

УДК 33.021:005.521;338.27:
338.432:004.8.032.26

© 2019

ПРОГНОЗ РОЗВИТКУ АГРАРНОГО СЕКТОРУ ЕКОНОМІКИ З ВИКОРИСТАННЯМ ШТУЧНИХ НЕЙРОННИХ МЕРЕЖ

Ю.В. Кернасюк

кандидат економічних наук

Інститут сільськогосподарства Степу НААН

вул. Центральна, 2, с. Созонівка Кіровоградської обл., 27602, Україна

e-mail: y.v.kernasyuk@gmail.com

Надійшла 19.10.2018

Мета. Обґрунтувати теоретичний і методичний підходи системного прогнозування сільськогосподарського виробництва на основі застосування штучних нейронних мереж (ШНМ), який враховує кількісні і якісні фактори впливу на розвиток аграрного сектору економіки. **Методи.** Економіко-статистичний, розрахунково-конструктивний, монографічний, порівняльний, кореляційний аналіз, ШНМ. **Результати.** Розглянуто теоретичні і методичні аспекти використання методу штучних нейронних мереж у задачах прогнозування розвитку аграрного сектору економіки для досягнення більшої об'єктивності та точності. Здійснено системний аналіз основних виробничих і економічних показників розвитку аграрного сектору України за 2000-2017 рр. Визначено кількісні та якісні фактори впливу на розвиток аграрного сектору економіки. Створено модель прогнозування розвитку аграрного сектору економіки України на основі ШНМ архітектурного типу багатосаровий перцептрон, яка забезпечує мінімальні відхилення одержаних результатів від дійсних значень цих показників. **Висновки.** Результати досліджень підтверджують можливість практичного використання розробленої на основі системного аналізу моделі ШНМ для адаптивного прогнозування розвитку аграрного сектору економіки України на середньо- і довгострокову перспективу. Запропонована модель враховує фактори зміни посівних площ, поголів'я тварин, урожайності сільськогосподарських культур, продуктивності тварин та ресурсного забезпечення аграрного виробництва. Розроблено методичний підхід практичного використання ШНМ для адаптивного прогнозування розвитку аграрного сектору економіки України при обґрунтуванні різних стратегій та оцінки їх впливу на економічний, соціальний і екологічний стани галузі.

Ключові слова: розвиток аграрного сектору економіки, прогноз, штучні нейронні мережі, модель.

DOI: <https://doi.org/20.31073/agrovisnyk201906-11>

Стратегія розвитку аграрного сектору України полягає у забезпеченні його прогнозованості і економічного росту та конкурентоспроможності виробництва продукції. Традиційна модель аграрного розвитку, яка впродовж останніх 20-ти років забезпечувала кількісне збільшення виробництва сільськогосподарської продукції, потребує

якісного оновлення і переходу на нові принципи сталої економічної діяльності, інноваційної та технологічної модернізації. Тому потрібні нові підходи до прогнозування аграрного розвитку.

А.В. Матвійчик, І.В. Парасюк та інші вчені серед відомих нині наукових підходів розв'язування задач прогнозування окремо

виділяють штучні нейронні мережі (ШНМ), які застосовуються в якості універсального відтворювача складних нелінійних функціональних залежностей. Потужний математичний апарат нейронних мереж дозволяє виявити головні тенденції зміни фінансово-економічного показника за експериментальними даними попередніх періодів і відповідно до них робити прогноз зміни даного показника в майбутньому на визначену кількість кроків уперед [1–2].

Актуальні проблеми теоретичного, методологічного і практичного обґрунтування шляхів застосування ШНМ для прогнозування розглядаються в працях багатьох зарубіжних та вітчизняних авторів. Виділимо окремі наукові роботи. Дослідник С. Хайкин [3] приділяє увагу основним напрямкам розвитку ШНМ, а також їх ролі при вирішенні завдань розпізнання образів; Lakhmi C. Jain, Anna Maria Fanelli та інші вивчають останні досягнення використання у розпізнаванні образів, індукції кольорів, класифікації [4], James M. Keller розглядає різні аспекти розвитку теорії [5], М.І. Пугачов досліджує їх використання у прогнозуванні ВВП України [6].

