О. Тимохіна// Наукові праці ВНТУ. – 2014. - №4. – Режим доступу до журналу - <http://praci.vntu.edu.ua/article/view/3820>.
14. Демпфування низькочастотних коливань потужності в енергосистемі [Електронний ресурс] / В.В.Мацейко // Наукові праці ВНТУ. – 2014. - №4. – Режим доступу до журналу - <http://praci.vntu.edu.ua/article/view/3819>.
15. Визначення зон ефективного регулювання напруги джерелами розосередженої генерації з інверторним приєднанням у розподільній електричній мережі [Електронний ресурс] / О. С. Яндутьський, Г. О. Труніна// Наукові праці ВНТУ. – 2014. - №4. – Режим доступу до журналу - <http://praci.vntu.edu.ua/article/view/3822>.

16. Яндульський О.С., Мацейко В.В. Ідентифікація низькочастотних коливань на основі синхронізованих векторних вимірів // Наукові вісті НТУУ «КПІ». — 2014. — №5 - С.32-38.
17. Яндульський О.С., Нестерко А.Б. Ідентифікація моделі електроенергетичної системи на основі синхронізованих вимірів режимних параметрів під час перехідних процесів // Технічна електродинаміка. — 2015. - №5. — С.59-62. (Scopus).
18. А.А.Марченко, О.В.Тимохін, А.О.Тимохіна Аналіз низькочастотних коливань в енергосистемі з використанням вейвлет-перетворення// Технічна електродинаміка. — 2015. - №5. — С.55-58. (Scopus).
19. Яндульський О.С., Нестерко А.Б. Дослідження впливу відновлюваних джерел енергії з віртуальною інерцією на процеси регулювання частоти та потужності електроенергетичної системи // Енергетика, економіка, технології, екологія. Науковий журнал. — 2015. - №1(39) — С.17-24.
20. Яндульський О.С., Труніна Г.О., Нестерко А.Б. Оптиміальне регулювання напруги в розподільній електричній мережі з джерелом розосередженого генерування з урахуванням їх належності одному власнику при використанні резерву активної потужності // Вісник Кременчуцького національного університету імені Михайла Остроградського. - 2015. - №2/91. — С.50-54.
21. Яндульський О.С., Нестерко А.Б. Централізована система оптимального регулювання частоти та потужності електроенергетичної системи з відновлюваними джерелами енергії // Вісник Приазовського державного технічного університету. Серія: Технічні науки: збірник наукових праць. - 2015. - №30(Т.2). — С. 113-121.
22. Яндульський О.С., Труніна Г.О. Підхід до оптимального регулювання напруги в розподільній електричній мережі з джерелом розосередженої генерації з урахуванням їх належності одному або різним власникам // Вісник Приазовського державного технічного університету. Серія: Технічні науки: збірник наукових праць. - 2015. - №30(Т.2). — С. 121-129.
23. Яндульський О.С., Нестерко А.Б. Ідентифікація моделі електроенергетичної системи на основі синхронізованих вимірів режимних параметрів під час перехідних процесів // Четверта міжнародна конференція "Інтелектуальні енергетичні системи - ESS'15", Тези доповідей. 9-12 червня 2015р., м.Київ
24. Яндульський О.С., Марченко А.А., Нестерко А.Б., Труніна Г.О. Визначення резервів активної потужності джерел розосередженого генерування з урахуванням їхнього впливу на напругу в мережі // Четверта міжнародна конференція "Інтелектуальні енергетичні системи - ESS'15", Тези доповідей. 9-12 червня 2015р., м. Київ
25. А.А.Марченко, О.В.Тимохін, А.О.Тимохіна Аналіз низькочастотних коливань в енергосистемі з використанням вейвлет-перетворення// Четверта міжнародна конференція "Інтелектуальні енергетичні системи - ESS'15", Тези доповідей. 9-12 червня 2015р., м. Київ
26. Яндульський О.С., Нестерко А.Б., Труніна Г.О. Визначення резервів активної потужності відновлюваних джерел енергії з урахуванням їх впливу на напругу в мережі. Відновлювана енергетика та енергоефективність у ХХІ столітті XVI міжнародна науково-практична конференція. Тези доповідей. 28-29 травня 2015 р. НТУУ «КПІ», Кафедра ВДЕ, Київ, 2015р.
27. Яндульський О.С., Тимохін О.В., Труніна Г.О., Нестерко А.Б. Визначення когерентних груп генераторів під час електромеханічних перехідних процесів в електроенергетичній системі. ОКЕУ 2015 Оптиміальне керування електроустановками. III Міжнародна науково-технічна конференція. Тези доповідей. 14-15 жовтня 2015р. м. Вінниця
28. Яндульський О.С., Нестерко А.Б., Труніна Г.О. Залучення відновлюваних джерел енергії до регулювання частоти та потужності електроенергетичної системи. ОКЕУ

