

РОЗДІЛ 8. МАТЕМАТИЧНІ МЕТОДИ, МОДЕЛІ
ТА ІНФОРМАЦІЙНІ ТЕХНОЛОГІЇ В ЕКОНОМІЦІЕКОНОМІКО-МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ЕКСПОРТНОГО ПОТЕНЦІАЛУ
ЗЕРНОВИХ В ОДЕСЬКІЙ ОБЛАСТІECONOMIC AND MATHEMATICAL MODELING OF GRAIN EXPORT POTENTIAL
IN ODESSA REGION

Сьогодні розвиток агропромислового комплексу є вагомим чинником економічного зростання країни та посилення її ролі в міжнародній торгівлі. З 2014 р. в Україні спостерігається переорієнтація зовнішньоторговельних потоків, в тому числі в аграрному секторі. У статті зроблено огляд основних тенденцій виробництва зернових культур в Україні в цілому, показано їх значення в аграрному секторі. На основі статистичних даних розкрито динаміку виробництва та експорту зернових культур в Україні у 2015-2020 рр. Особлива увага приділена експортним можливостям Одеської області у секторі зернових культур, показана їх частка та роль в забезпеченні продовольчої безпеки, тенденції і прогнози. В статті застосовано окремі статистичні та економіко-математичні методи (кореляційно-регресійний аналіз, трендовий аналіз). Побудовано економетричні моделі для аналізу експорту зернових в Одеській області, перевірено їх адекватність та побудовано прогноз.

Ключові слова: економіко-математичне моделювання, кореляційно-регресійних аналіз, експорт зерна, тренд, прогнозування.

УДК 519.86:339.564:633.1

DOI: <https://doi.org/10.32843/bses.73-20>

Ткачова О.К.

к. держ. упр., доцент,
доцент кафедри інформаційних систем
і технологій

Дніпровський державний
аграрно-економічний університет

Козенкова В.Д.

к.е.н., старший викладач
кафедри інформаційних систем
і технологій

Дніпровський державний
аграрно-економічний університет

Tkachova Oksana

Dnipro State Agrarian
and Economic University

Kozenkova Vladyslava

Dnipro State Agrarian
and Economic University

At present, the development of agro-industrial complex is the important factor in the country's economic growth and strengthening of its role in the international trade. Since 2014 there is the reorientation of foreign trade flows in Ukraine, including in the agricultural sector. The grain sector is the basis for the stability of the domestic food market. This sector provides with vitally-necessary products to the country population and forms tendency of the economy development. In the article, based on statistical data the dynamics of production and export of grain crops in Ukraine in 2015-2020 is revealed, and their importance in the agricultural sector is shown. The export potential of grain in Ukraine is almost half of the total production. Annual revenues from grain exports in Ukraine amount to about \$ 10 billion. The volumes of gross grain harvest, revenues from their export, grain yield in Ukraine as a whole have a general trend of growth. Therefore, it is worth paying attention to the issue of effective regulation of the ratio of the production and exports of the grain sector of Ukraine. Particular attention is focused to the export potential of Odessa region in the grain sector, showing their share and role in ensuring food security, trends and forecasts for the next marketing year. It is established that the development of the agricultural sector requires the use of modern statistical and economic-mathematical methods and models for the analysis and forecasting of time series. The article uses some statistical, economic and mathematical methods (correlation-regression analysis, trend analysis) and models for analysis and forecasting of grain exports in Odessa region. The construction of the multifactor model for the export of cereals and legumes in the Odessa region focused on statistics from 2015 to 2020. Thanks to the correlation-regression analysis, significant factors have been identified, namely the yield and volume of stocks, which most significantly affect the volume of grain exports in the Odessa region. Factors that can be neglected have been identified. Their adequacy of the model was checked and the forecast was built.

Key words: economic and mathematical modeling, correlation and regression analysis, grain export, trend, forecasting.

