

УДК 620.92(043.2)

ОЦІНКА ІНТЕНСИФІКАЦІЇ ВПРОВАДЖЕННЯ СОНЯЧНОЇ ЕНЕРГІЇ МЕТОДОМ ПОБУДОВИ КОГНІТИВНИХ КАРТ

Казак В. М., д-р техн. наук, проф., Ковбій К. В., Панченко Я. М.

Національний авіаційний університет
1357988@mail.ru

У статті проведено оцінювання можливостей інтенсифікації впровадження сонячної енергії методом побудови когнітивних карт. Аналізуючи отриману когнітивну карту, можна зробити висновки щодо взаємозв'язків чинників, що впливають на інтенсифікацію впровадження сонячної енергії в Одеській області, прогнозувати наслідки від зміни одного або декількох факторів.

Ключові слова: альтернативна енергетика, сонячна енергія, інтенсифікація, когнітивна карта.

The opportunities of intensifying the intensification of solar energy by constructing cognitive maps were evaluated in the article. Analyzing received cognitive map, you can draw conclusions concerning the relationship of factors affecting the implementation of the intensification of solar energy in the Odessa region, to predict the effects of changing one or more factors.

Keywords: alternative energy, solar energy, intensification, cognitive map.

Постановка проблеми

Сучасні проблеми енергетики пов'язані з обмеженістю та нерівномірністю розподілу енергетичних ресурсів на планеті, недосконалістю традиційних енергетичних технологій та необхідністю вирішення глобальних проблем енергозабезпечення людства в майбутньому, пов'язаних з повним вичерпанням запасів органічного палива та проблем екологічної безпеки.

Одним із ключових напрямів доктрини стійкого розвитку сучасної енергетики має бути — уповільнення темпів експлуатації вичерпаних енергоресурсів і заміщення їх відновлюваними, що також сприятиме зниженню навантаження на навколишнє середовище.

Аналіз досліджень та публікацій

Сектор сонячної енергії в альтернативній енергетиці є одним з динамічно зростаючих.

Привабливість даного виду енергетики забезпечує доступність сонячної енергії майже в кожному кутку нашої планети та його екологічність і невичерпність.

Без шкоди для біосфери можна використати близько 3 % сонячного потоку, що надходить до Землі.

Це дасть енергію потужністю 1000 млрд кВт, що у 100 разів перевищує сучасну потужність виробництва енергії у світі [1].

Потенціал сонячної енергії в Україні є достатньо високим для широкого впровадження як теплоенергетичного, так і фотоенергетичного обладнання практично в усіх областях [3].

Сумарний річний потенціал сонячної енергії на території України є найбільшим на території Причорномор'я

(Одеська, Херсонська та Дніпро-петровська області) та в Криму, найменшим — у Чернівецькій області та на південному заході України [5].

Потенціал сонячної енергії в Одеській області знаходиться на одному рівні з країнами, які активно використовують сонячну енергію (США, Німеччина, Швеція та ін.) і становить близько 1400 кВт·год/м². Термін ефективної експлуатації геліоенергетичного обладнання у м. Одеса — 7 місяців (з квітня по жовтень), а фотоенергетичне обладнання може достатньо ефективно експлуатуватися протягом усього року. В кліматометеорологічних умовах Одеси для сонячного теплопостачання ефективним є застосування як плоских сонячних колекторів, що використовують як пряму, так і розсіяну сонячну радіацію, так і концентруючих сонячних колекторів [2]. Саме тому дослідження і розвиток інтенсифікації впровадження сонячної енергії в даному регіоні України є досить актуальним питанням.

Мета дослідження — побудова когнітивної карти (знакового графу), за допомогою якої можна буде аналізувати або частково прогнозувати ефективність та темпи інтенсифікації впровадження сонячної енергетики в Україні на прикладі Одеської області.

Матеріали дослідження

Методика побудови знакових графів у даному випадку буде використовуватись для суб'єктивної оцінки групою експертів інтенсифікації впровадження сонячної енергії в Одеській області. Тому, щоб показати ймовірність розвитку подій після інтенсифікації та знайти слабкі і сильні сторони даного процесу і, щоб визначити стійкість спланованої системи дій, буде побудовано когнітивну карту.

У процесі побудови знакового графа було проведено такі дослідження:

- визначення списку змінних;
- обмеження цього списку розмірами;
- визначення дуг — відношення причинності та їхніх знаків.

На першому етапі дослідження групі експертів, що складалася з 7 чоловік, необхідно було в анкеті перерахувати якомога більше змінних, які можуть впливати на процес інтенсифікації впровадження сонячної енергії на Одещині (і обов'язково враховувати специфіку цього регіону).