- 2015 Оптимальне керування електроустановками. III Міжнародна науково-технічна конференція. Тези доповідей. 14-15 жовтня 2015р. м. Вінниця
29. Яндульський О.С., Дмитренко О.О., Заколюдажний В.В. Сумісне використання автоматизованих систем MicroSCADA та АСЗІ МП АРГОН в АСУ ТП. ОКЕУ 2015 Оптимальне керування електроустановками. III Міжнародна науково-технічна конференція. Тези доповідей. 14-15 жовтня 2015р. м. Вінниця
 30. Яндульський О.С., Марченко А.А., Гулий В.С. Дослідження режимів роботи енергосистеми зі значною часткою ВЕС. ОКЕУ 2015 Оптимальне керування електроустановками. III Міжнародна науково-технічна конференція. Тези доповідей. 14-15 жовтня 2015р. м. Вінниця.
 31. Хоменко О.В., Маслюк К. В., Хлистов В.М. Вибір оптимізуючих впливів на режим енергосистеми на основі теорії чутливості // ОКЕУ 2015 Оптимальне керування електроустановками. III Міжнародна науково-технічна конференція. Тези доповідей. 14-15 жовтня 2015р. м. Вінниця
 32. О.С. Яндульський, проф., д.т.н., В.В. Мацейко, асистент Система демпфування низькочастотних коливань з додатковими вхідними сигналами від системи моніторингу перехідних режимів// Всеукраїнська науково-практична конференція молодих учених, спеціалістів, аспірантів . «Проблеми енергоресурсозбереження в промисловому регіоні. Наука і практика» ,Тези доповідей , 20-24 квітня 2015 р., м. Маріуполь
 33. О.С. Яндульський, проф.,д.т.н., Г.О. Труніна, аспірант, асистент Підхід до оптимального регулювання напруги в Розподільній електричній мережі з джерелом розосередженої генерації з урахуванням їх належності одному або різним власникам // Всеукраїнська науково-практична конференція молодих учених, спеціалістів, аспірантів . «Проблеми енергоресурсозбереження в промисловому регіоні. Наука і практика» ,Тези доповідей , 20-24 квітня 2015 р., м. Маріуполь
 34. О.С. Яндульський, проф., д.т.н., А.Б. Нестерко , асп., асист Централізована система оптимального регулювання частоти та потужності електро-енергетичної системи з відновлюваними джерелами енергії власникам // Всеукраїнська науково-практична конференція молодих учених, спеціалістів, аспірантів . «Проблеми енергоресурсозбереження в промисловому регіоні. Наука і практика» ,Тези доповідей , 20-24 квітня 2015 р., м. Маріуполь
 35. Яндульський О.С. Визначення когерентних груп генераторів під час електромеханічних перехідних процесів в електроенергетичній системі / О.С. Яндульський, О.В. Тимохін, Г.О. Труніна, А.Б. Нестерко // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2015. – №6(123). – С. 129-135.
 36. Нестерко А.Б. Підвищення ефективності регулювання частоти електроенергетичної системи з відновлюваними джерелами енергії // Відновлювана енергетика. – 2015. – №4(43). – С. 12-16.
 37. Яндульський О.С. Визначення резервів активної потужності джерел розосередженого генерування з урахуванням їх впливу на напругу в мережі / О.С. Яндульський, А.А. Марченко, А.Б. Нестерко, Г.О. Труніна // Праці Інституту електродинаміки Національної академії наук України. Збірник наукових праць. – 2016. – №1(43). – С. 13-18.
 38. Яндульський О.С. Дослідження режимів роботи енергосистеми зі значною часткою вітрових електричних станцій / Яндульський О.С., Марченко А.А., Гулий В.С. // Вісник Вінницького політехнічного інституту. – 2016. – №2(125). – С. 122-127.
 39. Яндульський О.С., Дмитренко О.О., Заколюдажний В.В. Сумісне використання автоматизованих систем MicroSCADA та АСЗІ МП АРГОН в АСУ ТП. Інформаційні технології та комп'ютерна інженерія. 2016.-№1 (35). С. 64-68.
 40. Yandulskyi O., Nesterko A., Matseiko V Low frequency oscillations damping control in electrical power systems with renewable energy sources. THM Friedberg 2015
 41. A.S. Yandulskiy, A.B. Nesterko Power System Frequency Control Using Virtual Inertia of Renewable Energy Sources. THM Friedberg 2016

