

УДК 330.3

JEL C10; C89; L94

МОДЕЛЮВАННЯ ДИНАМІКИ РОЗВИТКУ ПАЛИВО-ЕНЕРГЕТИЧНОГО КОМПЛЕКСУ ЗАХІДНОГО РЕГІОНУ УКРАЇНИ

Василь Антонів, Наталія Дацків, Ірина Паславська

Львівський національний університет імені Івана Франка
79008, м. Львів, просп. Свободи, 18,

e-mail: Vasyl.Antoniv@lnu.edu.ua; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4259-4129>

e-mail: Nataliya.Datskiv@lnu.edu.ua; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1828-9012>

e-mail: Iryna.Paslavska@lnu.edu.ua; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3955-5751>

Анотація. Метою статті є визначення головних закономірностей та моделювання динаміки розвитку паливно-енергетичного комплексу України. Визначено основні фактори, які впливають на енергетику на регіональному рівні, що дозволить розробляти ефективні стратегії розвитку енергетики в регіоні. Важливим елементом розробки таких стратегій є оцінка та побудова технологічних прогнозів, які дозволяють проводити контроль якості та своєчасності виконання поточних планів, слідкувати за зміною структури факторів впливу тощо. Для оцінки ефективності та побудови прогнозів функціонування енергетичного сектору західного регіону України використано моделі ARMA ($p; q$) та SARMA($p; q$), що є ефективним інструментом оцінювання та прогнозування. Описаний підхід дає змогу враховувати і довготривалий характер зміни потужностей, і вплив факторів, що за інших умов можна визначити, як випадкові відхилення.

Ключові слова: паливо-енергетичний комплекс, ARMA модель, SARMA модель, тест Жарко-Бера, автокореляція, прогнозування, диверсифікація.

Постановка проблеми. Паливно-енергетичний комплекс (ПЕК) – це складна багаторівнева система. Він є одночасно важливим структурним елементом економічного, соціального та політичного життя будь-якої країни. Його головною задачею є своєчасне задоволення потреб промисловості та домогосподарств в енергетичних ресурсах. Паливно-енергетичний комплекс відіграє також важливу роль в економічній безпеці країни.

На сьогодні ПЕК України переживає кризу, з якою не стикалася жодна інша країна у світі. Агресія Росії спрямована також на руйнування цієї важливої ланки економіки та суспільного життя. Водночас підтримка світу та ефективна робота енергетиків в критичних умовах відкривають нові можливості для реструктуризації та оновлення, зокрема вже сьогодні здійснюється введення нового енергоринку, диверсифікація імпорту первинних енергоресурсів, зростання ролі внутрішнього видобутку,

збільшення структурної частки відновлювальних джерел енергії. Нестабільність змушує управлінців швидко адаптуватися і будувати не лише довгострокові прогнози, але й оперативні плани розвитку галузі і підприємств.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Більшість українських науковців, таких як Завербний А.С. [4], Дейна А.Ю. [3], Находов В. [2] та інші, зосереджують свою увагу на дослідженні паливо-енергетичного комплексу України як єдиної системи в межах країни. Дослідження ж західного регіону України, який виступає ключовою ланкою об'єднаної енергетичної системи з країнами ЄС, до сьогодні не проводилися. Нові реалії сьогодення підкреслюють важливість регіонального аналізу, оцінювання потенціалу та прогнозування можливого розвитку паливно-енергетичного комплексу. Це дозволить розширити інформаційну базу для прийняття управлінських рішень щодо розвитку ПЕК та енергетичної безпеки країни.

Постановка завдання. Дослідити поточний стан ПЕК в межах західних областей України; визначити основні фактори впливу; провести моделювання та прогнозування вироблення ефективної системи якісних і кількісних оцінок результатів діяльності ПЕК. Все це допоможе розробити ефективні стратегії розвитку енергетики в регіоні із використанням отриманої інформації.

