

ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

На правах рукопису

СПІЧАК Валерій Степанович

УДК 658.631.3

**УПРАВЛІННЯ ВИРОБНИЧО-ТЕХНОЛОГІЧНИМ РИЗИКОМ
У ПРОЕКТАХ ЗБИРАННЯ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ**

05.13.22 – управління проектами та програмами

Дисертація на здобуття наукового ступеня
кандидата технічних наук

Науковий керівник
СИДОРЧУК Олександр Васильович
доктор технічних наук,
член-кореспондент НААН України,
професор

Львів – 2010

ЗМІСТ

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ	5
ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1 СТАН ПИТАННЯ В ПРАКТИЦІ ТА ТЕОРІЇ	13
1.1. Аналіз проектного середовища цукровиробництва в Україні та за кордоном	13
1.2. Аналіз особливостей досягання цукрових буряків, технологій їх збирання і означення проблеми управління ризиком цих проектів	20
1.3. Аналіз чинних науково-методичних основ управління ризиком у проектах	28
Висновки до розділу 1	39
РОЗДІЛ 2 НАУКОВО-МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ УПРАВЛІННЯ ВИРОБНИЧО-ТЕХНОЛОГІЧНИМ РИЗИКОМ У ПРОЕКТАХ ЗБИРАННЯ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ	41
2.1. Ідентифікація зовнішнього середовища проектів збирання цукрових буряків	41
2.2. Аналіз чинників ефективності проектів збирання цукрових буряків та ідентифікація причин їх ризику	49
2.3. Ідентифікація подій проектного середовища та особливості їх впливу на перебіг бурякозбиральних робіт у проектах збирання цукрових буряків	55
2.4. Методологія управління виробничо-технологічним ризиком на підставі статистичного імітаційного моделювання	66
Висновки до розділу 2	73
РОЗДІЛ 3 МЕТОДИКА ФОРМУВАННЯ БАЗИ ДАНИХ І ВІДОБРАЖЕННЯ РИЗИКУ УМОВ ПРОЕКТНОГО СЕРЕДОВИЩА ТА РОБІТ У МОДЕЛІ ВІРТУАЛЬНОГО ПРОЕКТУ ЗБИРАННЯ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ	75
3.1. Загальна програма виробничих експериментів	75

3.2. Методика формування бази даних показників агрометеорологічної складової проектного середовища	77
3.3. Методика формування бази даних показників предметної складової проектного середовища	82
3.4. Методика прогнозування природно зумовленого фонду часу на виконання бурякозбиральних робіт у проектах збирання цукрових буряків	85
3.5. Методика прогнозування характеристик предметної складової проектного середовища	88
3.6. Методика дослідження ризику інтегрованих функціональних показників за допомогою статистичної імітаційної моделі віртуального проекту збирання цукрових буряків	91
3.7. Алгоритм статистичної імітаційної моделі віртуального проекту збирання цукрових буряків	95
РОЗДІЛ 4 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ СТАТИСТИЧНИХ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ РИЗИКУ УМОВ ПРОЕКТНОГО СЕРЕДОВИЩА	100
4.1. Результати обґрунтування моделей ризику агрометеорологічної складової проектного середовища	100
4.2. Результати обґрунтування закономірностей біологічної складової проектного середовища	104
4.3. Результати обґрунтування моделей ризику біологічної складової проектного середовища	109
Висновки до розділу 4	114
РОЗДІЛ 5 РЕЗУЛЬТАТИ МОДЕЛЮВАННЯ ТА КІЛЬКІСНОГО ОЦІНЕННЯ ВИРОБНИЧО-ТЕХНОЛОГІЧНОГО РИЗИКУ ПРОЕКТІВ ЗБИРАННЯ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ	117
5.1. Результати дослідження ризику природно зумовленого фонду часу на виконання бурякозбиральних робіт у проектах збирання цукрових буряків	117

5.2. Результати прогнозування розвитку біологічної складової проектного середовища та оцінення точності управлінських рішень	123
5.3. Результати моделювання бурякозбиральних робіт у проектах збирання цукрових буряків на тактичному рівні управління їх виробничо-технологічним ризиком	126
5.4. Моделі ризику інтегрованих функціональних показників проектів збирання цукрових буряків за тактичного управління їх виробничо-технологічним ризиком	135
5.5. Моделі ризику інтегрованих функціональних показників проектів збирання цукрових буряків за стратегічного управління їх виробничо-технологічним ризиком	139
5.6. Алгоритм інформаційно-аналітичної системи управління виробничо-технологічним ризиком у проектах збирання цукрових буряків та результати оцінення економічної ефективності від його застосування	144
Висновки до розділу 5	148
ВИСНОВКИ	151
ДОДАТКИ	155
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	204

ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ

ЗЦБ – проекти збирання цукрових буряків;

ВТР – виробничо-технологічний ризик;

ВСЦВ – виробнича система цукровиробництва;

ВЦБ – проекти вирощування цукрових буряків;

ЗЦБ – проекти збирання цукрових буряків;

ТЗІ – проекти транспортно-заготівельної інфраструктури;

ПЦБ – проекти переробки та зберігання цукрових буряків;

П – поля;

К – бурякозбиральні комбайни;

А – автомобілі;

БП – бурякоприймальні пункти;

ЦЗ – цукровий завод;

ПО – переробне обладнання;

С – склади готової продукції.

ВСТУП

Актуальність теми. Виробництво цукру в Україні здійснюється на підставі реалізації множини різнотипних проектів, які взаємопов'язані між собою. Отримання продукту в цій галузі відбувається у чотири етапи – вирощування цукрових буряків сільськогосподарськими підприємствами, збирання їх врожаю та транспортування до найближчих цукрових заводів де, власне, й відбувається переробка цукросировини. Впродовж життєвого циклу цих проектів здійснюється управління людськими, матеріальними, енергетичними, інформаційними та іншими ресурсами [40, 65, 72, 73, 82]. Під час управління цими ресурсами виникає виробничо-технологічний ризик (ВТР) – небажане відхилення показників ефективності проектів. Для обґрунтування протиризикових заходів на ВТР у проектах виконують такі управлінські функції, як ідентифікація причин ризику та його кількісна оцінка, розвинення реакцій на ризик та контроль за ними [73].

Особливістю проектів збирання цукрових буряків (ЗЦБ) є те, що ефективність їх реалізації значною мірою зумовлена своєчасністю бурякозбиральних робіт, терміни виконання яких необхідно узгоджувати з некерованим розвитком агрометеорологічної та біологічної складових проектного середовища. Зокрема стохастичність агрометеорологічно зумовлених подій проектного середовища зумовлює нерівномірність розвитку коренеплодів цукрових буряків, а відтак і флуктуації інтегрованих функціональних показників проектів ЗЦБ. Відповідно до цього управління ВТР проектів ЗЦБ необхідно здійснювати на підставі узгодження обсягу, темпу та часу початку бурякозбиральних робіт із некерованими подіями проектного середовища. Це дасть змогу забезпечити максимальний збір вирощеного врожаю цукрових буряків.

Аналіз чинних методів та моделей управління ризиком переконує у їх важливості для теорії управління проектами. Однак ними не враховуються системно-подієві особливості розвитку умов проектного середовища та

об'єктивні передумови формування ризику проектів збирання врожаю сільськогосподарських культур. Використання цих моделей під час управління ВТР у проектах ЗЦБ може призвести до помилкових рішень. Тому розроблення нових методів і моделей управління ВТР у проектах ЗЦБ є актуальним завданням як з наукового, так і з практичного поглядів.

У дисертаційній роботі розглядається задача підвищення ефективності управління ВТР проектів ЗЦБ. Управління ВТР здійснюється завдяки ідентифікації причин ризику, їх кількісному оціненню та обґрунтуванню реакцій на ризик – узгодженню обсягу, темпу та часу початку бурякозбиральних робіт у цих проектах із некерованим та стохастичним розвитком умов проектного середовища, зокрема його агрометеорологічної та предметної складових, на підставі розроблення й застосування нових методів і моделей кількісного оцінення інтегрованих функціональних показників віртуальних проектів ЗЦБ.

Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами. Дисертаційну роботу виконано відповідно до комплексного плану науково-дослідних робіт Львівського національного аграрного університету: “Розробка рекомендацій з підвищення ефективності соціально-економічного розвитку сільських територій Західного регіону України” (номер державної реєстрації 0100U002333). Окремі дослідження виконувались у межах договірних тематик “Аналіз та обґрунтування машинно-технологічного забезпечення малих сільськогосподарських формувань” (номер державної реєстрації 0104U008601) та “Розробити науково-методичні засади та проект технологічно інтегрованої системи комбайнового збирання зернових культур в регіонах України на основі врахування технологічного ризику та забезпечення умов ресурсоощадності” (номер державної реєстрації 0105U008572).

Мета і завдання досліджень. *Метою роботи* є підвищення ефективності управління виробничо-технологічним ризиком проектів збирання цукрових буряків на підставі розроблення та використання нових

методів ідентифікації, кількісного оцінення ризику чинників та інтегрованих функціональних показників проектів, а також моделей узгодження обсягу, темпу та часу початку бурякозбиральних робіт із ймовірними подіями проектного середовища.

Для досягнення поставленої мети виконано такі *завдання*:

- проаналізувати та з'ясувати можливість використання у проектах збирання цукрових буряків чинних методів управління виробничо-технологічним ризиком;
- розкрити предметну сутність проектів збирання цукрових буряків, системно-подієві передумови виконання робіт у них, а також науково-методичні підстави управління виробничо-технологічним ризиком;
- ідентифікувати причини виробничо-технологічного ризику, ризик чинників та інтегрованих функціональних показників ефективності проектів ЗЦБ, з'ясувати причинно-наслідкові зв'язки між ними;
- обґрунтувати методи та моделі кількісного оцінення ризику базових подій проектного середовища, статистичних закономірностей природно зумовленого фонду часу на виконання бурякозбиральних робіт у проектах, а також ризику чинників ефективності та їх синтезу у статистичній імітаційній моделі віртуального проекту збирання цукрових буряків;
- розробити комп'ютерну програму статистичної імітаційної моделі віртуального проекту збирання цукрових буряків, виконати моделювання проектів із заданими технічним оснащенням та виробничою програмою за різних планових термінів початку бурякозбиральних робіт, кількісно оцінити ризик та обґрунтувати статистичні закономірності їх інтегрованих функціональних показників;
- обґрунтувати реакції на ризик – узгодити обсяг, темп і час початку бурякозбиральних робіт із ймовірними подіями проектного середовища у процесах стратегічного та тактичного їх планування;

– розробити алгоритм інформаційно-аналітичної системи управління виробничо-технологічним ризиком проектів збирання цукрових буряків та впровадити результати досліджень у практику.

Об’єкти дослідження – проекти збирання цукрових буряків та процеси стратегічного і тактичного управління їх виробничо-технологічним ризиком.

Предмет дослідження – статистичні закономірності подій та причинно-наслідкові зв’язки формування виробничо-технологічного ризику проектів збирання цукрових буряків, а також методи та моделі управління цим ризиком.

Методи дослідження. У роботі використано методи системно-подієвого аналізу та синтезу, теорії управління проектами, виробничих спостережень і статистичного імітаційного моделювання, метод ітерацій, статистичного та кореляційно-регресійного оцінення експериментальних даних, графоаналітичного та логічного аналізу.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в тому, що:

➤ *вперше:*

- розкрито множину специфічних задач управління виробничо-технологічним ризиком у проектах збирання цукрових буряків та встановлено, що до найвагоміших реакцій на нього слід віднести узгодження обсягу, темпу та часу початку бурякозбиральних робіт із розвитком умов проектного середовища у процесах стратегічного і тактичного планування;

- ідентифіковано причини ризику головних чинників ефективності проектів ЗЦБ на основі системно-подієвого підходу, розкрито причинно-наслідкові зв’язки та механізм їх впливу на ризик інтегрованих функціональних показників цих проектів;

- розроблено методи дослідження виробничо-технологічного ризику та обґрунтовано статистичні моделі поведінки агрометеорологічної та предметної складових проектного середовища, а також їх впливу на перебіг

проектів збирання цукрових буряків та статистичні закономірності ризику їх інтегрованих функціональних показників;

- розроблено алгоритм інформаційно-аналітичної системи управління виробничо-технологічним ризиком проектів збирання цукрових буряків на основі використання статистичних закономірностей поведінки агрометеорологічної та предметної складових проектного середовища;

➤ *удосконалено:*

- системно-подієвий підхід до дослідження виробничо-технологічного ризику у проектах аграрного виробництва;

- методи прогнозування базових подій проектного середовища та кількісного оцінення ризику природно зумовленого фонду часу на виконання робіт у проектах;

➤ *отримали подальший розвиток* науково-методичні засади управління виробничо-технологічним ризиком у проектах аграрного виробництва.

