

УДК 631.356.26:631.558.4

## Обґрунтування сезонного навантаження бурякозбирального комбайна СКС-624 «Палессе BS624-1» за різного часу початку збиральних робіт

Дуганець В. І.,

к.т.н., професор, Подільський державний аграрно-технічний університет

Пукас В. Л.,

здобувач, Подільський державний аграрно-технічний університет

Луб П. М.,

к.т.н., доцент, Львівський національний аграрний університет

Днесь В. І.,

к.т.н., зав. відділу, Національний науковий центр «Інститут механізації та електрифікації сільського господарства»

### Анотація

**Мета.** Підвищити ефективність технологічних процесів (ТП) збирання цукрових буряків (ЗЦБ) завдяки обґрунтуванню раціонального сезонного навантаження бурякозбирального комбайна СКС-624 «Палессе BS624-1» за різного часу початку збиральних робіт, а також встановити закономірності зміни функціональних показників ефективності цих процесів.

**Методи.** У дослідженні використано методи: аналізу та синтезу складових ТП ЗЦБ для теоретичного означення чинників ефективності; системно-чинникового та системно-подієвого підходів для розкриття їхнього впливу та відображення в статистичній імітаційній моделі ТП ЗЦБ; статистичного імітаційного моделювання для визначення функціональних показників ефективності ТП; ітерацій імітаційної моделі для відображення стохастичності агрометеорологічної та біологічно-предметної складових; кореляційно-регресійного та статистичного аналізу результатів комп'ютерних експериментів.

**Результати.** Розкрито вагомість врахування агрометеорологічної та біологічно-предметної складових для узгодження часу початку ЗЦБ та виробничої площі цукрових буряків із параметрами технічного забезпечення (бурякозбиральних комбайнів та причепів-перевантажувачів коренеплодів). Означено особливості ТП ЗЦБ, які необхідно врахувати в їхній статистичній імітаційній моделі. Виконано статистичне імітаційне моделювання, узагальнено результати та встановлено закономірності зміни функціональних показників ефективності цих ТП для заданого бурякозбирального комбайна – СКС-624 «Палессе BS624-1». Показано, що вибір часу початку збирання не дає змоги одночасно звести до мінімуму біологічні та технологічні втрати врожаю коренеплодів цукрових буряків. Обґрунтовано раціональне сезонне навантаження для заданого бурякозбирального комбайна та показано зв'язок цього навантаження із часом

початку ТП збирання цієї культури. Узгоджено час початку збирання врожаю та виробничу площу цукрових буряків із параметрами технічного забезпечення, за яких у технологічних процесах досягаються мінімальні питомі сукупні витрати коштів.

### Висновки

1. Результати комп'ютерних експериментів із статистичною імітаційною моделлю ТП ЗЦБ (за використання бурякозбирального комбайна СКС-624 «Палессе BS624-1» та причепа-перевантажувача коренеплодів – ХТЗ-243К.20 + Hawe Ruw 2500T) переконують у тому, що вибір раціонального часу початку ТП не дасть змоги звести біологічні й технологічні втрати врожаю до абсолютного мінімуму. Це є підставою використання вартісного критерію для обґрунтування параметрів відповідного технічного забезпечення.

2. Застосування розроблених методик та моделей, а також поєднання результатів виробничих і комп'ютерних експериментів уможливило обґрунтування сезонного навантаження на бурякозбиральний комбайн для різного часу початку ТП. Зокрема встановлено, що зміщення часу початку цього ТП у відносно пізні календарні терміни (з 260 до 285 доби, тобто з 18 вересня на 13 жовтня) зумовлює зниження сезонного навантаження (раціональної виробничої площі  $S^{opt}$ ) з 180 до 80 га для бурякозбирального комбайна СКС-624 «Палессе BS624-1», що зумовлює потребу в додаткових комбайнах. Також слід відмітити зростання питомих сукупних витрат коштів із 5795,33 грн/га (за сезонного навантаження 180 га) до 11570,53 грн/га (за сезонного навантаження 80 га).

**Ключові слова:** комбайн, перевантажувач, збирання, цукрові буряки, стохастичність, втрати врожаю, моделювання, узгодження складових, ефективність.

UDC 631.356.26:631.558.4

## Substantiation seasonal load of beet harvester SKS-624 “Palesse BS624-1” at different start of harvesting

**Duganets V. I.,**

Ph.D. of Technical Sciences, Professor, State Agrarian and Engineering University in Podilia

**Pukas V. L.,**

Applicant, State Agrarian and Engineering University in Podilia

**Lub P. M.,**

Ph.D. of Technical Sciences, Associate Professor, Lviv National Agrarian University

**Dnes V. I.,**

Ph.D. of Technical Sciences, Department Head, National scientific centre “Institute of agricultural engineering and electrification”

### Annotation

**Purpose.** To increase the efficiency of technological processes (TP) of sugar beet harvesting (ZTSB) by substantiating the rational seasonal loading of the beet harvester SKS-624 “Palesse BS624-1” at different times of commencement of harvesting operations, as well as to establish the regularities of changes in the functional indicators.

**Methods.** The research uses the methods: analysis and synthesis of SBH TP components for the theoretical definition of efficiency factors; system-factor and system-event approaches to reveal their influence and reflection in the statistical simulation model of the SBH TP; statistical simulation to determine functional performance indicators of TP; iterations of the simulation model for displaying the stochastic agrometeorological and biological-substantive components; correlation-regression and statistical analysis of the computer experiments results.