Виклад основного матеріалу дослідження. На енергетичному ринку України відбуваються зміни, що мають глобальний характер. Відповідно постає вимога адаптації до нових реалій не лише на рівні України чи окремих галузей енергетичних систем, а й на рівні регіонів. Формування ефективної стратегії розвитку західного регіону пов'язане з особливостями розподілу енергетичних генеруючих потужностей, а також наявних запасів деяких первинних енергоресурсів. Цей регіон не має значних переваг за обсягами енергоресурсів порівняно з іншими в Україні, проте в умовах ведення активних бойових дій на сході держави та невизначеності в термінах їх завершення, він відіграє стратегічно важливу роль. Його розвиток є ключовим для подальшого розвитку енергетичних систем України, при цьому важливо, щоб західний регіон відіграв не лише роль резервної бази у випадку переходу енергетики у кризовий стан, а й мав визначену провідну роль у транспортуванні та генерації енергії. Тому постає необхідність визначення цілей, завдань та механізмів розвитку енергетичного сектору західного регіону України, що відповідатиме як стандартам «Енергетичної стратегії України до 2035 року», так і світовим стандартам, зокрема ENTSO-E [1].

Формування енергетичної стратегії на рівні країни відбувається поетапно, весь процес поділяють на 3 періоди та формують множину сценаріїв розвитку та механізмів їхньої реалізації. Проте на рівні регіонів такий підхід не завжди доцільний і, на нашу думку, необхідно враховувати інші напрямки якісного та кількісного аналізу методів створення ефективної стратегії розвитку. Зауважимо також, що державне управління розробляє інструменти та механізми керування енергетикою на загальнодержавному рівні, на рівні окремих областей або державних підприємств, не враховуючи при цьому регіональні особливості і стратегічну важливість окремих регіонів.

Західний регіон України включає в себе 8 областей, а саме: Львівську, Івано-Франківську, Тернопільську, Волинську, Рівненську, Хмельницьку, Чернівецьку та

Закарпатську. На цій території розташований Карпатський нафтогазовий регіон, а також Львівсько-Волинський кам'яновугільний басейн, які є важливими осередками видобутку первинних енергоресурсів. Також регіон є важливим транспортним вузлом, що пов'язує Україну та Європейський Союз, а його віддаленість від зони бойових дій робить його стратегічно важливим для стабільного розвитку енергетики України.

Отож, актуальними є дослідження поточного стану паливно-енергетичного комплексу в межах західного регіону, визначення основних факторів впливу на енергетику на регіональному рівні, вироблення ефективної системи якісних та кількісних оцінок результатів діяльності ПЕК та розроблення стратегії розвитку енергетики в регіоні із використанням отриманої інформації.

Важливим елементом розробки стратегії розвитку галузі є побудова технологічних прогнозів, оскільки вони дозволяють проводити контроль якості та своєчасності виконання поточних планів, моніторити зміну структури факторів впливу, тощо. На сьогодні не існує єдиного підходу до побудови прогнозів на регіональному рівні, проте для прийняття ефективних управлінських рішень необхідно використовувати ефективний метод, що дасть змогу аналізувати показники розвитку енергетики для західних регіонів України та може бути реалізований на основі наявної інформаційної бази [1].

Для аналізу ринку первинних енергоресурсів було обрано показники кількості видобутого вугілля та інформація про діяльність нафтогазового сектору. Щомісячні дані ми взяли з офіційного сайту Міністерства енергетики України [6] за період з січня 2016 року по березень 2021 року для нафтогазового комплексу та з вересня 2017 року по вересень 2021 року для вугільної галузі. Такий обсяг вибірки та період дослідження зумовлений відсутністю інформації щодо діяльності підприємств, що здійснюють видобувну діяльність в регіоні, у більш пізній період.

Першим етапом обробки даних є переведення відповідних одиниць виміру кожного з показників, що досліджуються, в одиниці умовного палива відповідно до заданих пропорцій (див. табл. 1).

Таблиця 1

Коефіцієнти переведення одиниць виміру

Натуральні одиниці виміру	Тонни умовного палива	Тонни нафтового еквіваленту
100 куб. м природного газу	1,16	0,812
1 Гкал теплової енергії	0,143	0,1
1000 кВт×год. електроенергії	0,351	0,246
1 т вугілля	0,75	0,525
1 куб. м дров	0,266	0,186
1 т паливного торфу	0,29	0,203
1 т скрапленого газу	1,54	1,1
1 т мазуту топкового	1,46	1,02
1 т бензину моторного	1,49	1,04

Складено авторами на основі джерела [5].

