

## ДО ПИТАННЯ ПРОГНОЗУВАННЯ ВРОЖАЙНОСТІ ПОЛЬОВИХ КУЛЬТУР

**Сердюченко Н.**, канд. геогр. наук,

e-mail: poljuljach@ukr.net

<https://orcid.org/0000-0002-0361-8215>

**Новохацький М.**, канд. с.-г. наук, доц.,

e-mail: novokhatskyi@ukr.net

<https://orcid.org/0000-0003-3635-1761>

**Бондаренко О.**,

<https://orcid.org/0000-0001-9456-6715>

**Гусар І.**,

<https://orcid.org/0000-0002-5872-4672>

ДНУ «УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого»

### **Анотація**

*Довготермінові прогнози врожайності є орієнтовними, проте вони мають важливе практичне значення, оскільки дозволяють завчасно визначити доцільність сівби тієї чи іншої культури, вирішити задачі оптимізації структури посівних площ та ряду інших організаційних і стратегічних питань.*

***Метою** роботи є висвітлення результатів оцінки точності виконаних в УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого прогнозів врожайності основних польових культур з різною завчасністю впродовж вегетаційного періоду*

***Методи.** Оцінку точності прогнозів виконано обчисленням відносної похибки за стандартними методами статистичного аналізу.*

***Результати** з оцінки точності виконаних в УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого прогнозів врожайності основних польових культур у 2015-2018 роках свідчать про задовільну точність розроблених прогнозів на рівні держави. Скажімо, станом на кінець травня, точність прогнозування для пшениці склала 93-98 %, ячменю – 91-97 %, вівса – 93-98 %, соняшника – 94-99 %, цукрових буряків – 90-97 %. Найнижчою виявилася точність прогнозування врожайності кукурудзи, що в різні роки коливалася в межах 80-92 %. Найвища точність пізніх польових культур відмічалася у липневому прогнозі, а для основної маси зернових і зернобобових культур – у травневому. Для узагальненої групи зернових та зернобобових культур середня похибка прогнозування у січні склала 7,1 %, у травні – 5,2 %, а у липні відповідно 5,7 %.*

***Висновки.** Представлені результати свідчать про задовільну точність виконаних в УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого прогнозів врожайності основних польових культур на рівні держави. Проте неможливість довгострокового передбачення агрометеорологічних умов розвитку культур завжди вноситиме свою похибку і якщо період завбачення складає декілька місяців, то уникнути цієї похибки вдається лише в роки, коли агрометеорологічні умови близькі до норми, яка закладається у модель.*

***Ключові слова:** прогноз врожайності, точність прогнозів, польові культури.*

**Постановка проблеми.** Питання оцінки агрометеорологічних умов вегетації та прогнозування врожайності сільськогосподарських культур представляє велику наукову та практичну цінність. Інтенсифікація технологій вирощування польових культур ставить перед агрономічною та агрометеорологічною науками задачу розробки методів оцінки та прогнозу врожайності сільськогосподарських культур з якомога більшою завчасністю. Незважаючи на те, що довготермінові прогнози врожайності (до сівби або за 3-4 місяці до збирання) є орієнтовними, їхнє практичне значення надзвичайно велике. Вони дозволяють завчасно визначити доцільність сівби тої чи іншої культури, вирішити задачі оптимізації структури посівних площ та ряду інших організаційних і стратегічних питань.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій** свідчить, що прогнози врожайності польових культур, які складаються в період вегетації рослин, ґрунтуються на стані посівів і на агрометеорологічних умовах, які склалися в період їх росту та розвитку [1-5]. Показниками стану посівів зазвичай є кількість продуктивних стебел, висота рослин, кількість колосків у колосі та інші елементи продуктивності рослин. Наземний моніторинг цих показників на великих площах вимагає значних затрат часу та коштів. Альтернативою цьому можуть слугувати дані ДЗЗ [1-5].

