

## ПОБУДОВА ПРОГНОЗНО-МАТЕМАТИЧНИХ МОДЕЛЕЙ ПРИ ПЛАНУВАННІ ЕФЕКТИВНОГО ВИКОРИСТАННЯ ОРНИХ ЗЕМЕЛЬ НА РЕГІОНАЛЬНОМУ РІВНІ

---

**Харитоненко Р. А.,** аспірант \*

Національний університет біоресурсів і природокористування України

E-mail: [KharitonenkoRA@email.ua](mailto:KharitonenkoRA@email.ua)

**Анотація.** Прогнозування є невід’ємним елементом наукового пізнання. Це дає змогу зробити висновки про розвиток досліджуваних процесів у майбутньому, враховуючи вплив внутрішніх і зовнішніх чинників існуючих процесів. У землепорядкуванні земля є об’єктом прогнозування і відіграє значну роль у прийнятті управлінських рішень щодо ефективного використання земельних ресурсів. Сільськогосподарські землі є найціннішими, але їх відносять до важковідновлюваних ресурсів. Отже, прогнозування управління земельними ресурсами має особливо важливе значення. Поєднанням методів прогнозування з математичним моделюванням забезпечується в перспективі передбачення більш точних майбутніх реалій щодо впливу деградаційних процесів на врожайність культур та простежування різних сценаріїв прийняття управлінських рішень ґрунтово-охоронних заходів.

Об’єктом прогнозування є орні землі з проявами деградаційних процесів у Лісостеповій зоні Правобережній провінції Київської області. Розрахунок проведено на основі математичного моделювання прогнозно-адаптивного методу, що враховував в обрахунку статистичні дані. Основною метою розрахунку є простежування різної інтенсивності впливу деградаційних процесів на продуктивність орних земель, що дозволило спрогнозувати максимальне збільшення врожайності зернових культур.

**Ключові слова:** математичне моделювання, прогнозування, оптимізація, деградаційні процеси.

---

### **Актуальність.**

Під час прийняття ефективних управлінських рішень у різних галузях економіки спираються на передбачувані наслідки від реалізації заходів. Такі передбачення вирахову-

ються за допомогою різних методів та моделей прогнозування. У сільському господарстві, на відміну від інших галузей, для отримання постійного економічного прибутку потрібно враховувати якість ґрунтів та кліматичні особливості. Для земельних ресурсів

---

\* Науковий керівник – кандидат економічних наук, доцент С. В. Бутенко

прогнозування має особливе значення, адже понад 90 % від земельного фонду залучено до сільськогосподарського використання, що значно впливає на екологічне навантаження агроландшафтів. Розроблення прогнозів у землеустрої необхідне для прийняття оптимальних управлінських рішень, що сприятиме впровадженню заходів ефективного збереження та раціонального використання земельних ресурсів на віддалену перспективу [4].

### ***Аналіз останніх досліджень та публікацій.***

Теоретичній базі прогнозування та планування дієвих заходів у ефективному використанні земельних ресурсів присвячено ряд наукових праць С. Ю. Булигіна, Й. М. Дороша [4], А. М. Третьяка, А. Г. Мартина, О. М. Чумаченка [6], І. П. Купріяничик [5]. Питання визначення, оцінки і згодом прогнозування дієвості за впровадження оптимізаційних заходів використання земельних ресурсів на прикладі орних земель потребують постійного дослідження через математичне прогнозне моделювання.

**Мета дослідження** – побудова прогнозної моделі для проведення розрахунку різних варіантів інтенсивності прояву деградаційних процесів, що впливають на врожайність зернових культур у межах орних земель Лісостепової зони Правобережної провінції Київської області.

