

П. М. ЛУБ, А. О. ШАРИБУРА, В. В. ПТАШНИК, В. Л. ПУКАС, Т. М. ШЕЛЕСТ

СТАТИСТИЧНЕ ІМІТАЦІЙНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА УПРАВЛІННЯ ЧАСОМ У ПРОЕКТАХ ІЗ ТУРБУЛЕНТНИМ СЕРЕДОВИЩЕМ

Розкрито особливості впливу турбулентного проектного середовища на час запуску та тривалість робіт у проектах збирання врожаю цукрових буряків. Зокрема, розглядається вплив двох ймовірнісних складових проектного середовища – агрометеорологічної та предметно-біологічної. Показано як використання методу Монте-Карло (статистичного імітаційного моделювання) дає змогу врахувати сукупний вплив некерованих та стохастичних складових турбулентного проектного середовища на своєчасність робіт у проектах та ефективність їх реалізації. Розкрито головні показники, які слід врахувати в статистичній імітаційній моделі проектів для встановлення характеристик природно зумовленого часу запуску проектів та тривалості робіт, а також визначення їх своєчасності. Акцентовано на тому, що використання методів статистичного імітаційного моделювання дає змогу виконати багаторазові реалізації (ітерації) моделі віртуального проекту. На цій підставі відтворюється турбулентність проектного середовища та його вплив на своєчасність робіт і показники ефективності відповідних проектів. Опрацьовано та узагальнено результати комп'ютерних експериментів із статистичною імітаційною моделлю щодо впливу турбулентного проектного середовища на терміни виконання робіт у проектах. Встановлено розподіли природно зумовленого часу запуску проектів збирання врожаю цукрових буряків за різної планової тривалості виконання робіт. Наведено диференціальні функції розподілу та оцінки статистичних характеристик природно зумовленого часу запуску проектів збирання цукрових буряків. Побудовано інтегральні залежності розподілу природно зумовленого часу запуску проектів за різної планової тривалості їх виконання. Встановлено залежність оцінок математичного сподівання природно зумовленого часу запуску проектів збирання врожаю цукрових буряків від планової тривалості їх виконання. Розкрито актуальність задачі та практичну можливість створення методів та моделей для управління часом у проектах збирання врожаю, а відтак розвитку автоматизованих систем підтримки прийняття рішень для підвищення ефективності управління цими проектами.

Ключові слова: управління часом, проект, збирання врожаю, турбулентність, проектне середовище, моделювання, час запуску проектів, тривалість робіт, своєчасність, ефективність.

П. М. ЛУБ, А. О. ШАРЫБУРА, В. В. ПТАШНЫК, В. Л. ПУКАС, Т. М. ШЕЛЕСТ

СТАТИСТИЧЕСКОЕ ИМИТАЦИОННОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ И УПРАВЛЕНИЕ ВРЕМЕНЕМ В ПРОЕКТАХ С ТУРБУЛЕНТНОЙ СРЕДОЙ

Раскрыты особенности влияния турбулентной проектной среды на время запуска и продолжительность работ в проектах уборки урожая сахарной свеклы. В частности, рассматривается влияние двух вероятностных составляющих проектной среды – агрометеорологической и предметно-биологической. Показано как использование метода Монте-Карло (статистического имитационного моделирования) позволяет учесть совокупное влияние неуправляемых и стохастических составляющих турбулентной проектной среды на своевременность работ в проектах и эффективность их реализации. Раскрыты главные показатели, которые следует учесть в статистической имитационной модели проектов для определения характеристик естественно обусловленного времени запуска проектов и продолжительности работ, а также определение их своевременности. Акцентировано внимание на том, что использование методов статистического имитационного моделирования позволяет выполнить многократные реализации (итерации) модели виртуального проекта. На этом основании воспроизводится турбулентность проектной среды и ее влияние на своевременность работ и показатели эффективности соответствующих проектов. Обработаны и обобщены результаты компьютерных экспериментов со статистической имитационной моделью по влиянию турбулентной проектной среды на сроки выполнения работ. Определены распределения естественно обусловленного времени запуска проектов уборки урожая сахарной свеклы при различной плановой продолжительности выполнения работ. Приведены дифференциальные функции распределения и оценки статистических характеристик естественно обусловленного времени запуска проектов уборки сахарной свеклы. Построены интегральные зависимости распределения естественно обусловленного времени запуска проектов по различной плановой длительности их выполнения. Установлена зависимость оценок математического ожидания естественно обусловленного времени запуска проектов уборки урожая сахарной свеклы от плановой длительности их выполнения. Представлены актуальность задачи и практическая возможность создания методов и моделей для управления временем в проектах уборки урожая, а следовательно – развития автоматизированных систем поддержки принятия решений для повышения эффективности управления этими проектами.

Ключевые слова: управления временем, проект, уборка урожая, турбулентность, проектная среда, моделирование, время запуска проектов, продолжительность работ, своевременность, эффективность.

