

Для проведення експериментальних досліджень процесу сушіння насіння ріпаку було розроблено та використано лабораторну установку. Отримані експериментальним чином параметри процесу сушіння були використані при математичному моделюванні та проведенні числового експерименту. Математична модель сушіння тонкого шару ріпаку ґрунтується на застосуванні відомої теорії тепло-масообміну та методу ступінчатого розрахунку процесу сушіння. Достовірність розрахунків підтверджуються співставленням з результатами експерименту дослідження процесу сушіння насіннєвого матеріалу.

За результатами роботи отримано експериментальні залежності зміни вологості насіння ріпаку від часу для різних температур сушильного агенту і початкової вологості насіння, на основі яких визначено коефіцієнт сушіння. Створено математичну модель процесу сушіння насіння ріпаку, в результаті чого реалізовано автоматичний розрахунок ступінчатим методом за допомогою ЕОМ, що дає можливість провести обчислення, за результатами яких можна приймати раціональні параметри сушіння для даної культури.

Дану модель можливо застосувати для розрахунку кінетики процесу сушіння і для інших сільськогосподарських матеріалів, для чого необхідно попередньо врахувати їх теплофізичні властивості і визначити експериментально невідомі коефіцієнти.

ріпак, сушильний агент, вологість, математична модель, кінетика сушіння

Одержано (Received) 14.11.2023

Прорецензовано (Reviewed) 03.12.2023

Прийнято до друку (Approved) 27.12.2023

УДК 631.17

DOI: <https://doi.org/10.32515/2414-3820.2023.53.166-175>

О.А. Бурлака, доц., канд. техн. наук, **А.О. Келемеш**, доц., канд. техн. наук,
О.В. Горбенко, доц., канд. техн. наук

Полтавський державний аграрний університет, м. Полтава, Україна

e-mail: anton.kelemesh@pda.u.edu.ua

Елементи організації операційних технологій в рослинництві з урахуванням аграрних ризиків

Тематика представленої статті охоплює системне оцінювання операційних технологій в галузі рослинництва, де одним з ключових факторів є імовірність недоотримання запланованих кінцевих результатів виробництва під впливом аграрних ризиків. Обґрунтування та вибір оптимальної технології вирощування та збирання певної групи сільськогосподарських культур є складною багатокритеріальною техніко-організаційною задачею. На практиці досить часто спостерігаються випадки, коли максимальні технічні, економічні організаційні, технологічні зусилля та витрати у рослинництві не приносять очікуваного запланованого результату щодо ефективності сільськогосподарського виробництва. При цьому постає актуальне практичне та прагматичне питання: чи доцільно в складних економічних та політичних умовах економіки країни використовувати максимум ресурсного, технічного та технологічного забезпечення виробничих процесів у рослинництві, якщо співвідношення «витрати – отриманий результат» може бути набагато менше очікуваних планових показників, і, при цьому, має місце значний вплив некерованих людиною факторів щодо вирощування та збирання сільськогосподарських культур, таких, як наприклад, агрокліматичні ризики. Вважаємо, що в такому варіанті, більш доцільно обирати технології навіть з меншим потенціалом ресурсного забезпечення, направлені на збільшення економічної стійкості виробництва у випадках настання збиткових виробничих результатів під впливом агрокліматичних ризиків.

В даній публікації планування виробничих процесів щодо організації операційних технологій в рослинництві розглянемо на прикладі порівняння та вибору оптимального, за умови врахування агрокліматичних ризиків, варіанту, на прикладі вирощування та збирання озимої пшениці.

технологія, рослинництво, ризик, технологічний процес, оптимізація, критерій

© О.А. Бурлака, А.О. Келемеш, О.В. Горбенко, 2023

Постановка проблеми. Виробничі процеси в сучасному промисловому рослинництві характеризуються значною різноманітністю та мають різний ступінь адаптації відносно агрокліматичних умов регіону, де застосовуються [1, 2].

Огляд методичних та методологічних складових системи організації операційних технологій в галузі рослинництва доводить не тільки велику кількість різноманітних алгоритмів дій осіб, що приймають рішення, але й визначає шляхи подальшого вдосконалення таких задач, що повинні бути адаптовані з урахуванням мінливих початкових умов ведення виробничої діяльності. Останні шляхи, на нашу думку, потребують подальшого дослідження та удосконалення.

Відомі алгоритми розрахунку та техніко-економічного обґрунтування тієї чи іншої сільськогосподарської технології в галузі рослинництва орієнтовані на детермінований кінцевий результат. Як правило, це урожайність сільськогосподарської культури, чи валовий збір, чи, наприклад, рентабельність виробництва. Але, що суттєво важливо, такі величини при плануванні виробничих процесів приймаються сталими. А на практиці, при реалізації подібних проектів, в тому числі у галузі рослинництва – валовий збір збіжжя є імовірнісною величиною, і у разі недоотримання обсягу врожаю тієї чи іншої сільськогосподарської культури, виробник отримує збитки, іноді критичні для подальшого відновлення виробничих процесів.