Проте переважна більшість математичних моделей прогнозування може забезпечити лише певну точність прогнозів, тому оцінку модельних показників слід розглядати з позиції достовірності та похибки прогнозу.

**Метою** роботи є висвітлення результатів оцінки точності виконаних в УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого прогнозів врожайності основних польових культур з різною завчасністю впродовж вегетаційного періоду.

**Методика та вихідні матеріали.** Методика прогнозування врожайності сільськогосподарських культур представлена в [6-8]. Оцінку точності прогнозів врожайності та валового збору основних сіль-

ськогосподарських культур за 2015-2018 роки виконано обчисленням відносної похибки за стандартними методами статистичного аналізу.

**Основні результати.** На підставі сформованих авторами баз даних, оперативної інформації про стан посівів і розроблених моделей визначення індексів сприятливості агрометеорологічних умов для росту і розвитку сільськогосподарських культур авторським колективом УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого щорічно опрацьовується і випускається по 4 аналітично-прогностичних бюлетені «Аналіз розвитку і прогноз урожайності основних сільськогосподарських культур в Україні» з різною завчасністю впродовж вегетаційного періоду.

Представлені в цій статті результати з оцінки точності виконаних в УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого прогнозів врожайності основних сільськогосподарських культур за 2015-2018 роки рік свідчать про переважно високу точність розроблених прогнозних оцінок на рівні держави (табл. 1). Скажімо, станом на кінець травня, точність прогнозування для пшениці склала 93-98 %, ячменю – 91-97 %, вівса – 93-98 %, соняшника – 94-99 %, цукрових буряків – 90-97 %. Найнижчою виявилася точність прогнозування врожайності кукурудзи (через значний період завбачення), що в різні роки коливалася в межах 80-92 %.

**Таблиця 1 – Точність прогнозів врожайності провідних польових культур загалом по Україні (станом на кінець травня) в 2015-2018 роках**

Культури	2015	2016	2017	2018
Пшениця	97,4	96,2	98,5	92,8
Ячмінь	96,6	90,9	95,2	95,3
Овес	94,8	97,9	96,2	92,5
Кукурудза	90,5	92,4	87,5	79,7
Соняшник	99,5	96,0	93,6	93,5
Цукрові буряки	89,9	97,6	95,8	90,5

Оцінки точності прогнозів врожайності провідних польових культур з різною завчасністю впродовж вегетаційного пе-

ріоду в 2017-2018 роках розраховані загалом по Україні наведені у таблицях 2-3. Аналіз відносних похибок прогнозних показників подано окремо для кожної культури та загалом для групи зернових та зернобобових культур.

Як видно з таблиці 2, у 2017 році точність розроблених прогнозів врожайності була найвищою для групи зернових та зернобобових культур і мала найменшу похибку у травні. Середня похибка прогнозування у січні склала 7,1 %, у травні – 5,2 %, а у липні – 5,7 %.

У 2018 році точність прогнозування була нижчою від 2017 року через несприятливі погодні умови для ранніх колосових культур та значно вищу врожайність кукурудзи, порівняно з очікуваними прогнозними показниками (див. табл. 3).

Як видно із таблиць 2-3, найвища точність пізніх польових культур відмічається у липневому прогнозі, а для основної маси зернових і зернобобових культур – у травневому. Проте неможливість довгострокового передбачення агрометеорологічних умов росту і розвитку культур завжди вноситиме свою похибку і, коли (у випадку пізніх культур) період завбачення складає декілька місяців, то уникнути цієї похибки вдається лише в роки, коли агрометеорологічні умови близькі до норми, яка закладається у модель.