### ***Матеріали і методи дослідження.***

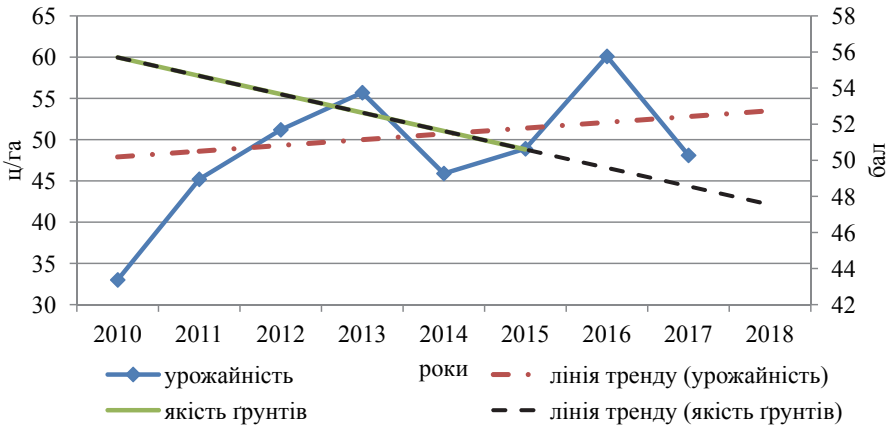
Для прогнозування зміни якості ґрунтів, раціонального використання земельних ресурсів та впливу деградаційних процесів на врожайність зер-

нових культур було використано метод екстраполяції, який ґрунтується на виявленні тенденцій за певний проміжок часу. Для виявлення кривих зростання під час обрахунку прогнозно-математичного моделювання було застосовано адаптивний метод прогнозування, що визначав у часі наступне значення прогнозного показника з урахуванням впливу попередніх чинників. Для визначення різних варіантів зміни заданих показників застосовували морфологічний аналіз прогнозування [5].

### ***Результати дослідження та їх обговорення.***

Лісостепова зона Правобережна провінція Київської області за масштабістю дослідження належить до зонального рівня, оскільки має споріднені ґрунтові, кліматичні, виробничі умови, а також типову спеціалізацію сільськогосподарського виробництва. Якість ґрунтів і врожайність зернових культур будуть досліджуваними об'єктами в прогнозній математичній моделі.

Для якісного передбачення та отримання точних кількісних вимірів імовірних можливостей на початковому етапі прогнозування використаємо статистичні дані якості ґрунтів обстежень турів 2010 та 2015 років та врожайність зернових культур за період з 2010 до 2017 року. Початком прогнозування буде обрано 2018 рік. Недостатні дані якості ґрунтів з 2011 до 2014 р. та з 2016 до 2018 р. та врожайність зернових культур на 2018 р. буде визначено методами екстраполяції та лінії тренду. Ці методи ґрунтуються на припущенні за незмінності факторів, що визначають розвиток об'єкта й розповсюдження закономірностей розвитку в минулому на майбутнє [6].



### Побудова трендових ліній прогнозування з використанням статистичних даних та методу екстраполяції для Лісостепової зони Правобережної провінції Київської області

На відміну від якості ґрунтів, на врожайність культур впливають кліматичні особливості (посуха, надмірна вологість та інше). Спрогнозувати кліматичні умови на один рік можливо за короткострокового прогнозу, що не буде відповідати параметрам даного дослідження. Тому для збереження точності прогнозування врожайності зернових культур використаємо лінію тренду [5] (див. рисунок і табл. 1).

За прогнозного дослідження зміни якості ґрунтів існуюча тенденція використання орних земель досягне свого порогового значення у 40 балів через 10 років у 2027 році. За таких умов ґрунти перейдуть до групи з низькою якістю і вирощування більшості культур потребуватиме значного застосування підвищених доз добрив, меліоративних та інших агротехнічних заходів. Тому для виявлення структури часового ряду, необхідного для

### 1. Початковий етап прогнозування з використанням статистичних даних та методу екстраполяції для Лісостепової зони Правобережної провінції Київської області

Роки	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	2018
Урожайність зернових культур, ц/га	33	45,2	51,2	55,7	45,9	48,9	60,1	48,1	-
Лінія тренду (урожайність), ц/га	47,9	48,6	49,3	50	50,7	51,4	52,1	52,8	53,5
Еколого-агрохімічна оцінка, бали	55,7	-	-	-	-	50,6	-	-	-
Лінія тренду (якість ґрунтів), бал	55,7	54,7	53,7	52,6	51,6	50,6	49,6	48,6	47,5
<i>Примітка</i>									
Прогнозний розрахунок				Статистична інформація					