Наступним етапом є приведення динамічного ряду до стаціонарного шляхом застосування оператора перших різниць. Використання цього методу приведення передбачає дослідження ланцюгових приростів динамічного ряду, оскільки їх динамічний ряд стаціонарний. Далі для побудови прогнозу діяльності нафтогазового сектору було обрано модель ARMA (6;2). Підбір відбувався за критерієм Акаїке (див. рис. 1).

Dependent Variable: D(OIL)				
Method: ARMA Maximum Likelihood (BFGS)				
Date: 01/02/23 Time: 02:16				
Sample: 2 36 2				
Included observations: 39				
Convergence achieved after 128 iterations				
Coefficient covariance computed using outer product of gradients				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(1)	-0.945497	0.343534	-2.752269	0.0106
AR(2)	-1.222270	0.402791	-3.034500	0.0054
AR(3)	-1.096787	0.370643	-2.959149	0.0065
AR(4)	-0.646943	0.379365	-1.705332	0.1001
AR(5)	-0.158545	0.289035	-0.548533	0.5880
AR(6)	-0.425938	0.267948	-1.589627	0.1240
MA(1)	0.076814	94.25691	0.000815	0.9994
MA(2)	0.999998	2453.511	0.000408	0.9997
SIGMASQ	32.31156	39585.85	0.000816	0.9994
R-squared	0.838475	Mean dependent var	-0.431043	
Adjusted R-squared	0.788775	S.D. dependent var	14.35007	
S.E. of regression	6.595175	Akaike info criterion	7.084811	
Sum squared resid	1130.905	Schwarz criterion	7.484758	
Log likelihood	-114.9842	Hannan-Quinn criter.	7.222873	
Durbin-Watson stat	2.160716			

Рис. 1. Результати обрання ARMA моделі для нафтогазового сектору

Оскільки в значеннях рівнів динамічного ряду наявна сезонна компонента, для прогнозування діяльності вугільного сектору нами обрано модель SARMA (0;4) (2;1) (див. рис. 2). Для приведення ряду до стаціонарного ми використовували оператор логарифмування.

Dependent Variable: DLOG(COAL)
 Method: ARMA Maximum Likelihood (BFGS)
 Date: 01/02/23 Time: 02:23
 Sample: 2 24
 Included observations: 19
 Failure to improve objective (non-zero gradients) after 136 iterations
 Coefficient covariance computed using outer product of gradients

Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
C	-0.013835	0.002444	-5.660053	0.0001
AR(12)	1.257300	0.950686	1.322519	0.2072
AR(24)	-1.000000	3.43E-08	-29174463	0.0000
MA(1)	-1.131184	7.184959	-0.157438	0.8771
MA(2)	0.262471	0.107537	2.440749	0.0285
MA(3)	-1.131231	6.319965	-0.178993	0.8605
MA(4)	0.999945	1.622515	0.616293	0.5476
SMA(12)	0.998632	8646.678	0.000115	0.9999
SIGMASQ	2.94E-15	1.61E-12	0.001829	0.9986

R-squared	1.000000	Mean dependent var	-0.007167
Adjusted R-squared	1.000000	S.D. dependent var	0.089377
S.E. of regression	6.95E-08	Akaike info criterion	-3.286137
Sum squared resid	6.76E-14	Schwarz criterion	-2.841813
Log likelihood	46.79058	Hannan-Quinn criter.	-3.174391
F-statistic	4.55E+12	Durbin-Watson stat	1.696235
Prob(F-statistic)	0.000000		

Рис. 2. Результати обрахунку SARMA моделі діяльності вугільного сектору

Аналіз отриманих результатів досліджень свідчить, що обрані моделі добре відображають загальний характер розвитку об'єктів.

Адекватність побудованих моделей розраховувалася за допомогою критерію MAPE, який оцінює абсолютні відхилення теоретичних даних моделі від реальних значень, як частку від реальних значень. Точність моделі діяльності нафтогазового сектору згідно критерію MAPE становить 94.4%. Для моделі видобутку вугілля цей показник становить 73.3%. Такий результат можна пояснити дуже низькими обсягами видобутку вугілля наприкінці 2019 року. Зважаючи на такі суттєві відхилення вказаного періоду, точність моделі можна оцінити як задовільну.

Перевірка розподілу залишків моделей дозволяє зробити висновок, що моделі адекватні та мають показники тесту Жарко-Бера відповідно 2,08 для моделі нафтогазового комплексу та 0,42 для моделі вугільної промисловості.