Постановка проблеми. За останні десять років Україна значно розширила свою присутність на світовому ринку завдяки активному розвитку зовнішньоекономічної діяльності, і, насамперед, її експортної складової. Значна частина експорту в Україні приходить саме на зернові та зернобобові культури (43% у 2020 р.) [1]. Зерновий сектор є основою стабільності вітчизняного продовольчого ринку. Загальна сума надходжень від зернового експорту з України склала у 2019 р. – \$9,8 млрд, у 2020 р. – \$9,5 млрд, у 2021 р. – результат може скласти \$10 млрд. Частка експорту зернових культур у товарній структурі експорту України у 2019-2020 роках становило відповідно 19,1% та 19,2% [7].

Тому особливій уваги вимагає питання ефективного регулювання співвідношення виробництва та експорту зернового сектору України для уникнення кризи продовольчої безпеки в країні. Актуальним і важливим є постійний аналіз розвитку галузі, використання сучасних статистичних та економіко-математичних методів і моделей, які дозволяють проаналізувати основні тенденції, значно підвищити якість досліджень, а також ефективність прогнозування показників розвитку аграрного сектору, зовнішньої торгівлі, транспорту тощо.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Значний внесок у дослідження проблем аграрного сектору економіки та питань моделювання в аграр-

ній сфері внесли такі вчені, як В. Вітлінський [2], С. Наконечний [2], А. Скрипник [12] В. Науменко, В. Гейць, О. Черняк, М. Зубець, Н. Васильєва [13], А. Пугач, П. Грицюк [3] М. Хольт [9], Д. Беслер [9] та інші. Проблеми аналізу та розвитку експортного потенціалу аграрного сектору знайшли відображення в працях провідних вітчизняних та зарубіжних учених, таких як, Р. Буряк, В. Губенко, Л. Діброва, А. Діброва, В. Дем'янчук, О. Захарчук, Т. Зінчук, В. Олефір, П. Саблук, В. Месель-Веселяк, О. Жемойда, М. Котабе, М. Портер, Г. Нортон [11], К. Сімпсон, Ф. Котлер, П. Друкер, М. Росу та інші. Напрямок дослідження визначено актуальністю питань аналізу та прогнозування ринку зерна в Одеському регіоні.

Постановка завдання. Метою статті є дослідження та побудова економетричних моделей для аналізу та прогнозування експорту зернових культур в Одеському регіоні.

Виклад основного матеріалу дослідження. Зернова галузь займає вагоме місце в структурі агропромислового комплексу України і є стратегічним напрямом розвитку сільського господарства. За останні роки Україна входить у десятку лідерів-виробників зерна. У 2020 році Україна посіла п'яте місце серед найбільших експортерів пшениці у світі. А кількість країн, куди Україна експортує пшеницю, зросла з 32 до 50. Загалом з 2018 р. по жовтень 2021 р. Україна експортувала 180 млн т кукурудзи, пшениці та ячміню [6].

В товарній номенклатурі експорту зернових з України можна виділити 4 групи: 1 (кукурудза, пшениця, ячмінь) – експорт складає в середньому 1 млн т; 2 (горох, сорго, просо) – більше 100 тис. т на рік; 3 (нут, фасоль, овес, жито) – 10 тис. т; 4 (рис, чечевиця, кормові боби, гречка) – до 10 тис. т. Топ-5 за сумарним обсягом експорту зернових в Україні у 2018-2020 рр. склали кукурудза, пшениця, ячмінь, горох, сорго, просо. Аналіз ринку пшениці свідчить, що частка України у світовому експорті пшениці у 2020 р. – 9,2% (5 місце). Головні країни-експортери української пшениці – Єгипет (17%), Індонезія (15,1%) [5]. Схожа тенденція виробництва та експорту спостерігається і на ринку кукурудзи.

Обсяги валового збору зернових, надходження від їх експорту, урожайність зернових в Україні в цілому мають загальну тенденцію зростання (табл. 1). Так середня врожайність зернових з 2020 р. зросла у 1,6 рази, порівнянно з 2010 р., виробництво зернових зросло в середньому в 1,7 рази, а експорт – у 3,7 рази, а площа земель, з яких зібрано зернові культури суттєво не змінилась.