P. M. LUB, A. O. SHARYBURA, V. V. PTASHNYK, V. L. PUKAS, T. M. SHELEST

STATISTICAL SIMULATION AND TIME MANAGEMENT IN PROJECTS WITH TURBULENT ENVIRONMENT

The peculiarities of the influence of turbulent projects environment on the start-up time and duration of works in sugar beet harvesting projects are revealed. In particular, the influence of two probabilistic components of the project environment is considered – agrometeorological and subject-biological. It is shown how the use of the Monte Carlo method (statistical simulation) allows to take into account the combined influence of uncontrolled and stochastic components of the turbulent projects environment on the timeliness of work in projects and the effectiveness of their implementation. The main indicators that should be taken into account in the statistical simulation model of projects are revealed to establish the characteristics of the natural start time of projects and duration of work, as well as to determine their timeliness. Emphasis is placed on the fact that the use of statistical simulation methods allows to perform multiple implementations (iterations) of the virtual project model. On this basis, the turbulence of the project environment and its impact on the work timeliness are reproduced and performance indicators of relevant projects. The results of computer experiments with a statistical simulation model on the influence of turbulent design environment on the timing of work in projects are processed and summarized. Distributions of naturally determined start-up time of sugar beet harvesting projects with different planned duration of works have been established. Differential functions of distribution and estimation of statistical characteristics of naturally determined start-up time of

© П. М. Луб, А. О. Шарыбура, В. В. Пташник, В. Л. Пукас, Т. М. Шелест, 2021

Вісник Національного технічного університету «ХПІ».

sugar beet harvesting projects are given. Integral dependences of distribution of naturally caused start-up time of projects on various planned duration of their implementation are constructed. The dependence of estimates of the mathematical expectation of the naturally determined start-up time of sugar beet harvesting projects on the planned duration of their implementation is established. The urgency of the task and the practical possibility of creating methods and models for time management in harvesting projects, and thus the development of automated decision support systems to improve the efficiency of these projects management.

Keywords: time management, project, harvesting, turbulence, project environment, modeling, start-up time of project, duration of works, timeliness, efficiency.

Вступ. Виробництво цукру в Україні здійснюється завдяки реалізації різнотипних проєктів із вирощування та збирання цукрових буряків, транспортування та переробки коренеплодів на цукрових заводах. Зокрема, проєкти збирання цукрових буряків (ПЗЦБ) відіграють важливу роль у формуванні якісного стану коренеплодів, а також значною мірою визначають обсяги технологічних втрат [1]. Умовою ж своєчасного виконання ПЗЦБ є обґрунтування параметрів відповідного технічного забезпечення, які узгоджені з часом запуску проєктів збирання та обсягами виробничої площі культури [1, 2, 3]. Таке обґрунтування потребує розроблення специфічних методик і моделей, які давали б змогу визначити природно зумовлену тривалість виконання ПЗЦБ враховуючи особливості функціонування бурякозбиральних комбайнів, часу запуску проєкту збирання врожаю, стохастичності агрометеорологічних умов і досягання цукрових буряків.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. Питанню управління часом у проєктах збирання сільськогосподарських культур присвячена достатньо значна кількість наукових праць [1-3, 5, 6]. Їх особливістю є те, що за час запуску та припинення реалізації проєкту приймаються події які відображають час досягання культури та припинення фізичної стиглості ґрунту [4, 7-9, 11]. Однак, існує ряд проєктів для яких даний підхід з позиції ефективності є неприйнятним. Одним з них є проєкти збирання цукрових буряків, оскільки через біологічну особливість формування врожаю – раціональним вважається виконання та завершення робіт у якомога найпізніші терміни. Частково, вирішення цього питання виконано у праці [1]. Однак, у розроблених методиках не розглядається можливість зміни часу запуску проєктів, різних обсягів робіт (площі культури) та технічного оснащення. Безперечно, ці положення є первинними і потребують поглиблених досліджень в контексті підвищення ефективності процесів управління ПЗЦБ, а відтак забезпечення прибутковості галузі [17, 18].

Постановка завдання. Метою статті є розкрити особливості формування природно зумовлених термінів виконання робіт у проєктах збирання врожаю цукрових буряків під впливом проєктного середовища та представити результати досліджень.

Вклад основного матеріалу. Загальновідомо, що через біологічну особливість формування врожаю коренеплодів цукрових буряків, а саме – приріст їх маси та цукристості в осінній період, цілком економічно вмотивовано виникає завдання завершити

проєкт збирання врожаю в якомога пізніші терміни і до початку заморозків. Однак, через стохастичність агрометеорологічних умов своєчасність виконання ПЗЦБ характеризуватиметься вірогідністю та ризиком втрат [1, 2, 4, 10].

Саме тому, фонд часу для виконання означених проєктів необхідно узгоджувати із природними процесами скорочення тривалості світлової частини доби, ймовірності виникнення непогожих проміжків, а також початку зимового періоду.

Поля із досяглими коренеплодами є основною ідентифікаційною ознакою для прийняття рішення щодо початку реалізації проєктів збирання. Для визначення природно зумовленого часу запуску ($\tau_{пз}$) (календарного дня) ПЗЦБ сформуємо умову розв'язання даної задачі – час запуску $\tau_{пз}$ вважається раціональним ($\tau_{пз}^p$), якщо його виконання завершиться ($\tau_{зз}$) до моменту початку зимового періоду (до часу ($\tau_{ф}^3$) завершення фізичної стиглості ґрунту, або до часу (τ^{-5}) виникнення заморозків нижче -5°C) [1]. Як уже зазначалося, $\tau_{зз}$ характеризує агрометеорологічно зумовлене завершення ПЗЦБ (через початок зимового періоду), а незібраний врожай коренеплодів вважається втраченим повністю.