На рисунку 1 представлено порівняльну оцінку розроблених авторами прогнозних показників з європейськими даними (система MARS[9]) в результаті аналізу врожайності окремих культур впродовж

**Таблиця 2 – Точність прогнозів врожайності провідних польових культур з різною завчасністю в 2017 році загалом по Україні**

Культури	Фактична урожайність, ц/га	Прогноз					
		Січень		Травень		Липень	
		Прогноз	Похиб. %	Прогноз	Похиб. %	Прогноз	Похиб. %
Зернові і зернобобові	42,5	42,5	0,0	44	3,5	43,5	2,4
Пшениця	41,1	39	-5,1	40,5	-1,5	40	-2,7
Жито	29,6	26	-12,2	27,5	-7,1	25,5	-13,9
Ячмінь	33,1	29	-12,4	31,5	-4,8	32	-3,3
Овес	23,9	23	-3,8	23	-3,8	23	-3,8
Зернобобові	24,6	24,5	-0,4	25	1,6	25	1,6
Кукурудза	55,1	64	16,2	62	12,5	60	8,9
Соняшник	20,2	21,5	6,4	21,5	6,4	22	8,9

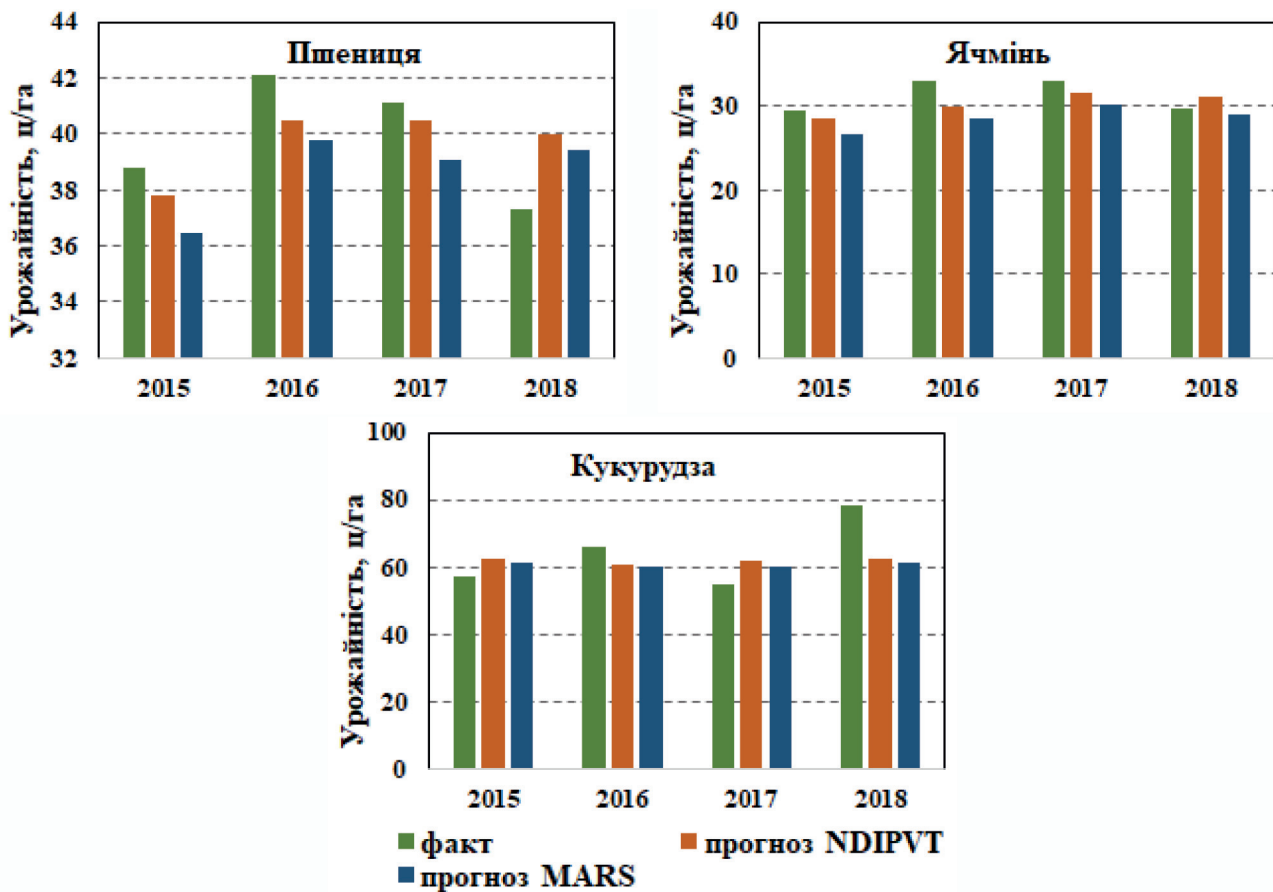
**Таблиця 3 – Точність прогнозів врожайності провідних польових культур з різною завчасністю в 2018 році загалом по Україні**

