

**УДК 378.147**

**ЗАСТОСУВАННЯ КОМП'ЮТЕРНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ПРИ ПІДГОТОВЦІ  
ФАХІВЦІВ В ГАЛУЗІ ЕЛЕКТРОЕНЕРГЕТИКИ**

**Дяденчук А. Ф., Іванов В. С.**

*Таврійський державний агротехнологічний університет імені Дмитра  
Моторного, м. Мелітополь, Україна*

*У статті проілюстровано особливості застосування при підготовці бакалаврів з електроенергетики, електротехніки та електромеханіки програмного забезпечення для розрахунку параметрів сонячних електростанцій. Наведено короткий огляд деяких програм, які під час проведення наукових досліджень використовують здобувачі ступеня вищої освіти «Бакалавр» зі спеціальності «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка». Описано можливості програмних інструментів PV\*SOL, SYSTEM ADVISOR MODEL, PVSYST. Для моделювання напівпровідникових фотоперетворювачів запропоновано використовувати програми Silvaco, Sentaurus, Afors-HET та інші.*

*Ключові слова: наукова робота, програмне забезпечення, відновлювальна енергетика, сонячна електростанція, моделювання.*

**Application of computer programs in training of specialists in the field of electric power  
engineering**

**A. Dyadenchuk, V. Ivanov**

*Dmytro Motorny Tavria State Agrotechnological University, Melitopol, Ukraine*

*The article illustrates the features of the use of software for calculating the parameters of solar power plants in the preparation of bachelors in power engineering, electrical engineering and electromechanics. A brief overview of some programs used in research by Bachelor's degree students in the specialty «Electrical Power Engineering, Electrical Engineering and Electromechanics» is given. The possibilities of software tools PV\*SOL, SYSTEM ADVISOR MODEL, PVSYST are described. It is proposed to use Silvaco, Sentaurus, Afors-HET and other programs for modeling semiconductor photoconverters.*

*Key words: scientific work, software, renewable energy, solar power plant, modeling.*

Із кожним роком все більше уваги приділяється використанню комп'ютерних програм для правильного вирішення прикладних дидактичних

завдань. Хоча цифрові технології в освітню сферу почали активно входити відносно недавно, комп'ютерні програми, які допомагають вирішувати ті чи інші прикладні завдання, стають все більш різноманітними. Їх використання дозволяє зробити освітній процес більш гнучким і адаптованим до індивідуальних особливостей здобувачів освіти і, тим самим, поліпшити якість навчання. Використання комп'ютерів характеризується розширенням областей їх застосування як під час аудиторних занять, і при проведенні наукових досліджень.

У сучасному суспільстві зростає попит на висококваліфікованих дослідників та інженерів, які володіють навичками та вміннями моделювати різноманітні системи та процеси. Сьогодні, коли відновлювана енергетика показує стрімке зростання у розвитку в усіх країнах світу, різноманітними мають бути знання фахівців у галузі електроенергетики з цього питання. За попередніми підрахунками до 2050 року 20-25 % потреб людства в електриці буде здатна забезпечити сонячна енергетика. У зв'язку з тенденцією застосування фотоелектричних панелей з'явилася необхідність точного визначення параметрів та характеристик модулів [1]. Розрахунок станцій на відновлювальних джерелах енергії дозволяє точно спрогнозувати обсяги генерування електроенергії для конкретних умов місцевості. Комп'ютерне моделювання може допомогти спроектувати та взяти під ефективне управління не лише маленьку сонячну станцію, а й великий комерційний проект.

Питаннями інформатизації освітнього процесу присвячено досить значний перелік наукових робіт, серед яких праці Л. Білоусової, В. Бикова, М. Жалдака, М. Шкіля та ін. Основні засади застосування ІКТ у вищій школі розглянуто Р. Гуревич, О. Меньяйленко, І. Робертом, С. Семеріковим та ін. Незважаючи на різноплановість і масштабність наукових досліджень у даному напрямку, обсяг програмного забезпечення з кожним роком геометрично збільшується, тим самим розширюючи можливості та перспективи фахівців у галузі енергетики. Тому формування, розвиток та вдосконалення знань

майбутніх енергетиків у сфері альтернативної енергетики як ніколи раніше актуальні.

Метою статті є розкриття особливостей програмного забезпечення, яке може бути використане при підготовці бакалаврів зі спеціальності «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

На сьогодні існує понад 100 платних та безкоштовних програм, призначених для розрахунку продуктивності, мінімізації ризиків та максимізації прибутковості сонячних електростанцій на етапі їх планування. За допомогою низки математичних рівнянь можна розробити проекти електрифікації нових об'єктів, провести розрахунок ККД встановленої системи, узгодити взаємодію сонячної електростанції з енергосистемою загального користування тощо.

