

УДК 631.165: 633.11

**Москаленко А.М.**

*кандидат економічних наук,  
Інститут сільськогосподарської мікробіології  
та агропромислового виробництва  
Національної академії аграрних наук України*

## МЕТОДИЧНІ АСПЕКТИ ПРОГНОЗУВАННЯ УРОЖАЙНОСТІ ОЗИМОЇ ПШЕНИЦІ В УМОВАХ ЗОНИ ПОЛІССЯ

Стаття присвячена прогнозуванню динаміки зміни урожайності озимої пшениці в регіонах зони Полісся на період 2015-2016 рр. При цьому, з використанням методу спектрального аналізу були встановлені найбільш чітко виражені частоти, які в подальшому були використані при прогнозуванні авторегресійної ковзної середньої. Використання даного методу дозволило встановити як оптимістичний, так і песимістичний сценарій розвитку ситуацій.

**Ключові слова:** авторегресійна ковзна середня, прогнозування, динамічний ряд, циклічний компонент, змінна середня.

### **Москаленко А.М. МЕТОДИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ УРОЖАЙНОСТИ ОЗИМОЙ ПШЕНИЦЫ В УСЛОВИЯХ ЗОНЫ ПОЛЕСЬЯ**

Статья посвящена прогнозированию динамики изменения урожайности озимой пшеницы в регионах зоны Полесья на период 2015-2016 гг. При этом, с использованием метода спектрального анализа были установлены наиболее четко выраженные частоты, которые в дальнейшем были использованы при прогнозировании авторегрессионной скользящей средней. Использование данного метода позволило установить как оптимистический, так и пессимистический сценарии развития ситуаций.

**Ключевые слова:** авторегрессионная скользящая средняя, прогнозирование, динамический ряд, циклический компонент, скользящая средняя.

### **Moskalenko A.M. METHODOLOGICAL ASPECTS OF FORECASTING WHEAT YIELD IN A ZONE OF POLESIE**

The article is devoted forecasting the dynamics of the yield of winter wheat zone in the region of Polesie for the period 2015-2016. At the same time, using the method of spectral analysis found most clearly expressed in frequency, which were later used in forecasting autoregressive moving average. Using this method allowed to establish optimistic and pessimistic scenarios of situations.

**Keywords:** autoregressive moving average, forecasting, time series, the cyclical component of the moving average.

**Постановка проблеми.** Прогнозування є однією з головних складових проведення більш ефективної економічної політики як на макро-, так і на мікrorівнях. Намагання передбачити розвиток подій на ринках сільськогосподарської продукції надає впевненості в правильності обраних рішень і отримувати значні економічні вигоди. Проблема полягає в тому, що в суспільних науках, на відміну від природних і точних, прогнозування має тільки імовірнісний характер. Це обумовлено тим, що для того, щоб спрогнозувати економічні явища, необхідно, в першу чергу, чітко спрогнозувати поведінку людини, що, в принципі, неможливо.

Наприклад, у фізиці будь-яке найменше відхилення від установленого законом може спричинити істотні непередбачувані наслідки, навіть поставити під сумнів існування цього закону. В економіці протилежна ситуація: чіткі закономірності тут не можуть бути визначені, а ті, які встановлені, носять умовний характер. Тому деякі автори вважають, що слід говорити не про закони, а про закономірності і принципи [1, с. 24]. Крім того, слід ясно усвідомлювати, що, на відміну від фінансових систем, де переважають раціональні гравці, всі фізичні системи мають чітко виражений стохастичний характер [2, с. 115].

В якості базового методу було обрано прогнозування часових рядів з використанням авторегресійної ковзної середньої (ARIMA). При цьому попередньо було проведено аналіз динамічних рядів на наявність циклічної складової, що дало можливість врахувати її в подальших розрахунках.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Окремим теоретичним і практичним аспектам прогнозування подій, явищ, показників, економічних об'єктів, економічних систем присвячено наукові праці вітчизняних і зарубіжних науковців. Слід