В результаті було наведено більше сотні змінних, пов'язаних з процесом інтенсифікації впровадження сонячної енергії. Всі змінні було розбито на 8 груп таким чином:

1. Описові змінні: змінні, що описують сонячні електросистеми.
2. Конструкторські змінні: змінні, що описують конструкції різних сонячних електричних установок та систем.
3. Демографічні змінні: змінні, що описують спосіб життя, тенденції населення та ін.
4. Змінні, що описують економічні характеристики.

5. Змінні, пов'язані з впливом на довкілля, ергономічний та естетичний стан.

6. Змінні, що характеризують рівень (життя) комфортності.

7. Змінні, що характеризують чинники та можливості застосування сонячних установок.

8. Змінні, що описують енергосистеми.

Другим етапом роботи було обмеження кількості змінних залежно від рейтингу їхньої значущості. Значущість змінних визначалась також шляхом опитування. Кожну змінну експертам пропонувалось оцінити за двома параметрами: *абсолютна значущість* і *відносна значущість*. Абсолютна значущість визначалась за 7-бальною шкалою, де бал 1 означав «не має значення», бал 7 — «виняткова значущість». Відносна значущість визначалась за 100-бальною шкалою. З усіх груп змінних були обрані ті, які отримали найвищі бали за обома параметрами значущості.

Зауважимо, що жодна змінна не має бала 7 і бала 10, тобто експерти не дійшли єдиного висновку, які змінні є найважливішими. Далі змінні було впорядковано за відносною значущістю, і отримані результати було зведено в табл. 1.

Таблиця 1

Чинники, що впливають на інтенсифікацію впровадження сонячної енергії в Одеській області (результати опитування за важливістю змінних)

№ з/п	Змінні	Медіана абсолютної значущості	Середнє геометричне відносної значущості
1	ККД	1 (6)	1 (83,2)
2	Наявність ресурсу (сонячного потенціалу)	1 (6)	2 (79,1)
3	Вплив на довкілля	2 (5)	3 (78,6)
4	Ціна енергії	2 (5)	4 (74,3)
5	Якість енергії	3 (4)	5 (70,7)
6	Сприяння на законодавчому рівні	2 (5)	6 (61,3)
7	Зменшення споживання невідновлюваних джерел енергії	3 (4)	7 (59,4)
8	Підвищення інвестиційної привабливості регіону	4 (3)	8 (56,8)
9	Збільшення робочих місць	4 (3)	9 (51,6)
10	Вартість побудови та експлуатації електростанції	3 (4)	10 (48,3)
11	Задоволення власних потреб у тепловій енергії	5 (2)	11 (22,1)
12	Задоволення естетичних потреб	6 (1)	12 (10,2)

Аналізуючи дані табл. 1, за абсолютною значущістю найважливішими з чинників, що впливають на інтенсифікацію впровадження сонячної енергії в Одеській області є наявність

ресурсу (сонячного потенціалу) та ККД, за відносною значущістю — ККД. Найменш значимим чинником є — задоволення естетичних потреб (за обома параметрами значущості).

Впорядкування за відносною значущістю майже повністю співпадає з ранжуванням за абсолютною значимістю.

Зауважимо, що табл. 1 не доказ, але ілюстрація факту, що метод оцінки за відносним чи абсолютним показником, середнім чи ще будь-яким іншим способом у більшості випадків не є визначальним. Вирішальними є кваліфікація та оцінка експерта.

Також після другого опитування експертів було визначено змінні, які слугуватимуть як концепти знакового графа, який моделюватиме інтенсифікацію впровадження сонячної енергії в Одеську область.

Ними є:

- 1 — наявність ресурсу;
- 2 — виробництво енергії;
- 3 — ціна енергії;

4 — кількість підприємств у регіоні;
5 — споживання енергії всіма категоріями споживачів;

6 — стан навколишнього середовища у регіоні;
7 — кількість робочих місць на підприємствах та в організаціях регіону;

8 — чисельність населення, охопленого дослідженням;

9 — темпи розвитку туристичної галузі.

У третьому опитуванні вибирали дуги, знаки та будували знаковий граф.

Після того, як було обрано 9 змінних, експертам видано анкету з проханням вказати значення відношень причинності для кожної пари змінних (x, y) з можливими базовими значеннями відношень причинності розглянутих вище (+, -, 0). Результати роботи експертів зведені в табл. 2.