Практичне значення одержаних результатів. Розроблені методи та моделі дають змогу підвищити ефективність управління ВТР у проектах ЗЦБ на етапі їх планування. В основу концептуально розробленого алгоритму управління ВТР покладено комп'ютерну програму статистичної імітаційної моделі віртуального проекту ЗЦБ, використання якої дає змогу менеджерам проектів кількісно оцінювати ризик їх інтегрованих функціональних показників для відповідних обсягу, темпу й терміну бурякозбиральних робіт та узгоджувати роботи з ймовірними подіями проектного середовища і на цій основі мінімізувати ВТР та забезпечити максимальний збір урожаю коренеплодів.

Розроблений алгоритм інформаційно-аналітичної системи управління ВТР проектів ЗЦБ впроваджено у практику ВАТ «Гнідавський цукровий завод» та СГ ТзОВ «Луга» Вол.-Волинського району Волинської області.

Основні положення теоретичних та експериментальних досліджень дисертації впроваджено у навчальний процес Львівського національного

аграрного університету і використовуються для вивчення дисциплін “Управління проектами”, “Виробничий менеджмент та маркетинг”, “Основи інженерного менеджменту” студентами факультету механіки та енергетики.

Особистий внесок здобувача. Автором отримані такі наукові результати: виконано аналіз впливу продуктивності технічного оснащення на темпи виконання робіт у проектах [6, 126]; проаналізовано особливості проектів ЗЦБ та передумови формування їх ВТР [94, 153]; проаналізовано особливості проектного середовища ЗЦБ та причини ВТР [122, 125, 132]; здійснено класифікацію причин ВТР у проектах ЗЦБ [122, 132]; означено базові події проектного середовища ЗЦБ та проаналізовано їх вплив на роботи у проектах [2]; розроблено алгоритм інформаційно-аналітичної системи управління ВТР проектів ЗЦБ [110, 217]; виконано виробничі спостереження та формалізовано ризик агрометеорологічної [124] і біологічної [120, 153] складових проектного середовища ЗЦБ; виконано комп’ютерні експерименти, обґрунтовано статистичні закономірності ризику інтегрованих функціональних показників ефективності та оптимального часу початку робіт у проектах ЗЦБ для умов Вол.-Волинського району Волинської області [133, 152].

Апробація результатів дисертації. Основні положення роботи доповідались та отримали позитивну оцінку на: щорічних звітних науково-практичних конференціях викладачів та аспірантів Львівського національного аграрного університету (Львів, 2002-2008 рр.); Міжнародному науково-практичному форумі “Екологічні, технологічні та соціально-економічні аспекти ефективного використання матеріально-технічної бази АПК” (Львів, 2008 р.); Міжнародному науково-практичному форумі “Шляхи підвищення ефективності використання агроресурсного потенціалу” (Львів, 2009 р.); Міжнародній конференції “Управління проектами у розвитку суспільства: Прискорення розвитку організації на основі проектного управління” (Київ, 2009); I Міжнародній науково-практичній конференції

“Інтегроване стратегічне управління, управління проектами і програмами розвитку підприємств і територій” (Славське, 2010 р.).

Публікації. Основний зміст і результати дисертаційної роботи опубліковані в 14 друкованих працях, з них 7 у фахових виданнях, 2 у депонованих працях та 5 у матеріалах конференцій.

РОЗДІЛ 1

СТАН ПИТАННЯ В ПРАКТИЦІ ТА ТЕОРІЇ

1.1. Аналіз проектного середовища цукровиробництва в Україні та за кордоном

Цукрові буряки – високотехнологічна, високоприбуткова і важлива технічна культура, оскільки це єдина сировина в Україні для виробництва цукру. Завдяки сприятливим ґрунтово-кліматичним умовам Україна завжди займала провідне місце за площами посіву цукрових буряків і виробництвом цукру. Тільки для забезпечення внутрішніх потреб державі щорічно необхідно близько 2 млн. т цукру [23]. Виробництво цукрових буряків у нашій країні завжди мало вагоме економічне і соціальне значення. Займаючи близько 3...4% від загальної посівної площі в Україні, ця культура дає 17% чистого прибутку. Основні витрати у проектах вирощування цукрових буряків зумовлені закупівлями мінеральних та органічних добрив – 40,9%, паливно-мастильних матеріалів – 13,2%, заробітною платою – 15,1% і засобами захисту рослин – 8,7%. Тоді рентабельність виробництва становитиме 16,1%, а прибуток за цінами 2008 року – 1597 грн/га [23].

Окрім того, рентабельність проектів вирощування цукрових буряків не обмежується лише виробництвом цукру. У результаті переробки буряків одержують також інші продукти: мелясу – для виробництва комбікормів, спирту, гліцерину, дріжджів, лимонної кислоти та інших речовин для хімічної, парфумерної і харчової промисловості; жом та гичку – використовують як корм для тварин або як органічне добриво. Таким чином, цукрові буряки є не тільки цінною технічною, а й кормовою культурою, унікальною та своєрідною за своїм призначенням, всі частини якої використовуються людиною і тваринами, а переробка коренеплодів фактично є повністю безвідходним виробництвом.

Аналіз сучасного стану бурякоцукрової галузі України переконує в

тому, що світова фінансова криза кінця 2008 року ще більше поглибила її негативну динаміку [24]. У результаті цього підприємства-експортери знижують обсяги продукції, інвестиційні компанії зменшують фінансові операції, а середні й дрібні виробники, фермерські господарства тощо зазнають ще більшого занепаду.

Однією з головних причин такого стану бурякоцукрової галузі у державі є також те, що її розвиток не регулюється ринковим важелями, як це робиться у державах ЄС та інших країнах світу. Необхідно також зазначити, що в ринкових умовах ефективність проектів виробництва цукрових буряків залежить не тільки від реалізаційної ціни та умов вирощування, а значною мірою від квоти на виробництво цукру і права господарства продавати сировину за цінами квоти та імпорتنих тарифів. Надлишкова кількість цукрових буряків в умовах ринку може бути реалізована за реально діючими цінами тільки на світовому ринку. Тому в ринковій економіці феномен України 2006 року з перевиробництвом цукру при значних його запасах просто був би неможливий. Нemoжливий також і зворотний феномен, за якого через дії зацікавленої групи людей зупиняється виробництво цукрових буряків на 1 рік і більше, різко скорочуються посівні площі та одночасно знижується ціна реалізації зі 186,0 до 157,6 грн за тону. Сьогоднішній Нинішній стан галузі у державі є саме результатом таких рішень 2007 року [23].

Як наслідок, ефективність сучасних сільськогосподарських підприємств-виробників цукрових буряків є досить низька. За окремими джерелами [163], із 3295 бурякосійних підприємств України близько 1894 на площі 179 тис. га виробили 3 млн. тонн цукрових буряків із високою собівартістю та мінусовою рентабельністю. Інша частина – 1401 господарств з урожайністю 250,1-400 ц/га (250,1-300 ц/га – 388 підприємств, 300,1-400 ц/га – 530, понад 400 ц/га – 483 підприємства) на площі 301 тис. гектарів виростили майже 12 млн. тонн коренеплодів. Це дає підстави стверджувати,

що 42,5% господарств забезпечують вирощування 81% цукрових буряків у державі.

Згідно даних Державного комітету статистики України негативна тенденція бурякоцукрової галузі є довготривалою (рис. 1.1-1.3) [136].

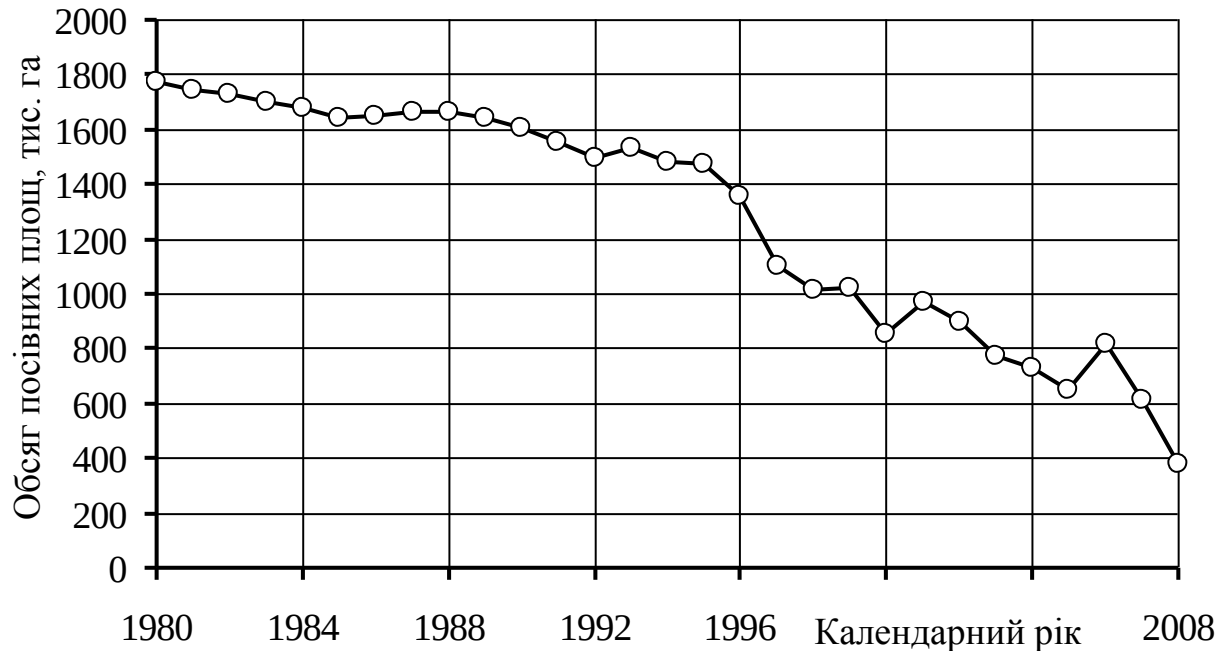


Рис. 1.1. Тенденція зміни обсягів посівних площ цукрових буряків в Україні.

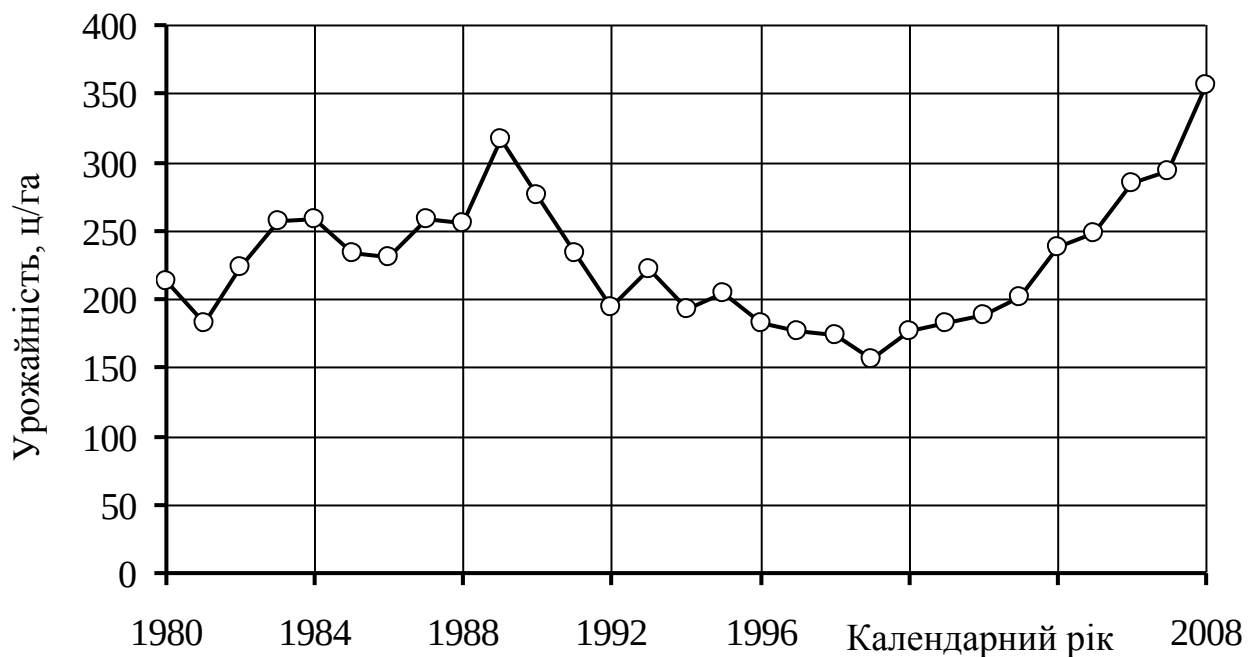


Рис. 1.2. Тенденція зміни урожайності цукрових буряків в Україні.