підкреслити, що існує кілька підходів і трактувань категорії «прогнозування». Зокрема, вони зустрічаються в наступних трактуваннях даної категорії. «Прогнозування – науково обґрунтоване припущення вірогідності розвитку подій або явищ на підставі статистичних, соціальних, економічних та інших досліджень» [3, с. 407]. Більш детальне трактування прогнозування наводить американський економіст, професор І. Ансофф: «Економічне прогнозування слід розглядати як систему наукових досліджень кількісного і якісного характеру, спрямованих на з'ясування тенденцій розвитку економічних відносин і пошук оптимальних рішень по досягненню цілей цього розвитку» [4, с. 6]. Окремі вчені виділяють поняття «прогнозу» і «прогнозування». В значній мірі подібні визначення вказаних понять дають науковці Аралбаев Т. З. та О. С. Іванілов. «Прогноз – це науково обґрунтоване судження про можливі стани об'єктів у майбутньому і (або) про альтернативні шляхи і терміни їх здійснення. Процес розробки прогнозів називається прогнозуванням» [5, с. 22]. «Прогноз (з грец. prognosis – передбачення, пророцтво) – науково обґрунтована гіпотеза щодо ймовірного майбутнього стану економічної системи та економічних об'єктів і показників, що характеризують цей стан. Розробку, складання прогнозів називають прогнозуванням» [6, с. 480].

Наукове прогнозування дозволяє формулювати тенденції розвитку різних об'єктів, зокрема біологічних. Прогноз оцінює ступінь впливу різних факторів: економічних, соціальних, демографічних – на реальні процеси. Прогноз створює науково обґрунтовану базу для планування виробничих процесів у землеробстві, надає гнучкість управління як господарством, так і сільськогосподарським комплексом в цілому.

Враховуючи специфічні особливості землеробства (значний вплив кліматичних, метеорологічних та інших некеріваних факторів), його прогнозування повинно проводитися особливо вивіреними науковими методами. Тому прогнозування в землеробстві є значно складнішим завданням, ніж прогнозування в інших галузях, менш залежних від впливу різних об'єктивних і суб'єктивних факторів.

Враховуючи це, необхідно знайти оптимальний варіант моделі, що відображає основні закономірності досліджуваного явища з достатнім ступенем статистичної надійності. З одного боку, в модель повинні бути включені всі фактори, що впливають на залежну змінну. При невиконанні цієї вимоги модель може виявитися неадекватною внаслідок недообліку істотних факторів. З іншого боку, кількість факторів, що включаються в модель, не повинна бути занадто великою. Ігнорування цієї вимоги призводить до неможливості використання досить складних залежностей, до зниження точності оцінок, до складності інтерпретації моделі і до труднощів її практичного застосування [7, с. 165]. Зокрема, виділяють наступні регресійні моделі прогнозування урожайності озимої пшениці:

- емпіричні регресійні моделі, побудовані із використанням даних MODIS;
- емпіричні регресійні моделі, побудовані із використанням метеорологічних параметрів;
- адаптована для території України модель Crop Growth Monitoring System (CGMS), яка базується на симуляційній моделі WOFOST та метеорологічних параметрах [8, с. 93].

Взагалі, всю сукупність методів прогнозування можна умовно розділити на дві групи:

- 1) методи, засновані на пізнанні об'єктивних закономірностей об'єкта чи явища,
- 2) методи прогнозування за аналогією з існуючим станом об'єкта чи явища.

Прогнози другої групи відрізняються більшою простотою і широкою доступністю. Це пояснюється, насамперед, тим, що вони не враховують діалектичний характер розвитку явищ і об'єктів матеріального світу. Перша група методів дозволяє отримувати прогнози досить високої достовірності, оскільки в них більш-менш повною мірою враховуються істотні риси об'єктів і явищ, а також діалектичний характер їх розвитку. Однак вони більш складні і вимагають надійного та всебічного інформаційного супроводу [9, с. 25].

До другої з виділених груп відносять так звані «формалізовані» методи. Їх поділяють на дві підгрупи методів: екстраполяції і моделювання. До першої підгрупи відносяться методи найменших квадратів, експоненціального згладжування, адаптивного згладжування, авторегресійного перетворення, гармонійних ваг. До другої – структурне, мережеве, матричне та імітаційне моделювання.

Дослідники динамічних рядів виділили три складові динамічних рядів врожайності:

- основна тенденція, яка формується під впливом технічного прогресу і яка призводить до постійного зростання врожайності;
- циклічні коливання, які формуються під впливом різних природних і економічних умов;
- випадкова компонента, що відображає стохастичний характер врожайності [10, с. 37].