**Results.** It is emphasized on the importance of taking account of agrometeorological and biological-substantive components for the coordination of the SBH beginning time and their production area with parameters of technical support (beet harvesters and trailers-reloaders of root crops). The features of SBH TP are singled out, which should be taken into account in their statistical simulation model. The statistical simulation was performed, results were generalized and the dependencies of the functional efficiency indicators of these TP for the given beet harvester – SCS-624 “Palesse BS624-1” were established. It has been shown that the choice of the harvest beginning time does not allow simultaneously to minimize biological and technological losses of sugar beet root crops. The optimum sugar beets production area for the considered beet-harvesting combine is substantiated and the dependence of this area with

the beginning time of the harvesting TP is shown. The harvesting beginning time and sugar beet production area has been agreed with the parameters of a beet harvester. The minimum specific unit costs of the technological system are achieved.

### Conclusions

1. The computer experiments results with the statistical simulation model SBH TP (for the beet harvester SKS-624 “Palesse BS624-1” and the trailer-loader roots – HTZ-243K.20 + Hawe Ruw 2500T) convinced that the choice of rational beginning time of the TP will not allow to reduce the biological and technological losses of the crop to an absolute minimum. This is the basis for using the cost criterion to justify the parameters of the relevant technical support.

2. The usage of the developed methods and models, as well as the combination of the production and computer experiments results, made it possible to prove the possibility of substantiation of the technical support parameters of SBH TP on the basis of their agreement with the beginning time of the TP and the sugar beets production area. In particular, it was found that shifting the beginning time of these TP in relatively recent calendar terms (from 260 to 285 days, its mean – September 18 to October 13) necessitates the reduction of the optimal production area  $S^{opt}$  from 180 to 80 hectares for a beet harvester SKS-624 “Palesse BS624-1”, which necessitates additional combines. It is also worth noting the increase in the specific aggregate cost of funds from 5795.33 UAH/ha (for seasonal load 180 ha) to 11570.53 UAH/ha (for seasonal load 80 ha).

**Keywords:** harvester, reloader, harvesting, sugar beet, stochasticity, yield losses, modeling, coordination of components, efficiency.

УДК 631.356.26:631.558.4

## Обоснование сезонной нагрузки свеклоуборочного комбайна СКС-624 «ПАЛЕССЕ BS624-1» для разного времени начала уборочных работ

**Дуганець В. И.,**

к.т.н., профессор, Подольский государственный аграрно-технический университет

**Пукас В. Л.,**

соискатель, Подольский государственный аграрно-технический университет

**Луб П. М.,**

к.т.н., доцент, Львовский национальный аграрный университет

**Днесь В. И.,**

к.т.н., зав. отдела, Национальный научный центр «Институт механизации и электрификации сельского хозяйства»

### Аннотация

**Цель.** Повысить эффективность технологических процессов (ТП) уборки сахарной свеклы (УСС) за счет обоснования рациональной сезонной нагрузки свеклоуборочного комбайна СКС-624 «ПАЛЕССЕ BS624-1» для разного времени начала уборочных работ, а также установить закономерности изменения функциональных показателей эффективности этих процессов.

**Методы.** В исследовании использованы методы: анализа и синтеза составляющих ТП УСС для теоретического определения факторов эффективности; системно-факторного и системно-событийного подходов для учета их влияния и отражения в статистической имитационной модели ТП УСС; статистического имитационного моделирования для определения функциональных показателей эффективности ТП; итераций имитационной модели для отображения стохастичности агрометеорологической и биологически-предметной составляющих; корреляционно-регрессионного и статистического анализа результатов компьютерных экспериментов.

**Результаты.** Раскрыта важность учета агрометеорологической и биологически-предметной составляющих для согласования времени начала УСС и их производственной площади с параметрами технического обеспечения (свеклоуборочных комбайнов и прицепов-перегрузжателей корнеплодов). Отмечены особенности ТП УСС, которые необходимо учесть в их статистической имитационной модели. Выполнено статистическое имитационное моделирование, обобщены результаты и установлены закономерности изменения функциональных показателей эффективности этих ТП для заданного свеклоуборочного комбайна – СКС-624 «Палессе BS624-1». Показано, что выбор времени начала уборки не позволяет одновременно свести к минимуму биологические и технологические потери урожая корнеплодов сахарной свеклы. Обоснована рациональная сезонная нагрузка для заданного свеклоуборочного комбайна и показана связь этой

нагрузки со временем начала ТП уборки этой культуры. Согласованы время начала уборки урожая и производственная площадь сахарной свеклы с параметрами свеклоуборочного комбайна, при которых в технологической системе достигаются минимальные удельные совокупные затраты средств.

### Выводы

1. Результаты компьютерных экспериментов со статистической имитационной моделью ТП УСС (при использовании свеклоуборочного комбайна СКС-624 «ПАЛЕССЕ BS624-1» и прицепа-перегрузжателя корнеплодов – ХТЗ-243К.20 + Hawe Ruw 2500T) убеждают в том, что выбор рационального времени начала ТП не позволит свести биологические и технологические потери урожая до абсолютного минимума. Это является основанием использования стоимостного критерия для обоснования параметров соответствующего технического обеспечения.

2. Применение разработанных методик и моделей, а также сочетание результатов производственных и компьютерных экспериментов позволило обосновать сезонную нагрузку на свеклоуборочный комбайн для разного времени начала ТП. В частности, установлено, что смещение времени начала этого ТП в относительно поздние календарные сроки (с 260 до 285 суток, то есть с 18 сентября на 13 октября) приводит к снижению сезонной нагрузки (рациональной производственной площади) с 180 до 80 га для свеклоуборочного комбайна СКС-624 «Палессе BS624-1», что обуславливает потребность в дополнительных комбайнах. Также следует отметить рост удельных совокупных затрат средств с 5795,33 грн/га (для сезонной нагрузки 180 га) до 11570,53 грн/га (для сезонной нагрузки 80 га).