За останні роки з'явилося багато наукових праць із практичного застосування ШНМ у різних сферах діяльності. Однак існує недостатня кількість робіт в сільському господарстві. Наведемо окремі наукові роботи у цьому напрямі. Raju Prasad Paswan [7] порівнює використання статистичних методів і нейронних мереж для прогнозування виробництва продукції рослинництва; Н.К. Васильєва [8] — для прогнозування обсягів виробництва різних видів аграрної продукції за нейромережними та економетричними моделями; П.М. Грицюк [9] — у дослідженнях можливостей ШНМ для довгострокового прогнозування врожайності зернових культур; А.І. Соловйов [10] — для нейромережного моделювання і прогнозування показників ефективності управління аграрним виробництвом, використання яких дає змогу створити нелінійні системи і моделі, що можуть забезпечувати високу достовірність апроксимації надскладних процесів у просторі та часі.

Мета досліджень — обґрунтувати теоретичний і методичний підходи системного прогнозування сільськогосподарського виробництва на основі застосування ШНМ,

який враховує кількісні і якісні фактори впливу на розвиток аграрного сектору економіки.

Методика досліджень. Для реалізації поставленої мети в науковому дослідженні використовували економіко-статистичний, розрахунково-конструктивний, монографічний, порівняльний, кореляційний аналізи, штучні нейронні мережі (ШНМ).

Результати досліджень. Аграрне виробництво — складна динамічна система соціальних і економічних відносин на основі прямих і зворотних зв'язків, які пов'язані з чинниками ресурсного, біологічного, технологічного, інноваційного, демографічного, екологічного, кліматичного детермінованого і стохастичного характерів впливу в умовах ринкового середовища.

Узагальнення теоретичних аспектів досліджуваної проблеми на прикладі галузі сільськогосподарського виробництва доводить необхідність системного її дослідження. Це потребує застосування принципово нових методичних підходів до аналізу і оцінки проблеми економічного зростання в сільському господарстві, що можна забезпечити лише на основі побудови адаптивних моделей прогнозування розвитку галузі.

«Останнім часом при прогнозуванні поширення набувають математичні моделі, побудовані за принципом функціонування біологічних нейронних мереж (нейронні мережі), які на відміну від регресійних дають змогу враховувати асиметричність інформації, наявність нелінійних зв'язків, невизначеність розвитку економічних процесів, непередбачувану швидку зміну суб'єктивних факторів» [6].

ШНМ є математичною моделлю з відповідною їх програмною реалізацією за допомогою розроблених спеціальних комп'ютерних алгоритмів, що функціонують за принципом аналогічних біологічних структур живого організму. У певному розумінні штучні нейронні мережі є розвинутою обчислювальною системою, яка складається з багатьох паралельно функціонуючих простих процесорів і зв'язків.

На думку Саймона Хайкина, нейронні штучні мережі мають низку переваг та забезпечують такі корисні властивості систем, побудованих на них, а саме:

- нелінійність (nonlinearity);
- перетворення вхідної інформації у вихідну (input/output mapping);

- адаптивність (adaptivity);
- очевидність відповіді (evidential response);
- контекстна інформація (contextual information);
- відмовостійкість (fault tolerance);
- масштабованість (VLSI Implementability);
- однаковість аналізу і проектування (Uniformity of analysis and design);
- аналогія з нейробіологією (Neurobiological analogy) [3, С. 36, 37].

Значне поширення застосування ШНМ в різних сферах діяльності пояснюється тим фактом, що вони за умов певних спрощень і допущень демонструють можливості, які властиві людському мозку. Це, передусім, навчання на основі досвіду, узагальнення та добування істотних даних з надлишкової і різноманітної інформації.

Передусім, адаптивні можливості ШНМ полягають у здатності змінювати своє поведення залежно від стану навколишнього середовища. Після відповідного аналізу отриманих вхідних сигналів відбувається процедура самонастроювання і навчання.

На прикладі розвитку аграрного сектору економіки України створено модель його прогнозування із використанням методу ШНМ в середовищі аналітичної платформи програмного пакета Deductor Academic 5.3.0.88, розробленого компанією BaseGroup Labs. Ця програма є безкоштовною версією для навчальних і наукових цілей. В аналітичній платформі Deductor в основі нейромережі знаходиться багатошаровий перцептрон із двома алгоритмами навчання – класичним BackProp і його модифікацією RProp.