Культури	Фактична урожайність, ц/га	Прогноз					
		Січень		Травень		Липень	
		Прогноз	Похиб. %	Прогноз	Похиб. %	Прогноз	Похиб. %
Зернові і зернобобові	47,4	44	-7,2	43,8	-7,6	43,4	-8,4
Пшениця	37,3	42	12,6	40	7,2	40	7,2
Жито	26,6	29,5	10,9	28	5,3	27	1,5
Ячмінь	29,6	33	11,5	31	4,7	31	4,7
Овес	21,4	24	12,1	23	7,5	21	-1,9
Зернобобові	17,2	25	45,3	23,5	36,6	19	10,5
Кукурудза	78,4	62	-20,9	62,5	-20,3	61,5	-21,6
Соняшник	23	21,5	-6,5	21,5	-6,5	22	-4,3

2015-2018 років (за прогнозними даними станом на кінець травня).

Як видно із рисунку 1, у переважній більшості випадків прогнозні показники УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого ближчі до фактичного рівня врожайності ніж безпосередні оцінки європейської системи MARS.

**Висновки.** Представлені результати з оцінки точності виконаних в УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого прогнозів врожайності



**Рисунок 1** – Порівняльна оцінка прогностичних показників врожайності окремих культур (станом на кінець травня). Джерело: авторські дослідження

основних сільськогосподарських культур на рівні держави, з різною завчасністю впродовж вегетаційного періоду за 2015-2018 роки, свідчать про задовільну точність розроблених прогностичних оцінок. Проте неможливість довгострокового передбачення агрометеорологічних умов росту і розвитку культур завжди вноситиме свою похибку і якщо у випадку пізніх культур період завбачення складає декілька місяців, то уникнути цієї похибки вдається лише в роки, коли агрометеорологічні умови близькі до норми, яка закладається у модель.

### Література

1. Кравчук В. І. Основи методології моніторингу агроресурсів та прогнозування врожайності сільськогосподарських культур за проектом MARS. Зб. наук. праць УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого.

Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. Дослідницьке. Вип. 13(27). Книга 2. С.3-14.

2. Note on the Crop Yield Forecasting Methods / R.K. Singh, T.R. Singh and U. Kaushal // Asian Journal of Agricultural Research. Volume 13 (1): 1-5, 2019. <https://scialert.net/fulltextmobile/?doi=ajar.2019.1.5>

3. Use and relevance of European Union crop monitoring and yield forecasts / Marijn van der Velde, Irene Biavetti, Mohamed El-Aydam, Stefan Niemeyer, Fabien Santini, Mauritsvan den Berg // Agricultural Systems. Volume 168, January 2019, Pages 224-230.

4. Higgins, Sarah (2015) Limitations to seasonal weather prediction and crop forecasting due to nonlinearity and model inadequacy / PhD thesis, The London School of Economics and Political Science (LSE) / <http://etheses.lse.ac.uk/3191/>

5. Куссуль Н. Оценка состояния растительности и прогнозирование урожайности



озимых культур Украины по спутниковым данным / Куссуль Н., Ильин Н., Скакун С., Лавренюк А. [Электронный ресурс] // International Book Series «Information Science and Computing» – С 103–109. – Режим доступа до матеріалу: [http://www.foibg.com/ibs\\_isc/ibs-03/IBS-03-p16.pdf](http://www.foibg.com/ibs_isc/ibs-03/IBS-03-p16.pdf)

6. Кравчук В. І. Прогнозування врожайів в Україні (Пілотний проект та його реалізація) / Кравчук В. І., Шевченко А. О., Сердюченко Н. М // Техніка і технології в АПК. – 2011. – №3. – С. 12-21.