**Ключевые слова:** комбайн, перегружатель, уборка, сахарная свекла, стохастичность, потери урожая, моделирование, согласование составляющих, эффективность.

**Постановка проблеми.** Своєчасність збирання врожаю сільськогосподарських культур відіграє важливу роль у формуванні кінцевого продукту їх вирощування. Забезпечення цієї своєчасності досягається на декількох етапах планування виробничого процесу – стратегічному, тактичному та операційному [18]. Одним із пріоритетних завдань стратегічного планування є узгодження часу початку технологічних процесів (ТП) збирання врожаю, виробничої площі культури з параметрами їхнього технічного забезпечення. Тактичне планування своєчасності збирання передбачає узгодження відповідних ТП із дією агрометеорологічних умов та темпами досягання врожаю в умовах окремого календарного року. Операційний рівень забезпечує узгодження роботи збиральних комбайнів та машинних агрегатів із характеристиками поля (площею, конфігурацією, ухилом тощо) та станом врожаю (стиглістю, забур'яненістю тощо).

Зокрема, для вирішення завдання стратегічного рівня необхідно застосовувати методики і моделі, які враховують системний вплив процесів досягання культури, обсягів її виробничої площі, продуктивності збиральних комбайнів та стохастичності агрометеорологічних умов відповідного календарного періоду на функціональні показники ефективності відповідних ТП.

**Аналіз останніх досліджень і публікацій.** Аналіз досліджень із обґрунтування параметрів технічного забезпечення механізованих ТП збирання врожаю сільськогосподарських культур дав змогу встановити, що вони побудовані за двома принципами – із застосуванням детермінованих [2, 5, 11] та ймовірнісних моделей [1, 4, 6, 9, 12, 14, 15, 18]. Основним недоліком детермінованих моделей є те, що вони не враховують стохастичність умов виконання ТП (дію агрометеорологічних умов і мінливість термінів досягання врожаю тощо), а тому отримані на їхній основі результати необ'єктивно оцінюють відповідне технічне забезпечення. Ймовірнісні моделі використовують метод Монте-Карло [16], що дає змогу створити статистичні імітаційні моделі відповідних ТП [1, 4, 10, 14], а відтак виконати комп'ютерні експерименти. Зокрема в праці [10], на підставі виробничих спостережень та комп'ютерних експериментів зі статистичною імітаційною моделлю, враховується вірогідність запізнення із зби-

ранням коренеплодів через несприятливі агрометеорологічні умови. Однак, чинні методики і моделі, на жаль, не дають змоги оцінити сукупний вплив часу початку збирання врожаю, виробничої площі культури та параметрів технічного забезпечення на законності зміни функціональних показників ефективності ТП, зокрема зі збирання цукрових буряків (ЗЦБ).

**Мета дослідження.** Підвищити ефективність технологічних процесів збирання цукрових буряків завдяки обґрунтуванню раціонального сезонного навантаження бурякозбирального комбайна СКС-624 «Палессе BS624-1» за різного часу початку збиральних робіт, а також встановити законності зміни функціональних показників ефективності цих процесів.

**Методи досліджень.** У дослідженні використано методи: аналізу та синтезу складових ТП ЗЦБ для теоретичного означення чинників ефективності; системно-чинникового та системно-подієвого підходів для розкриття їхнього впливу та відображення в статистичній імітаційній моделі ТП ЗЦБ; статистичного імітаційного моделювання для визначення функціональних показників ефективності ТП; ітерацій імітаційної моделі для відображення стохастичності агрометеорологічної та біологічно-предметної складових; кореляційно-регресійного та статистичного аналізу для оброблення результатів комп'ютерних експериментів.

**Результати досліджень.** Більшість ТП галузі рільництва скерована на своєчасне перетворення предметів праці природного походження з одного якісного стану в інший. Це дає змогу забезпечити сприятливі умови для росту і розвитку культурних рослин, а відтак отримати більший врожай та продукцію вищої якості. Відповідно, зміст робіт та час початку ТП ЗЦБ необхідно узгоджувати з календарними термінами досягання коренеплодів, а саме приростом їхньої цукристості та маси [8, 10, 13]. З аналогічних причин необхідно врахувати вплив агрометеорологічних умов на інтенсивність формування врожаю цукрових буряків, а також на стан ґрунту, який дає змогу виконувати роботу бурякозбиральним комбайнам [10].

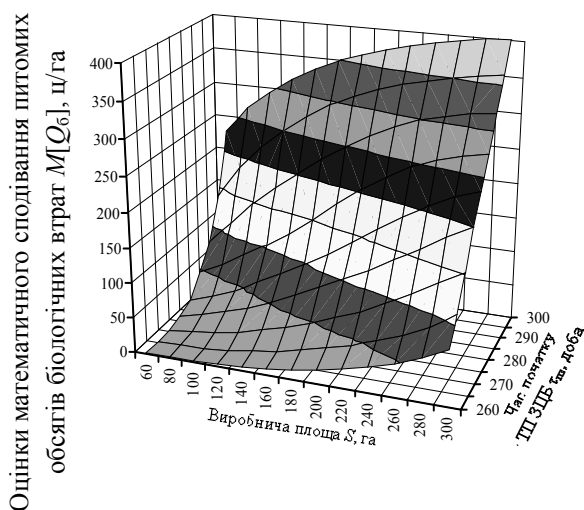
Розроблення статистичної імітаційної моделі, котра дає змогу врахувати зазначені об'єктивні процеси, їхні причинно-наслідкові зв'язки та системно зумовлені законності формування функціональних показників

ефективності ТП ЗЦБ, уможливорює розроблення науково-обґрунтованих рекомендацій щодо параметрів технічного забезпечення, зокрема бурякозбиральних комбайнів.