Не можливо за даного питання не парувати наявністю позитивного європейського досвіду щодо аграрного страхування ризиків, пов'язаних з майбутнім урожаєм сільськогосподарських культур. Але в нашій країні, в умовах сьогодення маємо складну економічну ситуацію, яка таке питання відводить у розряд другорядних через цілу низку економіко-політичних складових.

Нами пропонуємо один з варіантів організації операційних технологій у рослинництві за умови врахування можливості як недоотримання очікуваного планового врожаю, так і отримання збитків за результатами настання агрокліматичних ризиків в рослинництві. При цьому пропонується алгоритм дій базується на методах багатокритеріального оцінювання операційних технологій та методиках порівняння прийнятих господарських рішень щодо виробництва з урахуванням імовірності природи кінцевих результатів [9, 12].

Аналіз останніх наукових досліджень та публікацій. Організаційні аспекти щодо покращення виробничих процесів і операційних технологій в сільськогосподарському виробництві в цілому, і в тому числі, і у галузі рослинництва, висвітлені у наукових та науково-навчальних працях відомих вчених, таких, як П.Т. Саблука, В.Я. Месель-Веселяка [1], Ю. П. Нагірного, С. М. Клименка, О. С. Дубрової, Д.І. Мазоренка, Г.Є. Мазнева, С.І. Мельника, Л.М. Тищенко, В.Я. Амбросова, Н.Ю. Гавриловича, О.О. Красноруцького та ін.

Так, наприклад, в публікації [2] описані результати дослідження, що направлені на психологічну оцінку особи, яка приймає господарські рішення, описується готовність до прийняття ризикованих рішень, як наслідок виховання такої особи. При цьому пропонується вдосконалювати систему психологічних тестів, що формують поведінку фахівців [2].

В науковій праці [3] рекомендовано більшу увагу при прийнятті господарських та управлінських рішень приділяти невизначеності, особливо багатокритеріальній невизначеності.

Інші вчені Свиноус І., Гаврик О., Свиноус Н. [4] наголошують на актуальності розробки системи інформаційного забезпечення моніторингу діяльності сільськогосподарського підприємства.

Роль фінансових інститутів в рамках впровадження антикризової політики детально розглянуто в публікації [5].

Проблематика впровадження ризик-орієнтованого підходу до управління підприємствами, де акцентується значна увага виконаного дослідження на інтеграцію ризик-менеджменту в бізнес-процеси, описана в праці [6].

Вчені Савків У., Сидор Г., Тимків А. запропонували до виробничого впровадження систему управління зовнішньоекономічними ризиками в складних умовах, при цьому така система відрізняється інноваційним алгоритмом прийняття управлінських рішень [7].

Щодо аграрного сектору економіки та галузі рослинництва зокрема, то відомі вчені Мазоренко Д.І., Мазнев Г.Є., Мельник С.І. та ін. розробили технології вирощування та збирання основних сільськогосподарських культур, але при цьому варіанти недоотримання врожаю під впливом системи ризиків не розглядаються [8].

Впровадження системного підходу в рослинництві та методологічні складові оптимізації машинно-тракторного парку містять праці [10, 11, 12].

Авторами Клименко Т.В., Омеляненко Д.О., Барабась О.С., Дуброва А.В. зроблено акцент на врахування впливу ризиків та прийняття господарських рішень в умовах невизначеності [9, 13].

Методичні аспекти та їх практичне застосування щодо багатокритеріального вибору машин і обладнання для проведення комплексу механізованих робіт у рослинництві містять наукові публікації [14, 15].

Проте сучасні виробничі умови у галузі рослинництва відрізняються динамічними змінами як у диспаритетах цін на енергоносії, засоби виробництва та сільськогосподарську продукцію, так і кон'юктурі аграрних ринків. Тому охарактеризований напрямок наукового дослідження має логічне пояснення щодо подальшого розвитку, поглибленого вивчення та вдосконалення.

Постановка завдання. Завдання проведеного дослідження визначено нами як удосконалення методичних та методологічних елементів щодо порівняння та обґрунтування вибору складових операційних технологій в рослинництві з урахуванням агрокліматичні ризиків щодо прогнозування кінцевих результатів виробництва. Розрахунки здійснено на прикладі організації виробничих процесів по вирощуванню та збиранню зерна озимої пшениці на площі 100 га.