Для аналізу сектору кінцевого виробництва електроенергії було обрано теплові, атомні, гідро, сонячні та вітрові електростанції. Вітрові та сонячні електростанції доцільно досліджувати як єдине ціле, оскільки вони мають спільний характер взаємодії

з ринком, а також мають схожий характер розвитку потужностей в регіоні. Помісячна інформація отримана з сайту Міністерства енергетики за період з січня 2016 року по грудень 2021 року [5].

Усі показники діяльності було переведено з Кв×год у тонни умовного палива.

Динамічний ряд показників діяльності тепло-електростанцій (ТЕС) західного регіону приводився до стаціонарного вигляду за допомогою оператора логарифмування. Для теплових електростанцій було обрано модель SARMA (2;7) (2;0), оскільки в рівнях динамічного ряду наявна сезонна компонента (див. рис. 3).

Dependent Variable: LOG(ZAHIDENERGO)				
Method: ARMA Maximum Likelihood (BFGS)				
Date: 01/02/23 Time: 02:01				
Sample: 1 38				
Included observations: 39				
Failure to improve objective (non-zero gradients) after 336 iterations				
Coefficient covariance computed using outer product of gradients				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(1)	0.000270	4.72E-08	5706.187	0.0000
AR(2)	0.999730	2.80E-05	35664.61	0.0000
SAR(12)	0.006261	0.108089	0.057926	0.9543
SAR(24)	0.614273	0.274825	2.235139	0.0342
MA(1)	1.573463	7.938488	0.198207	0.8444
MA(2)	0.632146	6.866089	0.092068	0.9273
MA(3)	0.006212	2.241260	0.002771	0.9978
MA(4)	-0.626910	1.229100	-0.510056	0.6143
MA(5)	-1.565971	6.377933	-0.245530	0.8080
MA(6)	-0.986597	8.987613	-0.109773	0.9134
MA(7)	0.004811	0.329959	0.014579	0.9885
SIGMASQ	0.004427	0.038359	0.115419	0.9090
R-squared	0.691850	Mean dependent var	13.02228	
Adjusted R-squared	0.561479	S.D. dependent var	0.121473	
S.E. of regression	0.080441	Akaike info criterion	-1.111887	
Sum squared resid	0.168238	Schwarz criterion	-0.594754	
Log likelihood	33.12585	Hannan-Quinn criter.	-0.927895	
Durbin-Watson stat	2.669761			

Рис. 3. Результати обробки моделі діяльності ТЕС західного регіону

Точність отриманого прогнозу становить 92,38%, а результати тесту Жарко-Бера та аналізу корелограми залишків підтверджують адекватність моделі. Побудований на основі моделі теоретичний прогнозний ряд добре відображає сезонні коливання,

пов'язані з опалювальним сезоном, а також загальний характер виробництва електроенергії.

При виборі кращої моделі діяльності атомних електростанцій було виявлено сезонність, що впливає на її конфігурацію. Отже, було обрано модель SARMA (3;1) (0;1) (див. рис. 4).

Dependent Variable: AES				
Method: ARMA Maximum Likelihood (BFGS)				
Date: 01/02/23 Time: 00:49				
Sample: 1 38				
Included observations: 39				
Convergence achieved after 36 iterations				
Coefficient covariance computed using outer product of gradients				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(1)	-0.086804	0.149613	-0.580193	0.5658
AR(2)	0.565609	0.147407	3.837057	0.0006
AR(3)	0.507228	0.148549	3.414553	0.0018
MA(1)	0.828037	0.155324	5.331042	0.0000
SMA(12)	0.725048	0.668739	1.084202	0.2864
SIGMASQ	7.24E+09	5.00E+09	1.447599	0.1575
R-squared	0.459798	Mean dependent var	918169.3	
Adjusted R-squared	0.375391	S.D. dependent var	117343.9	
S.E. of regression	92739.42	Akaike info criterion	26.21573	
Sum squared resid	2.75E+11	Schwarz criterion	26.47429	
Log likelihood	-492.0988	Hannan-Quinn criter.	26.30772	
Durbin-Watson stat	1.964776			
Inverted AR Roots	.99	-.54-.47i	-.54+.47i	
Inverted MA Roots	.94-.25i	.94+.25i	.69+.69i	.69-.69i
	.25+.94i	.25-.94i	-.25-.94i	-.25+.94i
	-.69+.69i	-.69+.69i	-.83	-.94+.25i
	-.94-.25i			

Рис. 4. Результати обрахунку SARMA моделі діяльності атомних електростанцій

Точність обраної моделі за критерієм MAPE становить 74,53%. Аналіз залишків моделі показав, що її можна вважати адекватною.