Джерело: розроблено автором на основі даних [2, 3]

## 2. Формування змінних варіаційного ряду прогнозування методом екстраполяції даних якості ґрунтів на період 2018–2027 років

Показники	Роки									
	2018	2019	2020	2021	2022	2023	2024	2025	2026	2027
	Еколого-агрохімічна оцінка, бали									
Варіант відновлення	47,5	48,7	49,8	51,0	52,2	53,4	54,5	55,7	56,9	58,0
середній показник у 5 років	49,8					55,7				

*Джерело:* розроблено автором

побудови прогнозної математичної моделі, встановлюємо період прогнозування на 10 років з 2018 до 2027 року. Параметр зміни якості ґрунтів пропонується розділити на варіанти. Один із варіантів продовжить існуючу негативну тенденцію погіршення якісних властивостей ґрунтів за відсутності заходів з оптимізації використання орних земель.

Інший прогнозний варіант передбачає відновлення якості ґрунтів, взявши тур обстеження 2010 р. з показником 55,7 балів із можливістю подальшого відновлення ґрунтів, з виведенням із обробітку всіх деградованих та малопродуктивних орних земель, які за попередніми дослідженнями розрахунку економіко-математичного моделювання найбільше впливають на збільшення врожайності зернових культур [1] (табл. 2).

Для ефективного прийняття рішення у процесі побудови прогнозної моделі на основі класифікації часових рядів у встановленому періоді прогнозування з 2018 до 2027 р. виокремлюємо рівновіддалений період інтервального часу по 5 років до 2022 року [5].

Для подальшого обрахунку прогнозно-адаптивної моделі застосуємо економіко-математичну модель для оптимізації використання орних

земель. За допомогою цієї моделі можемо обрахувати вплив якісних можливостей ґрунтів на подальшу зміну врожайності зернових культур.

Для дослідження варіанта відновлення приймаємо врожайність зернових культур на 2018 р., яку було знайдено прогнозною лінією тренду 53,5 ц/га.

Враховуючи зміну якості ґрунтів та врожайність зернових одиниць у досліджуваних періодах, для більш точного прогнозного обрахунку вводимо поправку на приріст врожаю. Коли необхідно порівняти мінливість ознак об'єкта, які виражені в різних одиницях вимірювання, поправку розрахуємо через коефіцієнт варіації. Поправку на приріст урожайності зернових одиниць через коефіцієнт варіації будемо використовувати між рівновіддаленими періодами інтервального часу в 5 років. Приріст врожаю для прогнозного варіанта становитиме 2,4 раза, враховуючи попередні дослідження авторів [1].

На першому рівновіддаленому періоді для варіанта відновлення ґрунтів урожайність становитиме 65,5 ц/га на 2022 рік. На другому рівновіддаленому періоді прогнозована врожайність становитиме 82,5 ц/га. За прогнозованим розрахунком, при впровадженні всіх оптимізаційних заходів урожайність зернових

### 3. Прогнозний розрахунок варіанта збільшення врожайності зернових одиниць у Лісостеповій зоні Правобережної провінції Київської області за період 2018–2027 років