7. Кравчук В. Моделирование урожайности ярих зерновых культур з використанням даних ДЗЗ. Зб. наук. праць УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. Дослідницьке. 2013. Вип. 17(31). Книга 2. С. 4-16.

8. Сердюченко Н. Моделирование урожайности кукурудзи з використанням даних ДЗЗ / Сердюченко Н., Сайдак Р. // Меліорація і водне господарство. Зб наук. праць 2013, вип. 101. С – 32-41.

9. Електронний ресурс / <https://ec.europa.eu/jrc/en/mars/bulletins>

### Literature

1. Kravchuk V. I. Fundamentals of agrosources monitoring methodology and crop productivity forecasting under the MARS project Coll. Sciences. to UkrNIPIPT them. L. Pogorely. Technical and technological aspects of development and testing of new machinery and technologies for Ukrainian agriculture. Doslidnytske. 2018. Vip.13 (27). Book 2. - P.3-14.

2. Note on the Crop Yield Forecasting Methods / R. K. Singh, T. R. Singh and U. Kaushal // Asian Journal of Agricultural Research. Volume 13 (1): 1-5, 2019 <https://scialert.net/fulltextmobile/?doi=ajar.2019.1.5>

3. Use and relevance of European Union crop monitoring and yield forecasts / Marijn van der Velde, Irene Biavetti, Mohamed El-Aydam, Stefan Niemeyer, Fabien Santini, Mauritsvan den Berg // Agricultural Systems. Volume 168, January 2019, Pages 224-230.

4. Higgins, Sarah (2015) Limitations to seasonal weather prediction and crop forecasting due to nonlinearity and model inadequacy / PhD thesis, The London School of Economics and Political Science (LSE) / <http://etheses.lse.ac.uk/3191/>

5. Kussul N. Assessment of vegetation state and winter crops yield prediction in Ukraine according to satellite data / Kussul N., Ilyin N., Skakun S., Lavrenyuk A. [Electronic resource] // International Book Series «Information Science and Computing» - С 103– 109. - Access mode: [http://www.foibg.com/ibs\\_isc/ibs-03/IBS-03-p16.pdf](http://www.foibg.com/ibs_isc/ibs-03/IBS-03-p16.pdf)

6. Kravchuk V. Crop forecasting in Ukraine (Pilot project and its implementation) / V. Kravchuk, A. Shevchenko, N. Serdiuchenko // Engineering and technologies in agroindustrial complex. - 2011. - №3. - pp. 12-21.

7. Kravchuk V. Modeling of spring cereals yield using satellite data. Coll. Sciences. to UkrNIPIPT them. L. Pogorely. Technical and technological aspects of development and testing of new machinery and technologies for Ukrainian agriculture. Doslidnytske. 2013. Vip. 17 (31). Book 2. - P. 4-16.

8. Serdiuchenko N. Maize yield modeling using satellite data / Serdiuchenko N., Saidak R. // Land reclamation and water management. Science works 2013, № 101. P. - 32-41.

9. Online resource / <https://ec.europa.eu/jrc/en/mars/bulletins>

### Literatura

1. Kravchuk V. I. Osnovi metodologii monitoringu agrosursiv ta prognozuvannja vrozhajnosti sil's'kogospodars'kih kul'tur za proektom MARS. Zb. nauk. prats UkrNDIPVT im. L. Pohoriloho. Tekhniko-tekhnologichni aspekty rozvytku ta vyprobuvannya novoyi tekhniky i tekhnolohiy dlya silskoho hospodarstva Ukrayiny. Doslidnytske. 2018. Vyp. 13(27). Kniga 2. – S.3-14.