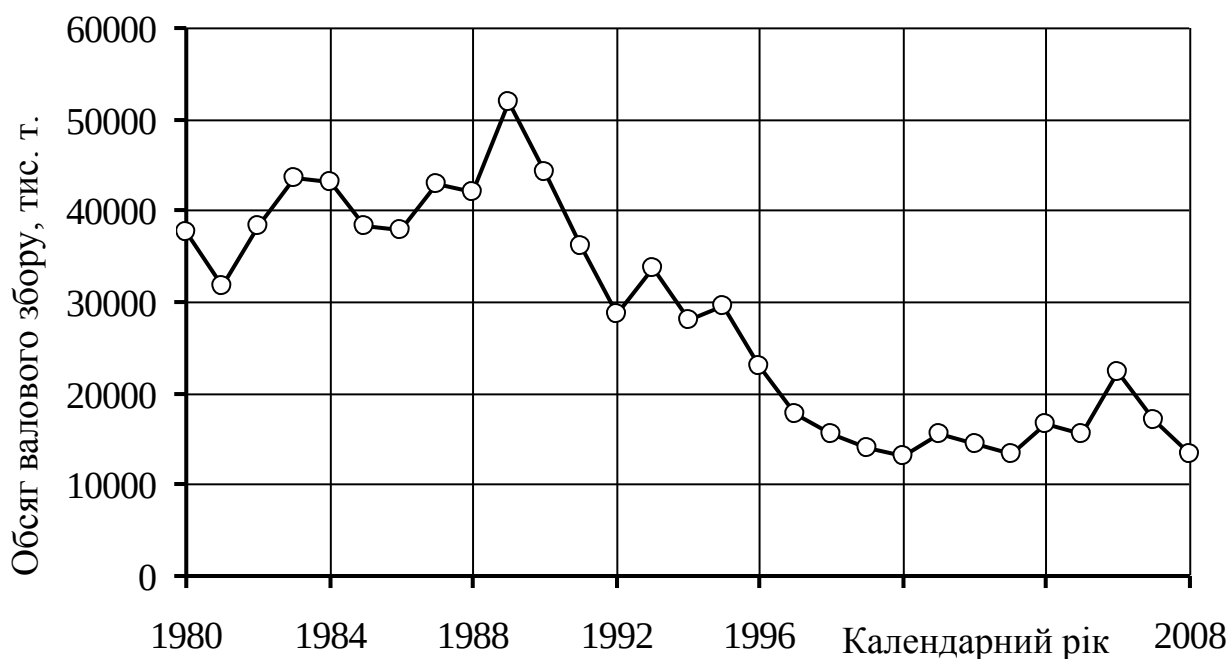


Рис. 1.3. Тенденція зміни обсягів валового збору врожаю цукрових буряків в Україні.

Скорочення посівів цукрових буряків впродовж останніх років і зниження виробництва цукру в Україні позначилось на угодах торгівлі із Російською державою. Зокрема, Росія констатувала відсутність у 2009 році експортного потенціалу українського бурякового цукру для відповідних поставок і наголосила, що їх продовження буде можливе у рамках погоджених сторонами обсягів тільки у випадку, коли Україна уніфікує ставки митного тарифу цукру і цукру-сирцю зі ставками, які застосовуються відносно цих товарів у Російській Федерації [146].

Окрім того, сьогодні у державі виникають питання щодо майбутнього забезпечення цукром внутрішнього ринку урожаєм 2009-2010 років. Продовження існуючої тенденції зниження темпів виробництва цукру і перехід на імпортований продукт зумовить повний занепад галузі. Тоді угода із світовою спільнотою щодо 260 тис. т цукрового імпорту згідно з умовами СОТ, 2% ввізного мита на цукор-сирець та ліквідації квот „В” і „С” для вітчизняного виробництва зумовлює досить жорсткі умови на ринку сільськогосподарської продукції [23]. За таких умов розвиток бурякоцукрової

галузі у державі буде досить складним і обмеженим. Зрозуміло, що таких заходів, як підвищення врожайності і цукристості, економія матеріальних і трудових ресурсів під час вирощування і збирання коренеплодів цукрових буряків, зниження втрат вирощеного врожаю тощо, є недостатньо. Потрібна державна підтримка національного товаровиробника.

З цього приводу Мінагрополітики, з урахуванням перехідних залишків цукру минулих років, на початок 2008/2009 маркетингового року розподілило між 104 цукровими заводами обсяг виробництва цукру квоти „А” із цукрових буряків урожаю 2008 року на рівні 1740 тис. тонн. Проте до сезону переробки цукрових буряків були забезпечені матеріально-технічними ресурсами та сировиною лише 74 цукрові заводи. За окремими прогнозами [163], лише 48 цукрових заводів будуть завантажені сировиною на 90 діб і більше.

Внаслідок скорочення кількості цукрових заводів в Україні, спостерігається тенденція припинення виробництва цукру в окремих регіонах. Якщо до теперішнього часу виробництво цукру в Україні традиційно було зосереджено у 19 областях, то сьогодні в Дніпропетровській, Миколаївській та Івано-Франківській областях припиняється його виробництво. Аналогічна ситуація відбувається і в Одеській, Сумській та Чернівецькій областях [23, 163].

З іншого боку, аналіз стану технічного забезпечення АПК України дав змогу встановити, що він стабільно погіршується: знижується технічний рівень функціональних структур, зменшується кількісний склад машинно-тракторного парку. За існуючої стратегії розвитку сільського господарства України відбулося значне скорочення парку спеціалізованої техніки для вирощування цукрових буряків та їх збирання. Технічне забезпечення сільськогосподарських виробників наближається до критичного рівня, виникла загроза повної втрати машинних технологій та переходу на технології спрощеного й нижчого рівня. Формується тенденція до технічної залежності АПК від імпорту техніки [38].

Темпи щорічного спрацювання основних технічних засобів у 5-10 разів перевищують їх оновлення. Заводи тракторного і сільськогосподарського машинобудування та ремонтні підприємства втратили досягнутий у попередні роки технологічний рівень виробництва, занепали конструкторські організації, втрачені кваліфіковані кадри. Спеціалізовані машини, які використовуються у виробництві, є копіями застарілих конструкцій і не відповідають вимогам сучасних технологій. Із машин, що залишилися, майже 85% вичерпало нормативний технічний ресурс, а простой з технічних причин сягають близько 50% робочого часу.

Відповідно до цього на підтримку підприємств агропромислового комплексу, у тому числі бурякоцукрової галузі, Урядом передбачено кошти Стабілізаційного фонду, які виділяються на безповоротній основі Мінагрополітики, зокрема для здешевлення кредитів загальною сумою 800 млн. гривень, для часткової компенсації витрат на посіви, у тому числі цукрового буряку – 250 млн. гривень. Передбачено, що використання цих коштів дасть змогу забезпечити державну підтримку на рівні 2008 року – 750 гривень на 1 гектар посіву [38].

Для підтримки підприємств бурякоцукрової галузі та стабілізації цінової ситуації на внутрішньому ринку цукру Кабінет Міністрів зобов'язав центральні органи виконавчої влади вивчити можливість встановлення пільгових цін на природний газ для цукрових заводів на період сезону переробки буряку, впровадження пільгових тарифів для виробників цукру на перевезення залізничним транспортом цукрових буряків, вапнякового каменю, мазуту та інших допоміжних матеріалів, необхідних для переробки цукрових буряків, списання сум несплачених і штрафних санкцій, які були застосовані до виробників цукру в попередніх роках.

Вважається [23], що заходи, які здійснює Уряд, дадуть змогу не допустити у 2009/2010 маркетинговому році дефіциту цукру у державі, підвищити врожайність цукрових буряків, збільшити валовий збір, істотно покращити економічний та фінансовий стан сільськогосподарських

підприємств усіх форм власності, збільшити надходження до бюджету. Однак існують аргументи [23], за яких доплата з розрахунку 750 грн. на 1 га, яку затверджено для врожаю 2009 р., хоча й зможе покращити становище, але для забезпечення високого рівня рентабельності цього все одно недостатньо.

Якщо розглянути це питання через призму Світового ринку, то на сьогодні він перебуває у фазі зростання оптово-відпускних цін на цукор, що створює сприятливі умови для розвитку бурякоцукрового комплексу України. Однак для цього необхідно провести реформу ринкових механізмів у державі, без яких успіх недосяжний. За даними «Журналу буряківників і цукровиків України» [146], у 2008-2009 роках світовий ринок відчуватиме дефіцит цукру в обсязі 3-5 млн. т. Причиною цього є зниження виробництва цукру в Індії та Євросоюзі, а також ріст обсягів споживання. Окрім того, через несприятливі погодні умови в Австралії і на островах Карибського басейну значна частина посівів тростини знищена. Водночас світове споживання продукту щороку зростає майже на 3%. У такому разі створюються умови для різкого підвищення цін на цукор та продукти, що його використовують. Підтвердженням цього є те, що ціни на цукор-сирець у 2008 році зросли до 23% і продовжують змінюватись. Така тенденція світового ринку цукрової продукції зумовить дефіцит та наступне зростання цін. Такий розвиток подій автоматично підвищить вартість ввезеного цукру-сирцю та білого цукру, а також зумовить пожвавлення внутрішнього виробництва [146].

Таким чином, сучасний стан бурякоцукрової галузі України характеризується негативною тенденцією. Зміна такого курсу галузі неможлива без державного регулювання та фінансової допомоги для реструктуризації й підвищення ефективності проектів із вирощування, збирання цукрових буряків (ЗЦБ), а також переробки цукрової сировини загалом.

1.2. Аналіз особливостей досягання цукрових буряків, технологій їх збирання і означення проблеми управління ризиком цих проектів

Особливістю проектів ЗЦБ є те, що їх ефективність значною мірою залежить від узгодження робіт у проектах із темпами досягання цукрових буряків та розвитком агрометеорологічних умов осіннього періоду. Тому без їх аналізу, а також аналізу впливу умов проектного середовища на ефективність бурякозбиральних робіт розкриття головних проблем управління ризиком проектів ЗЦБ є неможливим.

Що стосується особливостей досягання коренеплодів цукрових буряків, то необхідно зазначити, що це біологічне явище має деякі специфічні тенденції. Ці культури вважаються стиглими, коли протягом декількох днів вони витрачають більше енергії, ніж утворюється нових речовин у процесі асиміляції [160]. У кінцевій фазі їх вегетації сповільнюється приріст та формування коренеплоду, але триває накопичення цукру. За сприятливої сонячної погоди і "здорового" листового апарату цей процес триває аж до жовтня, а за відсутності заморозків – і до листопада [81, 160]. Результати досліджень окремих вчених агрономів переконують у тому, що якщо гичка буряків відмирає внаслідок заморозків, посухи або ураження грибними хворобами, то збирати врожай необхідно до моменту формування нових листків, які відростають за рахунок запасів енергії, що накопичена у коренеплодах [160].

На даний час розрізняють ботанічну, біологічну та технічну стиглість цукрового буряка [81, 160]. Ботанічна стиглість настає, коли дозріває насіння. У природних умовах це відбувається на другий рік життя рослини. Поняття біологічної і технічної стиглості стосуються до цукрового буряка першого року життя і відрізняються певною умовністю. Біологічна стиглість цукрового буряка пов'язана з призупиненням життєвих процесів у рослині, які тривають до кінця її вегетації в окремий рік. Це відбувається в результаті

похолодання, зменшення тривалості світлового дня та інших умов. Технічна стиглість цукрового буряка характеризується такими особливостями: максимальною масою коренеплоду і максимальним вмістом цукру при мінімальному середньодобовому прирості маси й цукристості коренеплоду. Перед її настанням рядки буряку розмикаються, листя стає ясно-зеленим, частково жовтіє і відмирає. Термін настання технічної стиглості залежить від погодних умов, агротехніки, а також сортових особливостей [81, 160].

