

АНАЛІЗ ФУНКЦІОНАЛЬНОСТІ ТА МОЖЛИВОСТЕЙ ПРИКЛАДНОГО ПРОГРАМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ В СФЕРІ ВІДНОВЛЮВАНОЇ ЕНЕРГЕТИКИ

Ярослав В'ячеславович Ігнатенко

ORCID: <https://orcid.org/0009-0001-2506-7055>

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, Дніпро

Олександр Миколайович Пономарьов

ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1032-5074>

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, Дніпро

Олег Леонідович Марченко

ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-5112-1396>

Дніпровський національний університет імені Олеся Гончара, Дніпро

Вступ

З ростом популярності відновлюваної енергетики збільшується і необхідність у високоякісних інструментах для проектування, моделювання та оптимізації таких систем. Саме в цьому контексті прикладне програмне забезпечення відіграє важливу роль, надаючи інженерам та проектувальникам потужний інструментарій для розробки.

МЕТА І ЗАДАЧІ

В цій роботі ми розглянемо різноманітні програмні рішення, доступні на ринку, проаналізуємо їх функціональність та основні можливості. Використовуючи відповідні критерії оцінки проведемо порівняння програмного забезпечення, виявимо його переваги та недоліки а також розглянемо потенційні способи використання для досягнення оптимальних результатів у проектуванні систем альтернативної енергетики.

МАТЕРІАЛИ І МЕТОДИ

У сфері відновлюваної енергетики існує багато прикладного програмного забезпечення, яке використовується для розробки, управління та оптимізації енергосистем. На даному етапі розвитку їх можна узагальнити за наступними напрямками:

Системи моніторингу та управління: Це програмне забезпечення дозволяє відстежувати роботу відновлювальних енергетичних установок (сонячних панелей, вітрових турбін, гідроелектростанцій) і здійснювати їхнє управління. Воно надає інформацію про

потужність, вироблену енергію, стан обладнання, а також може виконувати функції автоматичного управління для оптимізації виробництва енергії.

Програмне забезпечення для проектування систем відновлювальної енергетики: Це програмне забезпечення дозволяє інженерам проектувати енергетичні системи на основі відновлювальних джерел енергії. Воно включає інструменти для розрахунку потужності, визначення оптимального розташування обладнання, прогнозування виробництва енергії та інші функції, що допомагають в проектуванні систем.

Енергетичні системи управління навантаженням: Це програмне забезпечення використовується для оптимізації споживання електроенергії в системах відновлювальної енергетики. Воно аналізує потреби в енергії, прогнозує піки споживання, встановлює пріоритети для різних джерел енергії та навантажень і автоматично керує розподілом електроенергії для забезпечення оптимальної ефективності та економії.

Аналітичне програмне забезпечення: Це тип програмного забезпечення дозволяє збирати та аналізувати дані про виробництво енергії з відновлювальних джерел. Воно використовує алгоритми машинного навчання та штучного інтелекту для виявлення паттернів, прогнозування та оптимізації виробництва енергії.

Важливо відзначити, що такий розподіл досить умовний, тому що розробники програмного забезпечення постійно вдосконалять і розширюють можливості власних продуктів

РЕЗУЛЬТАТИ

Розглянемо деякі сучасні програмні комплекси, які призначені для вирішення різних завдань у галузі енергетики, зокрема для проведення розрахунків статичних, динамічних і перехідних процесів, оцінки стійкості та втрат активної потужності та автоматизованого проектування енергетичних об'єктів

PVSyst: Це програмне забезпечення для проектування, моделювання та аналізу сонячних фотоелектричних систем. PVSyst дозволяє визначати потенційне виробництво енергії сонячних систем, враховувати фактори, такі як тінь, нахил і орієнтація панелей, та здійснювати енергетичний аналіз. [1]

WindPRO: Це програмне забезпечення для проектування вітрових ферм і аналізу вітрового потенціалу. WindPRO надає інструменти для визначення оптимального розташування вітрових турбін, моделювання потенційного виробництва енергії та оцінки економічної

ефективності [2].

