

АНАЛІЗ ПРОГРАМНИХ ЗАСОБІВ ДЛЯ МОДЕЛЮВАННЯ РЕЖИМІВ РОБОТИ ЕЛЕКТРИЧНИХ СИСТЕМ

Вінницький національний технічний університет

Анотація: *Ознакою сьогодення є швидкі темпи інтелектуалізації електроенергетичних систем в різних країнах світу. Перед науковцями та інженерами постають нові задачі пов'язані з розбудовою, удосконаленням, інтегруванням відновлюваних джерел енергії, прогнозуванням виробітку електроенергії покращанням показників якості електроенергії та надійності електропостачання тощо в енергетичному секторі країни. Для виконання цих завдань необхідно знати відповідні обчислювальні інструменти для проведення дослідів в цій галузі. В роботі розглянуто сучасні програмні засоби для моделювання режимів роботи електроенергетичної системи.*

Ключові слова: програмні забезпечення, електричні мережі, режими роботи, розподілене генерування.

Abstract: *A sign of today is the rapid pace of intellectualization of power systems in different countries. Scientists and engineers face new challenges related to the development, improvement, integration of renewable energy sources, forecasting electricity generation, improving electricity quality and reliability of electricity supply, etc. in the country's energy sector. To perform these tasks, it is necessary to know the appropriate computational tools for conducting experiments in this field. The article considers modern software for modeling the modes of operation of the power system.*

Keywords: software, electrical networks, operating modes, distributed generation.

Вступ

На сьогодні характерною ознакою енергетичної галузі є перехід від системи, що базується на викопному паливі до систем, що працюють на відновлюваних джерелах енергії. Швидкість змін і ефективність рішень окремих урядів щодо розробки та впровадження політики щодо забезпечення енергетичної стійкості залежить від країн та рівня їх економічного зростання. Всесвітня рада з питань енергетики підтримує ці зміни в галузі енергетики. В майбутньому очікується, що енергосистеми кожної країни пройдуть через істотні зміни.

Результати дослідження

Об'єкти розподіленого генерування витіснятимуть електричні станції, що працюють на викопному паливі [1]. Відомо, що електричні станції, що працюють на відновлюваних джерелах енергії зазвичай мають нестабільний графік генерування, до того ж вони розподілені в різних точках електричної мережі, що ускладнює систему керування потоками електроенергії в таких системах [2-4]. Окрім, того як зазначається в [5] також останній часом різко зріс попит на електромобілі. Отже зростає кількість та потужність зарядних станцій для цих авто по всій території країни. Також процеси урбанізації міст, розвитку нових технологій і виробництві, призводить до зростання складності систем електропостачання. Отже перед енергетикою постають нові задачі, а саме забезпечення стабільності мережі, підтримуючи і допустимих значенням показники якості електроенергії, з урахуванням двонаправлених перетоків потужності в розподільних мережах з нестабільним графіком генерування наявних РДЕ та нестабільним графіком навантаження. Тому виникає необхідність вивчення процесів, що відбуваються в електричних мережах за нових умов функціонування, шляхом виконання комп'ютерного моделювання. На сьогодні на ринку програмних засобів є безліч інструментів для виконання моделювання процесів в електричних мережах. Перед інженером та науковцем постає складна задача, яку саме програму використати для вирішення поставленої задачі. Тому в статті проаналізовано основні програми, що застосовуються для моделювання режимів роботи електроенергетичної системи, починаючи від виробництва, передачі та розподілу до споживання електроенергії. Проведений аналіз

показано в табл.1. Так на сьогоднішній день універсальними, з зручними інтерфейсами, зрозумілими та з широкими можливостями є такі програми, як Simulink інтегрований в MatLAB (The MathWorks) [6], PowerFactory [7], PSCAD [8-10], PSS/E [11], що дозволяють виконати моделювання електричних мереж з ВДЕ та дослідити показники якості електроенергії та стабільності роботи мережі. Також є спеціалізовані програми, такі як WindSlim та SolarPro спрямовані на моделювання та прогнозування виробітку електроенергії вітровими та фотоелектричними станціями відповідно, а також дозволяють на основі технічних характеристик елементів станцій та статистичних метеорологічних параметрів оцінити економічну ефективність проектів, оптимізувати розміщення тощо.

Таблиця 1

Порівняльний аналіз різних програмних засобів

Програми	Інструменти моделювання							
	1	2	3	4	5	6	7	8
PowerFactory		+		+		+	+	+
PSCAD	+	+	+	+	+	+	+	+
PSS/E		+		+		+	+	+
WindSim		+*						
OptiPower		+		+				
Solar Pro		+**		+				
IPSE Pro	+	+						
ATP		+	+	+	+	+		+
EDSA Paladin Toolkit		+	+	+	+	+	+	+
Open DSS		+	+	+	+		+	+
ETAP tool kit		+	+	+	+	+	+	+
GYM toolkit		+	+	+	+		+	+
POM Applications Suit		+		+				+
AUTODESK Substation Desing			+	+	+			
Grid LAB-D		+		+				+
Power World Simulator		+	+	+				+
ASPEN Toolkit		+	+	+	+	+	+	+
PowerCAD, Windis			+	+	+	+	+	+
EMTP-RV		+	+	+		+	+	+
Easy Power Suites						+	+	+
GYMGRID					+			+
Cable Pro					+	+		
Bentley Substation			+	+	+	+		+
POM Applications Suit				+				+
Grid Spice		+	+	+	+	+	+	+
IPSA		+	+	+	+	+	+	+
MATLAB Simulink	+	+	+	+	+	+	+	+
Графсканер			+	+	+	+		+