Варто звернути увагу на досить значне збільшення експорту зернових культур з України порівняно з його виробництвом. Так, співвідношення експорту до валового збору зернових культур в Україні у 2010 р. становило 36,3%, а у 2020 р. – близько 80%. Це доводить попит на українське зерно у світі. Однак, за думкою багатьох відомих економістів варто моніторити експорт зерна заради недопущення продовольчої кризи у разі надмірного експорту продукції агросектору України.

Для забезпечення продовольчої безпеки, уникнення застосування експортних обмежень, забезпечення прогнозованого режиму експорту зерна та стабілізації ринку зерна в Україні 05.08.2021 р. було підписано Меморандум про взаєморозуміння між Міністерством аграрної політики та продовольства України і учасниками зернового ринку у 2021/2022 маркетинговому році, в якому визначені граничні обсяги експорту пшениці.

Особливої уваги заслуговує Одеський регіон, бо має неабиякий потенціал розвитку аграрної галузі та зовнішньої торгівлі. Цьому сприяють природно-кліматичні, екологічні умови, родючість ґрунтів, економічний потенціал, розвинена транспортна та логістична інфраструктура (близкість до морських портів тощо). Все це позитивно впливає на динаміку основних показників розвитку «зернового сектору» Одещини (табл. 2).

За рейтингом регіонів по виробництву сільськогосподарських культур саме Одеська область на 01.12.2021 року зайняла 4 місце по виробництву зернових культур серед 24 областей України [4]. Експортний потенціал зернових складає майже половину загального виробництва (рис. 1). У 2021 р. в Одеській області було зібрано 2,73 млн т пшениці (2 місце серед областей Укра-

Таблиця 1

Основні показники розвитку зернової галузі в Україні за 2010-2020 рр.

	2010	2015	2016	2017	2018	2019	2020
Валовий збір, тис.т	39271	60126	66088	61917	70057	75143	64933
Експорт, тис. т	14239	38338	41451	41499	42940	57925	52245
Імпорт, тис.т	175	190	240	255	280	291	352
Урожайність, ц/га	26,9	41,1	46,1	42,5	47,4	49,1	42,5
Зібрані площі, тис. га	14576	14641	14337	14560	14794	15292	15283
Співвідношення експорту до валового збору, %	36,3	63,8	62,7	67,0	61,3	77,1	80,5

Джерело: складено авторами на основі [1; 5; 6]

їни), 0,3 млн тон рапсу (1 місце), 1,56 млн т ячменю (1 місце), 0,92 млн т сояшника, 0,76 млн тон кукурудзи (рис. 2) [6].

Для аналізу та прогнозування економічних показників застосовуються статистичні та економіко-математичні методи (кореляційно-регресійний аналіз, трендовий аналіз, часові ряди). Залежно від особливостей зміни рівнів у рядах динаміки методи екстраполяції можуть бути простими (екстраполяція на основі аналітичних показників рядів динаміки, екстраполяція плинної середньої, екстраполяція на основі індексу сезонності) і складними (екстраполяція трендів, прогнозування на основі експоненціального згладжування тощо) [7, с. 89].

Основними етапами прогнозування з використанням економетричних моделей є [2]: 1) визначення цілей прогнозування та збір даних; 2) визначення факторних та результативних параметрів рівняння; 3) вибір форми залежності між факторними та результативними параметрами (наявність тренду, сезонних коливань, структури даних тощо); 4) визначення характеру тренду (без тренду, лінійний, локально лінійний, інший), сезонних коливань

(не існує, мультиплікативні, адитивні, інші) тощо; 4) побудова економетричної моделі; 5) перевірка (аналіз) моделі на адекватність та оцінювання (визначення) її параметрів; 6) побудова прогнозу.