Виклад основного матеріалу. Відомо, що одним з основних елементів, що створюється та розраховується при організації виробництва тієї чи іншої сільськогосподарської культури, є технологічна карта. Остання містить організаційну, технологічну, технічну, економічну та іншу допоміжну інформацію щодо виробничих процесів у рослинництві. Як базовий варіант, технологічна карта може бути розрахована на 100 га ріллі [8], при цьому методологічних аспектів щодо виконання розрахунків технологічної карт, досить багато [8, 10].

В нашому варіанті для прикладу наведені розрахунки різних варіантів технологічних карт щодо вирощування та збирання зерна озимої пшениці. Розрахунки проведено за допомогою прикладного програмного забезпечення, розробленого у середовищі Excel доцентом Бурлакою О. А. характерною відмінністю таких розрахунків є наявність алгоритму вибору основних засобів виробництва в залежності від головного цільового критерію. Таким критерієм слугують: максимальна продуктивність машинно-тракторних агрегатів, мінімально можлива витрата палива агрегатів; критерій екологічності агрегатів, оптимізація виробничих та експлуатаційних витрат як складові собівартості технологій, оптимізація капіталовкладень.

З метою нівелювання такого економічного показника, як інфляція, розрахунки виконано в енергетичних еквівалентах. Вагомою відмінністю таких розрахунків є й те, що, наприклад, один варіант технології можливо прорахувати як максимально ефективний – з очікуваною найвищою плановою урожайністю, так і при врахуванні можливих втрат до рівні беззбитковості виробництва і нижче. Остання умова необхідна для порівняння варіантів та здійснення багатокритеріального вибору технологій з урахуванням імовірнісної природи агроекологічних ризиків у рослинництві.

Основні результати розрахунків технологій вирощування та збирання зернам озимої пшениці на площі 100 га наведено в табл.1. Показники розраховані за плановою урожайністю 5 т/га, показники рентабельності розраховані і за умов настання агроекологічних ризиків і недоотримання врожаю з кроком 1 т/га.

Для застосування методичних та методологічних складових обґрунтування організаційного рішення з вибору кращого варіанту операційних технологій виробництва озимої пшениці з урахуванням стійкості виробничої системи до агрокліматичних ризиків, припускаємо, що величина запланованої урожайності сільськогосподарської культури має імовірнісну природу. В нашому випадку приймаємо таку величину дискретно з кроком 1 т/га, маємо як п'ять варіантів: *S1*, *S2*, *S3*, *S4* і *S5*.

Таблиця 1 – Розрахункові показники технологічної карти на вирощування та збирання зерна озимої пшениці, площа 100 га, планова урожайність – 5 т/га

Планова урожайність 5 т/га	Домінуючий критерій вибору та комплектування машинно-тракторних агрегатів			
	Варіанти технологій виробництва			
Показники	Продуктивність, max	Паливо, min	Собівартість, min	Капіталовкладення, min
<i>H</i> (затрати праці), год	860,0	902,3	1038,7	1154,5
<i>H_{га}</i> (трудомісткість 1га), год/га	8,6	9,0	10,4	11,5
<i>H_т</i> (трудомісткість 1 т), год/т	1,72	1,80	2,08	2,31
<i>G</i> (паливо), л	5517,3	4565,0	5189,0	6196,0
<i>G_{га}</i> (паливо на 1 га), л/га	55,2	45,7	51,9	62,0
<i>G_т</i> (паливо на 1 т), л/т	11	9,1	10,4	12,4
Енерговитрати, МДж	3512939,2	3435790,2	3496182,5	3581541,6
Енерговитрати на 1 га, МДж/га	35129,3	34357,	34961,8	35815,4
Енерговитрати на 1 т, МДж/т	7025,8	6871,5	6992,0	7163,0
Валовий вихід зерна, т	500,0	500,	500,0	500,0
Рентабельність 5 т/га, %	134,8	106,	167,5	154,1
Рентабельність 4 т/га, %	114,4	100,0	164,6	149,8
Рентабельність 3 т/га, %	92,5	77,0	137,9	123,
Рентабельність 2 т/га, %	55,7	34,0	85,0	73,2
Рентабельність 1 т/га, %	-13,0	-23,0	1,7	-5,2
Урожайність, нижче якої збиток, т/га	2,1	2,4	1,0	1,9

Джерело: розроблено авторами

Для порівняння та обґрунтування організаційного рішення позначимо чотири варіанти застосування технології підприємством: $A1$ – операційні технології з домінуючим фактором – продуктивність машинно-тракторних агрегатів; $A2$ – операційні технології з домінуючим фактором – мінімально можливі витрати палива машинно-тракторними агрегатами; $A3$ – операційні технології з домінуючим фактором – мінімально можлива собівартість виробничих процесів; $A4$ – операційні технології з домінуючим фактором – мінімально можливі капіталовкладення.