Майбутні фахівці в галузі електроенергетики при проведенні науково-дослідної, експериментальної роботи за допомогою інформаційних та комп'ютерних технологій розробляють технологічні процеси виготовлення сонячних елементів, проводять повний цикл комп'ютерних розрахунків, проектування та розробки сонячних електростанцій.

У своїй роботі здобувачі вищої освіти в залежності від потреб та задач, що вимагають вирішення, використовують у переважній більшості випадків відкриті (безкоштовні) інструменти моделювання сонячних електростанцій, однак за необхідності перелік програм можна значно розширити. Нижче наведено короткий огляд можливостей програмного забезпечення, яке активно використовують під час проведення наукових досліджень здобувачі вищої освіти спеціальності 141 «Електроенергетика, електротехніка та електромеханіка».

Одним із інструментів для швидкого та легкого розрахунку фотоелектричних систем є динамічна програма із 3D-візуалізацією PV\*SOL [2]. Дана програма дозволяє проводити розрахунки та проектувати сонячні електростанції, системи теплових насосів та геліотермічних установок, точно відтворювати місцевість, спроектувати на ній усі типи сучасних сонячних

установок, змоделювати їх роботу, а також провести аналіз фінансових витрат на електро- та теплопостачання будівель.

Наприклад, в одній із робіт, що виконувалась студентами, було побудовано діаграми, що відображали опромінення в горизонтальній площині та напругу відкритого контуру для сонячних станцій розміщених у селищі Кирилівка Запорізької області (рис. 1). Отримана в процесі моделювання інформація дає можливість оптимізувати розташування фотоелементної бази для отримання оптимального значення потужності енергії, що генерується.

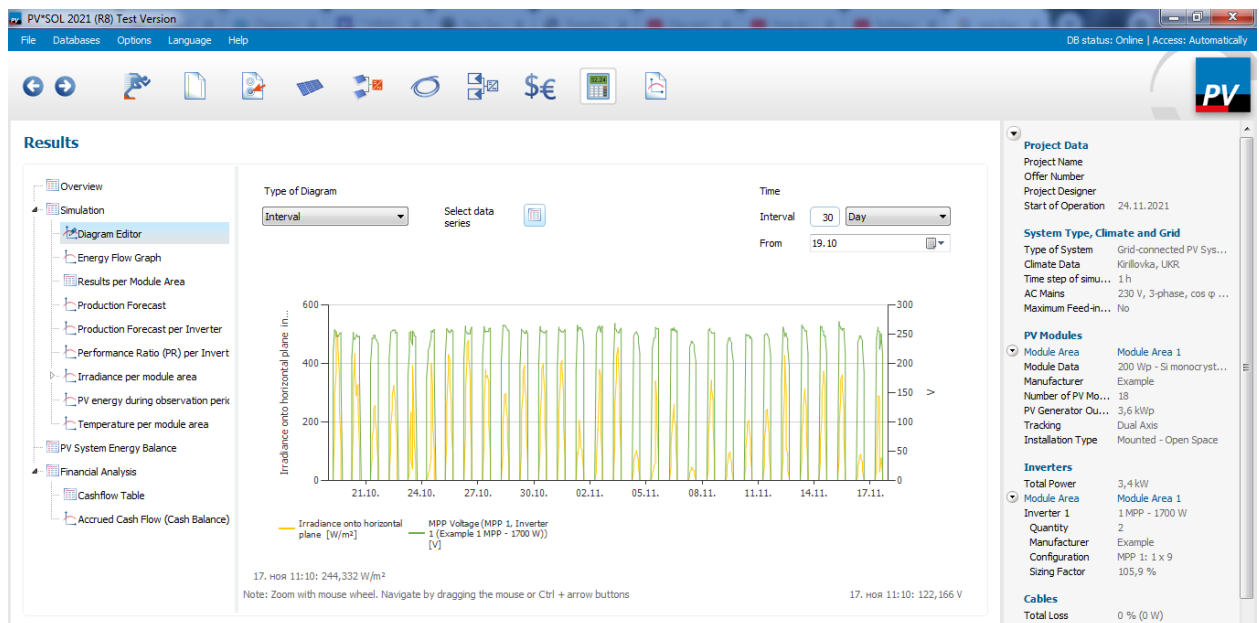


Рис. 1. Результати моделювання сонячних електростанцій в програмі PV\*SOL

SYSTEM ADVISOR MODEL (SAM) [3] – програма, що дозволяє розрахувати ефективність будь-якої електростанції, що використовує відновлювальні джерела енергії (сонячні, вітрові, геотермальні, а також електростанції, що використовують енергію спалення біомаси і морських припливів і відливів). Результати моделювання представляються у вигляді графіків та таблиць, які можна імпортувати до презентацій та звітів. Однак програма, маючи досить складну систему моделювання, може бути використана не кожним студентом і потребує досить вагомих інженерних знань.