Досліджуючи експортний потенціал зернової галузі варто зазначити, що на динаміку зовнішньоторгівельного обороту істотно впливають сезонні коливання – відносно стійкі зміни обсягів за внутрішньорічними періодами протягом ряду років. На практиці досить складним є визначення та прогнозування сезонних складових динаміки експортних показників. Дослідження сезонності включає: 1) вимір інтенсивності сезонних коливань річного циклу за кілька років за допомогою індексів сезонності; 2) визначення форми сезонної хвилі і прогнозування процесу з урахуванням сезонності [8]. Індеси сезонності дають змогу розподілити рух експорту за сезонами всередині, але не враховується вплив присутніх сезонних та випадкових коливань, наслідком чого є невисока точність моделювання та достовірність прогнозів. Для прогнозування сезонних процесів можна використати спеціальний клас адитивних та мультиплікативних моделей. У цих моделях часовий ряд подається

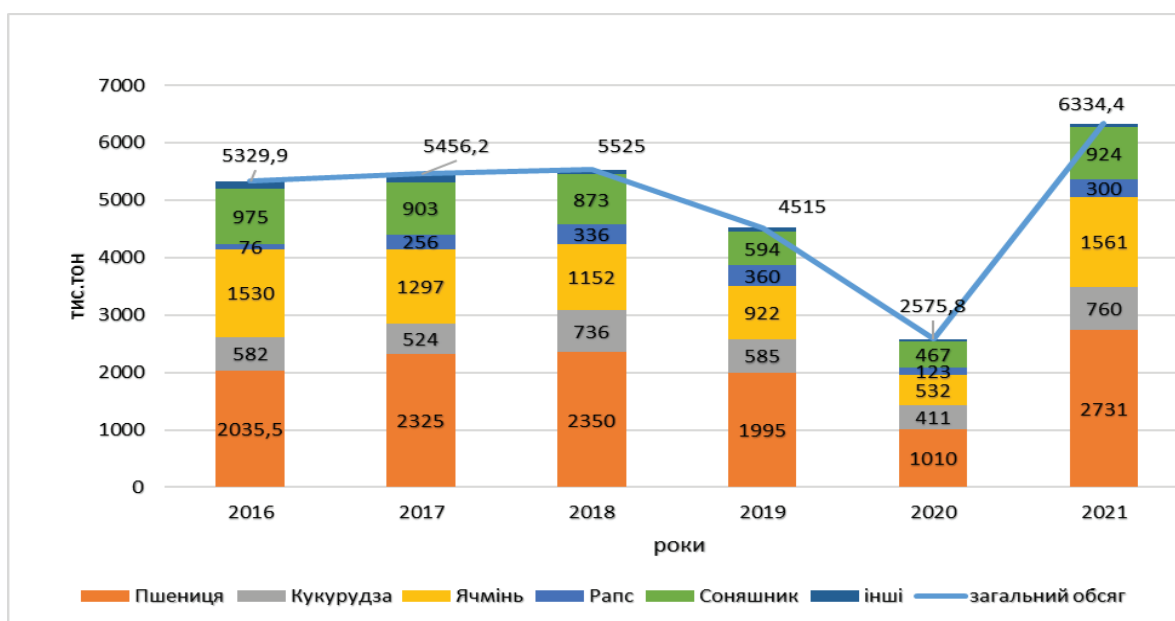


Рис. 1. Виробництво зернових культур в Одеській області у 2016-2021 рр.

Таблиця 2

Показники розвитку зернової галузі в Одеській області у 2015-2020 рр.

Рік	Експорт, млн дол	Валовий збір, тис. т	Урожайність, ц/га	Площа, з якої зібрано (тис. га)	Запаси, тис. т
2015	451,8	3489,0	29,2	1193,1	747,0
2016	502,1	4403,3	36,8	1196,3	652,0
2017	601,7	4264,9	35,9	1188,5	850,0
2018	579,3	4319,9	36,3	1190,4	950,0
2019	535,2	3747,9	31,0	1207,6	1023,0
2020	434,6	1955,0	18,5	1057,2	927,0

Джерело: складено авторами на основі [4; 5; 6]

сумою/добутком трендової, сезонної, випадкової та циклічної компонент. Детальний алгоритм побудови адитивної та моделі детально розрито в попередніх роботах [8].

