

Василь Костюк (Київ)

## СТІЙКЕ КЕРУВАННЯ ЕНЕРГОСИСТЕМОЮ ТА ХИБНІСТЬ ТЕОРЕТИЧНИХ ПРИЙОМІВ ПОЗИЦІЙНОЇ ІДЕАЛІЗАЦІЇ

Теоретична проблема побудови коректних математичних моделей складної багатомірної багатозв'язної фізичної електромеханічної системи, котрою є сучасні електроенергетичні системи (ЕЕС), є загальновідомою. Принципові дискусійні питання стосовно коректного запису початкових рівнянь диференціальної системи, придатних для аналітичних і розрахункових досліджень – *універсальних*, таких, що математично правильно і адекватно описували б рух матеріальної системи загалом і окремих (динамічних, стаціонарних, особливих – що вимагають додаткових досліджень) режимах – із дотриманням дії універсальних законів фізичної природи динамічних матеріальних систем [1], неодноразово порушувалися вітчизняними вченими минулого століття [2, 3].

**Постановка задачі.** Застосування адекватних математичних записів із належним урахуванням початкових припущень дослідника щодо дійсних фізичних властивостей досліджуваної ЕЕС є надзвичайно важливим для формування якісної основи набутих знань і умінь спеціалістами, які керуватимуть складним електроенергетичним комплексом ЕЕС. Метою цього дослідження є зауважити на характерні помилкові уявлення і твердження, котрі, нажаль, досі зустрічаються у спеціальній літературі та науково-технічних статтях, присвячених окремим питанням дослідження процесів керування та регулювання робочих характеристик ЕЕС, оцінки динамічних і статичних характеристик такої системи.

**Виклад проблемних питань.** У монографіях [2, 3] подано розгорнуті тлумачення записів повної системи алгебрично-диференціальних рівнянь (СДАР), глибоко проаналізовано фізичну природу сил, котрі діють у всякій консервативній матеріальній системі [1]. У цих дослідженнях, як зазначалося в [4], всебічно розкрито недоліки спрощеного запису так званої «позиційної моделі» ЕЕС, для чого у записах рівнянь руху ЕЕС електромагнітні моменти прирівнюються до відповідних потужностей – фактично, нехтуючи залежністю цих координат автоматизованої ЕЕС від швидкості та ще й за умови «незмінності» механічних моментів (потужності) турбін в регульованих ЕЕС. Подібні спрощені записи «балансу потужностей» покладено авторами в основу нещодавно опублікованих результатів досліджень [4-6]: вони складені, оминаючи початковий етап формування рівнянь електромеханічного руху системи. Внаслідок цього, у [4] рівняння не містять члена, що відображає дію механічної потужності первинного двигуна (рушійний момент турбіни). В результаті, «балансове рівняння» (1) в [4], яке стало основою побудови «універсальної моделі» [5], у правій частині містить сумарну електричну потужність вироблення-споживання, яка у консервативній системі тотожно дорівнює нулю, відтак відсутнім є «предмет» дослідження динамічних процесів, адже математично така система рухається рівномірно, або ж є унерухомленою! У подальшому автори додатково «приспосували» метод накладання (суперпозиції) до аналізу руху складної нелінійної електромеханічної системи [5], що за жодних умов не може забезпечити адекватних розрахункових результатів. Натомість, в опублікованому групою дослідників дослідженні [6], рівняння (1) руху багатомашинної системи враховує сумарну механічну (встановлену) потужність турбін ЕЕС, але, на думку авторів, містить компоненту, залежну від «коефіцієнта демпфування»  $D_i$ , вимірюваного у МВт·с/рад, тобто, фактор  $D_i$  має розмірність моменту, [Мн·м]. Таке диференціальне рівняння першого порядку відносно швидкості, переписане через моменти сил руху  $i$ -того синхронного генератора, підключеного до мережі, має досить дивну, небачену раніше структуру: штучно утворений вільний член  $D_i$  у ньому репрезентує сталу компоненту деякого рушійного моменту із знаком, протилежним знакові сумарного моменту первинних двигунів (турбін)  $P_{\text{мех}}/\omega_i$ !

**Висновки.** Сучасні теоретичні знання і практичні досягнення теорії стійкості й керування складними ЕЕС слід пов'язувати з широкою імплементацією поглядів, котрі всупереч практиці застосування некоректно спрощених балансових моделей «позиційного» типу, спираються на фундаментальні досягнення класичної механіки й положень теорії Ляпунова. Аналітичні записи СДАР за цих умов, включно для простих задач аналізу стійкості в особливих випадках, формують з урахуванням притаманної структури сил (моментів), залежних від кутових швидкостей силових агрегатів ЕЕС.

### Список літературних джерел

1. Меркин Д.Р. Введение в теорию устойчивости движения: Учеб. пособие для вузов.- 3-е изд., перераб. и доп. – М.: Наука, 1987. – 304с.
2. Костюк О.М. Элементы теории устойчивости энергосистем. – К.: Наукова думка, 1983. – 296с.
3. Костюк О.М., Соломаха М.И. Колебания и устойчивость синхронных машин. – К.: Наукова думка, 1991. – 200с.
4. Кулик М.М., Дрьомін І.В. Основи організації автоматичної системи регулювання частоти і потужності на базі споживачів-регуляторів // Проблеми загальної енергетики. – 2011. – №1(21). – С.5–10.
5. Кулик М.М., Дрьомін І.В. Універсальна модель регулювання частоти і потужності в об'єднаних енергосистемах // Проблеми загальної енергетики. – №4(35), 2013. – С.5–15.
6. Яндутьський О. С. Оцінка динамічних характеристик багатомашинних електроенергетичних систем на основі даних системи моніторингу перехідних режимів / О. С. Яндутьський, А. А. Марченко, А. Б. Нестерко // Наукові праці ВНТУ. – 2014. – № 4. – С.1–8.