Окремі джерела зазначають [27], що бурякозбиральні роботи найдоцільніше розпочинати за умови настання “технічної стиглості” цукрових буряків. У технічній стиглості маса коренеплоду і вміст у ньому цукру сягають свого максимуму, чистота соку висока, вміст м'ясоутворювальних речовин мінімальний.

Дослідивши взаємозв'язок біологічних процесів у коренеплодах цукрових буряків з агрометеорологічними умовами осіннього періоду, багато вчених агрономів зазначають [64, 81, 160], що приріст маси коренеплодів та нагромадження цукрів у ньому відбувається до моменту зниження середньодобової температури повітря нижче $+6-8^{\circ}\text{C}$. Отже, тепла осінь та пізня зима зумовлюють доцільність пізніших термінів бурякозбиральних робіт. У цьому разі приріст маси коренеплодів і нагромадження цукрів у цих відбуватиметься порівняно довше, внаслідок чого, досягається “максимальна біологічна врожайність” культури. Відомо [25], що якщо у вересні виникають сприятливі умови, то приріст цукру у коренеплодах може сягнути 3 т/га, а для жовтня – 1,8 т/га. Внаслідок цього вибір термінів початку робіт у проектах ЗЦБ необхідно здійснювати з огляду на стан коренеплодів цукрових буряків та розвиток агрометеорологічних умов осіннього періоду.

Окрім цього, під час вибору термінів робіт у проектах ЗЦБ необхідно враховувати технологічно можливі темпи їх виконання, а також умови наступного зберігання коренеплодів цих культур. Відомо [25], що чим довше триває зберігання коренеплодів, тим більше цукру буде витрачено на дихання і тим більше нецукрових речовин накопичиться у коренеплодах.

Погіршуватиметься і якість переробки коренеплодів. Високі температури швидко викликають значне погіршення якості цукрових буряків, оскільки внаслідок підвищення температури прискорюються ферментативні процеси. Крім цього, найнесприятливіші умови складаються під час довгого зберігання у вересні й жовтні. У цей період ще виникають високі температури (20°C), в той час коли оптимальні температури зберігання перебувають у межах 3-5°C.

З іншого боку, реалізація проектів ЗЦБ у пізні календарні терміни підвищує ризик технологічних втрат через несвоєчасне завершення бурякозбиральних робіт та ураження культури заморозками (нижче -5°C) [64, 81, 160], а відтак і зниження ефективності проектів. Тому бурякозбиральні роботи у проектах ЗЦБ рекомендовано організовувати так, щоб завершити їх до заморозків у повітрі та на поверхні ґрунту [160].

Аналіз технічного оснащення проектів ЗЦБ та специфіки функціонування бурякозбиральної техніки дав змогу встановити те, що важливим показником ефективності їх застосування вважається повнота збирання та фізична засміченість сировини ґрунтом і рослинними рештками [111]. Не заглиблюючись у переваги та недоліки тих чи інших робочих органів бурякозбиральних комбайнів, зазначимо, що ці показники значною мірою залежать як від урожайності коренеплодів, так і від типу викопувальних та очисних робочих органів, а також від фізичного стану ґрунту (вологість, щільність і твердість). Зазначимо також, що до якості роботи бурякозбиральних комбайнів ставлять такі вимоги: 1) під час зрізування гички – втрати коренеплодів (від зрізування головок) не повинні перевищувати 3-5%; 2) під час викопування коренеплодів – втрати їх у ґрунті і на поверхні мають бути не більше ніж 1,5%; 3) втрати на підборі з польових кагатів – до 0,5%; 4) травмованість робочими органами – до 3% [151]. Дотримання цих агротехнічних вимог дає змогу забезпечити зниження механічних втрат коренеплодів у межах 5%. За несприятливих погодних і ґрунтових умов, коли ґрунт вологий, забруднення коренеплодів і гички вище,

відсівання земляних домішок погіршується і, як наслідок, ці втрати можуть сягати 20% і більше.

Залежно від конкретних погодних, агротехнічних і організаційних умов під час збирання цукрових буряків застосовують потоковий, потоково-перевалочний і перевалочний способи (табл. 1.1) [143]. Застосування того чи іншого способу збирання залежить від технічного стану комбайнів, наявності транспортних засобів і трудових ресурсів, відстані перевезень тощо.

Таблиця 1.1

Аналіз технологій збирання цукрових буряків

Технологія	Переваги	Недоліки
1	2	3
Комбайнова (звичайна)	Застосування простого та дешевого бурякозбирального комбайна або причіпної копачки, незначні витрати часу на розвантаження бункера комбайна	Застосування ручного доочищення ЦБ та формування з них подовгастих насипів, буряки складають на полі, потреба у навантажувачі, рух автомобіля по полю
Потокова	Безперервність процесу, ЦБ не зберігаються на полях, відсутні втрати у кагатах, відсутня потреба у ручному доочищенні та навантажувачах	Потреба значної кількості транспортних засобів і трудових ресурсів, темп роботи комбайна залежить від роботи транспортних засобів та приймальних пунктів, необхідність зупинки комбайна під час зміни завантаженого транспортного засобу, незручний при значних віддальх перевезення
Перевалочна	Швидкі темпи збиральних робіт, зручний при значних відстанях до приймального пункту, застосування незначної кількості транспортних засобів, зручний при значних віддальх перевезення	ЦБ кагатують на краю поля, збільшується обсяг навантажувально-розвантажувальних робіт, пошкодження ЦБ під час операцій розвантаження та завантаження, потреба у навантажувачах

1	2	3
Потоково-перевалочна	Швидкі темпи збиральних робіт, 40-60% транспортних засобів порівняно із потоковою технологією, зменшення втрат ЦБ у кагатах, можна одночасно використати автомобілі (для відвезення продукції на приймальні пункти) та тракторні причеми або автосамоскиди (для відвезення коренеплодів у кінець гону), насипи коренеплодів у кінці гонів можна вивозити незалежно від режиму роботи комбайнів (у нічну частину доби).	Потреба в управлінні значною кількістю операцій збирально-транспортних робіт, значна потреба у трудових ресурсах

У звичайному способі збирання комбайнами коренеплоди вивантажують на поле окремими купами і доочищають вручну, після чого завантажують у транспортні засоби і відвозять до пунктів переробки цукрових буряків. За потокової технології зібрані коренеплоди безпосередньо подають комбайнами в транспортні засоби і відвозять до пунктів переробки без ручного доочищення. Використання потокової технології дає змогу забезпечити швидку їх доставку із поля на цукрові заводи та, відповідно, знизити технологічні втрати біологічного врожаю культури. Однак суттєвим недоліком цього способу є те, що для його реалізації необхідно мати велику кількість транспортних засобів. За окремими оцінками [156, 157], їх кількість для одного шестирядного комплексу (із врожайністю коренеплодів 40 т/ц та віддалю перевезення 10 км) повинна становити 8-10 одиниць із вантажопідйомністю 5 т, а на відстань 20 км – 13-15 автомашин і т.д. Зменшення кількості залучених автомобілів на практиці здійснюють використанням бурякоприймальних пунктів, до яких

доставляють цукрові буряки на тимчасове зберігання, з наступним їх транспортуванням до цукрових заводів.

Використання перевалочної технології передбачає перевезення коренеплодів на перевалочний пункт, де їх розвантажують у великі насипи, або польові кагати. Звідти буряконавантажувачами коренеплоди подають на транспортні засоби і відвозять до пунктів переробки цукрових буряків. Потоково-перевалочна технологія поєднує дві попередні: частину коренеплодів відвозять на переробні пункти, а решту – на перевалочний пункт. Перевалочний і потоково-перевалочний способи дозволяють робити вибіркове ручне доочищення коренеплодів.

Однак за умови достатньої кількості потрібної бурякозбиральної техніки виконання вимог технології збирання й чіткої організації відповідних робіт ефективніше здійснювати за потоковою технологією [143].

До комбайнового збирання ставлять такі вимоги: після проходу комбайна коренеплоди на полях не мають залишатися; їх загальна засміченість не повинна перевищувати 10%, у тому числі зеленою масою не більше 3%; зібрані коренеплоди не повинні мати значних пошкоджень; кількість деформованих коренеплодів – не більше 3%; маса головок коренеплодів, зрізаних із гичкою, – не більше 5% їх загальної маси; зібрані коренеплоди відвозять на пункти переробки в день збирання, укладають у польові кагати і вкривають шаром землі. Якість бурякозбиральних робіт оцінюється кількістю невикопаних та втрачених на поверхні поля коренеплодів, яка не повинна перевищувати 1% і 6% від їх загальної кількості [92].

Аналіз варіантів технічного оснащення проектів ЗЦБ дав змогу встановити, що бурякозбиральні комбайни поділяють на два типи: бральні та із зрізом гички на коренеплодах. В останні роки для збирання цукрових буряків використовують вітчизняні бурякозбиральні комплекси, до складу яких входять гичкозбиральна машина БМ-6М [87-89, 140], самохідні бурякозбиральні комбайни типу КС-6Б-01, КС-6Б-02, КС-6В, КБ-6 (бункерні)

та КСБ-6 «Збруч» тощо і транспортні засоби. Також використовують комплекси машин закордонного виробництва фірм Franz Kleine, Holmer, Stoll, ROPA (Німеччина), Matrot, Moreau (Франція), TIM (Данія), AGRIFAC, RIECAM, VREDO (Нідерланди), P.Barigelli&C, Italo svizzera (Італія) та інші. В Україні найвідоміші такі самохідні бурякозбиральні комбайни: SF-10 фірми Franz Kleine (Німеччина), M-41MH фірми Matrot (Франція), GR-4000, LECTRA-4005 фірми Moreau (Франція), R26.45K та R26.50K фірми ROPA (Німеччина), KRBS фірми Holmer (Німеччина), SR-1800 і SR-2500 фірми TIM (Данія) тощо [69].

Широке застосування знайшли дво- та трирядні причіпні бурякозбиральні комбайни фірм Franz Kleine, Stoll (Німеччина) і TIM (Данія). Серед дворядних відомі KR2 (Franz Kleine), V202 (Stoll), RATIONAL (Becker), MIISA/TE120 (AIM), а серед трирядних – V300 (Stoll), RATIONAL (Becker), MIISA/TE120 (TIM). Із причіпних бурякозбиральних комбайнів українського виробництва використовують КСП-2 (КВП “ДКЗ” Дніпропетровськ), КБ-2 (ВАТ “Тернопільський комбайновий завод”) та інші [69, 97].

Розрізняють різні способи викопування коренеплодів, однак спільною ознакою є те, що робочі органи комбайнів взаємодіють із ґрунтом поля та самою культурою. Відповідно до цього стан ґрунту поля на момент бурякозбиральних робіт у проектах ЗЦБ здійснює вплив на показники їх виконання та засміченість коренеплодів землею загалом. Під станом ґрунту слід розуміти фізико-механічні властивості (зв’язність, липкість, пластичність, твердість тощо), які залежать від механічного складу та ступеня його зволоження. Механічний склад ґрунту характеризує вміст і співвідношення в ньому частинок різного розміру, які за фракціями поділяють на: 1) фізичну глину (діаметром $< 0,01$ мм); 2) фізичний пісок ($0,01 - 1$ мм); 3) ґрунтовий скелет (>1 мм) [22].

Таким чином, випадання дощу та снігу в осінній період зумовлює зміну вологості верхніх шарів ґрунту і здійснює некерований вплив на

можливість або неможливість бурякозбиральних робіт у проектах ЗЦБ. Окремі джерела зазначають [22, 81], що продовжувати роботу технічних засобів, робочі органи яких безпосередньо взаємодіють із ґрунтом, доцільно за умови його "фізичної стиглості". Під фізичною стиглістю ґрунту розуміють такий ступінь його зволоження, за якого досягається найвища якість роботи машини з найменшими зусиллями. Межі цієї вологості для різних типів ґрунтів дещо відрізняються: 1) для чорноземів – 15-18% від абсолютно сухої маси ґрунту; сірих лісових ґрунтів – 17-16%; 3) дерново-підзолистих середньо суглинкових – 16-18% [64]. Зокрема за низької вологості ґрунту ускладнюється робота машин через його твердість і в'язкість, за більшої вологості – через високу пластичність тощо (табл. 1.2).