* лише ВЕС; ** лише СЕС

1 – моделювання теплових електростанцій; 2 – відновлюваних джерел енергії; 3 – підстанцій, трансформаторів, заземлюючих пристроїв; 4 – систем передачі та розподілу електроенергії; 5 – повітряних та кабельних ліній електропередачі; 6 – розподільних пристроїв та систем захисту; 7 – якості електроенергії; 8 – перетоків потужності та коротких замикань. Так зокрема, однією з важливих задач є оптимальне інтегрування об'єктів розосередженого генерування в розподільні мережі, для дослідження показників якості електричної енергії в ній.

Висновки

На сьогодні на ринку програмних засобів існує багато комплексів для моделювання режимів роботи електроенергетичної системи, аналізу роботи як окремих елементів, так і частин системи в цілому. В статті виконано аналіз найбільш поширених програм, їх можливостями та галузями застосування. Результати аналізу можуть бути корисними як інженерам галузі, так і науковцям та дослідникам, так як дозволяють заощадити час для вибору програмного засобу для вирішення поставленої задачі.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. IRENA (2019), Renewable capacity statistics 2019, International Renewable Energy Agency (IRENA), Abu Dhabi [Електронний ресурс] – <https://www.irena.org/publications/2019/Mar/Renewable-Capacity-Statistics-2019>.
2. Рубаненко О. О., Янович В. П., Гулько І. О. Аналіз роботи ВДЕ в розподільних мережах та шляхи компенсації їх нестабільності. Вісник Хмельницького національного університету. 2019. № 5. С. 176 – 179.
3. Рубаненко О. О. Мікроелектромережі як засіб підвищення надійності електропостачання підприємств в АПК. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства ім. Петра Василенка. Технічні науки. «Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України», 2016. № 175. С. 43 – 45.
4. Кучанський В. В., Заходи та засоби підвищення надійності та якості електропостачання в електроенергетичних системах з відновлюваними джерелами енергії / Кучанський В. В., Нестерко А. Б., Гулько І. О.// Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Технічні науки. Випуск 196 "Проблеми енергозабезпечення та енергозбереження в АПК України". – Харків: ХНТУСГ, 2018. – С.41-43
5. G Sree Lakshmi, O Rubanenko, I Hunko Renewable Energy Generation and Impacts on E-Mobility, Journal of Physics: Conference Series, 2020 J. Phys.: Conf. Ser.1457 012009. P. 1-8.
6. Mathworks. MatLab. Available: <https://www.mathworks.com/products/matlab.html>
7. DiGSILENT PowerFactory Software. [Online]. Available: <https://www.digsilent.de/en/>. Accessed on: Apr. 2020.
8. EMTDC, PSCAD. [Online]. Available: <https://hvdc.ca/pscad>. Accessed on: Apr. 2020.
9. O. Rubanenko, I. Hunko, O. Rubanenko, and A. Rassõlkin, "Influence of Solar Power Plants on 0.4 kV Consumers," in 2019 IEEE 60th International Scientific Conference on Power and Electrical Engineering of Riga Technical University (RTUCON), 2019, pp. 1-5.
10. S. L. Gundebommu, I. Hunko, O. Rubanenko, and V. Kuchansky, "Assessment of the Power Quality in Electric Networks with Wind Power Plants," in 2020 IEEE 7th International Conference on Energy Smart Systems (ESS), 2020, pp. 190-194.
11. PSS PDMS. [Online]. Available: www.siemens.com. Accessed on: Apr. 2020.

Гресков Дмитро Олександрович — студент групи 1EE-18Б, факультет електроенергетики та електромеханіки, Вінницький національний технічний університет, Вінниця, e-mail: greskovdima3@gmail.com

Гулько Ірина Олександрівна — канд. техн. наук, старший викладач кафедри електричних станцій та систем, Вінницький національний технічний університет

Рубаненко Олена Олександрівна — канд. техн. наук, доцент, докторант кафедри електричних станцій та систем, Вінницький національний технічний університет

Hreskov Dmytro O. — Department of Power Plants and Systems, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : greskovdima3@gmail.com

Hunko Iryna Oleksandrivna – Ph.D., Senior Lecturer of electrical stations and systems department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : iryana_hunko@ukr.net

Rubanenko Olena Oleksandrivna – Ph.D., Associate Professor, Doctoral student of electrical stations and systems department, Vinnytsia National Technical University, Vinnytsia, email : olenarubanenko@ukr.net