Узгодження часу початку  $\tau_{\text{пз}}$  ТП ЗЦБ та виробничої площі  $S$  цукрових буряків із параметрами технічного забезпечення цих ТП дає змогу забезпечити мінімальні питомі сукупні витрати коштів на їх виконання. Встановлення цих вартісних оцінок здійснюється на підставі функціональних показників ТП ЗЦБ, що отримано на підставі комп'ютерних експериментів із розробленою нами статистичною імітаційною моделлю. В основу цієї моделі покладено системно-подієве відображення щоденних етапів виконання ТП ЗЦБ, що дало змогу врахувати: стохастичний вплив природної (агрометеорологічної та біологічно-предметної) складової на календарні терміни збирання врожаю коренеплодів та природно дозволений фонд

часу для роботи бурякозбирального комбайна; щоденний приріст середньої маси коренеплодів, а також вплив цього показника на добовий темп збирання; вплив виробничої площі культури та продуктивності комбайна на тривалість відповідних ТП, а відтак і на функціональні показники їхньої ефективності.

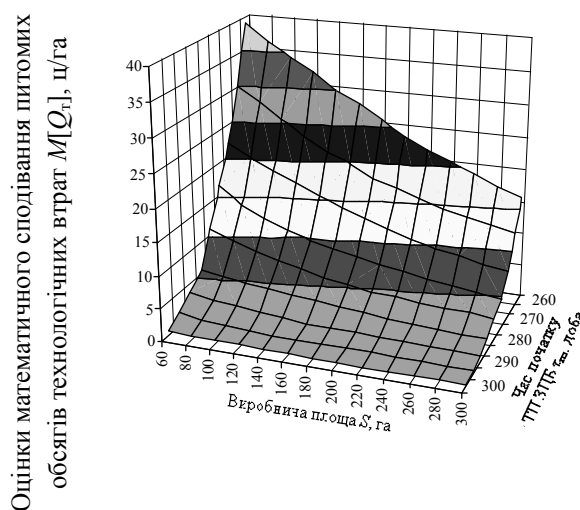
Власне застосування системно-подієвого підходу до відображення ТП ЗЦБ у статистичній імітаційній моделі дає змогу відтворити об'єктивні процеси досягання коренеплодів цукрових буряків (зокрема, приросту їхньої середньої маси), ризику їхнього відмороження та збирання врожаю за різних планових календарних термінів початку ТП. Водночас зміна обсягів виробничої площі цукрових буряків для відповідного технічного забезпечення зумовлює зміну тривалості виконання ТП ЗЦБ, а відтак призводить до різних обсягів біологічних  $Q_6$  (рис. 1) та технологічних  $Q_T$  втрат урожаю (рис. 2).



**Рис. 1.** Залежність оцінок математичного сподівання питомих обсягів біологічних втрат від часу початку ТП ЗЦБ та виробничої площі цукрових буряків

**Fig. 1.** Dependence of the mathematical expectation estimations of volumes specific biological losses from time of the SBH TP beginning and the sugar beet production area

Зокрема, комп'ютерні експерименти зі статистичною імітаційною моделлю ТП ЗЦБ (збирання виконується за перевалочною технологією) виконано для бурякозбирального комбайна СКС-624 «Палессе BS624-1» [3] та причепа-перевантажувача зібраних коренеплодів – ХТЗ-243К.20 + Наве Ruw 2500Т, різного часу початку ТП –  $\tau_{\text{пз}} = 260\text{--}300$  доба (за точку відліку прийнято 1 січня), тобто



**Рис. 2.** Залежність оцінок математичного сподівання питомих обсягів технологічних втрат від часу початку ТП ЗЦБ та виробничої площі цукрових буряків

**Fig. 2.** Dependence of the mathematical expectation estimations of volumes specific technological losses from time of the SBH TP beginning and the sugar beet production area

18 вересня – 28 жовтня, а також площі цукрових буряків –  $S = 60\text{--}300$  га.

Встановлення закономірностей зміни оцінок математичного сподівання питомих обсягів біологічних  $\bar{M}[Q_6]$  та технологічних  $\bar{M}[Q_T]$  втрат дало змогу на підставі відомих методик [7] оцінити питомі сукупні витрати коштів (за цінами на 01.09.2017 року), а відтак узгодити час початку ТП ЗЦБ та

виробничу площу цукрових буряків із параметрами технічного забезпечення. Вартісне оцінення питомих технологічних втрат коштів  $B_{ml}$  через підмороження коренеплодів виконано за формулою:

$$B_{ml} = \frac{U_{nd} \cdot S^h \cdot V_k}{S}, \quad (1)$$

де  $U_{nd}$  – поточна врожайність коренеплодів, що залишилися в  $d$ -у добу на незібраній площі  $S^h$ , ц/га;

$V_k$  – ринкова вартість коренеплодів, грн/ц;

$S$  – виробнича площа цукрових буряків, га.

Для визначення питомих експлуатаційних витрат  $B_{mi}$  використано загальновідому формулу [7]:

$$B_{mi} = C_1 + C_2 + C_3 + C_4, \quad (2)$$

де  $C_1$  – оплата праці комбайнерів, грн/га;

$C_2$  – вартість пально-мастильних матеріалів, грн/га;

$C_3$  – відрахування на амортизацію технічного забезпечення, грн/га;

$C_4$  – відрахування на поточний ремонт і ТО, грн/га.