Наступним кроком, за описаними алгоритмами та рекомендаціями [9], маємо визначити кожен пару факторів досліджуваної технологічної системи стану середовища – S_j та низку варіантів рішення – A_i . Таким показникам повинні відповідати значення функціоналу оцінювання – $V(A_i, S_j)$.

З метою проведення подальших аналітичних розрахунків створюємо так звану «платіжну» матрицю, остання наведена в табл. 2.

Таблиця 2 – Матриця стану виробничої системи («платіжна матриця») складена за результатами організації та планування виробництва зерна озимої пшениці з урахуванням імовірнісної природи кінцевих результатів (альтернатив станів середовища)

Варіанти рішень (рекомендовані технології)	Варіанти станів середовища (урожайність озимої пшениці)				
	$S1 = 1, \text{ т/га}$	$S2 = 2, \text{ т/га}$	$S3 = 3, \text{ т/га}$	$S4 = 4, \text{ т/га}$	$S5 = 5, \text{ т/га}$
$A1$	-13,21	55,76	92,52	114,44	134,87
$A2$	-23,15	34,25	77,96	100,04	106,06
$A3$	1,76	85,92	137,94	164,66	167,52
$A4$	5,23	73,28	123,55	149,85	154,13
Імовірність стану середовища	0,1	0,1	0,2	0,3	0,3

Джерело: розроблено авторами

Обов'язковою умовою є прийняття сумарної імовірності стану середовища, рівною одиниці. Будемо використовувати методику обґрунтування організаційного рішення за критеріями Байеса – варіант досліджуваних технологічних систем, коли відомі значення ймовірностей станів; за критеріями Лапласа у варіанті повної невизначеності; за критеріями Гурвіца, де особа, що приймає організаційно-господарські рішення попередньо визначає коефіцієнтом оптимізму. Продовженням розрахунків може бути застосування методики за правилом оцінювання «максімакс», критеріями Вальда та критеріями Севіджа [9].

Алгоритм обґрунтування кращої технології за критерієм Байеса заснований на формулах [9]:

$$\text{для } F^+ : A_i^* = \max_i [V(A_i, S_j) \cdot P_j]; \quad (1)$$

$$\text{для } F^- : A_i^* = \min_i [V(A_i, S_j) \cdot P_j]. \quad (2)$$

Якщо необхідно знайти оптимальне організаційно-господарське рішення по вибору кращої, стійкої до агрокліматичних ризиків технології виробництва сільськогосподарських культур в рослинництві, то цільовою функцією є максимізація рентабельності виробництва. Таким чином, оцінювальний функціонал буде мати позитивний градієнт – F^+ , при цьому використовуються і відповідні формули. Результати розрахунків містить табл. 3. Нами отримано, що відповідно до критерію

Байєса оптимальним організаційно-господарським рішенням по вибору технологій є варіант *A3*, що містить технологію виробництва озимої пшениці, де комплекси машинно-тракторних агрегатів підібрані з урахуванням умов максимально можливого зниження виробничих витрат та собівартості виробництва в цілому.

При застосуванні критерію Лапласа, необхідно врахувати, що останній необхідно характеризується невідомими розподілами ймовірнісних станів досліджуваної технологічної системи. Критерій Лапласа заснований на принципах так званого «недостатнього обґрунтування», тобто, якщо відсутня інформація, достатня для визначення більш вагомого відносно імовірності одного зі станів досліджуваного середовища, то всі можливі ймовірності станів технологічних систем необхідно вважати рівнозначними. Варіанти оптимальних альтернатив, що визначаються з використанням критерію Лапласа, можливо розрахувати з використанням наступних формул [9]:

$$\text{для } F^+ : A_i^* = \max_i \left[\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n V(A_i, S_j) \right]; \quad (3)$$

$$\text{для } F^- : A_i^* = \min_i \left[\frac{1}{n} \sum_{j=1}^n V(A_i, S_j) \right]. \quad (4)$$

За нашими розрахунками, методика визначення оптимальних альтернатив з порівнюваних технологій за критерієм Лапласа також обґрунтовує як оптимальне варіант організаційно-господарського рішення *A3* (табл.3).

Обґрунтування оптимального організаційно-господарського щодо вибору ризикостійких технологій у рослинництві з використанням методик критерію Вальда, здійснюється за допомогою формул:

$$\text{для } F^+ : A_i^* = \max_i \min_j \left[V(A_i, S_j) \right]; \quad (5)$$

$$\text{для } F^- : A_i^* = \min_i \max_j \left[V(A_i, S_j) \right]. \quad (6)$$

Результати розрахунків за даним критерієм також містить табл. 3, маємо кращу альтернативу *A3*, але можливо рекомендувати до виробництва і варіант організаційно-технологічного рішення *A4*. При цьому, якщо ступінь настання агроекологічного ризику велика, розглядається можливість настання низького врожаю зерна озимої пшениці, то чітка тенденція визначення оптимальної альтернативи в порівнюваних технологіях майже відсутня, виконані розрахунки знаходяться у в межах статистичної похибки.