Таблиця 1.2

**Вплив вологості ґрунту на можливість
роботи сільськогосподарських машин [86]**

Вологість поверхневого ґрунту	Показники роботи машин	Консистенція ґрунту
Вкритий снігом	Польові роботи неможливі.	-
Надмірно зволожений	Польові роботи неможливі, трактори й машини грузнуть у рідкому ґрунті.	Текуча
Сильно зволожений	Польові роботи утруднені; потрібні великі тяглові зусилля; якість роботи низька; ґрунт прилипає до робочих органів, коліс тощо.	Липка
Добре зволожений	Робочі органи функціонують із максимальною продуктивністю; якість роботи висока.	Мягкопластична
Слабо зволожений	Робота відбувається із значними затратами зусиль, але дає задовільні результати щодо її якості.	Твердопластична
Сухий	Глинистий ґрунт відколюється глибами по тріщинах; роботи потребують значних зусиль, робочі органи виносить з ґрунту, піщаний ґрунт розсипається тощо.	Тверда чи сипка
Мерзлий	Польові роботи неможливі	-

Таким чином, біологічні особливості досягання цукрових буряків під впливом агрометеорологічних умов осіннього періоду зумовлюють специфічні предметні передумови для виконання робіт у проектах ЗЦБ. Зокрема ранній початок бурякозбиральних робіт, коли ще відбувається приріст маси коренеплодів та нагромадження цукрів у них, зумовлює біологічні втрати врожаю через його недобір порівняно з пізніми термінами збирання. Однак надто пізні терміни збирання підвищують ризик технологічних втрат через ураження заморозками вчасно не зібраних коренеплодів. Осінні заморозки пошкоджують коренеплоди, знижуючи їх товарну якість і кінцевий вихід цукру під час переробки цукрової сировини. Окрім того, вплив агрометеорологічних умов на вологість ґрунту в осінній період зумовлює такий його стан, що унеможливорює забезпечення агротехнічних вимог щодо якості бурякозбиральних робіт, викопаних коренеплодів та засміченості цукрових буряків.

Дослідження особливостей впливу умов проектного середовища на перебіг бурякозбиральних робіт у проектах ЗЦБ дає змогу розробити відповідні методи та моделі дослідження, а відтак і обґрунтувати рекомендації щодо управління ВТР цих проектів.

1.3. Аналіз чинних науково-методичних основ управління ризиком у проектах

Ефективність проектів ЗЦБ значною мірою залежить від ефективності управління їх виробничо-технологічним ризиком. Під виробничо-технологічним ризиком слід розуміти ризик, який зумовлений: 1) втратами від зупинки виробництва (робіт) внаслідок впливу різних чинників; 2) недостатньо обґрунтованими вимогами до якості матеріалів; 3) помилковими розрахунками затрат та недостатнім створенням резерву; 4) впровадженням у виробництво нової техніки та технологій [30, 109]. Тоді, у загальному розумінні, виробничо-технологічний ризик проектів збирання

цукрових буряків відображає небажане відхилення показників ефективності від їх запланованих значень [30].

Розвиток України як держави з ринковою економікою зумовив потребу у поглибленому вивченні та застосуванні знань з теорії управління проектами та, зокрема, управління їх ризиком [8, 37, 78, 109]. Така тенденція характерна і для проектів бурякоцукрової галузі АПК України.

У світовій практиці управління проектами користуються Міжнародними стандартами управління ризиками (табл. 1.3).

Аналіз сучасних літературних джерел дав змогу встановити те, що ризик проектів розглядають за різними його класифікаційними ознаками. Класифікація ризиків потрібна для: 1) складання найбільш повного переліку ризиків, притаманних виробництву; 2) вибору найбільш ефективних методів управління ними; 3) організації системи управління ризиком.

Зокрема ризик класифікують відповідно до задач, у яких він враховується, та галузей, до яких він належить [35, 68, 78, 84, 107, 109, 154]: 1) ризики, пов'язані із виробничою діяльністю; 2) ризики, пов'язані з особами, що приймають рішення; 3) ризики, пов'язані з недостатньою кількістю інформації щодо стану зовнішнього середовища, в якому реалізовується проект.

Окремі джерела [158, 165], класифікацію ризику пропонують здійснювати відповідно до різних характеристик:

- *за родом небезпеки*: техногенні (антропогенні), природні та змішані;
- *за характером наслідків*: чисті (тільки втрати), спекулятивні (як втрати, так і прибуток);
- *за масштабами наслідків*: незначні, допустимі, критичні, катастрофічні;
- *за частотою виникнення*: низька, середня, висока;
- *за місцем виникнення*: внутрішні, зовнішні (відносно керованого об'єкта);

Міжнародні стандарти управління ризиками

Розробник, видавець	Назва стандарту
Комітет спонсорських організацій Комісії Тредвея, США (<i>Committee of Sponsoring Organizations of the Treadway Commission (COSO), USA</i>).	Управління ризиками підприємства – інтегрована схема (<i>Enterprise Risk Management – Integrated Framework (ERM), 2004</i>).
Інститут ризик-менеджменту, Асоціація ризик-менеджменту і страхування, Національний форум ризик-менеджменту в суспільному секторі (Великобританія). Принятий Федерацією європейських асоціацій ризик-менеджерів. (<i>The Institute of Risk Management (IRM), The Association of Insurance and Risk Managers (AIRMIC) and ALARM The National Forum for Risk Management in the Public Sector, UK. Adopted by Federation of European Risk Management Associations</i>).	Стандарт управління ризиками (<i>A Risk Management Standard, 2002</i>).
Стандарти Австралії (<i>Standards Australia</i>).	Стандарт управління ризиками Австралії і Нової Зеландії (<i>Australian/New Zealand Risk Management Standard (AS/NZS 4360), 2004</i>).
Базельський комітет з банківського нагляду (<i>Basel Committee on Banking Supervision</i>).	Базель II: Міжнародні стандарти виміру капіталу – допрацьоване погодження (<i>Basel II: International Convergence of Capital Measurement and Capital Standards: a Revised Framework, 2004</i>).

- за рівнем виникнення: окреме робоче місце або співробітник, структурний підрозділ, підприємство загалом, галузь чи група суміжних галузей, регіон, країна загалом, глобальні ризики;

- за сферою походження: природно-екологічні, демографічні, геополітичні, соціально-політичні, адміністративно-законодавчі, виробничі, підприємницькі, фінансові, комерційні, професійні, інвестиційні, транспортні тощо;

- *за причинами виникнення*: невизначеність майбутнього, нестача інформації, суб'єктивні чинники;
- *за природою об'єктів, що є ризиковими*: власність, доходи, життя і здоров'я людей, громадянська відповідальність тощо.

У своїх працях В.В. Вітлінський [35], пропонує розглядати внутрішні та зовнішні причини ризику. До зовнішніх причин належать ті, що не піддаються керуванню, однак їх необхідно прогнозувати та враховувати у проектах. Автор поділяє їх на дві групи: 1) безпосереднього впливу (законодавство, податкова система, конкуренція тощо); 2) опосередкованого впливу (науково-технічний прогрес, політична ситуація, стихійні лиха тощо).

Внутрішні причини ризику охоплюють такі чотири групи: 1) стратегія підприємства; 2) принципи господарювання підприємства; 3) ресурси і їх використання; 4) якість і рівень використання маркетингу. Ширший перелік причин ризику розглядають В.В. Вітлінський та П.І. Верченко, які, окрім зазначених причин, пропонують враховувати ще й некомпетентність персоналу та якість продукції і послуг [36].

Глибокий аналіз причин ризику та методів обґрунтування реакцій на нього у проектах системи технічного обслуговування та ремонту пожежних автомобілів здійснено у працях [12, 13].

Аналіз цих теоретичних положень переконує в тому, що ризик характеризується якісними та кількісними показниками. Розгляд якісних показників ризику дає змогу ідентифікувати множину його чинників. Кількісна складова – формалізувати вагомість і ступінь дії окремих чинників ризику, а також ризику проекту загалом.

Для виконання практичних дій щодо управління ризиком проектів у Керівництві з питань проектного менеджменту (PMBOK) передбачено виконання таких етапів [68]: ідентифікація ризику, кількісна оцінка ризику, розвинення реакції на нього та контроль за реакціями. Дещо схожий підхід розроблено у праці [112], який включає наступні кроки: 1) виявити внутрішні та зовнішні чинники, які впливають на ризик; 2) здійснити аналіз

ідентифікованих чинників; 3) оцінити ризик; 4) обґрунтувати допустимий рівень ризику; 5) проаналізувати складові проекту стосовно обґрунтованого допустимого рівня ризику; 6) розробити дії щодо зниження цього ризику.

В основному розрізняють чотири методи впливу на ризик (рис. 1.4).



Рис. 1.4. Основні методи впливу на ризик [158, 165].

Аналіз чинних методів кількісної оцінки ризику дав змогу встановити наступні їх види: аналітичний, метод експертних оцінок, метод аналогій, "бета-аналіз", аналіз доцільності затрат, статистичний, нормативний [108, 109, 148, 158, 159]. Особливістю аналітичного методу є те, що його застосування дає змогу виконати аналіз чуттєвості моделі, аналіз величини відносного ризику, економіко-математичне моделювання та використати методи математичної статистики [108]. У свою чергу, аналіз чуттєвості моделі здійснюється внаслідок: 1) обґрунтування основних показників, відносно яких буде проводитися цей аналіз; 2) визначення характерних чинників системи; 3) визначення та оцінення впливу окремих чинників ризику на основні показники системи. Застосування цього методу дає змогу врахувати ризик та невизначеність, визначити показники ефективності

системи за різного впливу чинників ризику, а також обґрунтувати параметри системи, за яких її функціонування відбуватиметься без втрат.

Однак застосування цього методу обмежується такими його недоліками: 1) не враховується системна дія чинників ризику, оскільки не розглядаються їх причинно-наслідкові зв'язки та можливі розподіли їх кількісних показників; 2) немає змоги здійснити порівняльну оцінку альтернативних проектів.

Щодо аналізу відносного ризику? то необхідно зазначити, що він здійснюється на підставі двох показників: середнього очікуваного значення (математичного сподівання) та його відхилення [17, 19, 20]. Застосування методів математичної статистики дає змогу здійснити кількісне оцінення ризику на підставі опрацювання множини випадкових його значень. Зокрема для встановлення цих значень використовують показники [51, 62, 100, 101, 135, 155]:

- дисперсії:

$$D = \sum_{i=1}^k (Y_i - Y_c)^2 \cdot P_i; \quad (1.1)$$

- середньоквадратичного відхилення:

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^k (Y_i - Y_c)^2 \cdot P_i}; \quad (1.2)$$

- коефіцієнта варіації:

$$v = \frac{\sigma}{Y_c}, \quad (1.3)$$

де k – кількість інтервалів варіаційного ряду емпіричних значень; Y_i – середина інтервалу; Y_c – математичне сподівання; P_i – емпірична частість випадкової величини.

Однак для об'єктивного оцінення значень відносного ризику необхідно володіти значною кількістю статистичних даних, процедури отримання, систематизації та опрацювання яких, через суб'єктивні причини, зумовлюють похибки в оціненні цього ризику.

Окрім того, до основних недоліків аналітичного методу належить те, що відсутня можливість ітераційного оцінення характеристик загального ризику для відповідних умов реалізації проекту (обсягів робіт, технічного оснащення, забезпеченості трудовими ресурсами тощо) та різної дії окремих груп чинників (причин) цього ризику.

В основу методу експертних оцінок покладено спеціально організовані опитування, які проводяться з експертами відповідної галузі. Результати цих опитувань дають змогу, за нескладних математичних перетворень отриманої інформації, побудувати відповідну модель складових досліджуваного ризику, оцінити їх ймовірність та виявити серед них ті, що піддаються управлінню. Для підвищення точності експертних оцінок враховують прості та залежні ризики [159]. Зокрема прості ризики розглядаються як самостійні, що не залежать один від одного, а залежні – як складові простих. Такий підхід дає змогу означити всі ризики проекту та оцінити дію кожного з них у балах, які, власне, й дають змогу встановити вагомість дії тієї чи іншої складової ризику. Щодо недоліків методу, то необхідно зазначити, що можливість його застосування є дещо обмеженою. Це зумовлене складністю експертного оцінення системної дії причин ризику у ринкових умовах, які постійно змінюються. Окрім того, на практиці існує досить невелика кількість висококваліфікованих експертів-управлінців, що володіють знаннями у предметній галузі, а їх залучення до опитування потребує значних витрат на оплату інтелектуальної праці. З іншого боку, оцінки цих експертів відображають суб'єктивний досвід, а можливість детального врахування всіх складових ризику зводиться до їх узагальнення.