2. Note on the Crop Yield Forecasting Methods / R.K. Singh, T. R. Singh and U. Kaushal // Asian Journal of Agricultural Research. Volume 13 (1): 1-5, 2019 <https://scialert.net/fulltextmobile/?doi=ajar.2019.1.5>

3. Use and relevance of European Union crop monitoring and yield forecasts / Marijn van der Velde, Irene Biavetti, Mohamed El-Aydam, Stefan Niemeier, Fabien Santini, Mauritsvan den Berg // *Agricultural Systems*. Volume 168, January 2019, Pages 224-230.

4. Higgins, Sarah (2015) Limitations to seasonal weather prediction and crop forecasting due to nonlinearity and model inadequacy / PhD thesis, The London School of Economics and Political Science (LSE) / <http://etheses.lse.ac.uk/3191/>

5. Kussul' N. Ocenka sostojanija rastitel'nosti i prognozirovanie urozhajnosti ozimih kul'tur Ukrainy po sputnikovym dannym / Kussul' N., Il'in N., Skakun S., Lavrenjuk A. [Elektronnij resurs] // *International Book Series «Information Science and Computing»* – S 103–109. – Rezhim dostupu do materialu: <http://www.foibg.com/>

[ibs\\_isc/ibs-03/IBS-03-p16.pdf](http://ibs_isc/ibs-03/IBS-03-p16.pdf)

6. Kravchuk V.I. Prognozuvannja vrozhaiv v Ukraïni (Pilotnij proekt ta jogo realizacija) / Kravchuk V.I., Shevchenko A. O., Serdjuchenko N. M // *Tehnika i tehnologii v APK*. – 2011. – №3. – S. 12-21.

7. Kravchuk V. Modeljuvannja vrozhajnosti jarih zernovih kul'tur z vikoristannjam danih DZZ. Zb. nauk. prats UkrNDIPVT im. L. Pohoriloho. Tekhniko-tekhnologichni aspekty rozvytku ta vyprobuvannja novoyi tekhniki i tekhnolohiy dlya silskoho gospodarstva Ukrayiny. Doslidnytske. 2013. Vyp. 17(31). Kniga 2. S. 4-16.

8. Serdjuchenko N. Modeljuvannja vrozhajnosti kukurudzi z vikoristannjam danih DZZ / Serdjuchenko N., Sajdak R. // *Melioracija i vodne gospodarstvo*. Zb nauk. prac' 2013, vip. 101. S – 32-41.

9. Elektronnij resurs / <https://ec.europa.eu/jrc/en/mars/bulletins>

UDC 631.528:631.559:551.502.4

## TO THE PROBLEM OF CROP FORECASTING

Serdiuchenko N. Ph. D in Geography,

e-mail: [poljuljach@ukr.net](mailto:poljuljach@ukr.net), <https://orcid.org/0000-0002-0361-8215>

Novokhatsky M. Ph. D in Agronomy, associate prof.

e-mail: [novokhatskyi@ukr.net](mailto:novokhatskyi@ukr.net), <https://orcid.org/0000-0003-3635-1761>

Bondarenko O., <https://orcid.org/0000-0001-9456-6715>

Gusar I., <https://orcid.org/0000-0002-5872-4672>

SSO «Leonid Pogorilyy UkrNDIPVT»

### Summary

*Long-term crop forecasts are indicative, but they are important in practice because they allow us to determine in advance the feasibility of sowing a crop, to solve the problems of optimizing the structure of acreage and a number of other organizational and strategic issues.*

**The purpose** of this work is presentation of the results of accuracy estimation for crop forecasting by major field crops performed by L. Pogorilyy UkrNDIPVT with varying earliness during the growing season.

**Methods.** The estimation of the accuracy of the forecasts is made by calculating the relative error by standard methods of statistical analysis.