Таблиця 3 – Вибір оптимального рішення за критерієм Байєса, Лапласа, правилом «максімакс», критерієм Вальда

Варіанти рішень	Критерій Байєса	Критерій Лапласа	Правило «максімакс»	Критерій Вальда
A1	97,55	76,88	134,87	-13,21
A2	78,53	59,03	106,06	-23,15
A3	136,10 (A3)	111,56 (A3)	167,52 (A3)	1,76
A4	123,76	101,21	154,13	5,23 (A4)

Джерело: розроблено авторами

Застосування наступного оптимізаційного алгоритму порівняння пропонованих технологій вирощування та збирання озимої пшениці – критерію Севіджа дещо відрізняється від попередніх методик. В такому випадку необхідно здійснити побудову

так званої «матриці ризику». Така матриця створюється шляхом лінійного перетворення функціоналу оцінювання – «платіжної матриці».

Для проведення відповідних перерахунків використовуються наступні формули [9]:

$$\text{для } F^+ : R_{ij}^* = \max_i [V(A_i, S_j)] - V(A_i, S_j); \quad (7)$$

$$\text{для } F^- : R_{ij}^* = V(A_i, S_j) - \min_i [V(A_i, S_j)]. \quad (8)$$

В нашому випадку застосування критерію Севіджа на основі матриці ризику проводиться з використанням формули [5]:

$$A_i^* = \min_i \max_j [R_{ij}]. \quad (9)$$

Результати розрахунків наведено в табл.4.

Таблиця 4 – Результати розрахунків щодо вибору оптимального рішення із застосуванням критерію Севіджа

Варіанти рішень	Матриця ризику (R_{ij})					$\max_j [R_{ij}]$	$\min_i \max_j [R_{ij}]$
	Варіанти станів ризику						
	$R1$	$R2$	$R3$	$R4$	$R5$		
$A1$	18,4	30,1	45,4	50,2	33,0	50,2	
$A2$	28,3	51,6	59,9	64,6	61,8	64,4	
$A3$	3,4	0	0	0	0	3,4	$A3$
$A4$	0	11,9	14,3	14,8	13,3	14,8	

Джерело: розроблено авторами

Згідно з отриманими результатами, з використанням методики оптимізації технологій за критерієм Севіджа оптимальним буде варіант технологічної карти $A3$.

При застосуванні методичних складових критерію Гурвіца, можливо визначити та обґрунтувати раціональний баланс між прогнозованими подіями граничного оптимізму та прогнозованими імовірнісними випадками граничного песимізму. Останнє твердження можливо реалізувати при введенні у розрахунки коефіцієнта оптимізму α . Такий коефіцієнт α знаходиться в межах від нуля до одиниці та являється характеристикою ступеня схильності керівника, що приймає організаційно-технологічні рішення, до оптимістичної чи песимістичної моделі поведінки. За умови, що коефіцієнт оптимізму $\alpha = 1$, то це визначається як граничний крайній оптимізм, за умови, що коефіцієнт оптимізму $\alpha = 0$ маємо варіант граничної песимістичної моделі керівника. У нашому випадку приймаємо коефіцієнт $\alpha = 0,6$.

Оптимальне рішення щодо технології вирощування та збирання зерна озимої пшениці з використанням методики за критерієм Гурвіца визначається за допомогою формул [9]:

$$\text{для } F^+ : A_i^* = \max_i [\alpha \max_j [V(A_i, S_j)] + (1-\alpha) \min_j [V(A_i, S_j)]]; \quad (10)$$

$$\text{для } F^- : A_i^* = \max_i [(1-\alpha) \max_j [V(A_i, S_j)] + \alpha \min_j [V(A_i, S_j)]]; \quad (11)$$

Результати розрахунків за критерієм Гурвіца наведено в табл. 5.

І в останньому, за критерієм Гурвіца, випадку розрахунків оптимальним з урахуванням умов ризикології, є рішення альтернативної технології $A3$ мінімізація виробничих витрат при проведенні механізованих робіт.