Оптимізаційні розрахунки виконано на підставі чисельного методу, за яким для кожного значення аргументу (виробничої площі цукрових буряків) визначено питомі експлуатаційні витрати (1) на виконання ТП ЗЦБ та питомі технологічні втрати (2) через ураження коренеплодів заморозками (рис. 3). Рациональне значення виробничої площі  $S^{opt}$  для заданого технічного забезпечення ТП визначено графоаналітично: графічно відображали залежності питомих експлуатаційних витрат, питомих технологічних втрат та питомих сукупних витрат коштів; визначали площі, за яких досягаються мінімальні значення питомих сукупних витрат коштів; фіксували рациональне значення виробничої площі для відповідного часу початку ТП.

Аналізуючи результати оптимізаційних розрахунків, встановлено, що  $S^{opt}$  буде змінюватися за різного  $\tau_{пз}$  ТП ЗЦБ (рис. 4, табл.).

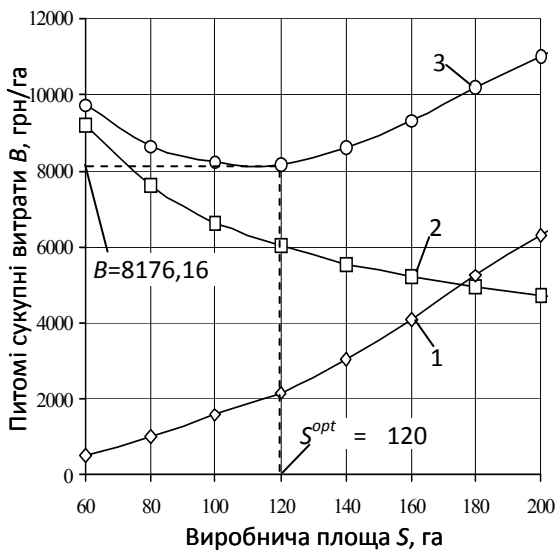


Рис. 3. Обґрунтування рациональної виробничої площі збирання цукрових буряків для СКС-624 «Палессе BS624-1» ( $\tau_{пз} = 275$  доба):

1 – вартість питомих технологічних втрат урожаю;

2 – питомі експлуатаційні витрати;

3 – питомі сукупні витрати

Fig. 3. Substantiation of the optimum area for sugar beet harvesting with SCS-624 “Palesses BS624-1”

( $\tau_{пз} = 275$  day):

1 – cost of specific technological losses of crop;

2 – specific operating costs;

3 – specific aggregate costs

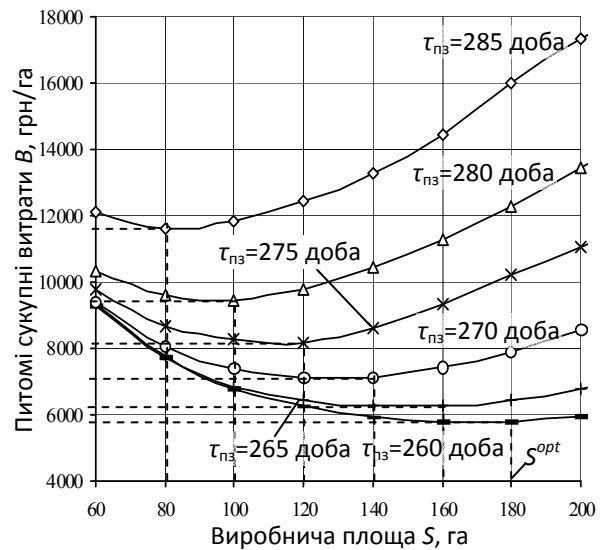


Рис. 4. Залежність питомих сукупних витрат від виробничої площі цукрових буряків за різного часу початку ТП ЗЦБ

Fig. 4. Dependence of specific aggregate expenditures on production area of sugar beet at different beginning times of SBH TP

Таблиця. Результати узгодження часу початку ТП ЗЦБ, виробничої площі цукрових буряків та параметрів технічного забезпечення  
 Table. Coordination results of the SBH TP beginning time, sugar beets production area and technical parameters

Задане технічне забезпечення	Час початку ТП ЗЦБ $\tau_{пз}$	Рациональна виробнича площа $S^{opt}$ , га	Питомі сукупні витрати коштів $B$ , грн/га
СКС-624 «Палессе BS624-1» (потужність двигуна – $N_{дв}=290$ кВт; місткість бункера – $V_б = 24$ м <sup>3</sup> ) + ХТЗ-243К.20+Hawe Ruw 2500Т (місткість бункера – $V_б = 27$ м <sup>3</sup> )	18 вересня (260 доба)	180	5795,33
	23 вересня (265 доба)	160	6244,38
	28 вересня (270 доба)	140	7109,38
	3 жовтня (275 доба)	120	8176,16
	8 жовтня (280 доба)	100	9442,59
	13 жовтня (285 доба)	80	11570,53

Отримані результати підтверджують висунуту гіпотезу та констатують практичну можливість такого узгодження часу початку ТП ЗЦБ, виробничої площі цукрових буряків та параметрів технічного забезпечення, за якого досягається екстремум функції ефективності – мінімальні питомі сукупні витрати коштів (рис. 5).