Для моделі були відібрані фактори, що характеризують кількісний (X1–X27) і якісний (X28–X32) їх впливи на розвиток аграрного сектору економіки України. Результативний показник (Y1–Y4) — виробництво валової продукції рослинництва і тваринництва в усіх категоріях господарств (в постійних цінах 2010 р., млн грн), кількість зайнятого в сільському, лісовому та рибному господарствах населення (млн осіб), утворення відходів у сільському, лісовому та рибному господарствах (млн т).

На першому етапі досліджено кореляційний зв'язок вхідних і вихідних показників та встановлено статистичну їх достовірність.

При обґрунтуванні моделі ШНМ велике значення має її навчання на основі набору прикладів: вхідний стан — вихідний стан за допомогою алгоритму, що забезпечує мінімальні відхилення одержаних результатів прогнозів від фактичних значень цих показників.

Архітектура побудови моделі передбачає наявність кількох входів і виходів типу багатошаровий перцептрон. Вхідними і вихідними параметрами є динамічний ряд основних виробничих і економічних показників розвитку аграрного сектору України за 2000–2017 рр. (табл. 1–2).

На другому етапі обґрунтування моделі прогнозування використано запропонований П.М. Грицюком підхід, що рекомендує сигмоїдну активаційну функцію з вихідними значеннями у проміжку від –1 до 1:

$$y = \frac{e^{\lambda v} - 1}{e^{\lambda v} + 1},$$

де y — вихідний сигнал нейрона; e — цілкова нелінійна сигмоїдна активаційна функція. Вихідний сигнал нейрона у визначається шляхом пропускання рівня збудження V через нелінійну функцію y .

Коефіцієнт λ визначає крутизну сигмоїда. Згідно з теоремою Такенса, вибравши достатньо велике значення глибини занурення D можна гарантувати однозначну залежність майбутнього значення ряду від його D минулих значень: $X_t = F(X_{t-D})$, тобто передбачення часового ряду зводиться до завдання інтерполювання функції багатьох змінних. Нейромережу можна використовувати для відновлення цієї невідомої функції за даними часового ряду. Значення D визначає розмір часового вікна, яке ковзає вздовж часового ряду, задаючи вхідні набори [9].

За розробки моделі враховано вибір одного прихованого шару з двома нейронами. Використовувався метод зворотного поширення помилки (англ. *backpropagation*) із налаштуваннями за замовчуванням. Цей метод навчання представляє ітеративний градієнтний алгоритм, який використовується з метою мінімізації помилки роботи багатошарового перцептрону та отримання бажаного виходу. Основна ідея його полягає в поширенні сигналів помилки від виходів мережі до її входів, у напрямку, зворотному

1. Основні показники динаміки розвитку аграрного сектору економіки України у період 2000 – 2017 рр.