Оскільки при виборі кращої моделі було враховано сезонну компоненту, то для прогнозування роботи гідроелектростанцій було використано модель SARMA(3;0) (0;2) (див. рис. 5). Для перетворення ряду в стаціонарний використовувався оператор логарифмування.

Dependent Variable: LOG(GES)				
Method: ARMA Maximum Likelihood (BFGS)				
Date: 01/02/23 Time: 01:43				
Sample: 2016M01 2021M02				
Included observations: 36				
Convergence achieved after 90 iterations				
Coefficient covariance computed using outer product of gradients				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
AR(1)	0.749619	0.091464	8.195783	0.0000
AR(2)	-0.329988	0.047897	-6.889525	0.0000
AR(3)	0.580336	0.009898	58.62971	0.0000
SAR(12)	0.912544	0.217402	4.197500	0.0002
SAR(24)	-0.557563	0.183732	-3.034656	0.0048
SIGMASQ	0.005615	0.001814	3.095038	0.0041
R-squared	0.702197	Mean dependent var	10.90179	
Adjusted R-squared	0.655666	S.D. dependent var	0.139155	
S.E. of regression	0.081656	Akaike info criterion	-1.378308	
Sum squared resid	0.213368	Schwarz criterion	-1.119742	
Log likelihood	32.18785	Hannan-Quinn criter.	-1.286312	
Durbin-Watson stat	2.063115			

Рис. 5. Результати обрахунку SARMA моделі діяльності гідроелектростанцій

Точність отриманої моделі становить 94,56%, тест Жарко-Бера та аналіз розподілу залишків вказують на адекватність моделі.

Розвиток виробництва електроенергії сонячними електростанціями (СЕС) та вітровими електростанціями (ВЕС) має свої особливості розташування генеруючих потужностей в межах західних областей. Також ця область енергетики відіграє стратегічно важливу роль в процесі інтеграції України в енергетичний простір ЄС та в енергетичній стратегії України. Тому дослідження цього сектору важливо проводити на рівні областей. Оскільки ці дві сфери енергетики слабо розвинуті в досліджуваному регіоні та Україні загалом, а також особливо чутливі до змін генеруючих потужностей, кількість електроенергії виробленої сонячними та тепловими електростанціями зростає майже експоненційно. Отже для приведення відповідного динамічного ряду до стаціонарного двічі було використано оператор логарифмування. В результаті ми отримали модель ARMA (0;2), яка є аналогічною до моделі MA(2) (див. рис. 6).

Dependent Variable: DLOG(ORIG,2)				
Method: ARMA Maximum Likelihood (BFGS)				
Date: 01/02/23 Time: 00:30				
Sample: 3 33				
Included observations: 34				
Convergence achieved after 55 iterations				
Coefficient covariance computed using outer product of gradients				
Variable	Coefficient	Std. Error	t-Statistic	Prob.
MA(1)	-1.805259	46.03358	-0.039216	0.9690
MA(2)	0.805260	38.86332	0.020720	0.9836
SIGMASQ	0.107467	2.696646	0.039852	0.9685
R-squared	0.755051	Mean dependent var		0.001459
Adjusted R-squared	0.737554	S.D. dependent var		0.673316
S.E. of regression	0.344936	Akaike info criterion		1.042295
Sum squared resid	3.331462	Schwarz criterion		1.181068
Log likelihood	-13.15557	Hannan-Quinn criter.		1.087532
Durbin-Watson stat	1.803259			
Inverted MA Roots	1.00	.81		

Рис. 6. Результати автоматичного підбору ARMA моделі

Аналіз корелограми показує, що випадкові відхилення знаходяться в межах довірчого інтервалу, проте тест Жарко-Бера показує, що гіпотезу про нормальність розподілу залишків можна прийняти лише при рівні довіри, що не перевищує 0,18 (рис. 6). Все ж модель можна назвати адекватною, оскільки аналіз корелограми показує майже повну відсутність кореляції залишків, а результати тесту Жарко-Бера можуть бути зумовлені чітко вираженим трендом моделі. Така ситуація суттєво ускладнює побудову ARMA моделей та змушує дослідників використовувати різноманітні оператори перетворень, що можуть викривляти результати. В описаному випадку подвійне застосування оператора логарифмування могло призвести до таких відхилень в адекватності моделі.