Період дослідження, роки	Бал еколого-агроі- мічної оцінки	Зернові одиниці. 1 бал = 0,41 ц/га	Коефіцієнт при- росту врожаю	Коефіцієнт водної ерозії	Коефіцієнт балансу поживних речовин	Урожайність зерно- вих культур, ц/га
Прогнозний розрахунок на період 2018–2022 років						
2014–2017	50,6	0,41	3,4	0,88	0,83	51,5
2018–2022	49,8	0,41	3,4	1	1	69,4
Різниця між балами в досліджуваних періодах, %	-2 %	Різниця між урожайністю в досліджуваних періодах, %				+26 %
Розрахунок поправки через коефіцієнт варіації $2,4 \frac{\text{ц}}{\text{га}} + \left( 2,4 \frac{\text{ц}}{\text{га}} \times 26 \% \right) \div 100 \% = 3 \text{ ц/га за рік}$						
Врахування поправки для прогнозного розрахунку врожайності зернових одиниць						
Період дослідження, роки	2018	2019	2020	2021	2022	
Зміна врожайності, ц/га	53,5	56,5	59,5	62,5	65,5	
Поправка, приріст у ц/га за рік	-	3	3	3	3	
Прогнозний розрахунок на період 2023–2027 років						
2018–2022	49,8	0,41	3,4	1	1	69,4
2023–2027	55,7	0,41	3,4	1	1	77,6
Різниця між балами в досліджуваних періодах, %	+12 %	Різниця між урожайністю в досліджуваних періодах, %				+12 %
Розрахунок поправки через коефіцієнт варіації $3 \frac{\text{ц}}{\text{га}} + \left( 3 \frac{\text{ц}}{\text{га}} \times 12 \% \right) \div 100 \% = 3,4 \text{ ц/га за рік}$						
Введення поправки для прогнозного розрахунку врожайності зернових одиниць						
Період дослідження, роки	2023	2024	2025	2026	2027	
Зміна врожайності, ц/га	68,9	72,3	75,7	79,1	82,5	
Поправка, приріст у ц/га за рік	3,4	3,4	3,4	3,4	3,4	

Джерело: розроблено автором

одиниць збільшиться за 10 років на 38 %. При аналогічному розрахунку існуючої негативної тенденції використання орних земель урожайність зернових культур за прогнозним розрахунком становитиме на 2027 р. 58,4 ц/га (табл. 3).

#### Висновки і перспективи.

Застосування прогнозно-математичної моделі дасть змогу отримати показники врожайності на період прогнозного дослідження. Вони стануть збалансованим показником між

оптимізаційними заходами та діяльністю підприємств.

Отримані результати за різних варіантів прогнозу свідчать про те, що при виведенні з обробітку ерозійних орних площ та поступовому відновленні балансу поживних речовин зростатиме врожайність сільськогосподарських культур. За існуючої тенденції використання орних земель на період 10 років урожайність зернових культур збільшиться з 53,5 до 58,4 ц/га, рівень рентабельності виходу зернової продукції зросте на 10%. Максимальний показник при реалізації ґрунтово-охоронних заходів та оптимізації використання орних земель: урожайність зернових культур збільшиться з 53,5 до 82,5 ц/га, рівень рентабельності виходу зернової продукції зросте на 18%.

#### Список використаних джерел:

1. Бутенко Є. В. Використання економіко-математичних моделей для оптимізації орних земель із проявом деградаційних процесів / Є. В. Бутенко, Р. А. Харитоненко // *Землеустрій, кадастр і моніторинг земель*. – 2018. – № 1. – С. 81–87.
2. Головне управління статистики в Київській області. Сільське господарство. – URL: <http://kyivobl.ukrstat.gov.ua/>
3. Державна установа «Інститут охорони ґрунтів України». – URL: <http://www.iogu.gov.ua/>
4. Дорощ Й. М. Прогнозування розвитку земельних відносин залежно від зміни структури регіонального землекористування / Й. М. Дорощ // *Ефективна економіка*. URL: <http://economy.nayka.com.ua/index.php?operation=1&iid=817>
5. Купріянич І. П. Прогнозування використання земельних ресурсів / І. П. Купріянич. – К., 2016. – 295 с.
6. Мартин А. Г. Математичні методи і моделі в землеустрої / Мартин А. Г., Чумаченко О. М., Кривов'яз Є. В. – К., 2016. – 629 с.