Показник	Xn	Рік									
		2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Посівні площі (тис. га) і поголів'я тварин (тис. гол.) в усіх категоріях господарств											
Зернові культури	X1	13646,5	15004,8	15090	15723,8	15449	16209,9	14800,8	14738,4	14401,2	14623,6
Буряки цукрові (фабричні)	X2	855,6	652,2	500,9	532,4	458,4	279,8	331	237,4	292,4	316,1
Соняшник	X3	2942,9	3742,9	4572,5	4739,2	5194,1	5051,3	5256,5	5104,6	6073,4	6033,7
Соя	X4	64,8	438,5	1076	1134,2	1476,4	1369,9	1805,8	2158,1	1869,4	1999,8
Ріпак	X5	214,3	207,4	907,4	870,0	566,0	1017,4	881,6	682,4	455,1	788,5
Картопля	X6	1629,3	1513,9	1408,4	1439,2	1439,8	1388,1	1348,2	1291,2	1312,2	1323,2
Овочеві культури	X7	538,1	464,7	461,8	497,7	494,4	483,4	463,3	440,4	441,5	439,2
Плоди і ягоди	X8	424,9	299,2	255,3	254,9	254,9	253,2	239,2	234,8	224,4	225,5
Кормові культури	X9	7063,1	3737,8	2599,1	2477,3	2474,9	2288,7	2101,2	1990,2	1931,9	1858,1
Велика рогата худоба (без корів)	X10	5195,5	2976,9	2090,2	1863,2	1843,6	2091,6	2025,2	1621,3	1583,7	1573,4
Корови	X11	5431,0	3926,0	2736,5	2631,2	2582,2	2554,3	2508,8	2262,7	2166,6	2108,9
Свині	X12	10072,9	6466,1	7576,6	7960,4	7373,2	7576,7	7922,2	7350,7	7079,0	6669,1
Вівці і кози	X13	1884,7	1754,5	1832,5	1731,7	1739,4	1738,2	1735,2	1371,1	1325,3	1314,8
Птиця усіх видів	X14	126079,8	152783,2	191446,4	203839,8	200760,6	214070,6	230289,8	213335,7	203986,2	201668,0
Середня урожайність у рослинництві та продуктивність у тваринництві в усіх категоріях господарств (т/га, кг/гол.)											
Зернові культури	X15	1,94	2,60	2,69	3,70	3,12	3,99	4,37	4,11	4,61	4,25
Буряки цукрові (фабричні)	X16	17,67	24,82	27,95	36,33	41,08	39,89	47,65	43,58	48,15	47,49
Соняшник	X17	1,22	1,28	1,5	1,84	1,65	2,17	1,94	2,16	2,24	2,02
Соя	X18	1,06	1,62	1,62	2,04	1,71	2,05	2,16	1,84	2,3	1,97
Ріпак	X19	0,84	1,46	1,7	1,73	2,2	2,36	2,54	2,59	2,57	2,79
Картопля	X20	12,16	12,84	13,25	16,8	16,1	15,97	17,64	16,14	16,58	16,78
Овочеві культури	X21	11,23	15,71	17,36	19,5	19,92	19,99	20,78	20,61	21,05	20,79
Плоди і ягоди	X22	3,84	6,37	7,82	8,49	8,99	10,35	9,52	10,45	10,19	10,31
Велика рогата худоба (без корів)	X23	209,8	291,8	312,8	343,9	364	322,3	284,6	371,7	382,1	361,4
Корови	X24	2359	3487	4082	4174	4361	4446	4508	4644	4735	4820
Свині	X25	83,6	112,5	120,8	117,3	132,4	138,3	128,4	139,3	142,4	147,8
Вівці і кози	X26	20,7	18,4	22,2	23,1	22,2	22,4	15,8	20,6	22,7	20,8
Птиця усіх видів	X27	2,1	4,4	6,7	6,5	7,0	7,3	6,7	7,1	7,5	7,9
Джерело.	Власні розрахунки автора за даними системного аналізу інформації Державної служби статистики										

Джерело. Власні розрахунки автора за даними системного аналізу інформації Державної служби статистики.

2. Основні показники динаміки розвитку аграрного сектору економіки України у період 2000–2017 рр.

Показник	Xn, Yn	Рік									
		2000	2005	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017
Унесення мінеральних добрив сільськогосподарськими підприємствами у перерахунку на 100% поживних речовин, тис. т											
Добрива в рослинництві	X28	281,9	560,5	1064,2	1266,9	1346,6	1493,8	1471,7	1415,0	1728,9	2028,0
Унесення органічних добрив сільськогосподарськими підприємствами, тис. т											
Добрива в рослинництві	X29	28964,1	13387,3	9963,6	9954,2	9685,2	9652,9	9898,4	9662,7	9162,9	9273,9
Витрати кормів усіх видів на годівлю сільськогосподарських тварин в усіх категоріях господарств, тис. т к. од.											
Корми в тваринництві	X30	42513	37481	33874	33659	34093	34644	32515	30987	30439	29738
Частка капітальних інвестицій на розвиток сільського, лісового та рибного господарств у відсотках до загального їх підсумку за всіма видами економічної діяльності, %											
Інвестиції	X31	5,1	5,4	6,1	6,8	6,9	7,4	8,6	11,0	14,1	14,3
Частка господарств населення у структурі усієї валової продукції сільського господарства, %											
Структура виробництва	X32	61,6	59,5	51,7	48,2	49,3	46,0	44,7	44,9	43,0	43,6
Виробництво валової продукції сільського господарства в усіх категоріях господарств, млн грн											
Продукція рослинництва	Y1	92838,9	114479,9	124554,1	162436,4	149233,4	175895,2	177707,9	168439	185052,1	179474,6
Продукція тваринництва	Y2	58183,3	65125,9	70332,4	71259,9	74021,4	76963,8	73730,7	71028,3	69588,4	69682,4
Кількість зайнятого в сільському, лісовому та рибному господарствах населення, млн осіб											
Зайнятість	Y3	4,37	4,01	3,12	3,41	3,51	3,39	3,09	2,87	2,87	2,86
Утворення відходів у сільському, лісовому та рибному господарствах, млн т											
Екологічний стан	Y4	1,25	2,59	8,30	12,2	10,03	10,08	8,45	8,74	8,72	6,19
Джерело. Власні розрахунки автора за даними системного аналізу інформації Державної служби статистики України.											