Метод аналогій [109] ґрунтується на вивченні досвіду реалізації схожих проектів, опитуванні їх учасників тощо. У результаті цього отримують множини відповідних показників, що характеризують складові ризику і на підставі цього здійснюють формалізацію їх залежностей. Відповідно до встановлених закономірностей складових ризику здійснюється обґрунтування дій щодо управління ними. Недоліками методу аналогій є:

1) обов'язкова потреба наявності проектів-аналогів; 2) невелика кількість повних аналогів відповідного проекту; 3) низька ймовірність того, що одні й ті ж складові ризику будуть однаково проявляти себе у різних проектах.

Застосування методу "бета-аналізу" [159] дає змогу визначити ризик завдяки порівнянню флуктуацій окремих чинників упродовж відповідного періоду аналізу. Оцінення ризику здійснюється на підставі спеціального показника – β (бета), який відображає зміну ризику відносно попередньо обґрунтованого середнього його значення. Зокрема зростання цього показника відображає більший ризик. У разі, коли виконується умова $\beta = 0$, вважають, що ризик відсутній. До недоліків цього методу відносимо те, що він не дає змоги встановити закономірності ризику інтегрованих та ймовірних показників ефективності проектів, а також детально розглянути специфіку дії всіх складових ризику.

Метод аналізу доцільності затрат [158] дає змогу обґрунтувати потенційні "зони" ризику. Метод передбачає розбиття проектів на так звані зони, кожна з яких оцінюється з огляду на ризик потенційних витрат. У результаті цього обґрунтовують резерви коштів і засобів. Для аналізу доцільності затрат використовують два показники: 1) надлишок або нестача власних коштів; 2) надлишок або нестача коштів, узятих у кредит. На підставі цих показників оцінюється матеріальна забезпеченість проекту. Щодо недоліків методу, то необхідно зазначити, що його застосування потребує наявності балансу підприємства та не дає змоги проаналізувати складові ризику.

Статистичний метод [43, 44, 45, 109, 158] ґрунтується на опрацюванні ретроспективної множини показників, які відображають тенденції зміни значень ризику у минулому. Застосування методу дає змогу встановити статистичні характеристики цих показників. Після цього будується крива ризику (лінія Лоренца), за якою визначають рівень небажаних відхилень. Для оцінення рівня небажаних відхилень здійснюють аналіз області ризику [68, 108, 145].

Під областю ризику розуміють деякі межі небажаних відхилень, за яких значення ризику не перевищує граничних його показників. Для встановлення меж області ризику здійснюють розрахунок коефіцієнта ризику (K_p) [5]:

$$K_p = \frac{B_{втр}}{B_{рес}}, \quad (1.4)$$

де $B_{втр}, B_{рес}$ – максимальна вартість втрат та сумарна вартість ресурсів.

Керуючись кількісним значенням цього коефіцієнта, розрізняють п'ять областей ризику: 1) безризикова область ($K_p = 0$); 2) область мінімального ризику ($K_p = 0-0,25$); 3) область підвищеного ризику ($K_p = 0,25-0,5$); 4) область критичного ризику ($K_p = 0,5-0,75$); 5) область недопустимого ризику ($K_p = 0,75-1$). Застосування методу уможливорює досить точне оцінення ризику та не вимагає значних затрат. Однак для нього характерні такі недоліки: 1) різко знижується точність отриманого результату у разі зміни тенденцій досліджуваного ризику; 2) орієнтований на констатацію відомих характеристик ризиків, а не на їх прогнозування; 3) відсутність єдиного підходу до методики розрахунку коефіцієнта ризику; 4) обмежується наявністю достатньої кількості статистичних даних; 5) не дає змоги врахувати всі складові ризику.

У сучасних методах дослідження ризику показників ефективності проектів досить широко застосовується метод імітаційного моделювання, або так званий метод "Монте-Карло" [109]. Особливістю методу є те, що він дає змогу відобразити у моделі проекту реальні умови його виконання. Це здійснюється на підставі формалізованих характеристик та закономірностей взаємодії складових проекту, їх причинно-наслідкових зв'язків тощо, які отримано на підставі опрацювання багаторічних статистичних даних. Застосування методу імітаційного моделювання дає змогу найбільш об'єктивно відобразити особливості проекту та кількісно оцінити ризик враховуючи велику кількість його ймовірних причин.

До недоліків статистичного методу необхідно віднести його трудомісткість та те, що для його застосування на практиці необхідно використовувати персональні комп'ютери.

Нормативний метод передбачає використання нормативної документації для порівняння з фактично отриманими значеннями ризику [79]. Порівнюючи отриманий ризик із нормативним, приймають рішення щодо його кількісного значення. Метод зручний у використанні та не вимагає значних затрат праці. До його недоліків належить складність вибору еталона для порівняння за нормативами, а також те, що метод дає змогу отримати лише загальну оцінку ризику, яка не відображає особливостей проекту, а отже, може призвести до прийняття помилкових рішень.

Що стосується розвинення реакцій на ризик, то необхідно зазначити, що для цього застосовують такі методи: 1) створення резерву коштів (засобів) для покриття непередбачених витрат; 2) розподіл ризику між учасниками проекту; 3) страхування проекту або його складових [8, 108, 145, 159].

Визначення обсягів резерву коштів для покриття непередбачених витрат передбачає використання методів ідентифікації та кількісної оцінки ризику. Відповідно до точності оцінки вартості проекту визначають обсяги створення резерву коштів (або засобів). У випадку, коли вартість проекту визначена неточно, збільшується ймовірність зниження ефективності його реалізації, втрат коштів (засобів) тощо. Для визначення обсягів резерву використовують два методи [108]: 1) загальний резерв, який передбачає покриття затрат, передбачених у кошторисі проекту; 2) спеціальний резерв, який передбачає покриття затрат за окремими статтями, зростання цін на окремі складові проекту тощо.

Однак створення резерву коштів зумовлює їх виведення з фінансових оборотів підприємства, обсяг резерву не завжди може покривати витрати, необхідно залучати додаткових працівників для ведення облікових документів тощо.

Для зниження ризику виробничої діяльності застосовують диверсифікацію та хеджування [159]. Сутність цих методів зводиться до розподілення ризику між різними сегментами, учасниками проектів, від однієї особи до іншої тощо [145]. Розподіл ризику між учасниками проекту може бути якісний та кількісний. Кількісний розподіл ризику можна здійснити на підставі відповідної концептуальної моделі [145], в основу якої покладено ”дерево ймовірностей і розв’язків”, що дає змогу обґрунтувати послідовність рішень. Будь-яке рішення стосовно проекту приймається з розподілом ризику між двома сторонами – замовником та виконавцем. Водночас замовник бажає реалізувати проект з мінімальними витратами, у стислі терміни та з дотриманням відповідної якості. З іншого боку, виконавець зацікавлений у максимальному прибутку. Необхідно зазначити, що цей метод має деякі недоліки: кожний з учасників проекту зацікавлений тільки в окремих складових ризику, а інші ігнорує, що в кінцевому випадку зумовлює зростання ризику проекту загалом; можливі помилкові дії під час розподілу відповідальності учасників проекту за складові ризику [8]. Окрім того, коло задач, у яких застосовують ці методи, належать до галузі управління фінансовими активами, а це виходить за межі нашого проекту.

На даний час досить популярним є страхування ризику, яке дає змогу, фактично, перенести ризик на страхову компанію. До найпоширеніших його видів належать: 1) страхування майна; 2) страхування від нещасних випадків; 3) страхування майбутнього врожаю тощо. Однак використання страхування зумовлює потребу моніторингу вартості застрахованого об’єкта у часі, створення страхового відділу підприємства тощо. Окрім того, діяльність страховиків АПК України значною мірою зумовлена політичними та економічними умовами державного розвитку, наглядом за страховою діяльністю тощо, що в кінцевому результаті позначилося на низькій ефективності страхового ринку у державі.

Аналіз підходів щодо розроблення реакцій на ризик [1, 8, 13, 35, 36, 61, 107, 109, 158] дав змогу встановити, що в основному розглядають три їх класифікаційні ознаки (табл. 1.4).

Таблиця 1.4

Класифікація реакцій на ризик

Класифікаційна ознака	Спосіб дії на ризик	Реакції на ризик
Розташування джерела дії на ризик відносно проекту	Внутрішні	Лімітування, створення резерву, локалізація, відхилення
Активність дії на ризик	Пасивної дії	Страхування, відхилення, самострахування, пошук гарантів
	Активної дії	Лімітування, локалізація
Час здійснення реакцій на ризик	До виникнення ризику	Страхування, самострахування, попереджувальні заходи
	Після виникнення ризику	Дотації, фінансова допомога, кредити на ліквідацію збитків

Таким чином, аналіз чинних методів та моделей управління ризиком дав змогу встановити те, що їх застосування для управління ВТР проектів ЗЦБ не дасть змоги системно врахувати особливості впливу стохастичних умов проектного середовища на роботи у цих проектах, а відтак і об'єктивно оцінити їх інтегровані функціональні показники ефективності.

Висновки до розділу 1

1. Аналіз бурякоцукрової галузі України переконує в тому, що внаслідок різкого зменшення площ посіву та валового збору цукросировини, втрати ринку збуту, відсутності обігових коштів у товаровиробників тощо, ефективність роботи бурякоцукрового комплексу у державі знизилась. Відродження галузі необхідно здійснювати на підставі реалізації множини специфічних проектів з вирощування цукрових буряків, збирання їх врожаю,

заготівлі та транспортування цукрової сировини, переробки, а також управління їх виробничо-технологічним ризиком.

2. Аналіз проектів ЗЦБ дав змогу встановити вагомість впливу умов їх проектного середовища на перебіг бурякозбиральних робіт. Зокрема ефективність реалізації цих проектів значною мірою залежить від узгодження бурякозбиральних робіт із досяганням цукрових буряків та розвитком агрометеорологічних умов осіннього періоду. Неврахування цієї особливості проектів ЗЦБ не дасть змоги розкрити головні проблеми з управління їх виробничо-технологічним ризиком.

3. Аналіз технічного оснащення та технологічних особливостей проектів ЗЦБ дав змогу означити переваги та недоліки відповідних технологій збирання врожаю коренеплодів цукрових буряків, які застосовують у практиці сучасних агроформувань. Зокрема встановлено, що максимальний ефект у проектах ЗЦБ досягається за умови застосування механізованих технологій із найвищими темпами робіт.

4. Аналіз чинних науково-методичних основ управління ризиками у проектах свідчить про те, що їх застосування для управління ВТР проектів ЗЦБ є обмеженим та потребує доопрацювання. Зокрема, ними не враховано системний підхід до обґрунтування складових ризику та особливості впливу стохастичних умов проектного середовища на відповідні роботи, а тому безпосереднє їх використання може призвести до помилкових рішень щодо управління ВТР.

РОЗДІЛ 2

НАУКОВО-МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ УПРАВЛІННЯ ВИРОБНИЧО-ТЕХНОЛОГІЧНИМ РИЗИКОМ У ПРОЕКТАХ ЗБИРАННЯ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ

2.1. Ідентифікація зовнішнього середовища проектів збирання цукрових буряків

Розгляд проектів ЗЦБ як складової виробничої системи цукровиробництва України (ВСЦВ) дав змогу охарактеризувати їх зовнішнє та внутрішнє середовище. Зокрема встановлено, що проекти ЗЦБ технологічно інтегровані у програму проектів ВСЦВ, які поєднані між собою у просторі та часі (рис. 2.1).

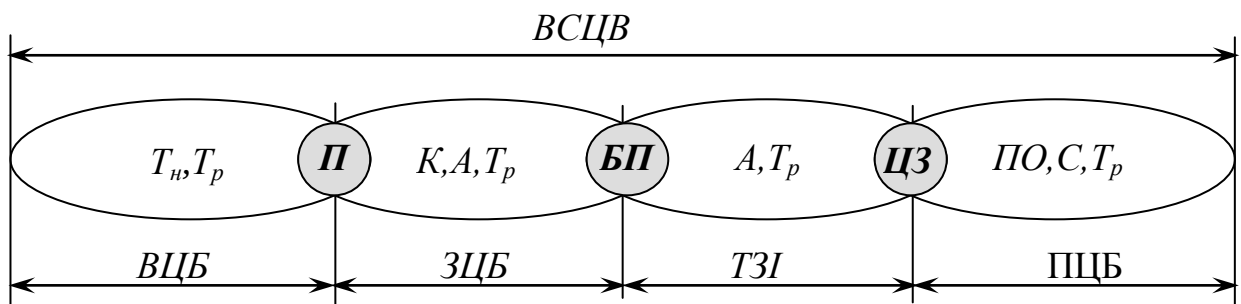


Рис. 2.1. Структура програми проектів ВСЦВ: ВЦБ – проекти з вирощування цукрових буряків; ЗЦБ – проекти їх збирання; ТЗІ – проекти транспортно-заготівельної інфраструктури; ПЦБ – проекти з переробки та зберігання; T_n – машинно-тракторний агрегат; T_p – трудові ресурси (виконавці робіт); $П$ – поля; $К$ – комбайни бурякозбиральні; $А$ – автомобілі; $БП$ – бурякоприймальні пункти; $ЦЗ$ – цукровий завод; $ПО$ – переробне обладнання; $С$ – складська інфраструктура.