Для визначення $\tau_{пз}^p$ слід мати дані про $\tau_{ф}^3$ (τ^{-5}), а також знати тривалість (тзб) ПЗЦБ:

$$t_{зб} = \frac{\sum_{\gamma=1}^p S_{\gamma}}{W_{добр}} \quad (1)$$

де S_{γ} – площа γ -о поля, на якому виконують ПЗЦБ і котре входить до виробничої площі (S) культури сформованої із p -о числа полів, га; $W_{добр}$ – добова продуктивність бурякозбирального комбайна, га/добу.

З урахуванням цього, час запуску проєктів $\tau_{пз}$ необхідно вибирати так, щоб ПЗЦБ завершилися до події $\tau_{ф}^3$:

$$\tau_{пз} = \tau_{ф}^3 - t_{зб}. \quad (2)$$

Відповідно до вищезазначеного, раціональним часом запуску $\tau_{пз}^p$ проєктів слід вважати такий календарний день за якого виконуватиметься умова:

$$\tau_{зз} = \tau_{ф}^3. \quad (3)$$

Забезпечення умови (3) є ймовірнісним, оскільки час завершення $\tau_{зз}$ проєктів залежить від впливу агрометеорологічної складової:

$$\tau_{33} = f(\tau_{пз}, S_{\gamma}, W_{доб}, \sum t_{пн}). \quad (4)$$

де $\sum t_{пн}$ – сумарна тривалість непогожих проміжків впродовж виконання проєктів, діб.

Такий підхід до визначення $\tau_{пз}^p$ буде достовірним лише за ідеальних умов, тобто для однозначно встановлених (детермінованих) початкових даних - $\tau_{ф}^3$, $W_{доб}$, S , $\sum t_{пн}$, $t_{пн}$. На жаль, на практиці зміна стану коренеплодів та агрометеорологічних умов в розрізі осіннього періоду нівелює доцільність визначення $\tau_{пз}^p$ на підставі (ідеальних умов) детермінованих показників. Це вимагає розроблення нових методів та моделей визначення $\tau_{пз}^p$ ПЗЦБ (1).

Отже, через вплив ймовірнісних чинників на час τ_{33} , для будь-якого тпз існує лише певна вірогідність того, що проєкти завершаться в момент $\tau_{ф}^3$ (τ^{-5}) та виконуватиметься умова (3).

Окрім агрометеорологічно зумовлених складових умови (3), а саме тпз (тривалість погожих проміжків), $t_{пн}$, $\tau_{ф}^3$ та τ^{-5} , на значення τ_{33} також впливає мінливість добової продуктивності бурякозбирального комбайна – $W_{доб}$, га/добу. Значення $W_{доб}$ для γ -го поля залежить від багатьох чинників: 1) параметрів технічного забезпечення (Tn_{γ}); 2) поточної урожайності цукрових буряків (Un_{γ}); 3) конфігурації (K_{γ}) та рельєфу (ρ_{γ}) поля; 4) стану (λ_{γ}) ґрунту (вологості, твердості тощо); 5) природно дозволеного добового фонду часу для збирання ($t_{пдд}$); 6) організаційно-технологічних режимів виконання робіт (Tl_{γ}):

$$W_{доб\gamma} = f(Tn_{\gamma}, Un_{\gamma}, K_{\gamma}, \rho_{\gamma}, \lambda_{\gamma}, t_{пдд}, Tl_{\gamma}). \quad (5)$$

Слід зазначити, що через приріст Un_{γ} та скорочення тривалості $t_{пдд}$ впродовж осіннього періоду відбувається об'єктивне зменшення – $W_{доб\gamma}$. Окрім того, через виникнення непогожих проміжків $t_{пн}$ зростає тривалість t_{36} , що зумовлює потребу зміщення часу $\tau_{пз}$ ТП в більш "ранні терміни". Тоді, "реальна" тривалість t_{36}^p ПЗЦБ буде більшою за розрахункове значення (1), котре визначене для "ідеальних умов":

$$t_{36}^p = t_{36} + \sum t_{пн}. \quad (6)$$

Застосування цієї методології дає змогу врахувати сукупну дію ймовірнісних чинників $\tau_{пз}$ завдяки багаторазовій ітерації моделі і, на цій підставі, встановити ретроспективну множину даних для визначення статистичних характеристик та обґрунтування розподілу $\tau_{пз}^p$ [15, 16].

Врахування впливу ймовірнісних чинників ($t_{пн}$, $t_{пн}$, $\tau_{ф}^3$, τ^{-5} , $t_{пдд}$ та Un) в статистичній імітаційній моделі проєктів здійснюється на підставі

диференціальних функцій їх розподілів та відповідних статистичних залежностей, котрі обґрунтовуються за даними спостережень агрометеорологічних станцій.

Знання про добову продуктивність $W_{доб}$ дає змогу (1) визначити t_{36} , для відповідної виробничої площі (S) цукрових буряків. Тоді, відносно $\tau_{ф}^3$ у зворотному до календарної осі напрямі, фіксується проміжок часу із тривалістю t_{36} , який і визначає день запуску проєкту. Встановлена доба фіксується як $\tau_{пз}^p$ за якої виконуватиметься умова (3). Аналогічні процедури виконують для Np ітерацій моделі, що дає змогу зафіксувати ретроспективну множину даних $\tau_{пз}^p$ для наступного їх опрацювання за методами математичної статистики.