Джерело. Власні розрахунки автора за даними системного аналізу інформації Державної служби статистики України.

	Y1_OUT	Y2_OUT	Y3_OUT	Y4_OUT	Y1_ERR	Y2_ERR	Y3_ERR	Y4_ERR	^
92602,3874612355	59910,766634839	4,31687549927559	1,28854755195966	5,96967168463948E-6	0,00846067543157746	0,00123775824622513	1,23926837395591E-5		
100171,947592526	62178,7077966969	4,16876598809396	1,5329806772967	0,00180243232459119	3,25975409977115E-6	0,000154450378993262	2,71083623877431E-5		
106651,845877149	64177,247204884	4,16384605625138	2,0879689876294	0,00161102203027436	0,00620985451506593	0,000390678949941064	5,29636695127781E-7		
94306,2811081746	60188,8486536449	4,14315957560314	1,30347765683702	0,0039126201923571	0,00601667503225533	0,000482240890390922	0,00327374530541421		
106129,59978133	63655,7839578407	4,01316766090543	1,8971765589034	0,0137269944926005	0,00819650321618392	7,60437233983095E-5	0,00293104507673831		
111641,361428025	65186,5386357632	4,02030299963419	2,54990177162084	0,000859867841987787	1,04252034587912E-5	4,65557657392332E-5	1,3409794784492E-5		
118940,937988136	66382,367250194	3,68606467607813	3,3033360836508	0,0005370229041056	0,00352944209445138	0,000570440270435561	4,48546207563444E-5		
115096,466177393	65241,0013950106	3,53326520081496	2,56503210794471	0,00887039162580654	0,00234370647835625	0,00124432332698482	0,00285388073422668		
123748,531321154	66819,3321166919	3,28669800912251	3,6293712358385	0,0167511652539694	0,00665806743884337	0,00048639208648934	0,00168415594002644		
125359,475044479	66781,2833834313	3,11996957486642	3,58775706794846	0,00220821093876439	0,00440395091371336	0,000395520562126129	0,0057144910534696		
141516,9305043057	70273,8904454364	3,18361208003408	7,46465376705555	0,0307070041971512	9,70597795565743E-6	0,00177470142812233	0,00581975629277525		
163998,641310158	74411,430915607	3,42272930689916	11,6178059085808	0,000260458384331844	0,0281597530988369	7,10649770330317E-5	0,00282687984056592		
171542,989553106	74923,6110538982	2,9342724362238	11,8413903347471	0,0531159884261007	0,00230782028650271	0,145371794084326	0,0273650252898418		
164728,865612049	74457,6198816549	3,35257322572581	11,6404422899463	0,0133064855058727	0,0178077996062812	0,000614342891698686	0,0203080014199263		
181137,058486336	71960,849308107	2,86000000034949	9,16600523920888	0,00125492341296126	0,00888138583887147	0,0232007367392813	0,0042756698365302		
170736,367105079	71860,3208652296	2,86002794297884	9,25948914073759	0,0005632220897614	0,00196270095688628	4,3612964884566E-5	0,00225073678484005		
180977,167534862	71417,0905938741	2,86000000016532	8,45868204819276	0,00177207842433033	0,00948126235393753	4,38577240882654E-5	0,0005689521669162268		
179123,700649267	69790,4743299059	2,86000000021533	6,32944801640244	1,31403591751936E-5	3,311546075222757E-5	2,03351754715207E-20	0,000162179681646131		

Графічне зображення інтерфейсу програми Deductor Academic 5.3.0.88 та результатів оцінки прогнозу і його похибки. Джерело: розроблено автором самостійно.