Таблиця 5 – Вибір оптимального рішення за критерієм Гурвіца

Варіанти рішень	Матриця рентабельності $V(A_i, S_j)$					$\max_j [V(A_i, S_j)]$	$\min_j [V(A_i, S_j)]$	$\alpha \cdot \max_j [V(A_i, S_j)] + (1 - \alpha) \cdot \min_j [V(A_i, S_j)]$	$\max_j [\alpha \cdot \max_j [V(A_i, S_j)] + (1 - \alpha) \cdot \min_j [V(A_i, S_j)]]$
	Варіанти станів середовища								
	S1	S2	S3	S4	S5	S4	S5		
A1	-13,2	55,7	92,5	114,4	134,8	134,8	-13,2	75,6	
A2	-23,1	34,2	77,9	100,0	106,0	106,0	-23,1	54,3	
A3	1,7	85,9	137,9	164,6	167,5	167,5	1,7	101,2	A3
A4	5,2	73,2	123,5	149,8	154,1	154,1	5,2	94,5	

Джерело: розроблено авторами

Висновки:

1. За складних економіко-політичних умов ведення сучасного промислового аграрного виробництва в галузі рослинництва спостерігається ситуація, коли не завжди максимально можливі вкладення у технологію та використання в повному обсязі ресурсного потенціалу дає наприкінці виробництва очікуваний позитивний результат з високими показниками економічної ефективності. Валовий збір зерна, і, відповідно урожайність сільськогосподарської культури являється стохастичною імовірнісною величиною залежить від впливу агрокліматичних ризиків. При цьому, в нашій країні система аграрного страхування майже не працює.

2. Нами запропоновано адаптувати відомі методики прийняття господарського рішення в умовах невизначеності та ризику, що використовуються в економічних системах, до систем організації виробничих процесів у сільському господарстві у галузі рослинництва на прикладі порівняльних розрахунків технологічних карт по вирощуванню та збиранню зерна озимої пшениці. Використано методичні та методологічні аспекти обґрунтування кращих альтернатив об'єкту дослідження за умов невизначеності та ризику на основі критеріїв Байєса, Лапласа, Гурвіца, Вальда, Севіджа, правила «максімакс».

3. При здійсненні виробничого впровадження описаних у статті рекомендацій за темою даного дослідження треба зауважити, що при прийнятті організаційно-господарського рішення щодо визначення кращої відносно стійкості до агрокліматичних ризиків системи операційних механізованих технологій, вплив ризиків мінімізується та не виключається. Якщо настання події повної втрати врожаю є критичним для даного підприємства, призводить до невідновлювальних втрат, то необхідно застосовувати систему індексного аграрного страхування (за індексом урожайності сільськогосподарської культури) з обов'язковим врахуванням специфіки агрокліматичних умов регіону, де здійснюється сільськогосподарське виробництво.

Список літератури

1. Аграрний сектор економіки України (стан та перспективи розвитку) / В.М. Присяжнюк та ін.; за ред. М.В. Присяжнюка, М.В. Зубця, П.Т. Саблука, В.Я. Месель-Веселяка, М.М. Федорова. К. : ННЦ ІАЕ, 2011. 1018 с.
2. Artemov V., Synhaivska I. FEATURES OF DECISION-MAKING PROCESSES UNDER UNCERTAINTY. "Scientific notes of the University "KROK". 2022. С. 149–163. URL: <https://doi.org/10.31732/2663-2209-2022-65-149-163>

3. Мартинова, О. В. Класифікація невизначеності та її роль в прийнятті управлінських рішень. *Human problems and ways to solve them : The VI International Scientific and Practical Conference, October 23-25, 2023, Rome, Italy. 286 p.* (p. 57).
4. Свиноус І., Гаврик О., Свиноус Н., Свиноус І. Методичні підходи до формування аналітичного забезпечення моніторингу діяльності сільськогосподарських підприємств. *Економічний дискурс*, 2023. (1-2). С. 26–35. <https://doi.org/10.36742/2410-0919-2023-1-3>
5. Кащица Г., Намлієв Є. Кризові явища як основа виникнення дестабілізаційних процесів в економіці: актуальність теорій та розвиток кризисологічних досліджень. *Київський економічний науковий журнал*. 2023. № 1. С. 103–116. URL: <https://doi.org/10.32782/2786-765x/2023-1-13>
6. Дуднева Ю., Зайцева А. Ризик-орієнтоване управління підприємствами в умовах невизначеності зовнішнього контексту. *Adaptive Management Theory and Practice Economics*. 2023. Т. 15, № 30. URL: [https://doi.org/10.33296/2707-0654-15\(30\)-10](https://doi.org/10.33296/2707-0654-15(30)-10)
7. Prokopyshyn O. S., Trushkina N. V., Serbina T. V. Regarding the Organization of Foreign Economic Logistics Activities of Agrarian Enterprises in the Conditions of War. *HERALD OF THE ECONOMIC SCIENCES OF UKRAINE*. 2022. No. 1(42). P. 209–217. URL: [https://doi.org/10.37405/1729-7206.2022.1\(42\).209-217](https://doi.org/10.37405/1729-7206.2022.1(42).209-217)
8. Технологічні карти та витрати на вирощування сільськогосподарських культур з різним ресурсним забезпеченням / Д.І. Мазоренко та ін. ; за ред. Д.І. Мазоренка, Г.Є. Мазнева. Х.: ХНТУСГ, 2006. 725 с.
9. Клименко С.М., Дуброва О.С. Обґрунтування господарських рішень та оцінка ризиків : навч. посібник. К. : КНЕУ, 2005. 252 с
10. Проектування технологічних систем рослинництва / В.М. Павловський, Нагірний Ю.П., Мельник І.І. Тернопіль: Збруч, 2003. 264 с.
11. Мельник І.І., Бабій В.П., Марченко В.В. Оптимізація управління машинно-тракторним парком. К.: НАУ, 2000. 38 с.
12. Нагірний Ю.К., Хомяк В.В. Планування механізованих робіт методами лінійного програмування. Дубляни: ЛДСГІ, 1995. 32с.
13. Планування ефективного використання техніки : навч. посіб. / І.І. Мельник та ін. Ніжин. ТОВ «Видавництво Аспект-поліграф», 2005. 80 с.
14. Нагірний Ю.П. Обґрунтування інженерних рішень. К. : Урожай, 1994. 216 с.
15. Управління конкурентоспроможністю підприємства: навч. посіб. / С.М. Клименко та ін. К. : КНЕУ, 2008. 520 с.
16. Бурлака О.А., Яхін С. В., Дудник В.В., Іванкова О.В., Дрожжана О.У. Багатокритеріальний вибір сучасних зернозбиральних комбайнів. Аналітичні аспекти. *Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства*, Вип. 199 «Механізація сільськогосподарського виробництва», 2019. С. 5-20.
17. Burlaka O.A., Yakhin S.V., Padalka V.V., Burlaka A O. 100 tons per hour, what is next? Let us compares and analyzes characteristics of the latest models of highly productive combine harvesters. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*. 2021. (3), 274–288. doi: 10.31210/visnyk2021.03.34