Представлення цієї методики визначення $\tau_{пз}^p$ в аналітичному виразі буде наступним:

$$\tau_{пз}^p = \tau_{ф}^3 - (t_{36} + \sum t_{пн}). \quad (7)$$

Для розкриття зв'язку між плановою (розрахунковою) тривалістю t_{36}^p проєкту та природно зумовленим часом його запуску $\tau_{пз}^n$, нами проведено статистичне імітаційне моделювання розвитку погодних умов осіннього періоду [12-14]. Зокрема, визначення $\tau_{пз}^n$ ПЗЦБ здійснено для чотирьох варіантів t_{36}^p – 5, 10, 15 та 20 діб (рис. 1).

Отримані результати моделювання опрацьовано за методами математичної статистики, що разом із застосуванням критерію χ^2 Пірсона дало змогу обґрунтувати розподіли $\tau_{пз}^n$. Диференціальні функції розподілу $\tau_{пз}^n$ наведено в табл.

Аналіз отриманих розподілів $\tau_{пз}^n$, а також даних щодо природно зумовленого часу завершення (τ_{33}^n) проєктів переконує у значних межах відхилення зазначених показників. Таким чином, вплив агрометеорологічних умов на природно зумовлені терміни запуску й завершення ПЗЦБ зумовлює значні межі відхилень вірогідності своєчасного їх виконання.

Зокрема, побудова інтегральних залежностей розподілу $\tau_{пз}^n$ для різної планової тривалості виконання ПЗЦБ дає підстави констатувати, що розгляд тільки агрометеорологічної складової як визначального критерію для обґрунтування часу запуску цих проєктів є некоректним. Зокрема встановлено, що за умови планування часу $\tau_{пз}$ ПЗЦБ у календарні терміни, які відповідають встановленим оцінкам математичного сподівання $\bar{M}[\tau_{пз,5}^n] = 298,8$, ..., $\bar{M}[\tau_{пз,20}^n] = 275,6$ доби (табл.), вірогідність "правильного" рішення щодо виконання цих проєктів знаходиться у межах $Pi = 0,61...0,621$ (рис. 2). Згідно з цим, а також із побудованими статистичними закономірностями приходимо до

висновку, що час запуску $\tau_{пз}$ ПЗЦБ необхідно розглядати у системній єдності із обсягами робіт та темпами їх виконання відповідним технічним забезпеченням. Оцінку цієї своєчасності

слід виконувати на підставі технологічного критерію – обсягів біологічних та технологічних втрат, а також їх наступного вартісного оцінення.