прямому поширенню сигналів у звичайному режимі роботи. У програмі Deductor Academic 5.3.0.88 вибірка вхідних даних була розділена на

2 множини: навчальну (95% дани) і тестову (5% даних). В якості активаційної функції використана сигмоїда з крутизною 1. Навчання ШНМ проводилося до настання 100000 епох. Кількість нейронів у вхідному й вихідному шарах відповідно становила 32 і 4, а у прихованому — 1. Залежність знайдена з використанням 100% вибірки за максимальної і середньої помилок при навчанні — 0,5 і тестуванні — 0,5.

Порівнюємо результати прогнозу. Аналіз даних оцінки прогнозу і похибки (estimated error rate – ERR), розробленої ШНМ, порівняно із

реальними статистичними даними свідчать про високу їхню точність (рисунок).

Максимальна похибка оцінювання точності прогнозу для Y1 не перевищувала 5,9%, для Y2 — 9,7, для Y3 — 7,6, для Y4 — 5,3%. Створена модель прогнозування на основі ШНМ є імітаційною та дає можливість визначити на перспективу різні варіанти основних параметрів розвитку аграрного сектору — вартість валової продукції рослинництва і тваринництва, кількість зайнятого населення та обсяг утворення відходів.

Висновки

Результати проведених досліджень підтверджують можливість практичного використання розробленої на основі системного аналізу моделі ШНМ для адаптивного прогнозування розвитку аграрного сектору економіки України на середньо- і довгострокову перспективу. Запропонована модель враховує фактори зміни посівних площ, поголів'я тварин, урожайності сільськогосподарських культур, продуктивності тварин та ресурсного забезпечення аграрного виробництва. Використання моделі можливе при обґрунтуванні різних стратегій розвитку аграрного сектору

та прогнозу їх впливу на економічний, соціальний і екологічний стани галузі.

Розроблений методичний підхід практичного використання ШНМ для адаптивного прогнозування розвитку аграрного сектору економіки України дає змогу врахувати залежність від впливу різних факторів та забезпечити меншу його похибку і вищу точність.

Перспективи подальших наукових досліджень полягають у розвитку напряму розробки нових моделей штучних нейронних мереж для прогнозування стану аграрного сектору економіки на регіональному рівні.

Кернасьюк Ю.В.

Институт сельского хозяйства Степи НААН, ул. Центральная, 2, с. Созоновка Кировоградской обл., 27602, Украина; e-mail: y.v.kernasyuk@gmail.com

Прогноз развития аграрного сектора экономики с использованием искусственных нейронных сетей

Цель. Обосновать теоретический и методический подходы системного прогнозирования сельскохозяйственного производства на основе применения искусственных нейронных сетей (ИНС), учитывающего количественные и качественные факторы влияния на развитие аграрного сектора экономики. **Методы.** Экономико-статистический, расчетно-конструктивный, монографический, сравнительный, корреляционный анализ, ИНС. **Результаты.** Рассмотрены теоретические и методические аспекты использования метода искусственных нейронных сетей в задачах прогнозирования развития аграрного сектора экономики для достижения большей

объективности и точности. Осуществлен системный анализ основных производственных и экономических показателей развития аграрного сектора Украины за 2000–2017 гг. Определены количественные и качественные факторы влияния на развитие аграрного сектора экономики. Создана модель прогнозирования развития аграрного сектора экономики Украины на основе ИНС архитектурного типа многослойный персептрон, которая обеспечивает минимальные отклонения полученных результатов от истинных значений этих показателей. **Выводы.** Результаты исследований подтверждают возможность практического использования разработанной на основе системного анализа модели ИНС для адаптивного прогнозирования развития аграрного сектора экономики Украины на средне- и долгосрочную перспективу. Предложенная модель учитывает факторы изменения посевных площадей, поголовья животных, урожайности сельскохозяйственных культур, продуктивности животных и ресурсного обеспечения аграрного

производства. Разработан методический подход практического использования ИНС для адаптивного прогнозирования развития аграрного сектора экономики Украины при обосновании различных стратегий и оценки их влияния на экономическое, социальное и экологическое состояние отрасли.

Ключевые слова: развитие аграрного сектора экономики, прогноз, искусственные нейронные сети, модель.