Реалізація кожного з проектів програми ВСЦВ відбувається поетапно. Власне, технологічне поєднання цих проектів відбувається за умови настання певних подій у виробничій системі. Для проектів ЗЦБ – це досягання врожаю цукрових буряків. Необхідно зазначити, що наведена структура

ВСЦВ не є постійною та може змінюватись відповідно до конкретних виробничих умов. Зокрема зведення зібраного врожаю на БП є недоцільним за умови невеликих віддалей транспортування врожаю до ЦЗ тощо.

Під час реалізації програми проектів ВСЦВ, та зокрема проектів ЗЦБ здійснюється управління трудовими, матеріальними, енергетичними, інформаційними та іншими ресурсами [73, 82]. Власне, під час цього управління виникає виробничо-технологічний ризик (ВТР) – небажане відхилення показників ефективності проектів від їх запланованого значення. Під ефективністю проектів ЗЦБ розуміємо рівень забезпечення відповідності обсягу фактично зібраного врожаю цукрових буряків із поточним біологічним врожаєм їх коренеплодів на полях сільськогосподарського підприємства (СГП). Зібраний урожай є продуктом проектів ЗЦБ, який характеризується такими показниками: валовий обсяг цукрових буряків, обсяг їх біологічних та технологічних втрат, ступінь пошкодженості, цукристість коренеплодів тощо.

Першим кроком до ідентифікації причин ВТР у проектах ЗЦБ є аналіз їх зовнішнього та внутрішнього середовища. Зовнішнє середовище цих проектів, на рівні ВСЦВ, сформоване з таких підсистем, як ВЦБ, ТЗІ та ЦЗ, а також агрометеорологічних умов осіннього періоду окремого краю. Підсистема ВЦБ формується множиною специфічних проектів, до головних з яких відносимо проекти механізованого вирощування цукрових буряків у сільськогосподарських підприємствах. Характеристики проектів ВЦБ формують початкові умови для реалізації проектів ЗЦБ (див. рис. 2.1), які для виконання своєї виробничої програми використовують відповідне технічне оснащення. Під виробничою програмою слід розуміти площу полів з вирощеним врожаєм, на яких необхідно виконати бурякозбиральні роботи. Кожне з полів характеризується площею, врожайністю цукрових буряків, типом ґрунту, конфігурацію, віддалю його розташування тощо. Виробнича програма у проектах ЗЦБ формується суб'єктивно, відповідно до наявного у СГП технічного оснащення, загальної площі підприємства, використовуваної

сівозміни тощо. Технічне оснащення проектів ЗЦБ – це спеціалізовані технічні засоби для виконання бурякозбиральних робіт, а саме комбайни, автомобілі, навантажувачі тощо.

Розгляд цих складових дав змогу виокремити бурякозбиральні та транспортні роботи, які виконуються впродовж життєвого циклу проектів ЗЦБ. До основних завдань цих робіт належать: 1) збирання достиглого врожаю цукрових буряків; 2) обслуговування бурякозбиральних комбайнів автомобілями, що здійснюють транспортування коренеплодів до приймальних пунктів. Під час виконання першого виду робіт здійснюються такі елементарні операції: рух бурякозбирального комбайна в загінці, розвороти, вивантаження зібраного врожаю тощо. Другий вид робіт – під'їзд автомобіля до комбайна, завантаження автомобіля коренеплодами, їх транспортування до приймальних пунктів, зважування та зворотний рух автомобіля на поле.

Метою ТЗІ є забезпечити доставку продукту проектів ЗЦБ до БП та ЦЗ. До характеристик ТЗІ належить: 1) потужність і кількість машин автомобільного парку; 2) кількість і стаж водіїв; 3) темпи та обсяги перевезень; 4) обсяги втрат під час транспортування (через механічні пошкодження тощо); 5) обсяг витрат на виконання робіт у проектах ТЗІ.

На цукровому заводі приймають цукросировину, ведуть аналіз та облік її якості, цукристості, здійснюють переробку сировини та складування товарного продукту. До загальних характеристик підсистеми ПЦБ належать: 1) обсяг отриманої та переробленої сировини; 2) обсяг виробленої цукрової продукції; 3) обсяги втрат; 4) обсяги технологічних витрат на реалізацію проектів ПЦБ тощо.

Відповідно до загальної теорії систем [5, 55, 121] кожна з підсистем ВСЦВ характеризується вхідними впливами, множиною параметрів та характеристиками функціонування, а також відповідними причинно-наслідковими взаємозв'язками її складових. Таким чином, кожен з означених

проектів, взаємодіючи між собою, впливає на показники системної ефективності програми проектів ВСЦВ $\{E_{ВСЦВ}\}$:

$$\{E_{ВСЦВ}\} = f(\{E_{ВЦБ}\}, \{E_{ЗЦБ}\}, \{E_{ТЗІ}\}, \{E_{ПЦБ}\}), \quad (2.1)$$

де $\{E_{ВЦБ}\}, \{E_{ЗЦБ}\}, \{E_{ТЗІ}\}, \{E_{ПЦБ}\}$ – відповідно множини показників ефективності проектів із виробництва цукрових буряків, їх збирання, транспортно-заготівельної інфраструктури та переробки цукрових буряків.

Ризик показників ефективності кожного з цих проектів зумовлює флуктуації системної ефективності програми проектів ВСЦВ. Окрім того, виникнення ризику можливе на рівні технологічної взаємодії відповідних проектів. Аналіз такої специфіки формування $\{E_{ВСЦВ}\}$ переконує в тому, що ризик $\{R_{ВСЦВ}^E\}$ її показників зумовлений множиною внутрішніх ризиків відповідних підсистем, а також їх міжпроектними ризиками:

$$\{R_{ВСЦВ}^E\} = f(\{R_{ВЦБ}^E\}, \{R_{ЗЦБ}^{ВЦБ}\}, \{R_{ЗЦБ}^E\}, \{R_{ТЗІ}^{ЗЦБ}\}, \{R_{ТЗІ}^E\}, \{R_{ПЦБ}^{ТЗІ}\}, \{R_{ПЦБ}^E\}), \quad (2.2)$$

де $\{R_{ВЦБ}^E\}, \{R_{ЗЦБ}^E\}, \{R_{ТЗІ}^E\}, \{R_{ПЦБ}^E\}$ – відповідно множини ризиків показників ефективності проектів, що реалізуються в межах програми проектів ВСЦВ; $\{R_{ЗЦБ}^{ВЦБ}\}, \{R_{ТЗІ}^{ЗЦБ}\}, \{R_{ПЦБ}^{ТЗІ}\}$ – міжпроектні ризики ВСЦВ.

Системний аналіз внутрішнього та зовнішнього середовища проектів ЗЦБ на рівні такої елементарної технологічної складової, як «поле – бурякозбиральний комбайн» (рис. 2.2), дав змогу означити причини їх ВТР, які класифікуються на: внутрішньо-, зовнішньо- та міжсистемні.

Зазначимо, що у роботі основну увагу приділено внутрішньосистемним причинам ВТР, до головних груп яких належать (табл. 2.1): 1) агрометеорологічна; 2) предметно-виробнича; 3) технологічно-технічна; 4) управлінська; 5) ресурсно-інформаційна. Аналіз сутності причин ризику у межах кожної з цих груп дав змогу встановити, що значна їх частина є некерованою. Внаслідок цього під час управління проектами ЗЦБ виникають флуктуації показників ефективності виконання відповідних робіт та ВТР.

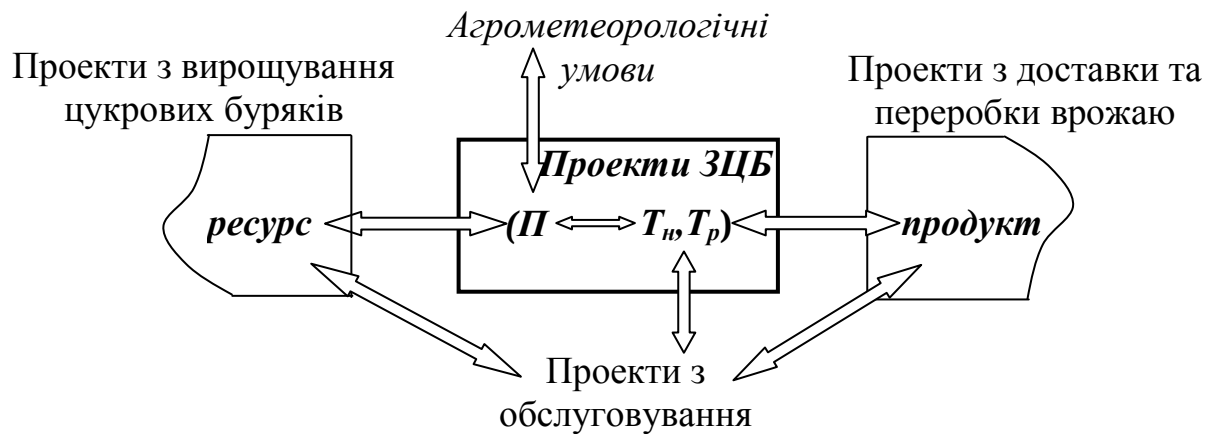


Рис. 2.2. Складові проектного середовища ЗЦБ: P – поля з цукровими буряками; T_n – технічні засоби; T_p – трудові ресурси.

Для забезпечення планових показників ефективності цих проектів необхідно здійснювати узгодження керованої складової причин ВТР із некерованою. Для практичної реалізації зазначеного менеджерам проектів ЗЦБ необхідно володіти відповідними інформаційно-аналітичними системами, які на підставі вірогідного прогнозування об'єктивного розвитку некерованих умов проектного середовища дають змогу означити протиризикові дії, виконати комп'ютерне моделювання робіт у проектах з їх застосуванням та кількісно оцінити ефективність реакції на ВТР.

Таблиця 2.1

**Результати ідентифікації внутрішньосистемних причин
ВТР у проектах ЗЦБ**

Група причин ВТР	Причини ВТР
1	2
Агromетeорoлoгiчнa	– виникнення погожих та непогожих проміжків часу впродовж виконання бурякозбиральних робіт; – виникнення заморозків, що пошкоджують коренеплоди цукрових буряків; – завершення фізичної стиглості ґрунту в осінній період.

1	2
Предметно-виробнича	– невідповідність поточної врожайності цукрових буряків на різних полях СГП; – зміна інтенсивності календарного приросту маси та цукристості коренеплодів культури; – пошкодження коренеплодів заморозками та біологічними шкідниками, хворобами тощо; – зміна ширини міжрядь на полях із коренеплодами відповідно до розташування робочих органів бурякозбирального комбайна; – невідповідність характеристик різних полів СГП (кількість, площа, їх ухил, конфігурація тощо); – невідповідність фізико-механічних властивостей ґрунтів різних полів підприємства.
Технологічно-технічна	– виникнення технологічних та технічних відмов технічного оснащення проєктів; – стохастичність їх напрацювання на відмову; – стохастичність тривалості усунення технологічних і технічних відмов; – застосування технологій із значною кількістю технічних засобів і виконавців; – виникнення механічних пошкоджень коренеплодів під час їх збирання та транспортування.
Управлінська	– об'єктивність узгодження обсягу, темпу та часу початку бурякозбиральних робіт із розвитком умов проєктного середовища; – об'єктивність рішень щодо ситуаційного управління роботами у проєктах; – продуктивне використання часу зміни; – забезпечення максимальної продуктивності роботи комбайна; – прогнозування і попередження технологічних та технічних відмов; – своєчасність усунення технологічних і технічних відмов.