Аналіз експорту зернових пропонуємо звести до побудови тренд-сезонних моделей та застосування кореляційно-регресійного аналізу. Для моделювання можна скористатись як спеціальним програмним продуктом типу STATISTICA, так і пакетом «Аналіз даних» (MS Excel). Ми скористаємось інструментами MS Excel. Розглянемо статистичні дані зовнішньоекономічної діяльності в Одеському регіоні та застосуємо трендовий аналіз. Позначимо через x – номер періоду, а через y – обсяги експорту зернових та зернобобових культур в Одеському регіоні (млн.дол). Побудуємо усі можливі лінії тренду та оберемо найкращу.

Критерієм вибору виду функції є значення коефіцієнта детермінації (R^2). Чим ближче значення цього показника до 1, тим краще задана функція описує статистичні дані [2]. Аналіз показав, що найбільш оптимальною є поліноміальний модель $y = 13,4x^3 - 147,37x^2 + 458,69x + 173,82$ (рис. 3). Коефіцієнт детермінації $R^2=0,9186$ вказує на те, що майже 92% даних можна описати через таку залежність, і тільки 8% даних такому закону не підкоряються. Прогноз на 2022 р. за цієї моделлю складе 759,8 млн.дол.США.

На основі статистичних даних (табл. 2) побудуємо економетричну модель залежності експорту зернових культур від показників, що впливають і характеризують експортний потенціал Одеського регіону. Оберемо в якості пояснювальних змінних – незалежні змінні або чинники – валовий збір

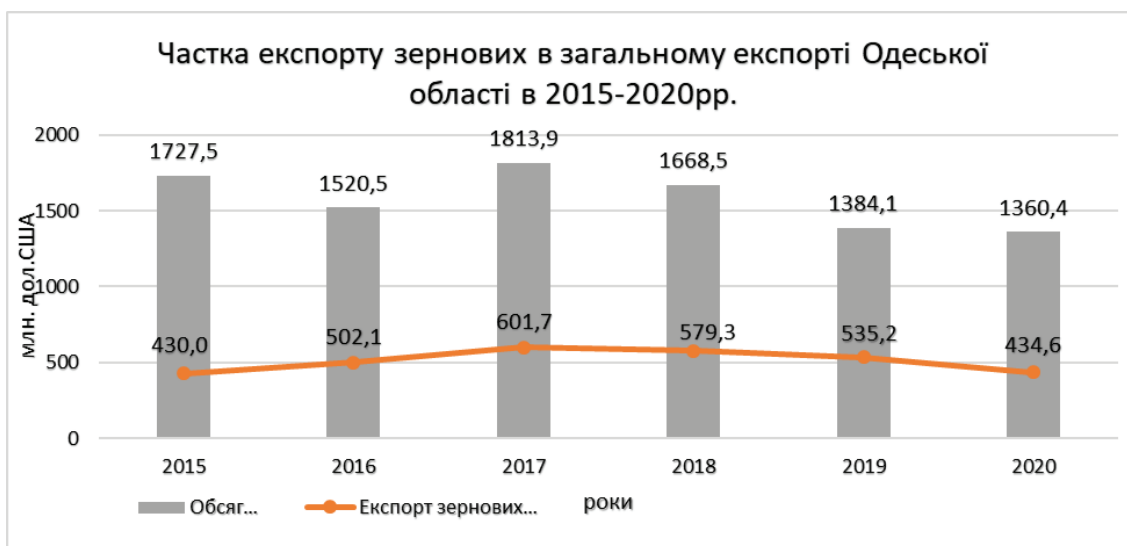


Рис. 2. Частка експорту зернових в загальному експорті Одеської області

Джерело: побудовано авторами за даними [4; 5]