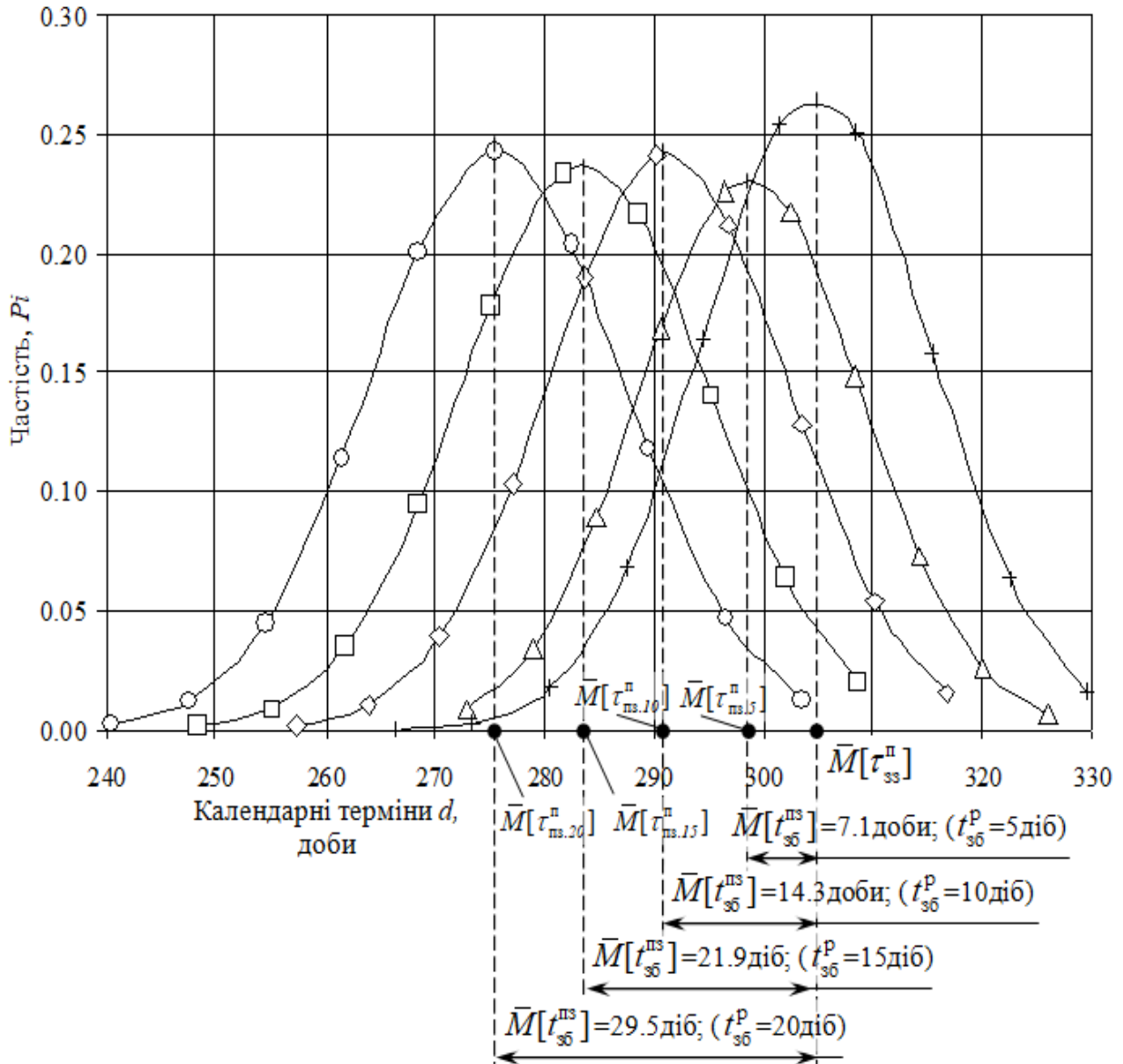


Рис. 1. Розподіл природно зумовленого часу запуску ПЗЦБ за різної планової тривалості його виконання: $\bar{M}[\tau_{пз,5}^n], \bar{M}[\tau_{пз,10}^n], \bar{M}[\tau_{пз,15}^n], \bar{M}[\tau_{пз,20}^n]$ – відповідно оцінки математичного сподівання природно зумовленого часу запуску ПЗЦБ за різної (5, 10, 15 та 20 діб) планової тривалості (t_{36}^p) їх виконання; $\bar{M}[\tau_{пз,33}^n]$ – оцінки математичного сподівання природно зумовленого часу завершення ПЗЦБ, доба

Опрацювання отриманих множин даних $\tau_{пз}^n$ за різних значень планової тривалості t_{36}^p (1...30 діб) дало змогу встановити відповідну кореляційну залежність оцінок їх математичного сподівання $\bar{M}[\tau_{пз}^n]$ від t_{36}^p (рис. 3). Рівняння цієї оберненої лінійної кореляційної залежності має вигляд:

$$\bar{M}[\tau_{пз}^n] = -1,5238 \cdot t_{36}^p + 306,52. \quad (8)$$

Високий коефіцієнт кореляції $r = -0,998$ вказує на пряму залежність $\bar{M}[\tau_{пз}^n]$ від t_{36}^p .

Слід також зауважити, що через вплив непогожих проміжків планова тривалість t_{36}^p ПЗЦБ зростатиме. Такий прояв агрометеорологічної складової зумовлює підвищення вірогідності технологічних втрат у відповідному проєкті, а відтак формує потребу врахування цього природно зумовленого явища для узгодження часу запуску $\tau_{пз}$ проєктів, виробничої площі S цукрових буряків та параметрів технічного забезпечення.

Таблиця 1 – Диференціальні функції розподілу та оцінки статистичних характеристик природно зумовленого часу запуску ПЗЦБ

Планова (розрахункова) тривалість ПЗЦБ t_{36}^p , діб	Диференціальна функція розподілу (нормальний закон розподілу)	Оцінки статистичних характеристик	
		$\bar{M}[\tau_{пз}^n]$, доба	$\nu[\tau_{пз}^n]$
5 діб	$f(\tau_{пз,5}^n) = 0,039 \cdot \exp\left[-\frac{(\tau_{пз,5}^n - 298,779)^2}{206,488}\right]$	298,8	0,353
10 діб	$f(\tau_{пз,10}^n) = 0,037 \cdot \exp\left[-\frac{(\tau_{пз,10}^n - 291,253)^2}{235,557}\right]$	291,2	0,291
15 діб	$f(\tau_{пз,15}^n) = 0,035 \cdot \exp\left[-\frac{(\tau_{пз,15}^n - 283,722)^2}{252,679}\right]$	283,7	0,290
20 діб	$f(\tau_{пз,20}^n) = 0,035 \cdot \exp\left[-\frac{(\tau_{пз,20}^n - 275,656)^2}{264,431}\right]$	275,7	0,297

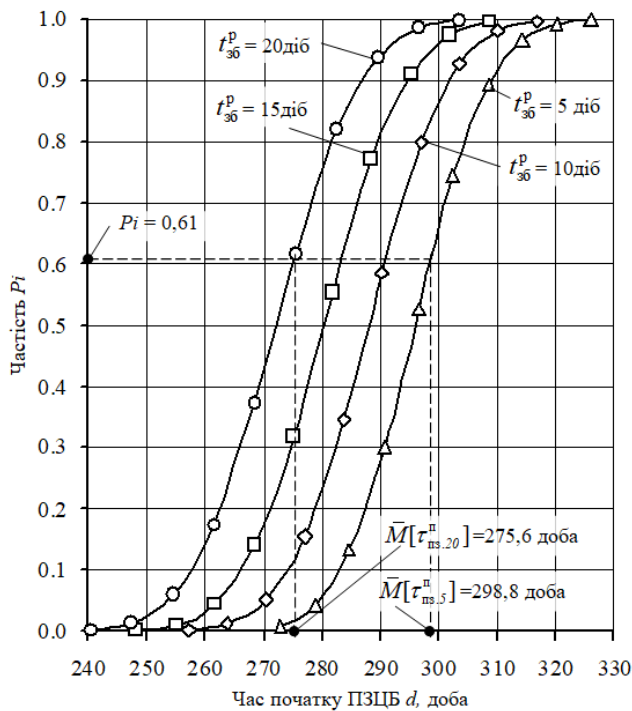


Рис. 2. Інтегральні залежності розподілу природно зумовленого часу запуску ПЗЦБ за різної планової тривалості (t_{36}^p) його виконання

Виконані нами комп'ютерні експерименти також дали змогу встановити вплив агрометеорологічних умов на "видовження" тривалості ПЗЦБ у порівнянні із її плановим значенням t_{36}^p .