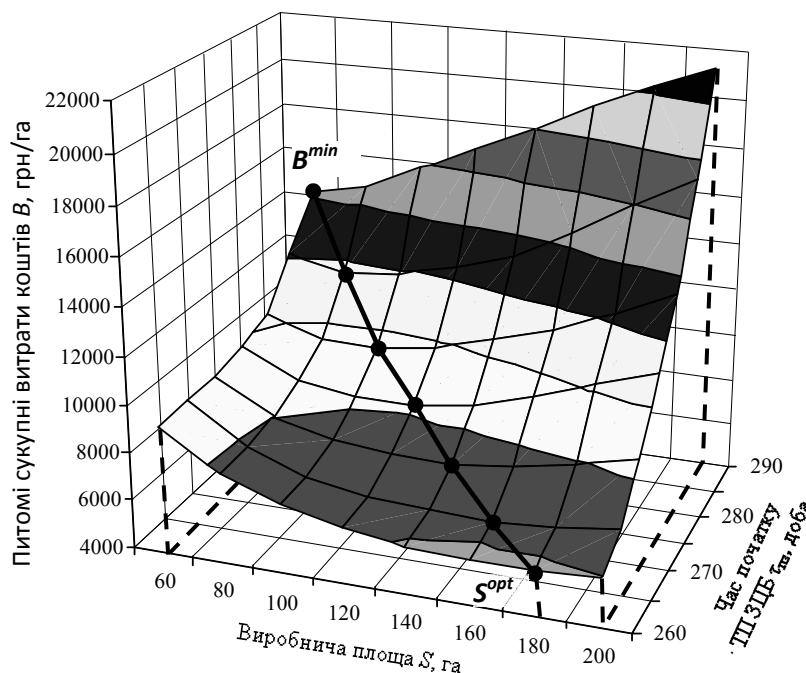


Рис. 5. Залежність питомих сукупних витрат коштів у ТП від часу початку збирання та виробничої площі цукрових буряків для заданого технічного забезпечення – СКС-624 «Палессе BS624-1»+ХТЗ-243К.20 +Hawe Ruw 2500Т

Fig. 5. Dependence of specific aggregate expenditures of funds in TP from the harvesting beginning time and sugar beets production area for specified technical equipment – SCS-624 “Palesse BS624-1” + HTZ-243K.20 + Hawe Ruw 2500Т

Узагальнення отриманих результатів переконує у тому, що вибір того чи іншого варіанту узгодження  $\tau_{пз}$ ,  $S$  та параметрів технічного забезпечення ТП ЗЦБ необхідно розглядати в контексті технологічної системи певного СГП.

Зокрема, за ранніх термінів  $\tau_{пз}$  ТП ЗЦБ формується більший природно дозволений

фонд часу для їх виконання і тоді необхідно планувати порівняно більшу виробничу площу  $S^{opt}$  цукрових буряків для відповідного технічного забезпечення, що призводить до більшого його сезонного завантаження та до нижчих питомих сукупних витрат коштів у ТП.

І навпаки, за пізнього планового часу початку  $\tau_{пз}$  бурякозбиральні комбайни доціль-

ніше використовувати на менших площах, що призведе до меншого їхнього сезонного напрацювання та вищих сукупних питомих витрат.

### Висновки

1. Результати комп'ютерних експериментів із статистичною імітаційною моделлю ТП ЗЦБ (за використання бурякозбирального комбайна СКС-624 «Палессе BS624-1» та причепа-перевантажувача коренеплодів – ХТЗ-243К.20 + Наве Ruw 2500Т) переконають у тому, що вибір раціонального часу початку ТП не дасть змоги звести біологічні й технологічні втрати врожаю до абсолютного мінімуму. Це є підставою використання вартісного критерію для обґрунтування параметрів відповідного технічного забезпечення.

2. Застосування розроблених методик та моделей, а також поєднання результатів виробничих і комп'ютерних експериментів уможливило обґрунтування сезонного навантаження на бурякозбиральний комбайн для різного часу початку ТП. Зокрема встановлено, що зміщення часу початку цього ТП у відносно пізні календарні терміни (з 260 до 285 доби, тобто з 18 вересня на 13 жовтня) зумовлює зниження сезонного навантаження (раціональної виробничої площі  $S^{opt}$ ) з 180 до 80 га для бурякозбирального комбайна СКС-624 «Палессе BS624-1», що зумовлює потребу в додаткових комбайнах. Також слід відмітити зростання питомих сукупних витрат коштів із 5795,33 грн/га (за сезонного навантаження 180 га) до 11570,53 грн/га (за сезонного навантаження 80 га).

### Бібліографія

1. Березовецький С. А. Обґрунтування параметрів технічного оснащення технологічних систем збирання озимого ріпаку: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Львів, 2017. 21 с.

2. Гречкосій В. Д., Гаркуша Ю. М. Комплексна механізація вирощування та збирання цукрових буряків. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України*. 2010. Вип. 145. С. 281–290.

3. Комбайн свеклоуборочный самоходный СКС-624-01 «Палессе BS624». ОАО «ГОМСЕЛЬМАШ». URL: <https://www.gomselmash.by/produksiya/sveklouborochnaya-tekhnika/sks-624-01-palesse-bs624.html>

4. Кригуль Р. Є. Ідентифікація конфігурації парку автомобілів у проектах створення транспортної інфраструктури бурякоприймальних

пунктів: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Львів, 2010. 22 с.

5. Кудриницький Р. Б. Щодо науково-методичних засад визначення техніко-експлуатаційних показників машинно-тракторних агрегатів. *Механізація та електрифікація сільського господарства: загальнодержавний зб. / ННЦ «ІМЕСГ»*. Глеваха, 2017. Вип. № 5 (104). С. 216–226.

6. Пастухов В. І. Обґрунтування оптимальних комплексів машин для механізації польових робіт: автореф. дис. ... докт. техн. наук. Харків, 2004. 38 с.

7. Про затвердження Методики обчислення вартості машино-дня та збитків від простою машин. Постанова Кабінету міністрів України від 12 липня 2004 р. № 885. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/>.

8. Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф., Іващук П. В., Корнійчук О. В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур: 3-тє вид., виправл., доповн. Львів: НФВ «Українські технології», 2010. 108 с.