Саме з використанням даних компонентів здійснював прогнозування Грицюк П.М [11, с. 11]. Він продемонстрував методику застосування сучасних методів статистичного, фатального та інтелектуаль-

ного аналізу часових рядів врожайності. При цьому було здійснено аналіз системи зерновиробництва методами хаотичної динаміки з реконструкцією нелінійної динамічної моделі врожайності. Це дало змогу автору побудувати ряд прогнозних моделей врожайності та виробити методику оцінки ризиків зерновиробництва.

При обговоренні проблем прогнозування розвитку певних процесів, в тому числі і динаміки урожайності сільськогосподарських культур, підкреслюється таке положення: якщо є намагання прогнозувати, як певне явище буде змінюватися в часі, то необхідно спиратися на знання зв'язків і закономірностей, які вдалося виявити при вивченні показників минулих років. Дане положення повною мірою відноситься і до прогнозування урожайності сільськогосподарських культур. Загалом, обґрунтування змін врожайності сільськогосподарських культур в перспективі, якщо мова йде не тільки про довгострокову, а також і про середньо- та короткострокову перспективи, – завдання з багатьма невідомими.

Підтвердженням цього є результати отриманні при прогнозуванні урожайності озимої пшениці кандидатом технічних наук Колотієм А.В. [12, с. 100], де окремо підкреслюється, що прогнозування у регіонах зони Полісся було менш ефективним. Це, на його думку, пов'язано з тим, що в цій зоні сільське господарство менш розвинене в порівнянні з іншими зонами. Полісся характеризується більш складним ландшафтом, наявністю лісових масивів, природних луків, занедбаних полів і меншими площами озимих культур.

**Виділення невирішених раніше частин загальної проблеми.** Разом з тим, малодослідженою залишається проблема прогнозування урожайності конкретних сільськогосподарських культур, зокрема озимої пшениці на рівні окремих областей. Ця проблема набуває особливої актуальності виходячи з стратегічних завдань розвитку аграрного сектора України, в тому числі і в частині нарощування валового збору зернових. При цьому важливим є розуміння наявності циклічних складових в динамічних рядах озимої пшениці та їх подальше врахування при побудові прогнозів.

**Формулювання цілей статті.** Дане дослідження не ставить за мету розглянути всю сукупність проблем, які виникають по даній темі. Головну увагу буде зосереджено на результатах вивчення закономірностей динамічних рядів врожайності зернових. Нами була поставлена задача – здійснити прогнозування ефективності використання землі виходячи з показника врожайності озимої пшениці. Вибір озимої пшениці обумовлювався великим народногосподарським значенням цієї культури і можливістю знайти офіційні статистичні дані по регіонах українського Полісся за значний період часу – з 1980 по 2013 рр.

**Виклад основного матеріалу.** Після короткого викладу методичних підходів до проблем прогнозування перейдемо до викладу результатів наукових досліджень.

З метою встановлення періодичності коливань в динамічних рядах озимої пшениці по кожному регіону був використаний метод спектрального аналізу, який дозволив за допомогою значення спектральної щільності виявити найбільш чітко виражені цикли в динамічних рядах. У табл. 1 наведені максимальні значення спектральної щільності і відповідні їм періоди (частоти). Даний етап аналізу був обумовлений тим, що метод ковзної

середньої використаний з метою усунення випадкових коливань в динамічних рядах для подальшого їх прогнозування. В даному випадку питання полягає в тому, яке вікно згладжування ковзної середньої необхідно використовувати. У більшості випадків його довжина визначається емпіричним шляхом. Однак, в даному випадку важливо, щоб, по-перше, ширина вікна була не дуже значною (для максимальної довжини динамічного ряду), а, по-друге, щоб його використання дало найбільший ефект з точки зору усунення випадкових коливань. Саме з цією метою було вирішено зробити ширину вікна згладжування для кожної області відповідною рівню тривалості періоду коливань з найбільшою частотою.