#### References

1. Butenko, Ye. V., Kharytonenko, R. A. (2018). *Vykorystannia ekonomiko-matematychnykh modelei dlia optymizatsii ornnykh zemel iz proiavom dehradatsiynykh protsesiv. Zemleustrii, kadastr i monitorynh zemel*, 1, 81–87.
2. *Holovne upravlinnia statystyky v Kyivskii oblasti. Silske hospodarstvo*. URL: <http://kyivobl.ukrstat.gov.ua/>.
3. *Derzhavna ustanova «Instytut okhrony gruntiv Ukrainy»* URL: <http://www.iogu.gov.ua/>.
4. Dorosh, Y. M. *Prohnozuvannia rozvytku zemelnykh vidnosyn zalezho vid zminy struktury rehionalnoho zemlekorystuvannia. Efektyvna ekonomika*. URL: <http://economy.nayka.com.ua/index.php?operation=1&iid=817>.
5. Kupriianchyk, I. P. (2016). *Prohnozuvannia vykorystannia zemelnykh resursiv*. K., 295.
6. Martyn, A. H., Chumachenko, O. M., Kryvoviaz, Ye. V. (2016). *Matematychni metody i modeli v zemleustroi*. K., 629.

\*\*\*

**R. Kharytonenko**

**THE CONSTRUCTION OF PREDICTIVE-MATHEMATICAL MODELS IN PLANNING THE EFFECTIVE USE OF ARABLE LAND AT THE REGIONAL LEVEL**

<https://doi.org/10.31548/zemleustriy2018.03.02>

**Abstract.** *Forecasting is an integral element of scientific knowledge. This allows us to draw conclusions about the development of the studied processes in the future, taking into account the influence of internal and external factors of existing processes. In land management, land is the object of forecasting and has a significant role in making managerial decisions for the efficient use of land resources. Agricultural lands are the most valuable, but they are classified as hard-to-renew resources. So, forecasting*

land management is particularly important. By combining the methods of forecasting with mathematical modeling, it is ensured in the perspective of predicting more accurate future realities about the impact of degradation processes on crop yields and the prodlisiness of various scenarios for making managerial decisions on soil conservation measures.

The object of forecasting is the use of arable lands, which have a negative manifestation of degradation processes in the forest-steppe Pravoberezhnaya province of the Kiev region. The calculation was carried out on the basis of mathematical modeling of the predictive-adaptive method, which took into account statistical data in the calculation. The main purpose of the calculation is to pollute the various intensity of the impact of degradation processes on the productivity of arable land, which allowed to predict the maximum increase in the yield of grain crops.

**Keywords:** mathematical model, forecasting, optimization, degradation processes.

\*\*\*

**Харитоненко Р. А.**  
**ПОСТРОЕНИЕ ПРОГНОЗНО-**  
**МАТЕМАТИЧЕСКИХ МОДЕЛЕЙ ПРИ**  
**ПЛАНИРОВАНИИ ЭФФЕКТИВНОГО**  
**ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ПАХОТНЫХ ЗЕМЕЛЬ**  
**НА РЕГИОНАЛЬНОМ УРОВНЕ**

[https://doi.org/10.31548/  
zemleustriy2018.03.02](https://doi.org/10.31548/zemleustriy2018.03.02)

**Аннотация.** Прогнозирование является неотъемлемым элементом научного познания. Это позволяет сделать выводы о развитии исследуемых процессов в

будущем, учитывая влияние внутренних и внешних факторов существующих процессов. В землеустройстве земля является объектом прогнозирования и имеет значительную роль в принятии управленческих решений эффективного использования земельных ресурсов. Сельскохозяйственные земли наиболее ценные, но их относят к трудновозобновляемым ресурсам. Итак, прогнозирование управления земельными ресурсами имеет особо важное значение. Соединением методов прогнозирования с математическим моделированием обеспечивается в перспективе предсказание более точных будущих реалий о влиянии деградиционных процессов на урожайность культур и прослеживание различных сценариев принятия управленческих решений почвенно-охранных мероприятий.

Объектом прогнозирования являются пахотные земли с проявлением деградиционных процессов в Лесостепной зоне Правобережной провинции Киевской области. Расчет проводился на основе математического моделирования прогнозно-адаптивного метода, который учитывал в расчете статистические данные. Основной целью расчета является прослеживание различной интенсивности воздействия деградиционных процессов на производительность пахотных земель, что позволило спрогнозировать максимальное увеличение урожайности зерновых культур.

**Ключевые слова:** математическая модель, прогнозирование, оптимизация, деградиционные процессы.