9. Скібчик В. І. Статистична імітаційна модель технологічних процесів післязбиральної обробки зерна. *Молодежь и сельское хозяйство в XX веке: сборн. материалов XIII Международного форума молодежи*. Харьков: ХНТУСХ, 2017. С. 233–234.

10. Спічак В. С. Управління виробничо-технологічним ризиком у проектах збирання цукрових буряків: автореф. дис. ... канд. техн. наук. Львів, 2010. 23 с.

11. Табашников А. Т. Оптимизация уборки зерновых и кормовых культур. Москва: Агропромиздат, 1985. 159 с.

12. Тимочко В. О., Луб П. М., Падюка Р. І. Обґрунтування коефіцієнта погодності для прогнозування добової продуктивності машинно-тракторних агрегатів. *Вісник Львів. НАУ. Агроінженерні дослідження*. Львів: Львів. нац. аграр. ун-т, 2017. № 14. С. 148–154.

13. Чубко О. Цукрові буряки по осені рахують. *Агросектор*. 2007. № 7–8 (21–22). С. 26–28.

14. Сидорчук О. В., Демедюк М. А., Спічак В. С., Шарибура А. О. Управління виробничо-технологічним ризиком на підставі узгодження робіт із подіями проектного середовища. *Управління проектами, системний аналіз і логістика. Технічна серія*. 2010. Вип. 7. С. 166–168.

15. Kuzminskyi R., Kovalishyn S., Kovalchuk Y., Sheremeta R. Mathematical models of geometric sizes of cereal crops' seeds as dependent random variables. *Acta Technologica Agriculturae*. Nitra: Slovaca Universitas Agriculturae Nitriae, 2018. Vol. 21. Issue 3. Pp. 100–104. DOI: 10.2478/ATA-2018-0018.



16. Rubinstein R. Y., Kroese D. P. Simulation and the Monte Carlo method: 2-nd edition. Wiley, 2007. 345 p.

17. Schildt H. C#: The Complete Reference. Osborne: The McGraw-Hill Companies, 2003. 752 p.

18. Tryhuba A., Boyarchuk V. Evaluation of risk value of investors of projects for the creation of crop protection of family dairy farms. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*. 2018. Vol. 65 (4). Pp. 949–959.

### Bibliografiia

1. Berezovets'kyi S. A. Obruntuvannya parametriv tekhnichnoho osnashchennya tekhnolohichnykh system zbyrannya ozymoho ripaku: avtoref. dys. ... kand. tekhn. nauk. L'viv, 2017. 21 s.

2. Hrechkosiy V. D., Harkusha Yu. M. Kompleksna mekhanizatsiya vyroshchuvannya ta zbyrannya tsukrovyykh buryakiv. *Naukovyy visnyk Natsional'noho universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannya Ukrainy*. 2010. Vyp. 145. S. 281–290.

3. Kombayn sveklouborochnyy samokhodnyy SKS-624-01 «Palesse BS624». OAO «HOMSEL'MASH». URL: <https://www.gomselmash.by/produktsiya/sveklouborochnaya-tekhnika/sks-624-01-Palesse-BS624.html>

4. Kryhul' R. Ye. Identyfikatsiya konfigura-tsiyi parku avtomobiliv u proektakh stvorennya transportnoyi infrastruktury buryakoprymal'nykh punktiv: avtoref. dys. ... kand. tekhn. nauk. L'viv, 2010. 22 s.

5. Kudrynets'kyi R. B. Shchodo naukovometodychnykh zasad vyznachennya tekhniko-ekspluatatsiynykh pokaznykiv mashynno-traktornykh ahrehativ. *Mekhanizatsiya ta elektryfikatsiya sil's'koho hospodarstva: zahal'noderzhavnyy zb. / NNC «IMESG»*. Hlevakha, 2017. Vyp. № 5 (104). S. 216–226.

6. Pastukhov V. I. Obruntuvannya opty-mal'nykh kompleksiv mashyn dlya mekhanizatsiyi pol'ovykh robit: avtoref. dys. ... dokt. tekhn. nauk. Kharkiv, 2004. 38 s.

7. Pro zatverdzhennya Metodyky obchyslennya vartosti mashyno-dnya ta zbytkiv vid prostoyu mashyn. Postanova Kabinetu ministriv Ukrainy vid 12 lypnya 2004 r. № 885. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/>

8. Lykhochvor V. V., Petrychenko V. F., Ivashchuk P. V., Korniychuk O. V. Roslynnystvo. Tekhnolohiyi vyroshchuvannya sil's'kohospodars'kykh kul'tur: 3-tye vyd., vypravl., dopovn. L'viv: NFV «Ukrayins'ki tekhnolohiyi», 2010. 108 s.

9. Skibchuk V. I. Statystychna imitatsiynna model' tekhnolohichnykh protsesiv pislyazbyral'noyi obrobky zerna. *Molodezh' y sel'skokhozyaystvennaya tekhnika v XXI veke: sborn. materialov XIII Mezhdunarodnoho foruma molodezhy*. Khar'kov: KHNTUSKH, 2017. S. 233–234.

10. Spichak V. S. Upravlinnya vyrobnycho-tekhnolohichnym ryzykom u proektakh zbyrannya tsukrovyykh buryakiv: avtoref. dys. ... kand. tekhn. nauk. L'viv, 2010. 23 s.