Точність прогнозу згідно з критерієм MAPE становить 75%, що дозволяє оцінити модель, як достатньо точну.

Аналіз отриманих результатів у секторі первинних енергоресурсів демонструє зменшення видобутку в нафтогазовому секторі та у секторі вугільної промисловості. Такий розвиток може негативно відобразитись на енергетичній безпеці регіону, оскільки попит на ці енергоресурси все ж залишається високим. Якісний аналіз вугільної промисловості демонструє, що надлишкові інвестиції лише призведуть до невиправданих витрат і не зможуть достатньо сильно вплинути динаміку показників

сектору. Проте зважена стимулююча політика, концентрація на залучені нових інвесторів та технологій, а також розробка прозорого механізму управління як в державному, так і в приватному секторі, дозволять якісно змінити ситуацію в галузі та отримати нові стимули для її розвитку.

Отримані прогнози дані також дозволяють зробити висновок, що при дотриманні виявлених у процесі моделювання тенденцій розвитку енергоринків протягом наступних періодів частка ВЕС та СЕС в структурі енергетичного балансу мала б зрости з 0,82% до 3,26%, також мала б зрости частка електроенергії, що вироблена тепловими електростанціями з 35,8% до 39,7%. Такий ефект мав би збалансуватися за рахунок зменшення кількості електроенергії виробленої на АЕС з 60,33% до 54,72%. Проте на сьогодні атаки агресора на енергетичний сектор зруйнували ці якісні характеристики системи. Атомні електростанції, які є на підконтрольній Україні території, покривають значний дефіцит генерації енергії через пошкодження ТЕС.

Якісний аналіз показує, що розвиток СЕС та ВЕС в регіоні вимагають розвитку акумулюючих потужностей, а також ефективного механізму регуляції виробництва, що дозволив би вчасно реагувати на зміни погодних умов, від яких вони залежать. Цей сектор енергетики вимагає вироблення ефективних і прозорих механізмів виходу на ринок, які б стимулювали підприємства «зеленої» енергетики без перешкод виходити на ринок з мінімальними витратами зі сторони держави у вигляді дотацій. Одним з таких рішень може стати усунення технологічних перешкод для отримання «зеленого тарифу» серед підприємств, що займаються «зеленою енергетикою».

Для обох сфер також актуальне створення єдиного інформаційного простору, який би дозволив усім агентам отримувати точну та своєчасну інформацію про стан ринку.

Висновки та перспективи подальших досліджень. ARMA (p ; q) моделі є ефективним механізмом прогнозування енергетичного сектору, який дозволяє ефективно будувати прогнози щодо результатів діяльності різних сегментів енергетичного комплексу. Описаний підхід дозволяє враховувати і довготривалий характер зміни потужностей, і вплив факторів, що за інших умов можна визначити, як випадкові відхилення. Цей інструмент достатньо простий та ефективний для побудови річних та піврічних прогнозів. Проте точність і адекватність побудованих моделей сильно залежить від забезпеченості дослідника достовірною та достатньо широкою вихідною інформацією, що є вагомим проблемою, оскільки дослідження на рівні окремих регіонів проводять рідко, а цілісність та своєчасність отриманої інформації часто є під загрозою в сучасних умовах.

Список використаних джерел

1. Antoniv V., Datskiv N., Paslavskaya I. A study of the cycle of electricity consumption and production in Ukraine using the Monte Carlo method. *Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Bankowej w Poznaniu*. Poznan, 2020. T. 90. Nr 3. P. 105-113. doi: 10.26349/zn.wsb.w.poznaniu.0090.08
2. Nakhodov V., Borychenko O., Cherniavskiy A.. The methodical issues of industrial energy monitoring systems implementation. *Енергетика: економіка, технології, екологія*. 2020. No 3. С. 47-57.