Таблиця 2

Результати опитування для вибору дуг, знаків та побудови знакового графа

Змінні x, y	Експерти 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	Результат 0+-?	Змінні x, y	Експерти 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	Результат 0+-?
1, 2	+++0++	160	5, 6	-----+	016
1, 3	-----	007	5, 7	--0-000	403
1, 4	+0000++	430	5, 8	-0+-----	115
1, 5	00-0+-0	412	5, 9	+--+--0-	124
1, 6	--+--+--	034	6, 1	+0000-0	511
1, 7	++0+++0	250	6, 2	+0000++	430
1, 8	-00++0+	331	6, 3	00-0+-0	412
1, 9	--0-000	403	6, 4	++0+++0	250
2, 1	+--+--0-	124	6, 5	0--00--	304
2, 3	-0-----	106	6, 7	+0000++	430
2, 4	+++++++	070	6, 8	+++--+++	061
2, 5	+++--0+	142	6, 9	+++++++	070
2, 6	000-0--	403	7, 1	-00++0+	331
2, 7	++0+++0	205	7, 2	+++--0+	142
2, 8	+--000-0	412	7, 3	-000--+	313
2, 9	-000--+	313	7, 4	0--00--	304
3, 1	-0+-----	115	7, 5	00-0+-0	412
3, 2	0--00--	304	7, 6	+0000++	430
3, 4	--0-000	403	7, 8	+++++++	070
3, 5	-+-----	016	7, 9	+--+--0-	124
3, 6	+++--0+	142	8, 1	--+--+--	034
3, 7	+0000-0	511	8, 2	-0+-----	115
3, 8	+--+--0-	124	8, 3	+++--0+	142
3, 9	+0000++	430	8, 4	-000--+	313
4, 1	00-0+-0	412	8, 5	++0++++	160
4, 2	-0+-----	115	7, 5	+0000++	430
4, 3	0--00--	304	8, 7	++0+++0	250
4, 5	-+++++++	061	8, 9	0--00--	304
4, 6	++0+++0	250	9, 1	+++--0+	142

Закінчення табл. 2

Змінні x, y	Експерти 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	Результат 0+-?	Змінні x, y	Експерти 1, 2, 3, 4, 5, 6, 7	Результат 0+-?
4, 7	+++++++	070	9, 2	-00++0+	331

4, 8	+ - + - - 0 -	1 2 4	9, 3	- - 0 - 0 0 0	4 0 3
4, 9	0 - - 0 0 - -	3 0 4	9, 4	0 0 - 0 + - 0	4 1 2
5, 1	- 0 0 0 - - +	3 1 3	9, 5	+ 0 0 0 0 - 0	5 1 1
5, 2	+ + + + + + +	0 7 0	9, 6	- - 0 - 0 0 0	4 0 3
5, 3	- - 0 - - - -	1 0 6	9, 7	+ 0 0 0 0 + +	4 3 0
5, 4	+ 0 0 0 0 + +	4 3 0	9, 8	0 + + + + + +	1 6 0

Кожному з експертів було видано конверт з 72 карт (на кожен пару змінних x , y — одна карта (x , y)).

Карти змішали, щоб мінімізувати ефект дії порядку карт.

Кожен експерт отримав конверт, в якому карти було розкладено в різному порядку.

І, фактично, експерти повинні були відповісти на 2 питання:

1. Чи повинна бути дуга (відношення причинності) між вершинами x , y ?

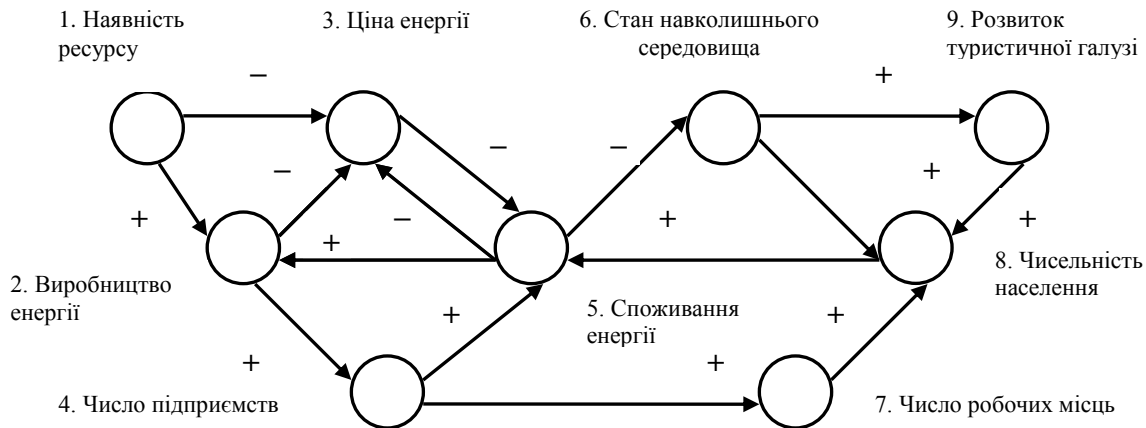
2. Який знак дуги?