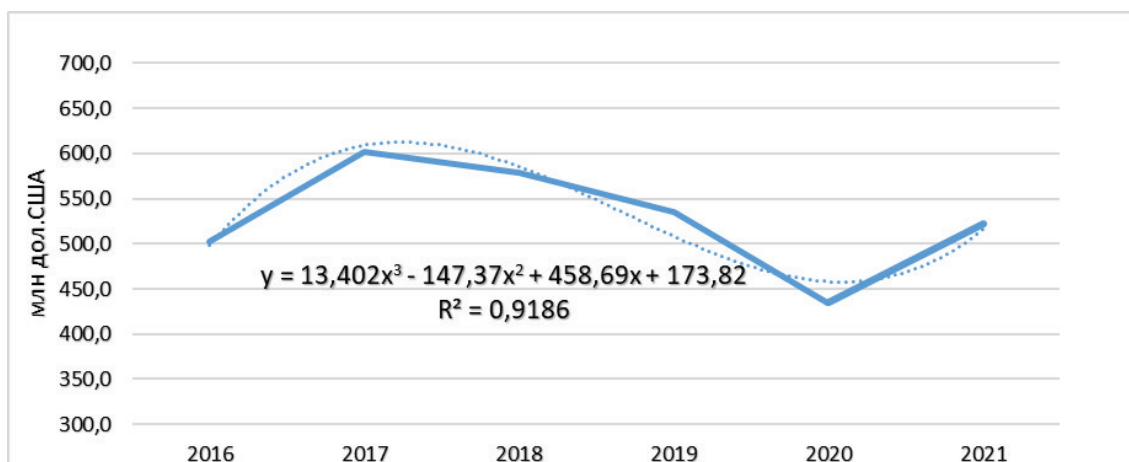


Рис. 3. Поліноміальна модель обсягів експорту зернових культур в Одеській області в 2016-2021 рр., млн. дол. США

Джерело: побудовано авторами на основі [4]

(x_1), врожайність (x_2), обсяг посівних площ (x_3), врожайність (x_3), запаси зернових (x_4). Ідентифікуємо експорт зернових та зернобобових культур – залежну змінна або показник через Y . Аналізуючи отримані парні коефіцієнти кореляції з кореляційної матриці взаємозв'язку результативної і факторних ознак, можна дійти висновку, що між змінними існує сильний кореляційний зв'язок. Однак зазначимо про необхідність дотримання наступних умов при побудові багатофакторної моделі: кількість факторів має бути мінімальною, а їхні значення достовірні; фактори не повинні бути функціонально пов'язані між собою, а їхній вплив на результуючий параметр повинен бути безпосереднім. Тому для забезпечення побудови адекватної прогнозувальної моделі варто уникнути мультиколінеарності, залишити лише значущі фактори. Дослідження мультиколінеарності здійснюється послідовно: 1 етап – перевірка на загальну мультиколінеарність, 2 етап – дослідження за алгоритмом Ферара-Глобера (перевірка мультиколінеарності кожної пояснювальної змінної з рештою); 3 етап – перевірка мультиколінеарності кожної пари пояснювальних змінних (за алгоритмом Ферара-Глобера).

За допомогою функції *МОПРЕД* отримаємо значення детермінанта кореляції $\det r_{xx} = 0,002$. Воно близьке до 0, то можна стверджувати, що між пояснювальними змінними існує мультиколінеарність.

Значення критерію Пірсона $\chi^2 = -[n - 1 - (2m + 5) / 6] \cdot \ln D = 23,48$. Критичне значення χ^2 для ступеня свободи $\gamma = m \cdot (m - 1) / 2$ та рівня значущості $\alpha = 0,05$ становить $\chi^2(0,05; 6) = 9,48$. оскільки $\chi^2 > \chi^2(0,05; 6)$, то в масиві пояснювальних змінних існує мультиколінеарність.

Після обчислення F-критеріїв маємо $F_1 > F_{крит}$, $F_2 > F_{крит}$, $F_3 > F_{крит}$, $F_4 < F_{крит}$. Це свідчить, що лише одна змінна не мультиколінеарна з іншими.