Національний стандарт України :

1. Пристрої та системи телекерування. Частина 6-503. Протоколи телекерування, сумісні із стандартами ISO і рекомендаціями ITU-T. Послуги та протокол TASE.2. (IEC 60870-6-503:2002, IDT): ДСТУ IEC 60870-6-503:2014. - [Чинний від 2014-12-29]. - К.: Мінекономрозвитку України, 2014. - VIII, 112 с. - (Національний стандарт України) – Переклад і науково-технічне редагування Лавренова Д.Л. к.т.н., Яндульський О.С, проф.,д.т.н. (науковий керівник)
2. Пристрої та системи телекерування. Частина 6-802. Протоколи телекерування, сумісні із стандартами ISO і рекомендаціями ITU-T. Об'єктні моделі TASE.2. (IEC 60870-6-802:2005): ДСТУ IEC 60870-6-802:2014. - [Чинний від 2014-12-02]. - К.: Мінекономрозвитку України, 2014. - VI, 76 с. - (Національний стандарт України) Переклад і науково-технічне редагування Лавренова Д.Л. к.т.н., Яндульський О.С, проф.,д.т.н. (науковий керівник)
3. Пристрої та системи телекерування. Частина 5-601. Випробування на відповідність для стандартів, пов'язаних із IEC 60870-5-101. (IEC/TS 60870-5-601:2006): ДСТУ IEC/TS 60870-5-601:2014 - [Чинний від 2014-12-29]. - К.: Мінекономрозвитку України, 2014. - IV, 117 с. - (Національний стандарт України) Переклад і науково-технічне редагування Лавренова Д.Л. к.т.н., Яндульський О.С, проф.,д.т.н. (науковий керівник)
4. Керування енергосистемами та відповідний інформаційний обмін. Безпека даних та зв'язку. Частина 1. Безпека зв'язку мережі та системи. Введення в питання безпеки. (IEC/TS 62351-1:2007): ДСТУ IEC/TS 62351-1:2014. - [Чинний від 2014-12-02]. - К.: Мінекономрозвитку України, 2014. - IV, 26 с. - (Національний стандарт України) Переклад і науково-технічне редагування Лавренова Д.Л. к.т.н., Яндульський О.С, проф.,д.т.н. (науковий керівник)

Дисертації:

1. Банін М.Д. Методи, моделі і алгоритми розрахунку усталених режимів для нормування і оптимізації потоків реактивної потужності в мережах електропередавальних організацій і їх споживачів: дис. к.т.н: 05.14.02: подано до спеціалізованої Вченої ради К26.002.06 / Банін Максим Дмитрович. – Київ, 2015.
2. Нестерко А.Б. Підвищення якості регулювання частоти електроенергетичної системи з відновлюваними джерелами енергії: дис. к.т.н: 05.14.02: захищено 10.10.16 / Нестерко Артем Борисович. – Київ, 2016.

16. Надати ключові слова до розробки

низькочастотні коливання, система автоматичного регулювання частоти та потужності, гнучкі системи передачі на змінному струмі, відновлювані джерела енергії, система моніторингу перехідних режимів