Таблиця 1

**Найбільші значення спектральної щільності в динамічних рядах озимої пшениці в регіонах зони Полісся в 1980-2013 рр.**

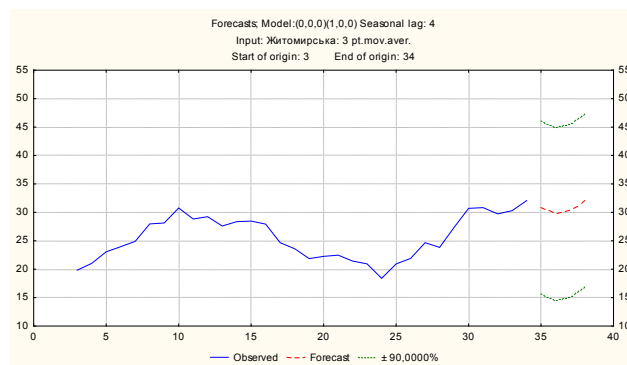
Області	Найбільші значення спектральної щільності	Період часу, років
Волинська	118.7	4
Житомирська	42.2	3
Закарпатська	114.2	4
Івано-Франківська	240.2	4
Львівська	108.2	9
Рівненська	39.4	4
Чернігівська	132.3	4

Джерело: розраховано автором на основі офіційних даних форми № 50 – сг (річна)

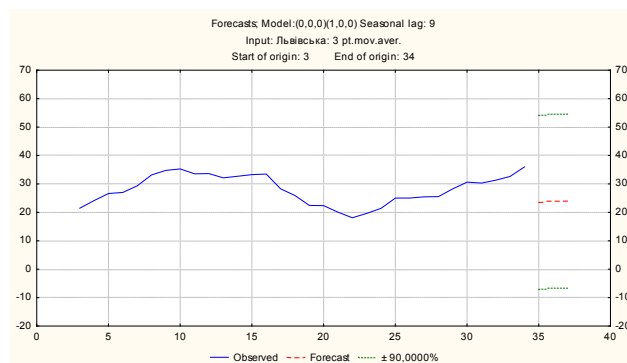
Саме ряди ковзної середньої були використані для подальшого прогнозування урожайності озимої пшениці на період 2015-2016 рр. Для цього була використана модель авторегресійної ковзної середньої (ARIMA) [13, с. 254]. Її використання дозволило врахувати періодичну складову в динамічному ряду і здійснити не тільки прогноз найбільш вірогідного значення, а й прогноз при розвитку ситуації за оптимістичним або песимістичним сценаріями (з ймовірністю 90%). Також надається статистика за величиною стандартного відхилення прогнозу, що дає можливість оцінити вірогідність помилки і адекватність прогнозних значень. Отримані результати про-

ведених розрахунків прогнозних значень наведені в табл. 2.

Перше, на що необхідно звернути увагу – це підсумкові прогнозні значення по найбільш імовірним варіантам. Вони майже в усіх областях не суттєво відрізняються або однакові за прогнозований період. Пояснення даного факту полягає в тому, що прогнозувалися не первинні дані, а дані, оброблені за допомогою ковзної середньої, і, як наслідок, істотні коливання були усунені, а модель видала варіант найбільш ймовірних значень по всіх



**Рис. 1. Динаміка прогнозу ковзної середньої урожайності озимої пшениці в Житомирській області на 2015-2016 рр.**



**Рис. 2. Динаміка прогнозу ковзної середньої урожайності озимої пшениці в Львівській області на 2015-2016 рр.**

Таблиця 2

**Прогнозні значення врожайності озимої пшениці в областях зони Полісся на 2015-2016 рр.**

Показники	Волинська	Житомирська	Закарпатська	Івано-Франківська	Львівська	Рівненська	Чернігівська
Прогнозні значення							
2015	29,0	29,7	26,5	30,9	23,9	32,7	28,1
2016	30,9	30,3	27,0	34,0	23,9	34,6	28,9
Оптимістичний прогноз							
2015	48,3	44,9	47,6	49,9	54,5	51,1	46,0
2016	50,2	45,5	48,1	53,0	54,6	53,0	46,7
Песимістичний прогноз							
2015	9,7	14,5	5,5	11,8	6,7	14,3	10,3
2016	11,6	15,1	5,9	14,9	6,7	16,2	11,0
Стандартне відхилення							
2015	11,4	9,0	12,4	11,2	18,1	10,9	10,5
2016	11,4	9,0	12,4	11,2	18,1	10,9	10,5

Джерело: розраховано автором на основі офіційних даних форми № 50 – сг (річна)

періодах на одному рівні. Проте, в даному випадку більш важливі отримані величини «оптимістичного» і «песимістичного» сценаріїв розвитку ситуації з мінімальною врожайністю, а також стандартне відхилення прогнозних значень, що фактично свідчить про рівень їх адекватності. Чітко простежується різниця у варіантах прогнозних значень.