Використаємо діагональні елементи оберненої матриці для обчислення часткових коефіцієнтів кореляції: $r_{12} = 1$, $r_{13} = 0,983$, $r_{23} = -0,979$. Ці коефіцієнти прямують до 1, підтверджуючи наявність мультиколінеарності між відповідними факторами. Порівнявши визначені t -критерії з критичним значенням критерію Ст'юдента для рівня значущості $\alpha = 0,05$ і ступеня свободи $\nu = n - m = 4$ одержимо, що t_{12} та t_{13} більші за їх критичне значення $t(0,05; 4)$. Звідси випливає, що відповідні пари пояснювальних змінних є мультиколінеарними. Пари змінних, у яких відповідні обчислені критерії t_{kj} менше критичного значення $t(0,05; 4)$, не взаємопов'язані. Для усунення мультиколінеарності в моделі усунемо змінні x_1 та x_3 . Таким чином, економетрична модель матиме вид двофакторної лінійної регресії.

Для обчислення параметрів моделі застосуємо інструмент *Регресія* програми *MS Excel*. Економетрична модель має наступний вигляд: $y = 9,5x_2 + 0,37x_4 - 102$. Коефіцієнт множинної кореляції $R = 0,93$ означає сильний зв'язок між усіма змінними. Коефіцієнт детермінації $R^2 = 0,87$, тобто 87% варіації у визначаються лінійною варіацією x_2 (врожайність) та x_4 (запаси), а 13 % – дією не включених до економетричної моделі факторів або присутності в ній нелінійних компонентів. Обчислений F -критерій Фішера $F = 13,27$ має рівень значущості близький до 0, що свідчить про високу довірчу ймовірність отриманої регресійної моделі.

Можна стверджувати, що побудована модель адекватна статистичним даним і придатна для подальшого аналізу й прогнозування. Так, прогноз експорту зернових культур в Одеській області на наступний період при врожайності 20 ц/га запасами 947 тис.т за розробленою економетричною моделлю становитиме 635 млн.дол. США.

Висновки з проведеного дослідження. Експорт зернових культур в Одеській області, та і в Україні у цілому, є важливим і пріоритетним напрямом розвитку аграрної сфери та ЗЕД країни. У роботі досліджено використання окремих економіко-математичних методів для побудови прогнозувальної моделі, доведено її адекватність та визначено прогнозне значення показника на майбутні періоди. Завдяки кореляційно-регресійному аналізу встановлено, що на обсяги експорту зернових та зернобобових культур в Одеській області впливають урожайність та обсяги запасів. Моделювання експорту зернових культур сприяє не тільки вдалому регулюванню розвитку зернового сектору регіону, але і визначенню перспектив та прогнозування.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК:

1. Аграрна статистика Міністерства аграрної політики і продовольства України. URL: <http://minagro.gov.ua/>
2. Вітлінський В. В., Наконечний С. І., Шарпов О. Д. та ін. Економіко-математичне моделювання: навч. посібник / за заг. ред. В. В. Вітлінського. К: КНЕУ, 2008. 536 с.
3. Грицюк П. М. Аналіз, моделювання та прогнозування врожайності озимої пшениці в розрізі областей України: Монографія. Рівне: НУВГП, 2010. 350 с.
4. Головне управління статистики в Одеській області. URL: <http://www.od.ukrstat.gov.ua/>
5. Державна служба статистики України: статистична інформація. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua>
6. Обзор рынка зерновых культур 2021: экспорт, производство, тенденции. URL: <https://latifundist.com/urozhaj-online-2021>
7. Прийняття управлінських рішень: навч. посібник / Ю. Є. Петруня, Б. В. Літовченко, Т. О. Пасічник, В. Ю. Петруня, М. Ф. Мормуль, О. К. Ткачова,

В. Ю. Єдинак, С. П. Коляда. Дніпро:УМСФ, 2020. 276 с.

8. Ткачова О. К., Говоруха В. Б. Математичні методи і моделі прогнозування в сфері зовнішньоекономічної діяльності. Питання прикладної математики і математичного моделювання, 2017. № 2. С. 54-61.

9. Bessler D. A., Doefman J. H., Holt M. T., LaFrance J. T. Econometric Developments in Agricultural and Resource Economics: The First 100 Years. American Journal of Agricultural Economics, 2010. vol. 92 (2), pp. 571-589.