Результати табл. 2 оброблялись таким чином:

— якщо хоча б 6 з 7 експертів вважають, що вершина x природно впливає на вершину y , то проводиться дуга (x , y). Якщо таку оцінку давала менша кількість експертів, то вважалось, що відношення причинності між цими вершинами немає. (Число 6 з 7 взято навмання, що стосується методики роботи з експертами, а не власне побудови знакового графу);

— знак дуги (значення відношення причинності) проставляється лише, якщо думка 60 % збігається.

У результаті аналізу даних експертів (табл. 2) було отримано дані для побудови графу, що показаний на рисунку.



Когнітивна карта інтенсифікації впровадження сонячної енергії в Одеській області

Аналізуючи когнітивну карту на рисунку, можна зробити висновки щодо взаємозв'язків чинників, що впливають на інтенсифікацію впровадження сонячної енергії в Одеську область, прогнозувати наслідки від зміни одного або декількох чинників. Наприклад, якщо виробництво енергії зменшиться, то і скоротиться кількість підприємств, що у свою чергу негативно вплине на кількість робочих місць, чисельність населення також зменшиться, потреба в енергії зменшиться, а отже, темпи інтенсифікації потрібно буде знизити. Або, наприклад, якщо покращиться стан навколишнього середовища (наприклад, очистять пляжі, морське узбережжя), то зрозуміло, що цей факт матиме позитивний вплив на розвиток туристичної галузі, а отже, збільшиться кількість населення, споживання енергії тоді також збільшиться — в цьому разі буде доцільним і навіть необхідним

збільшити темпи інтенсифікації впровадження сонячної енергії в область.

Система, описана знаковим графом, є стійкою, якщо значення всіх тих змінних у вершинах графа, на які не впливають зовнішні сили, не змінюється під впливом будь-яких змін значень одної чи декількох змінних, викликаних впливом зовнішніх чинників. Зміна x є стабільною початковою змінною, якщо різке збільшення її значення на призведе до збільшення значень інших змінних системи.

Результати аналізу стабільності (стійкості) системи інтенсифікації впровадження сонячної енергії в Одеській області вказують на те, що система нестабільна, але це свідчить про те, що вона є гнучкою та динамічною.

Наведений знаковий граф може слугувати основою для визначення доцільності інтенсифікації впровадження сонячної енергії в Україні та прогнозування наслідків дій у даному напрямі.

Висновок

Досліджено знаковий граф, який може бути використаний для якісного оцінювання впливу окремих його вершин на стійкість системи. Тобто, як зміниться стійкість системи, якщо деякі зовнішні сили достатньо сильно вплинуть на один чи декілька концептів (вершин знакового графу), чи зміниться знак дуги (дуг) — значення відношення причинності.

Аналізуючи отриману когнітивну карту, визначено, що спроектована методом когнітивних карт система інтенсифікації впровадження сонячної енергії в Одеській області є нестійкою. Але дана система є динамічною, такою, що реагує на найменші зміни і вплив внутрішніх та зовнішніх чинників. Тому її нестійкість не потрібно вважати її недоліком.

У цьому випадку гнучкість системи дає можливість комплексно та чітко оцінювати вплив і зв'язок концептів між собою та отримати реальну картину і наслідки в разі певних змін в системі.

ЛІТЕРАТУРА

1. Алитурлиева Г. А. Энергия солнца и пути ее переработки / Г. А. Алитурлиева. — Режим

доступа: //http://www.solar-ct.com/articles/25 // 07/08/2009.

2. Бойко Б. Т. Гелиоенергетика – будущее Украины / Б. Т. Бойко, Г. С. Хрипунов. — Режим доступа: //http://users.kpi.kharkov.ua/fmeg/gelioinukraine.html//22.08/2008.

3. Рабинович М. Д. Перспективи використання сонячної енергії в Україні для тепlopостачання / М. Д. Рабинович, М. В. Степанов // Нова тема. — 2009. — № 2. — С. 7—10.

4. Тарнижевский Б. В. Перспективы развития отечественной солнечной энергетики / Б. В. Тарнижевский. — Режим доступа: //http://www.intersolar.ru/.articles/mrntor/showquestions.php

5. Шевцов А. І. Резерви енергозабезпечення. Шляхи та механізми використання (аналітична записка) / А. І. Шевцов, М. Г. Земляний. — 2008. — С. 11—12. Режим доступа: //http://www.db.gov.ua/docs/energy/53.pdf.

6. Структурні тенденції в енергетиці Європи і розвиток відновлюваної енергетики / С. О. Кудря, Б. Г. Тучинський, В. Г. Дресвянніков, З. У. Рамазанова // Відновлювана енергетика. — 2005. — № 1. — С. 36—40.

Стаття надійшла до редакції 19.05.2011.