Отримана закономірність зміни оцінок математичного сподівання $\bar{M}[t_{36}^n]$ за різної планової тривалості t_{36}^p проектів підтверджує гіпотезу про те, що для порівняно більших значень t_{36}^p вплив непогожих проміжків на своєчасність ПЗЦБ буде відчутнішим. Це явище також формує об'єктивні причини простою технічного забезпечення через

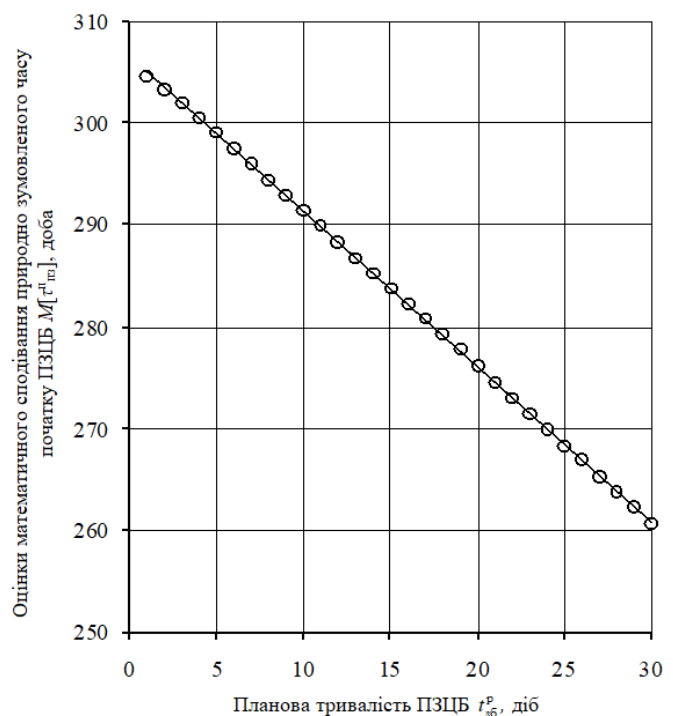


Рис. 3. Залежність оцінок математичного сподівання природно зумовленого часу запуску ПЗЦБ від планової тривалості його виконання

непогожі проміжки, а відтак позначається на сезонних обсягах виконаних робіт. Зокрема, закономірність зміни $\bar{M}[t_{36}^n]$ відносно t_{36}^p має вигляд:

$$\bar{M}[t_{36}^n] = 1.5238 \cdot t_{36}^p - 0.9413. \quad (9)$$

Значення коефіцієнту кореляції – $r = 0,999$ констатує тісний зв'язок між зазначеними величинами.

Таким чином, врахування впливу агрометеорологічної складової на формування природно зумовлених термінів виконання ПЗЦБ відіграє важливу роль в оцінці своєчасності їх

виконання та оціненні вірогідності технологічних втрат врожаю коренеплодів, а відтак дає змогу об'єктивно обґрунтувати параметри технічного забезпечення цих проєктів.

Висновки. 1. Розвиток методів та моделей управління ПЗЦБ, що дають змогу враховувати ймовірнісні складові проєктного середовища потребує застосування відповідної бази даних та знань, методів статистичного імітаційного моделювання, ІТ, комп'ютерних експериментів та узагальнення їх результатів. Це дає змогу обґрунтувати рішення щодо підвищення ефективності управління цими проєктами, а також формувати програми розвитку технологічних систем збирання врожаю сільськогосподарських культур. 2. Врахування турбулентного проєктного середовища дає змогу удосконалити методику моделювання ПЗЦБ за допомогою відповідної статистичної імітаційної моделі, а відтак кількісно оцінити узгодження часу їх запуску, виробничої площі культури та параметрів технічного забезпечення. 3. Визначення природно зумовленого часу запуску ПЗЦБ для чотирьох варіантів планової тривалості робіт (t_{36}^p – 5, 10, 15 та 20 діб) та застосування критерію χ^2 Пірсона дало змогу обґрунтувати розподіли цієї ймовірнісної величини, а також їх диференціальні функції (табл.). Аналіз цих розподілів розкриває значні межі відхилення природно зумовленого часу запуску проєктів. 4. Побудова інтегральних залежностей розподілу природно зумовленого часу запуску ПЗЦБ для різної планової тривалості виконання робіт дає підстави констатувати, що розгляд тільки агрометеорологічної складової як визначального критерію для обґрунтування часу запуску цих проєктів є некоректним. Зокрема встановлено, що за умови запуску ПЗЦБ у календарні терміни, які відповідають встановленим оцінкам математичного сподівання $\bar{M}[\tau_{пз.5}^n] = 298,8, \dots, \bar{M}[\tau_{пз.20}^n] = 275,6$ доби (табл.), вірогідність "коректного" рішення щодо термінів їх виконання знаходиться у межах $P_i = 0,61 \dots 0,621$ (рис. 2).