References

1. Prysiazniuk, V.M., Zubets, M.V. & Sabluk, P.T. (2011). Ahrarnyi sektor ekonomiky Ukrainy (stan ta perspektyvy rozvytku) . M.V. Prysiazniuka, M. V. Zubtsia, P.T. Sabluka, V.Ia. Mesel-Veseliaka, M.M. Fedorova (Eds.). Kyiv : NNTs IAE [in Ukrainian].
2. Artemov, V. & Synhaivska, I. (2022). FEATURES OF DECISION-MAKING PROCESSES UNDER UNCERTAINTY. *"Scientific notes of the University "KROK"*. С. 149–163. Retrieved from <https://doi.org/10.31732/2663-2209-2022-65-149-163>
3. Martynova, O.V. (2023). Klasyfikatsiia nevyznachenosti ta yii rol v pryiniatti upravlinskykh rishen. In *The VI International Scientific and Practical Conference "Human problems and ways to solve them", October 23-25, 2023, Rome, Italy. 286 p.* (p. 57) [in Ukrainian].
4. Svnous, I., Havryk, O., Svnous, N. & Svnous, I. (2023). Metodychni pidkhody do formuvannia analitychnoho zabezpechennia monitorynhu diialnosti silskohospodarskykh pidpriemstv. *Ekonomichnyi dyskurs*, (1-2), 26–35. <https://doi.org/10.36742/2410-0919-2023-1-3> [in Ukrainian]
5. Katsytska, H. & Namliiev, Ye. (2023). Kryzovi yavysheha yak osnova vynyknnennia destabilizatsiinykh protsesiv v ekonomitsi: aktualnist teorii ta rozvytok kryzysolohichnykh doslidzhen. *Kyivskyi ekonomichnyi naukovyi zhurnal*, № 1, 103–116. URL: <https://doi.org/10.32782/2786-765x/2023-1-13> [in Ukrainian].
6. Dudnieva, Yu. & Zaitseva, A. (2023). Ryzyk-orientovane upravlinnia pidpriemstvamy v umovakh nevyznachenosti zovnishnoho kontekstu. *Adaptive Management Theory and Practice Economics, Issue 15, № 30*. Retrieved from [https://doi.org/10.33296/2707-0654-15\(30\)-10](https://doi.org/10.33296/2707-0654-15(30)-10) [in Ukrainian].