HOMER (Hybrid Optimization Model for Electric Renewables): Це програмне забезпечення для проектування і аналізу гібридних систем відновлювальної енергії. HOMER дозволяє оптимізувати комбінацію різних джерел енергії (сонячна, вітрова, гідро) та зберігання енергії для досягнення максимальної ефективності та економії. [3]

EnergyPLAN: Це програмне забезпечення для моделювання та аналізу енергетичних систем на основі відновлювальних джерел енергії. EnergyPLAN дозволяє враховувати різні джерела енергії, споживачів, технології зберігання та виробництва енергії, а також прогнозувати вплив різних політик та стратегій на систему. [4]

SolarPlus: Це програмне забезпечення для управління сонячними енергетичними установками. SolarPlus дозволяє відстежувати та аналізувати виробництво енергії, контролювати роботу сонячних панелей та здійснювати моніторинг системи для оптимізації продуктивності. [5]

SolarEdge Technologies Inc. є провідним постачальником інтелектуальних рішень для сонячної енергетики. Одним із основних продуктів, який вони пропонують, є система SolarEdge. Ось деякі ключові аспекти і можливості:

Оптимізатори максимальної потужності (Power Optimizers): Система SolarEdge включає в себе оптимізатори максимальної потужності, які встановлюються на кожній сонячній панелі. Ці оптимізатори дозволяють використовувати кожну панель окремо, що знижує вплив тіні, забруднення або інших негативних факторів на виробництво енергії.

Центральний інвертор (Centralized Inverter): SolarEdge використовує центральний інвертор, який перетворює зібрану сонячною системою постійну енергію в змінну для використання в будинку або передачі до мережі.

Моніторинг на рівні модуля: Система SolarEdge надає детальний моніторинг продуктивності на рівні кожної сонячної панелі. Користувачі можуть спостерігати за виробництвом енергії кожної панелі окремо через веб-портал або мобільний додаток.

Захист від пожеж та безпека: SolarEdge має вбудовані функції безпеки, такі як система автоматичного відключення (Rapid Shutdown), яка знижує ризик пожежі та допомагає дотримуватись нормативних вимог щодо безпеки.

Енергетичний зберігач (Energy Storage): SolarEdge підтримує розширення системи на випадок використання енергетичних зберігачів. Це дозволяє зберігати надлишкову енергію, вироблену сонячною системою, і використовувати її в періоди зниженого виробництва або в

пік часу споживання.

SolarEdge є популярним вибором для резиденційних та комерційних сонячних систем, оскільки його технологія дозволяє максимізувати продуктивність системи, забезпечує моніторинг та контроль на рівні модуля, а також пропонує рішення для енергетичного зберігання. [6]

DIgSILENT PowerFactory. Це програмне забезпечення, розроблене компанією DIgSILENT GmbH, яке дозволяє створювати цифрові моделі систем електропостачання та проводити аналіз режимів роботи енергетичних об'єктів. Воно забезпечує можливість вивчення сучасних цифрових технологій у сфері електроенергетики. Компанія DIgSILENT GmbH є провідним розробником програмного забезпечення і консультантом у галузі систем електропостачання, пропонуючи спеціалізовані послуги у сфері передачі, розподілу, генерації електроенергії, а також в області електропостачання промислових установок та відновлюваної енергетики. [7]

PV Sol, T* Sol ... Програма T*Sol була розроблена доктором Валентайном у 1993 році в німецькій фірмі Energie-Software GmbH, розташованій в Берліні, Німеччина. Вона подібна до програми Polysun і постійно оновлюється. Для звичайного користувача більш прийнятною є версія Pro 4.5 з 185-ма сторінками керівництва. Ця програма дозволяє провести аналіз кількох варіантів сонячних установок та їх порівняння, має додаткові модулі для розрахунків сонячних установок для басейнів і великих сонячних установок. [8]

RETScreen Expert. Є поточною версією програмного забезпечення RETScreen, яка була випущена у 2016 році. Це комплексний програмний пакет, розроблений урядом Канади, який дозволяє ідентифікувати, оцінювати і оптимізувати технічну і фінансову життєздатність проектів з відновлюваної енергії та енергоефективності. RETScreen Expert також забезпечує можливість вимірювання і перевірки фактичної ефективності об'єктів, а також визначення можливостей зі збереження та виробництва енергії. Програмне забезпечення включає безкоштовний «Режим перегляду», який надає доступ до всіх функціональних можливостей програми. Однак, «Професійний режим» з опціями збереження і друку тепер доступний на основі річної підписки. RETScreen Suite, яка складається з RETScreen 4 та RETScreen Plus, є попередньою версією програмного забезпечення RETScreen. RETScreen Suite надає можливості аналізу когенерації та позамережевого аналізу. Ці дві версії програмного забезпечення RETScreen використовуються для сприяння та реалізації проектів з відновлюваної енергії та енергоефективності. Вони широко використовуються в різних контекстах, включаючи модернізацію будівель,