Список літератури

1. Спичак В. С. *Управління виробничо-технологічним ризиком у проєктах збирання цукрових буряків : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.13.22 «Управління проєктами та програмами»*. Львів, 2010. 23 с.
2. Шарьбура А. О. *Управління змістом та часом у проєктах з технологічним ризиком (стосовно збирання льону-довгунця) : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.13.22 «Управління проєктами та програмами»*. Львів, 2010. 20 с.
3. Сидорчук О. В., Тригуба А. М., Панюра Я. Й. [та ін.] Особливості ситуаційного управління змістом та часом виконання робіт у інтегрованих проєктах аграрного виробництва. *Східно-європейський журнал передових технологій*. 2010. №1/2 (43). С. 46-48.
4. Lub P., Sharybura A., Sydorчук L., Tatomyr A., Pukas V., Cupial M. Features of management of industrial-technological risk in projects of processing of soil and seeding of cultures. *Proceedings of the 1st International Workshop IT Project Management (ITPM 2020): Vol. 1 Slavsko*, 2020. pp. 244-253.

5. Heidari G., Sohrabi Y., Esmailpoor B. Influence of harvesting time on yield and yield components of sugar beet. *J. Agri. Soc. Sci.*, Vol. 4, No. 2, 2008. pp. 69-73.
6. Тимочко В. О., Падука Р. І. Ідентифікація параметрів виробничо-технічних ресурсів портфеля проєктів сільськогосподарського підприємства. *Вісник Львівського національного аграрного університету. Сер. Агроінженерні дослідження*. 2013. №17. С.22-29.
7. Lub P., Dnes V., Ukrainets V., Ivasyuk I. Features of management of industrial-technological risk in projects of processing of soil and seeding of cultures. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2010. Vol. 1, No. 2(43). pp. 56-80.
8. Lub P. Features project management adaptive technological systems fertilization, soil preparation and sowing of crops. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2011. Vol. 1, No. 5(49). – pp. 39-41.
9. Sydorчук O., Lub P., Ukrainets V., Ivasyuk I. Definitions and models of the main tasks of project management spring field work in agriculture. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2011. Vol. 1, No. 5(49). – pp. 33-35.
10. Тригуба А. М. Параметри технічного оснащення кооперативів із кормозабезпечення молочних ферм сімейного типу. *Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: Техніка та енергетика АПК*, 2015. Вып. 226. С.301-307.
11. Huijbregts T., Legrand G., Hoffman C., Olsson R. *Long-term storage of sugar beet in North-West Europe*. COBRI Report №1. 2013. p. 50.
12. Кононенко И. В., Агаи А. Имитационное моделирование применения альтернативных методологий для управления проектом в области ИТ. *Открытые информационные и компьютерные интегрированные технологии*. 2016. Вып. 73. – С. 74-86.
13. Rubinstein R. Y., Kroese D. P. *Simulation and the Monte Carlo method*, 2-nd edition. Wiley, 2007. 345 p.
14. Schildt H. C#: *The Complete Reference*. Osborne: The McGraw-Hill Companies; 2003. 752 p. doi: 10.1036/0072226803.
15. Bertalanffy L. *General system theory. Foundations, development, applications*. New York, 12th paperback printing, 2013. 296 p.
16. Harrington D. H., Dubman R. Equilibrium displacement mathematical programming model methodology and a model of the U.S. Agricultural Sector. Washington DC, USDA-ERS, *Technical Bulletin Number 1918*. 2008. p. 56-64.
17. Бушув С. Д. Життєвий цикл хмарних технологій управління проєктами та програмами. *Управління проєктами та розвиток виробництва*. 2011. № 3. С. 9-14.
18. *The Standard for portfolio management*. Third Edition, Project management institute. 2013. 189 p.

References (transliterated)

1. Spichak V. S. *Upravlinnya vy`robny`cho-technologichny`m ry`zy`kom u proektax zby`rannya czukrovy`x buryakiv : avtoref. dy`s. na zdobuttya nauk. stupenya kand. tekhn. nauk : spets. 05.13.22 «Upravlinnya proektamy ta prohramamy»* [The production-technological risk management in the projects of sugar beets harvesting: Abstract of a thesis cand. eng. sci. diss. 05.13.22 "Project and program management"]. Lviv, 2010. 23 p.
2. Sharybura A. O. *Upravlinnya zmistom ta chasom u proektakh z tekhnologichnym ryzykom (stosovno zbyrannya l'yonu-dovhuntsya) : avtoref. dys. na zdobuttya nauk. stupenya kand. tekhn. nauk : spets. 05.13.22 „Upravlinnya proektamy ta prohramamy”* [Content and time management in projects with technological risk (regarding the harvesting of flax): author's ref. dis. for science. degree of Cand. tech. Science: special. 05.13.22 "Project and program management"]. L'viv, 2010. 20 s.
3. Sidorchuk OV, Triguba AM, Panyura Ya. [ta in.]. Osoblyvosti sytuatsiinoho upravlinnia zmistom ta chasom vykonannia robit u intehrovanykh proektakh ahrarnoho vyrobnytstva [Features of situational management of the content and time of performance of works in integrated projects of agricultural production]. *Skhidno-yevropeys'kyi zhurnal peredovykh tekhnolohiy* [Eastern European Journal of Advanced Technologies]. 2010. №1/2 (43). S. 46-48.
4. Lub P., Sharybura A., Sydorчук L., Tatomyr A., Pukas V., Cupial M. Features of management of industrial-technological