**The results** of the accuracy assessment by crop forecasting performed in L. Pogorilyy UkrNDIPVT in 2015-2018 indicate satisfactory accuracy for country-level forecasts. Thus, as of the end of May, the prediction accuracy for wheat was 93-98 %, barley - 91-97 %, oats - 93-98 %, sunflower - 94-99 %, sugar beet - 90-97 %. The lowest accuracy was by corn yield forecasting, which varied within 80-92% in different years. The highest accuracy for late crops was observed in the July forecast and in May for the majority of cereals and legumes. For the general group of cereals and legumes, the average prediction error in January was 7.1 %, in May - 5.2 %, and in July, respectively, 5.7 %.

**Conclusions.** The results presented of satisfactory accuracy of crop forecasting performed

in L. Pogorilyy UkrNDIPVT at the state level. However, the impossibility of long-term prediction of agrometeorological conditions will always make its mistake, and if the anticipation period is several months, then this error can be avoided only in years when the agrometeorological conditions are close to the norm laid down in the model.

**Keywords:** crop forecast, accuracy of forecasts, field crops.

УДК 631.528:631.559:551.502.4

## К ВОПРОСУ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ УРОЖАЙНОСТИ ПОЛЕВЫХ КУЛЬТУР

**Сердюченко Н.**, канд. геогр. наук,

e-mail: poljuljach@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0002-0361-8215>

**Новохацкий М.**, канд. с.-х наук, доц.,

e-mail: novokhatskyi@ukr.net, <https://orcid.org/0000-0003-3635-1761>

**Бондаренко А.**,

<https://orcid.org/0000-0001-9456-6715>

**Гусар И.**,

<https://orcid.org/0000-0002-5872-4672>

ГНУ «УкрНИИПИТ им. Л. Погорелого»

### **Аннотация**

Долгосрочные прогнозы урожайности являются ориентировочными, однако они имеют важное практическое значение, так как позволяют заблаговременно определить целесообразность сева той или иной культуры, решить задачи оптимизации структуры посевных площадей и ряда других организационных и стратегических вопросов.

**Целью работы** является освещение результатов оценки точности выполненных в УкрНИИПИТ им. Л. Погорелого прогнозов урожайности основных полевых культур с разной заблаговременностью в течение вегетационного периода.

**Методы.** Оценка точности прогнозов выполнено путем вычисления относительной погрешности по стандартными методами статистического анализа.

**Результаты** оценки точности выполненных в УкрНИИПИТ им. Л. Погорелого прогнозов урожайности основных полевых культур в 2015-2018 годах свидетельствуют об удовлетворительной точности разработанных прогнозных оценок на уровне государства. Так, по состоянию на конец мая, точность прогнозирования для пшеницы составила 93-98%, ячменя - 91-97 %, овса - 93-98 %, подсолнечника - 94-99 %, сахарной свеклы - 90-97 %. Низкой оказалась точность прогнозирования урожайности кукурузы, которая в разные годы колебалась в пределах 80-92%. Наивысшая точность для поздних полевых культур отмечалась в июльском прогнозе, а для основной массы зерновых и зернобобовых культур - в майском. Для обобщенной группы зерновых и зернобобовых культур средняя ошибка прогнозирования в январе составила 7,1 %, в мае - 5,2 %, а в июле соответственно 5,7 %.

**Выводы.** Представленные результаты свидетельствуют об удовлетворительной точности выполненных в УкрНИИПИТ им. Л. Погорелого прогнозов урожайности основных полевых культур на уровне государства. Однако невозможность долгосрочного предсказания агрометеорологических условий развития культур всегда будет вносить свою ошибку и если период предсказания составляет несколько месяцев, то избежать этой ошибки удастся только в годы, когда агрометеорологические условия близки к норме, которая закладывается в модель.

**Ключевые слова:** прогноз урожайности, точность прогнозов, полевые культуры.