10. Green W. Econometric analysis. Seventh Edition, New York University, USA. 2018. 1240 pp.

11. Norton G. W., Alwang J., Masters W. A. Economics of Agricultural Development: World Food Systems and Resource Use. Routledge, New York, 2015. 464 pp.

12. Skrypnyk A., Zhemoyda O., Klymenko N., Galaieva L. and Koval T. Econometric analysis of the impact of climate change on the sustainability of agricultural production in Ukraine. Journal of Ecological Engineering, 2021. vol. 22, no. 3, pp. 275-288. URL: <https://doi.org/10.12911/22998993/132945>.

13. Vasylieva N., Pugach. A. Economic assessment of technical maintenance in grain production of Ukrainian agriculture. Bulgarian Journal of Agricultural Science, 2017. vol. 23(2), 198-203.

REFERENCES:

1. Ahrarna statystyka Ministerstva ahrarnoi polityky i prodovolstva Ukrainy [Agrarian statistics of the Ministry of Agrarian Policy and Food of Ukraine]. Available at: <http://minagro.gov.ua/> (accessed 19 January 2022).

2. Vitlinskiy V. V., Nakonechniy S. I., Sharapov O. D. (2008). Ekonomiko-matematychne modeliuвання [Economic and mathematical modeling]. K: KNEU. (in Ukrainian)

3. Hrytsiuk P. M. (2010) Analiz, modeliuвання ta prohnozuvannya vrozhaïnosti ozymoï pshenytsi v rozrizi oblastei Ukrainy [Analysis, modeling and forecasting of winter wheat yield in terms of regions of Ukraine] Rivne: NUVHP. (in Ukrainian)

4. Holovne upravlinnia statystyky v Odeskii oblasti [Main Department of Statistics in Odessa region]. Available at: <http://www.od.ukrstat.gov.ua/> (accessed 19 January 2022).

5. Derzhavna sluzhba statystyky Ukrainy [State Statistics Service of Ukraine]. Available at: <http://www.ukrstat.gov.ua>. (accessed 19 January 2022).

6. Obzor rynku zernovyh kul'tur 2021: jeksport, proizvodstvo, tendencii. Available at: <https://latifundist.com/urozhaj-online-2021> (accessed 19 January 2022).

7. Petrunia Yu. Ye., Litovchenko B. V., Pasichnyk T. O., Petrunia V. Yu., Mormul M. F., Tkachova O. K., Yedynak V. Yu., Koliada S. P. (2020). Pryiniattia upravlin'skykh rishen [Making management decisions]. Dni-pro: UMSF. (in Ukrainian)

8. Tkachova O. K., Hovorukha V. B. (2017). Matematychni metody i modeli prohnozuvannya v sferi zovnishnoekonomichnoi diialnosti [Mathematical methods and models of forecasting in foreign economic activity]. Questions of applied mathematics and mathematical modeling. no 2. pp. 54-61. (in Ukrainian)

9. Bessler D. A., Doefman J. H., Holt M. T., LaFrance J. T. (2010) Econometric Developments in Agricultural and Resource Economics: The First 100 Years. American Journal of Agricultural Economics. vol. 92 (2), pp. 571-589.

10. Green W. (2018). Econometric analysis. Stern School of Business. New York University. USA.

11. Norton, G. W., J. Alwang and W. A. Masters, 2015. Economics of Agricultural Development: World Food Systems and Resource Use. Routledge, New York, 464 pp.

12. Skrypnyk A., Zhemoyda O., Klymenko N., Galaieva L. and Koval T. (2021). Econometric analysis of the impact of climate change on the sustainability of agricultural production in Ukraine. Journal of Ecological Engineering. vol. 22 (3), pp. 275-288. Available at: <https://doi.org/10.12911/22998993/32945>.

13. Vasylieva. N., Pugach A. (2017). Economic assessment of technical maintenance in grain production of Ukrainian agriculture. Bulgarian Journal of Agricultural Science, vol.23(2), pp. 198-203.