- risk in projects of processing of soil and seeding of cultures. *Proceedings of the 1st International Workshop IT Project Management (ITPM 2020)*: Vol. 1 Slavsko, 2020. pp. 244-253.
5. Heidari G., Sohrabi Y., Esmailpoor B. *Influence of harvesting time on yield and yield components of sugar beet*. J. Agri. Soc. Sci., Vol. 4, No. 2, 2008. pp. 69-73.
 6. Tymochko V. O., Padyuka R. I. *Identyfikaciya parametriv vyrobnycho-technichnyh resursiv portfelya proektiv silskogospodarskogo pidpryyemstva* [The parameters Identification of production and technical resources of the agricultural enterprise project portfolio]. *Visnyk Lvivskogo nacionalnogo agrarnogo universytetu. Ser: Agroinzhenerni doslidzhennya* [Bulletin of Lviv National Agrarian University. Series: Agroengineering research]. 2013. No 17. pp. 22-29.
 7. Lub P., Dnes V., Ukrainets V., Ivasyuk I. Features of management of industrial-technological risk in projects of processing of soil and seeding of cultures. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2010. Vol. 1, No. 2(43). pp. 56-80.
 8. Osoblyvosti sytuatsynoho upravlinnya zmistom ta chasom vykonannya robot u intehrovanykh proektakh ahrarnoho vyrobnytstva / Sydorchuk O. V. Lub P. Features project management adaptive technological systems fertilization, soil preparation and sowing of crops. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2011. Vol. 1, No. 5(49). pp. 39-41.
 9. Sydorchuk O., Lub P., Ukrainets V., Ivasyuk I. Definitions and models of the main tasks of project management spring field work in agriculture. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*. 2011. Vol. 1, No. 5(49). pp. 33-35.
 10. Tryguba A. M. Parametry tehničnogo osnashhennya kooperatyviv iz kormozabezpechennya molochnyh ferm simejnogo typu [Parameters of cooperatives technical equipment for feeding of family type dairy farms]. *Naukovyj visnyk Nacionalnogo universytetu bioresursiv i pryrodokorystuvannya Ukrainy. Seriya: Tehnika ta enerhyetika APK* [Scientific Bulletin of the National University of Life and Environmental Sciences of Ukraine. Series: APC Engineering and Energy], 2015. Vol. 226. pp.301-307.
 11. Huijbregts T., Legrand G., Hoffman C., Olsson R. Long-term storage of sugar beet in North-West Europe. *COBRI Report №1*. 2013. p. 50.
 12. Kononenko I. V., Agai A. Imitatsionnoe modelirovanie primeniya alternativnykh metodologiy dlya upravleniya proektom v oblasti IT [Simulation of the alternative methodologies use for project management in the IT]. *Otkrytyie informatsionnye i kompyuternye integrirovannyye tehnologii* [Open Information and Computer Integrated Technologies]. 2016. Vol. 73. pp. 74-86.
 13. Rubinstein R. Y., Kroese D. P. *Simulation and the Monte Carlo method*. 2-nd edition. Wiley, 2007. 345 p.
 14. Schildt H. C#. The Complete Reference. *Osborne: The McGraw-Hill Companies*; 2003. 752 p. doi: 10.1036/0072226803.
 15. Bertalanffy L. General system theory. *Foundations, development, applications*. New York, 12th paperback printing, 2013. 296 p.
 16. Harrington D. H., Dubman R. Equilibrium displacement mathematical programming model methodology and a model of the U.S. *Agricultural Sector*. Washington DC, USDA-ERS, Technical Bulletin Number 1918. 2008. pp. 56-64.
 17. Bushuyev S. D. Zhytlyevyj cykl hmarnyh tehnologij upravlinnya proektamy ta programamy [Elektronnyj resurs] [Lifecycle of cloud-based project and program management technologies [Online resource]]. *Upravlinnya proektamy ta rozvytok vyrobnyctva* [Project management and production development]. 2011. No 3. pp. 9-14.
 18. The Standard for portfolio management. Third Edition, *Project management institute*, 2013. 189 p.

Надійшла (received) 15.01.21

Відомості про авторів / Сведения об авторах / About the Authors

Луб Павло Миронович (Луб Павел Миронович, Lub Pavlo Mironovych) – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри інформаційних систем та технологій Львівського національного аграрного університету, м. Дубляни; e-mail: pollylub@ukr.net.; ORCID: <http://orcid.org/0000-0001-9600-0969>

Шарибура Андрій Остапович (Шарыбура Андрей Остапович, Sharybura Andriy Ostapovych) – кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри експлуатації та технічного сервісу машин ім. професора О.Д. Семковича Львівського національного аграрного університету, м. Дубляни; e-mail: ascharibura@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0001-7329-8774>

Пташник Вадим Вікторович (Пташник Вадим Викторович, Ptashnyk Vadym Viktorovych) – кандидат технічних наук, в.о. доцента кафедри інформаційних систем та технологій Львівського національного аграрного університету, м. Дубляни; e-mail: ptashnykproject@gmail.com. ORCID: <http://orcid.org/0000-0002-1018-1138>

Пукас Віталій Леонідович (Пукас Виталий Леонидович, Pukas Vitaliy Leonidovych) – здобувач кафедри тракторів, автомобілів та енергетичних засобів Подільського державного аграрно-технічного університету, м. Кам'янець-Подільський; e-mail: pukas.ivanna@mail.ru. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-0083-7359>

Шелест Тетяна Миколаївна (Шелест Татьяна Николаевна, Shelest Tetyana Mykolayivna) – асистент кафедри технологій управління Київського національного університету ім. Т. Шевченка, м. Київ; e-mail: tns.univ@gmail.com. ORCID: <https://orcid.org/0000-0002-5237-6865>