промисловість, вітроенергетику, моніторинг енергоспоживання в школах та університетах, біоенергетику та інші сфери. RETScreen також використовується як навчальний та дослідницький інструмент у багатьох університетах та коледжах. RETScreen Expert є інтегрованою програмною платформою, яка надає детальні та всеосяжні архетипи для оцінки проєктів. Вона включає можливості портфельного аналізу і об'єднує декілька баз даних для надання допомоги користувачеві. Наприклад, це включає глобальну базу даних про кліматичні умови, базу даних опорних позначок, базу даних вартості, базу даних проєкту, гідрологічну базу даних і базу даних про продукти. RETScreen Expert також містить великий інтегрований навчальний матеріал, включаючи електронний підручник. Програмний пакет RETScreen широко використовується для сприяння та реалізації проєктів з чистої енергетики. Він був використаний для модернізації Емпайр Стайт Білдінг в Нью-Йорку з метою впровадження заходів з енергоефективності. Крім того, компанією 3М Канада він був використаний на їхніх виробничих потужностях, і вітроенергетичною промисловістю Ірландії для аналізу потенційних нових проєктів. RETScreen також використовувався для моніторингу роботи шкіл в Онтаріо, керування споживанням енергії в кампусах університетів і коледжів, оцінки роботи фотоелектричних систем у Торонто, аналізу сонячного нагрівання повітря в установках ВПС США, а також для модернізації енергоефективності в різних муніципалітетах Онтаріо. RETScreen дійсно широко використовується як навчальний інструмент у багатьох університетах та коледжах по всьому світу. Він використовується в більш ніж 1100 навчальних закладах і часто цитується в академічній літературі. Приклади використання RETScreen у навчальних закладах можна знайти в розділах «Публікації та звіти» та «Університетські та коледжні курси» інформаційного бюлетеня RETScreen, доступного в самому програмному забезпеченні. RETScreen також отримав затвердження та рекомендації від програм сприяння чистій енергетиці на всіх рівнях державного управління по всьому світу. Його використання було рекомендовано програмами ЄС, ООН, Канади, Нової Зеландії, Великої Британії, численними штатами США та провінціями Канади, а також містами, муніципалітетами та комунальними підприємствами. Національні та регіональні навчальні семінари RETScreen також були проведені за офіційним запитом урядів різних країн, включаючи Чилі, Саудівську Аравію та країни Західної та Центральної Африки, а також Латиноамериканської енергетичної організації (OLADE). Ці факти свідчать про широкий прийом та визнання RETScreen як інструменту для навчання, досліджень та реалізації проєктів у сфері чистої енергетики. [9]

ВИСНОВКИ

Варто зазначити, що кожне програмне забезпечення має свої переваги та обмеження. При виборі програмного рішення для конкретного проекту, важливо враховувати його функціональність, сумісність з іншими системами, легкість використання та підтримку. Крім того, постійний розвиток технологій вимагає від розробників програмного забезпечення постійного оновлення та вдосконалення своїх продуктів.

ПОСИЛАННЯ

1. PVsyst – Logiciel Photovoltaïque. PVsyst – Logiciel Photovoltaïque. URL: <https://www.pvsyst.com> (date of access: 30.05.2023).
2. windPRO – The premier software package for design of wind farms and PV projects. EMD International. URL: <https://www.emd-international.com/windpro/> (date of access: 30.05.2023).
3. HOMER - Hybrid Renewable and Distributed Generation System Design Software. HOMER - Hybrid Renewable and Distributed Generation System Design Software. URL: <https://www.homerenergy.com/> (date of access: 30.05.2023).
4. EnergyPLAN. EnergyPLAN. URL: <https://www.energyplan.eu/> (date of access: 30.05.2023).
5. SolarPlus | Solar CRM | Design, Quoting, Compliance Solution. Solar Design Software | Solar CRM | SolarPlus Quoting Tool. URL: <https://www.solarplus.co/> (date of access: 30.05.2023).
6. SolarEdge | A World Leader in Smart Energy. SolarEdge. URL: <https://www.solaredge.com/us> (date of access: 30.05.2023).
7. PowerFactory - DIgSILENT. Power System Solutions - DIgSILENT. URL: <https://www.digsilent.de/en/powerfactory.html> (date of access: 30.05.2023).
8. Design and simulation software for renewable energy | Valentin Software. Valentin Software | Planungs- und Simulationssoftware für erneuerbare Energien. URL: <https://valentin-software.com/en/> (date of access: 30.05.2023).
9. RETScreen. Language selection - Natural Resources Canada / Sélection de la langue - Ressources naturelles Canada. URL: <https://natural-resources.canada.ca/maps-tools-and-publications/tools/modelling-tools/retscreen/7465> (date of access: 30.05.2023).