11. Tabashnikov A. T. Optimizatsiya uborki zernovykh i kormovykh kul'tur. Moskva: Agropromizdat, 1985. 159 s.

12. Tymochko V. O., Lub P. M., Padyuka R. I. Obruntuvannya koefitsiyenta pohodnosti dlya prohnozuvannya dobovoyi produktyvnosti mashynno-traktornykh ahrehativ. *Visnyk L'viv. NAU. Ahroinzhenerni doslidzhennya*. L'viv: L'viv. nats. ahrar. in-t, 2017. № 14. S. 148–154.

13. Chubko O. Tsukrovi buryaky po oseni rakhuyut'. *Ahrosektor*. 2007. № 7–8 (21–22). S. 26–28.

14. Sydorchuk O. V., Demedyuk M. A., Spichak V. S., Sharybura A. O. Upravlinnya vyrobnycho-tekhnolohichnym ryzykom na pidstavi uz-hodzhennya robit iz podiyamy proektnoho seredovyshcha. *Upravlinnya proektamy, systemnyy analiz i lohistyka. Tekhnichna seriya*. 2010. Vyp. 7. S. 166–168.

15. Kuzminskyi R., Kovalishyn S., Kovalchuk Y., Sheremeta R. Mathematical models of geometric sizes of cereal crops' seeds as dependent random variables. *Acta Technologica Agriculturae*. Nitra: Slovaca Universitas Agriculturae Nitriae. 2018. Vol. 21. Issue 3. Pp. 100–104. DOI: 10.2478/ATA-2018-0018.

16. Rubinstein R. Y., Kroese D. P. Simulation and the Monte Carlo method: 2-nd edition. Wiley, 2007. 345 p.

17. Schildt H. C#: The Complete Reference . Osborne: The McGraw-Hill Companies, 2003. 752 p.

18. Tryhuba A., Boyarchuk V. Evaluation of risk value of investors of projects for the creation of crop protection of family dairy farms. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*. 2018. Vol. 65 (4). Pp. 949–959.

### References

1. Berezoveczkyj S. A. Grounding of the hardware parameters of the winter oilseed rape harvesting technological systems: author's abstract. dis ... candidate tech. sciences. Lviv, 2017. 21 p.

2. Grechkosii V. D. Integrated mechanization of sugar beet cultivation and harvesting. *Scientific Bulletin of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine*, Proceedings. 2010. Issue 145. Pp. 281–290.

3. Combine beet-picking self-propelled SCS-624-01 “Palesse BS624”. OJSC “GOMSILMASH”. URL: <https://www.gomselmash.by/produktsiya/sveklouborochnaya-tekhnika/sks-624-01-Palesse-BS624.html>

4. Krygul R. E. Identifying the configuration of the vehicle fleet in transport infrastructure projects of beet-receiving stations: author's abstract. dis ... candidate tech. sciences. Lviv, 2010. 22 p.

5. Kudrynetsky R. B. On the scientific and methodological principles of determining the technical and operational parameters of machine-tractor units. *Mechanization and electrification of agriculture: nationwide collection / NNC "IAEE"*. Glevakha, 2017. No. 5 (104). Pp. 216–226.
6. Pastukhov V. I. The substantiation of the optimal complexes of machines for the mechanization of field work: author's abstract. dis. ... doctorate degree. tech. sciences. Kharkiv, 2004. 38 p.
7. Approval the calculating methodology of the machine-day cost and losses from idle cars. Resolution of the Ukraine Cabinet Ministers dated July 12, 2004 No. 885. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/>.
8. Likhohvor V. V., Petrichenko V. F., Ivaschuk P. V. Plant growing. Technologies of cultivation of agricultural crops: 3-rd form. corrected, supplemented.. Lviv: NWF "Ukrainian Technologies", 2010. 108 p.
9. Skibchik V. I. Statistical simulation model of technological processes of post-harvest grain processing. *Youth and agricultural machinery in the 21<sup>st</sup> century: a national team. materials of the 13<sup>th</sup> International Youth Forum*. Kharkov: KhNTUSH, 2017. Pp. 233–234.
10. Spichak V. S. Management of production and technological risk in sugar beet harvesting projects: author's abstract. dis ... candidate tech. sciences. Lviv, 2010. 23 p.
11. Tabashnikov A. T. Optimization of grain and fodder crop harvesting. Moscow: Agropromizdat, 1985. 159 p.
12. Tymochko V. O., Lub P. M., Padyuka R. I. Substantiation of weathering factor for daily productivity forecasting of machine-tractor aggregates. *Visnyk Lviv. NAU. Agroengineering research*. Lviv: Lviv. nat. agrar. Unt., 2017. No. 14. Pp. 148–154.
13. Chubko O. Sugar beets in the fall. *Agrarian sector*. 2007. No. 7–8 (21–22). Pp. 26–28.
14. Sidorchuk O. V., Demedyuk M. A., Spichak V. S., Sharibur A. O. Management of production and technological risk based on the coordination of works with the events of the project environment. *Project management, system analysis and logistics. Technical series*. 2010. No. 7. Pp. 166–168.
15. Kuzminskyi R., Kovalishyn S., Kovalchuk Y., Sheremeta R. Mathematical models of geometric sizes of cereal crops' seeds as dependent random variables. *Acta Technologica Agriculturae*. Nitra: Slovaca Universitas Agriculturae Nitriae. 2018. Vol. 21. Issue 3. Pp. 100–104. DOI: 10.2478/ATA-2018-0018.
16. Rubinstein R. Y., Kroese D. P. Simulation and the Monte Carlo method: 2-nd edition. Wiley, 2007. 345 p.
17. Schildt H. C #: The Complete Reference. Osborne: The McGraw-Hill Companies, 2003, 752 p.
18. Tryhuba A., Boyarchuk V. Evaluation of risk value of investors of projects for the creation of crop protection of family dairy farms. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*. 2018. Vol. 65 (4). Pp. 949–959.