DOI: <https://doi.org/20.31073/agrovisnyk201906-11>

Kernasyuk Yu.

Institute of agriculture of the Steppe NAAS of Ukraine, Central 2, p. Sozonivka Kirovohrad region, 27602, Ukraine; e-mail: y.v.kernasyuk@gmail.com

Forecast of agricultural economic sector using artificial neural networks

The purpose. To substantiate the theoretical and methodical approach of system forecasting of agricultural production on the basis of the application of artificial neural networks, taking into account quantitative and qualitative factors of influence on the development of the agrarian sector of the economy. **Methods.** Economic-statistical, calculation-constructive, monographic, comparative, correlation analysis, artificial neural networks. **Results.** The theoretical and methodical aspects of using the artificial neural network method in the problems of forecasting the development of the agrarian sector of the economy for achieving greater objectivity and

accuracy are considered. The systematic analysis of the main production and economic indicators of the agrarian sector of Ukraine for 2000-2017 was carried out. The quantitative and qualitative factors influencing the development of the agrarian sector of the economy were determined. A model for forecasting the development of the agrarian sector of the Ukrainian economy on the basis of an artificial neural network of architectural type multi-layer perceptron is created, which ensures the minimum deviations of the obtained results from the actual values of these indicators. **Conclusions.** The results of research confirm the possibility of practical use of the model of the ANN developed on the basis of system analysis for adaptive forecasting of the agrarian sector of Ukraine's economy in the medium and long-term perspective. The proposed model takes into account the factors of change of sown areas, livestock, crop yields, animal productivity and resource provision of agrarian production. A methodical approach is developed for the practical use of artificial neural networks for adaptive forecasting of the agrarian sector of Ukraine's economy in substantiating different strategies and assessing their impact on the economic, social and ecological state of the industry.

Key words: development of agrarian sector of economy, forecast, artificial neural networks, model.

DOI: <https://doi.org/20.31073/agrovisnyk201906-11>

Бібліографія

1. Матвійчук А.В. Аналіз та прогнозування розвитку фінансово-економічних систем із використанням теорії нечіткої логіки: монографія. Київ: Центр навчальної літератури, 2005. 206 с.
2. Парасюк І.В. Нейромережеве прогнозування макроекономічних показників регіону. *Вісник Львівського університету*. 2009. Вип. 42. С. 76–84.
3. Хайкин С. Нейронные сети: полный курс; пер. с англ. Н.Н. Куссуль, А.Ю. Шелестова. Москва: Издательский дом «Вильямс», 2006. 1104 с.
4. *Recent advances in artificial neural networks: design and applications*. Edited by Lakhmi C. Jain, Anna Maria Fanelli. Boca Raton, London, New York: CRC Press, 2017. 372 p.
5. James M. Keller, Derong Liu, David B. Fogel. *Fundamentals of Computational Intelligence: Neural Networks, Fuzzy Systems, and Evolutionary Computation*. New Jersey: Wiley-IEEE Press, 2016. 378 p.
6. Пугачов М.І., Грибинюк О.М., Мельник А.О. Прогноз динаміки внутрішнього валового продукту України за допомогою нейронних мереж.

Економіка АПК. 2015. № 4. С. 82–87.

7. Raju Prasad Paswan, Shahin Ara Begum. Regression and Neural Networks Models for Prediction of Crop Production. *International Journal of Scientific & Engineering Research*. September 2013. V. 4, № 9. P. 98–108. URL: <https://www.ijser.org/researchpaper%5CRegression-and-Neural-Networks-Models-for-Prediction-of-Crop-Production.pdf>

8. Васильєва Н.К. Моделювання розвитку аграрних підприємств регіонального кластера сільського господарства. *Агросвіт*. 2012. № 8. С. 11–14.

9. Грицюк П.М. Прогнозування часових рядів методом нейронних мереж. *Вісник Національного університету водного господарства та природокористування*. 2005. Вип. 4 (32). С. 240–247.

10. Соловійов А.І. Прогнозування та нейромережеве моделювання в управлінні аграрними виробничими структурами. *Науковий вісник Ужгородського національного університету. Серія: Міжнародні економічні відносини та світове господарство*. 2016. Вип. 8. Ч. 2. С. 87–90.