3. Дейна А.Ю. Енергетична незалежність України: статистична оцінка, моделювання та прогнозування : дис. ... канд. екон. наук : 08.00.10. Вінниця, 2018. 187 с.
4. Завербний А.С. Економічна політика України в сфері енергетики в умовах євроінтеграції : дис. ... д-ра екон. наук : 08.00.03. Львів, 2019. 490 с.
5. Інструкція щодо заповнення форми державного статистичного спостереження № 1-теп «Звіт про постачання теплоенергії» від 17.08.2004 р. № 482. Дата оновлення: 17.08.2004. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1079-04#Text> (дата звернення: 23.01.2023).
6. Міністерство енергетики України. URL: <http://mpe.kmu.gov.ua/> (дата звернення: 22.01.2023)

References

1. Antoniv V., Datskiv N., Paslavskaya I. A study of the cycle of electricity consumption and production in Ukraine using the Monte Carlo method. *Zeszyty Naukowe Wyższej Szkoły Bankowej w Poznaniu*. Poznan, 2020. T. 90. Nr 3. P. 105-113. doi: 10.26349/zn.wsb.w.poznaniu.0090.08
2. Nakhodov V., Borychenko O., Cherniavskiy A.. The methodical issues of industrial energy monitoring systems implementation. *Energy: economy, technologies, ecology*. 2020. No 3. С. 47-57.
3. Deina A. Energy independence of Ukraine: statistical assessment, modeling and forecasting: thesis ... cand. econ. of science: 08.00.10. Vinnytsia, 2018. 187 с. [in Ukrainian].
4. Завербний А.С. Economic policy of Ukraine in the field of energy in the conditions of European integration : thesis ... Dr. Econ. of science: 08.00.03. Lviv, 2019. 490 с. [in Ukrainian].
5. Instructions for filling out the state statistical observation form No. 1-теп «Report on the supply of heat energy» dated 08/17/2004 No. 482. Date of update: 08/17/2004. URL: <https://zakon.rada.gov.ua/laws/show/z1079-04#Text> (last accessed 23.01.2023) [in Ukrainian].
6. Ministry of Energy of Ukraine. URL: <http://mpe.kmu.gov.ua/> (last accessed 22.01.2023) [in Ukrainian].

SIMULATION OF THE DYNAMICS OF THE FUEL AND ENERGY COMPLEX DEVELOPMENT FOR THE WESTERN REGION OF UKRAINE

Vasyl Antoniv, Nataliia Datskiv, Iryna Paslavska

*Ivan Franko National University of Lviv,
18 Svobody Ave., Lviv, 79008,*

*e-mail: Vasyl.Antoniv@lnu.edu.ua; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-4259-4129>
e-mail: Nataliya.Datskiv@lnu.edu.ua; ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-1828-9012>
e-mail: Iryna.Paslavska@lnu.edu.ua; ORCID: <https://orcid.org/0000-0003-3955-5751>*

Abstract. The purpose of the article is to determine the main patterns and research of the current state of the fuel and energy complex, as a main section in ensuring the stability of the country's economy, within the western region of Ukraine. The main factors that affect energy, the development of an effective system for providing qualitative and quantitative assessments of the results of the fuel and energy complex at the regional level, which will allow developing effective strategies for the development of energy on the basis of the information obtained, have been determined. An important element of the development of such strategies is the assessment and construction of technological forecasts, which allow to control the quality and timeliness of the implementation of current plans and which allow to monitor the change in the structure of influencing factors, etc. The method of developing scenarios is suitable for providing qualitative assessments, as it takes into account various factors, and also considers the change in the nature of their influence on the explored phenomenon. To evaluate the efficiency and build forecasts of the results of the fuel and energy sector, after bringing the dynamic series to a stationary form, the ARMA (p;q) and SARMA(p;q) models were chosen, on the basis of which forecasts of final production were built, in particular, the activities of: oil and gas complex, coal complex, thermal power plants, nuclear power plants, hydroelectric power plants, solar and wind power plants. These models make it possible to estimate and obtain accurate and adequate forecasts of technological indicators of energy development, as they take into account lags in the change of production capacities, as well as changes in the nature of the influence of certain factors of the past. The described angle allows taking into account both the long-term nature of capacity changes and the influence of factors that can be defined under other conditions as random deviations.

Key words: Fuel and energy complex; ARMA model; SARMA model; Jarque-Bera test; autocorrelation; prognostication; diversification

*Стаття надійшла до редакції 21.11.2022
Прийнята до друку 02.02.2023*