Також важливе значення має і стандартне відхилення прогнозних значень. Воно фактично свідчить про рівень їх адекватності. На рис. 1. та 2 наведено прогнозні варіанти по області з відносно невеликим значенням стандартного відхилення (Житомирська обл.) та по області з суттєвим значенням стандартного відхилення (Львівська обл.). Наглядно чітко простежується різниця в варіантах прогнозних значень. Виходячи з цього критерію, прогноз по Житомирській, Рівненській та Чернігівській областях можна вважати таким, вірогідність якого є найбільш реалістичною. В той самий час доволі різноваріантним виявився прогноз урожайності озимої пшениці у Львівській, Закарпатській, Волинській та Івано-Франківській областях.

**Висновки з проведеного дослідження.** В підсумку, використаний нами метод прогнозування урожайності з попередньою оцінкою циклічної складової дозволяє отримати досить переконливі позитивні результати. При цьому слід зауважити, що по окремих регіонах зони українського Полісся величина стандартного відхилення свідчить про можливі значні погрішності в прогнозі, зокрема по Львівській, Закарпатській, Волинській та Івано-Франківській областях. В даному випадку вважаємо обов'язковим використання величини стандартного відхилення для оцінки реальності прогнозних величин, що дає можливість вирішення зазначеної проблеми: передбачення подій на ринках сільськогосподарської продукції, впевненості в правильності обраних прогнозів, що надає можливість отримувати значні економічні вигоди.

#### БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Райзберг Б.А. Курс економіки: Підручник. – 3-е изд. доп. / Під. ред. Б.А. Райзберга. – М.: ИНФРА-М, 2000. – 716 с.
2. Біета Ф. Теорія ігор і фінансові ринки / Ф. Біета, П. Смілянець // Питання економіки. – 2007. – № 10. – С. 114-123.
3. Венгер В.В. Фінанси: навч. пос. [для студ. вищ. навч. закл.] / В.В.Венгер. – К.: Центр учбової літератури, 2009. – 432 с.
4. Ансофф І. Стратегічне управління: Зменш. перек. з англ. / Наук. ред. і авт. предисл. Л. І. Євенко. – М.: Економіка, 1989. – 519 с.
5. Аралбаев Т. З. Побудова адаптивних систем моніторингу та діагностування складних промислових об'єктів на основі принципів саморегуляції. – Уфа: Гілем, 2003.
6. Іванілов О. С. Економіка підприємства: підруч. [для студ. вищ. навч. закл.] / О. С. Іванілов – К.: Центр учбової літератури, 2009. – 728 с.
7. Моделювання і прогнозування в задачах природокористування (на прикладі оцінки врожайності озимої пшениці) / Г. М. Жолобак, В. Г. Якимчук, О. І. Сахацький, К. Ю. Суханов, О. Д. Рябоконеко, О. Д. Федоровський // Доповіді Національної академії наук України. – 2010. – № 4. – С. 164-168.
8. Регресійні моделі прогнозування врожайності озимої пшениці. Режим доступу: [http:// geoss-conf-2014.ikd.kiev.ua/wp-content/uploads/2014/06/p19.pdf](http://geoss-conf-2014.ikd.kiev.ua/wp-content/uploads/2014/06/p19.pdf)
9. Тоомінг Х. Г. Математичне моделювання продуктивності посівів сільськогосподарських культур / Х. Г. Тоомінг // Вісник сільськогосподарської науки. – 1991. – № 11. – С. 24-29.
10. Узун В. Вплив сонячної активності на врожайність сільськогосподарських культур / В. Узун, Т. Платонова // IV Всесоюзна конференція по застосуванню математичної статистики в економіці сільського господарства. Тези доповідей. Новосибірськ. – 1975.
11. Грицюк П. М. Аналіз, моделювання та прогнозування динаміки врожайності озимої пшениці в розрізі областей України: монографія. – Рівне: НУВГП, 2010. – 350 с.
12. Колотий А. В. Регрессионные модели прогнозирования урожайности озимой пшеницы в Украине / А. В. Колотий // Индуктивное моделирование сложных систем. 2012. – № 4. – С. 92-101.
13. Боровиков В.П. Прогнозування в системі STATISTICA в середовищі WINDOWS. Основи теорії та інтенсивна практика на комп'ютері: навч. посібник. / В.П. Боровиков, Г.І. Івченко. – М.: Фінанси і статистика, 1999. – 384 с.