Не дуже складною в користуванні є спеціалізована програма PVSYSY [4]. Програмний інструмент дозволяє не лише вивчати, але і розробляти

фотогальванічні системи, використовуюючи сонячні панелі для перетворення сонячного світла в електрику (рис. 2). Якщо ж говорити про моделювання напівпровідникових модулів, то незамінними є програми TCAD такі як Silvaco, Sentaurus, Afors-HEТ (рис. 3) та інші.

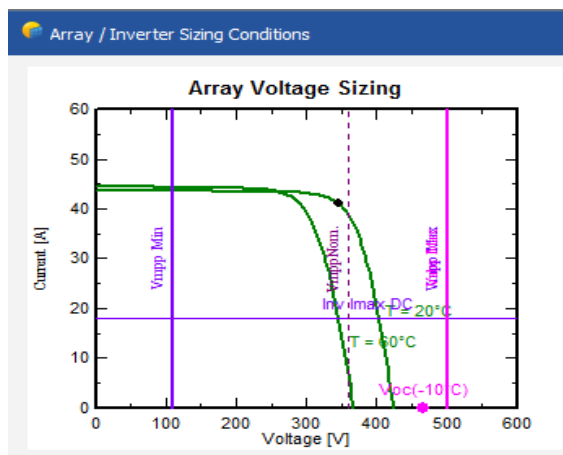


Рис. 2. Вольт-амперна характеристика системи сонячних модулів (програма PVSYST)

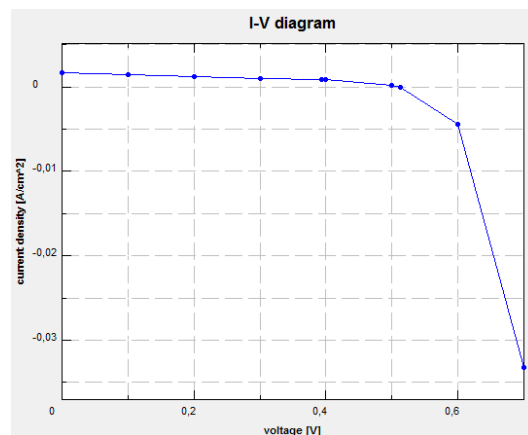


Рис. 3. Вольт-амперна характеристика сонячного елемента на основі гетероструктури  $\text{TiO}_2/\text{Si}$  (програма Afors-HEТ v2.5)

Однак, при використанні запропонованих та подібних програм, викладачу необхідно враховувати рівень засвоєння знань та набутих умінь і навичок здобувачів освіти, ступінь їх самостійності при здійсненні дослідницької діяльності відповідно до структури сформульованих завдань. Окрім цього, слід звертати увагу на те, що пробні версії програм мають певні обмеження, наприклад, 3D-візуалізація в PV\*SOL можлива лише у версії програми Premium, яка є платною.

Використання у навчальному процесі такого підходу дозволяє скоротити час на виконання графічних та аналітичних робіт, якісно будувати проєктовані моделі технічних об'єктів та створювати проєктну та робочу технічну документацію у більш короткі терміни. У результаті освоєння студентами комп'ютерних та інформаційних технологій у галузі технології та енергетики забезпечується підготовка висококваліфікованих фахівців, здатних здійснювати конструкторсько-технологічну розробку пристроїв і виробів енергетики та

приладобудування. Застосування комп'ютерної техніки сприяє інтенсифікації освітнього процесу, удосконаленню форм та методів навчання, синтезу знань різних предметів, забезпеченню наочної динаміки розвитку фізичних процесів та перебігу явищ. Застосовуючи комп'ютерні технології студенти краще і міцніше засвоюють матеріал, набуваються навички використання обчислювальної техніки у вирішенні інженерних питань та виконанні проектних робіт, стимулюється їх пізнавальна та наукова діяльність.

#### Список літератури

1. Лысенко В. С., Гафаров А. А., Смородин Г. С. Моделирование характеристик солнечного модуля. *Молодой ученый*. 2016. № 29 (133). С. 109-112.
2. Дешко В. І., Суходуб І. О., Сердечний П. Ю. Використання енергетичного моделювання будівель при розробці проектів з підвищення енергоефективності. *Вісник Київського національного університету технологій та дизайну. Серія Технічні науки*. 2019. №4 (136). С. 86-96.
3. Мансор М. Ф. М., Махмуд А.-Г. З. Х. Анализ и изучение требований к работе крупномасштабной солнечной электростанции с электрической сетью. *Technical Science*. 2020. №10 (62). С. 14-18.
4. Панченко В. В., Харін Р. О. Дослідження втрат енергії в сонячній електростанції на тяговій підстанції. Проблеми та перспективи розвитку залізничного транспорту: матеріали 81 Міжнародної науково-практичної конференції, 22–23 квітня 2021 р./за заг. ред. А. В. Радкевича, Р. В. Рибалки. Дніпров. нац. ун-т. залізнич. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. Дніпро, 2021. С. 77-78.