7. Prokopyshyn, O.S., Trushkina, N.V. & Serbina, T.V. (2022). Regarding the Organization of Foreign Economic Logistics Activities of Agrarian Enterprises in the Conditions of War. *HERALD OF THE ECONOMIC SCIENCES OF UKRAINE*, No. 1(42), P. 209–217. Retrieved from [https://doi.org/10.37405/1729-7206.2022.1\(42\).209-217](https://doi.org/10.37405/1729-7206.2022.1(42).209-217)
8. Mazorenko, D.I., Mazniev, H.Ie., Melnyk, S.I., et al. (2006). Tekhnolohichni karty ta vytraty na vyroshchuvannya silskohospodarskykh kultur z riznym resursnym zabezpechenniam. D.I. Mazorenka, H.Ie. Maznieva (Eds.). Kharkiv : KhNTUSH [in Ukrainian].
9. Klymenko, S.M. & Dubrova, O.S. (2005). *Obgruntuvannya hospodarskykh rishen ta otsinka ryzykiv [Justification of business decisions and risk assessment]*. Kyiv : KNEU [in Ukrainian].
10. Pavlivskiy, V.M., Nahirnyj, Yu.P. & Mel'nyk, I.I. (2003). *Proektuvannya tekhnolohichnykh system roslynnystva [Designing technological systems of crop production]*. Ternopil : Zbruch [in Ukrainian].
11. Melnyk, I.I., Babii, V.P. & Marchenko, V.V. (2000). *Optyimizatsiia upravlinnia mashynno-traktornym parkom [Optimization of the management of the machine and tractor park]*. Kyiv: NAU [in Ukrainian].
12. Nahirnyi, Yu.K. & Khomiak, V.V. (1995). *Planuvannya mekhanizovanykh robot metodamy liniinoho prohramuvannya [Планування механізованих робіт методами лінійного програмування]*. Dubliany: LDSHI [in Ukrainian].
13. Melnyk, I.I., Demydko, M.O., Fryshev, S.H. et al. (2005). *Planuvannya efektyvnoho vykorystannia tekhniki : Navchalnyi posibnyk. Nizhyn. TOV "Vydavnytstvo Aspekt-polihraf" [in Ukrainian]*.
14. Nahirnyi, Yu.P. (1994). *Obgruntuvannya inzhenernykh rishen. Kyiv : Urozhai [in Ukrainian]*.
15. Klymenko, S.M., Omelianenko, T.V., Barabac, D.O., Dubrova, O.S. & Vakulenko, A.V. (2008). *Upravlinnia konkurentospromozhnistiu pidpriemstva: navch. posib. Kyiv: KNEU [in Ukrainian]*.
16. Burlaka, O.A., Yakhin, S.V., Dudnyk, V.V., Ivankova, O.V., Drozhchana, O.U. (2019). Bahatokryterialnyi vybir suchasnykh zernozbyralnykh kombainiv. Analitychni aspekty. *Visnyk Kharkivskoho natsionalnoho tekhnichnoho universytetu silskoho hospodarstva, Issue 199 «Mekhanizatsiia silskohospodarskoho vyrobnytstva»*, 5-20 [in Ukrainian].
17. Burlaka, O. A., Yakhin, S. V., Padalka, V. V., & Burlaka, A. O. (2021). 100 tons per hour, what is next? Let us compares and analyzes characteristics of the latest models of highly productive combine harvesters. *Bulletin of Poltava State Agrarian Academy*, (3), 274–288. doi: 10.31210/visnyk2021.03.34

Oleksii Burlaka, Assoc. Prof., PhD tech. sci., **Anton Kelemesh**, Assoc. Prof., PhD tech. sci., **Oleksandr Gorbenko**, Assoc. Prof., PhD tech. sci.

Poltava State Agrarian University, Poltava, Ukraine

Elements of the Organization of Operational Technologies in Crop Production Considering Agrarian Risks

The topic of the presented article covers the systematic evaluation of operational technologies in the field of crop production, where one of the key factors is the probability of failure to achieve the planned final production results under the influence of agrarian risks. Justification and selection of the optimal technology for growing and harvesting a certain group of agricultural crops is a complex multi-criteria technical and organizational task. At the same time, an urgent practical and pragmatic question arises: is it expedient in the difficult economic and political conditions of the country's economy to use the maximum of resource, technical and technological support of production processes in crop production, if the ratio "costs - the obtained result" can be much less than the expected planned indicators, and, at the same time, there is a significant influence of non-human-controlled factors regarding the cultivation and harvesting of agricultural crops.

In this publication, we will consider the planning of production processes regarding the organization of operational technologies in crop production as an example of comparing and choosing the optimal option, considering agro-climatic risks, using the example of growing and harvesting winter wheat.

When carrying out the production implementation of the recommendations described in the article on the topic of this study, it should be noted that when making an organizational and economic decision to determine the best relative resistance to agro-climatic risks of the system of operational mechanized technologies, the impact of risks is minimized and not excluded. If the occurrence of a complete crop loss event is critical for a given enterprise and leads to irreparable losses, then it is necessary to apply the system of index agricultural insurance with mandatory consideration of the specifics of the agro-climatic conditions of the region where agricultural production is carried out.

technology, crop production, risk, technological process, optimization, criterion

Одержано (Received) 10.11.2023

Прорецензовано (Reviewed) 24.11.2023

Прийнято до друку (Approved) 27.12.2023