1	2
Ресурсно-інформаційна	– своєчасність отримання та передачі інформації, її опрацювання, обґрунтування та виконання реакцій на ВТР; – продуктивність, стан і надійність технічного оснащення проектів; – наявність резерву машин, трудових ресурсів тощо; – фізіологічно зумовлені межі тривалості робочої зміни.

Зовнішньосистемні причини ВТР проектів ЗЦБ зумовлені агрометеорологічними умовами та характеристиками виконання проектів ВЦБ, ТЗІ, а також обслуговування (технологічного, технічного, ресурсного забезпечення тощо).

Міжсистемні причини ВТР проектів ЗЦБ зумовлені неузгодженістю відповідної програми проектів та ризиками, що мають місце на рівні їх технологічної взаємодії. Ці причини виникають внаслідок того, що управлінські дії у проектах розвитку цих систем реалізуються без належного обґрунтування. Наявність відповідних автоматизованих інформаційно-аналітичних систем, що дають змогу забезпечити науково обґрунтований супровід управлінських рішень у проектах бурякоцукрової галузі України, на жаль, є недостатньою.

Загальносистемний розгляд причин ВТР у проектах ЗЦБ уможливив означення множини інженерних завдань щодо розвитку реакцій на цей ризик, які сукупно формують проблему управління (табл. 2.2).

Зазначимо, що у дисертаційній роботі конкретизується і розв'язується лише одне завдання з управління ВТР – узгодження обсягу, темпу та часу початку бурякозбиральних робіт зі стохастичним розвитком умов проектного середовища для заданих технічного оснащення та виробничої програми проектів ЗЦБ. Під умовами проектного середовища слід розуміти їх

агromетeорoлoгiчнy та предметнy складoвi, якi бiльш детaльнo розглянyтo у п. 2.3.

Таблиця 2.2

Структура головних завдань з управління ВТР у проектах ЗЦБ

Вид ризику	Задачі
Виробничо-технологічний ризик	Узгодження обсягу, темпу та часу початку бурякозбиральних робіт зі стохастичним розвитком агromетeорoлoгiчнoї та предметнoї складoвих проектнoгo середoвищa.
	Моніторинг і прогнозування розвитку умов проектнoгo середoвищa та ситуaцiйнe упpaвлiння рoбoтaми у проектах.
	Управління резервами ресурсів (матеріальних, технічних, трудових тощо) та їх використанням у проектах.
	Узгодження проектів технічного обслуговування з проектами ЗЦБ.
	Узгодження проектів ЗЦБ з програмою проектів ВСЦВ.
	Узгодження проектів ЗЦБ з міжпроектними ризиками програми проектів ВСЦВ.

Таким чином, проекти ЗЦБ технологічно інтегровані у програму проектів ВСЦВ, а причини їх ВТР існують у трьох рівнях декомпозиції виробничої системи і поділяються на: внутрішньосистемні, зовнішньосистемні та міжсистемні. Ідентифікація та групування цих причин є першим етапом дослідження ВТР у проектах ЗЦБ та, відповідно, означення множини завдань щодо управління цим ризиком. Системний аналіз проектів ЗЦБ та деталізація причин їх ВТР є важливою передумовою означення чинників ефективності та встановлення взаємозв'язків між складовими ризику, а відтак, розроблення відповідних методів щодо їх формалізації та синтезу в імітаційній моделі віртуального проекту. Застосування такої

імітаційної моделі, на підставі комп'ютерних експериментів, дає змогу здійснити кількісне оцінення ефективності реакцій на ВТР та обґрунтувати раціональні управлінські рішення.

2.2. Аналіз чинників ефективності проектів збирання цукрових буряків та ідентифікація причин їх ризику

Особливістю проектів сільськогосподарського виробництва, зокрема проектів з виробництва рослинницької продукції, є те, що ефективність їх реалізації значним чином зумовлена станом та біологічними особливостями розвитку сільськогосподарських культур. Цей розвиток відбувається внаслідок, як правило, некерованих фізичних, хімічних, фотосинтезних та біологічних процесів, закономірність яких є змінною та зумовлена дією агрометеорологічних умов. Відповідно до цього для забезпечення запланованої ефективності виникає потреба у технологічному "адаптуванні" робіт у відповідних проектах до розвитку умов їх проектного середовища.

Розгляд цих положень через призму предметних умов проектного середовища ЗЦБ (під якими розуміємо стан коренеплодів цукрових буряків та ґрунту полів СГП) дав змогу встановити те, що без розкриття біологічних особливостей досягання коренеплодів цукрових буряків неможливо ідентифікувати об'єктивні причини ВТР проектів ЗЦБ, а також розкрити специфіку формування їх ефективності. Під біологічною особливістю досягання коренеплодів цих культур розуміємо те, що приріст їх маси і цукристості відбувається у кінцеві терміни їх вегетації та триває до моменту зниження температури нижче $+6-8^{\circ}\text{C}$ [64, 81, 161]. Очевидно, що збирання врожаю культури доцільно здійснювати за умови досягнення максимальної біологічної маси та цукристості коренеплодів. Однак у період календарного виникнення зазначених температур зростає ймовірність заморозків, за яких пошкоджуються коренеплоди (-5°C) та знижується їх товарна якість [64, 81, 156, 157, 160]. Менеджери проектів ЗЦБ зацікавлені здійснювати прогноз

агрометеорологічних умов осіннього періоду, за яких змінюється розвиток біологічної складової, а також стан ґрунту, і на цій підставі здійснювати управління термінами виконання бурякозбиральних робіт. Відомо [22, 49], що стан вологості ґрунту впливає на якісні показники роботи технічного оснащення проектів, робочі органи яких взаємодіють з ґрунтом. Відповідно до цього випадання дощу зумовлює призупинення бурякозбиральних робіт, а наступне підсихання ґрунту дає змогу їх продовжити. Власне, внаслідок дії таких некерованих та стохастичних складових проектного середовища ЗЦБ, як агрометеорологічні та предметні умови, а також необ'єктивності прогнозованих даних щодо їх наступного розвитку, виникають флуктуації показників ефективності реалізації проектів ЗЦБ, що є причиною їх ВТР.

Наявність достовірної інформації щодо розвитку умов проектного середовища дає змогу менеджерам проектів ЗЦБ здійснити ефективне управління ВТР та забезпечити високий рівень продукту проекту – максимальний (біологічний) валовий обсяг зібраного врожаю коренеплодів цукрових буряків. Відповідно до цього для розроблення раціональних реакцій на ВТР проектів ЗЦБ необхідно володіти знаннями щодо чинників ефективності цих проектів, особливостей прояву, керованості та причин їх ризику, а також специфіки взаємодії та наслідків від неї – специфічних подій, що відображають якісну та кількісну зміну предметних умов проектного середовища у часі.

Розкриємо чинники ефективності (E) проектів ЗЦБ. У результаті системного аналізу складових проектів ЗЦБ ідентифіковано такі групи чинників: агрометеорологічна ($Ам$), предметна (природно-рельєфна ($Пр$) та агрофонова ($Аф$)), технологічна ($Тл$), технічна ($Тн$) та управлінська (стратегічна ($Ус$) й тактична ($Ут$)):

$$E = f(Ам, Пр, Аф, Тл, Тн, Ус, Ут). \quad (2.3)$$

Під агрометеорологічними ($Ам$) чинниками слід розуміти об'єктивний вплив температурних та атмосферних умов на інтенсивність біологічних процесів досягання цукрових буряків, ураження коренеплодів

заморозками тощо. Окрім того, агрометеорологічні умови, у вигляді дощу та заморозків, впливають на фізико-механічні характеристики верхніх шарів ґрунту, що, як уже зазначалося, є причиною можливості або ж неможливості роботи бурякозбиральних комбайнів на полі [22, 49].

Природно-рельєфний та агрофоновий чинники сукупно відображають предметні умови проектного середовища ЗЦБ. Природно-рельєфні чинники – зумовлені характеристиками полів СГП з коренеплодами: площа, конфігурація, рельєф, наявність перешкод тощо. Зазначені характеристики впливають на роботи у проектах: тривалість роботи бурякозбиральних комбайнів у загінці, витрати часу на розвороти, розвантаження, об'їзд перешкод тощо, – що в кінцевому підсумку позначається на темпах бурякозбиральних робіт.

Агрофоновий чинник – це ґрунт поля та розташовані у ньому коренеплоди цукрових буряків. Ґрунт поля характеризується: типом, ступенем окультуреності (товщина орного шару, наявність поживних речовин тощо), агрофізичними властивостями (загальними та фізико-механічними) тощо [22]. На момент початку бурякозбиральних робіт агрофон поля характеризується певним станом ґрунту (ступенем ущільнення, вологістю, наявністю рослинних решток тощо) та коренеплодів цукрових буряків (поточна маса, інтенсивність приросту, глибина розташування, цукристість тощо). У результаті виконання цих робіт отримують інший стан агрофону, а також практичний результат – обсяг зібраного врожаю, обсяг його втрат тощо.

Технологічний чинник – це технологія, за якою виконуються бурякозбиральні роботи у СГП (див. п. 1.2, табл. 1.1). Під технологією розуміємо множину науково обґрунтованих дій та заходів впливу на предметні умови у проектах з метою їх якісного перетворення. Технологія бурякозбиральних робіт формує зміст та час у проектах ЗЦБ, а також показники ефективності проектів від її застосування.

Технічний чинник відображає технічне оснащення проектів – бурякозбиральний комбайн, автомобіль, навантажувач тощо, темпи роботи яких зумовлені технічними параметрами – потужністю двигуна, шириною захвату, вантажопідйомністю, надійністю тощо. Зокрема характеристики роботи комбайна на полі значним чином залежать від стану предметних умов – агрофонових та природно-рельєфних, урожайності коренеплодів, режимів використання трудового ресурсу, організації обслуговочих робіт тощо. Таким чином, технічне оснащення проектів безпосередньо впливає на функціональні показники проектів ЗЦБ, які також значним чином залежать від стану умов проектного середовища.

Управлінсько стратегічні чинники ефективності проектів ЗЦБ відображають ефективність реалізації таких процесів управління, як: ініціалізація, планування, виконання, здійснення контролю та закриття [73, 74]. Не розкриваючи сутності всіх цих процесів управління, виокремимо лише процеси планування, які полягають в суб'єктивному обґрунтуванні конфігурації проектів, ієрархічної структури робіт, їх змісту та часу, потреби у ресурсах та темпах їх використання тощо. Як уже зазначалося, у дисертаційній роботі проекти ЗЦБ розглядаються на рівні такої елементарної складової як «поле – бурякозбиральний комбайн». Узгодження цих складових проектів необхідно здійснювати з огляду на забезпечення умови своєчасного виконання робіт. Для практичного виконання цієї умови необхідно володіти знаннями щодо технологічно потрібного (t_{mn}) та природно зумовленого (t_{nz}) фонду часу на виконання робіт у проектах ЗЦБ. Кількісне оцінення t_{mn} для заданих обсягів (S) і темпів ($W_{доб}$) бурякозбиральних робіт дає змогу на підставі закономірності зміни t_{nz} , для агрокліматичних умов окремого регіону України, здійснити орієнтовне планування часу початку (τ_{np}) бурякозбиральних робіт, а відтак здійснити управління ВТР проектів ЗЦБ на стратегічному рівні. Науково-методичні підстави щодо стратегічного управління ВТР цих проектів на основі узгодження t_{mn} із t_{nz} розглянуто у п. 2.3.

Управлінсько тактичні чинники – це суб’єктивно обґрунтовані рішення, що формуються на підставі проектного підходу. Для підвищення ефективності управління ВТР проектів ЗЦБ в розрізі кожного з окремих років їх реалізації необхідно обґрунтовувати оптимальний час (τ_{np}^{opt}) початку (календарну добу) бурякозбиральних робіт. Однак через стохастичну дію агрометеорологічних умов на предметну складову проектного середовища об’єктивність прогнозування τ_{np}^{opt} характеризується ризиком. Складність обґрунтування цього показника зумовлена потребою здійснення прогнозу динаміки умов проектного середовища та кількісного оцінення ризику показників виконання бурякозбиральних робіт за різних термінів їх початку. Це можливе на підставі розроблення та використання відповідних методів та імітаційної моделі віртуального проекту ЗЦБ, які дають змогу відобразити вплив умов проектного середовища на перебіг бурякозбиральних робіт. Відповідно до цього виникає можливість здійснення тактичного управління ВТР на підставі узгодження обсягу, темпу та часу початку бурякозбиральних робіт у проектах ЗЦБ.

Необхідно зазначити, що управлінсько тактичні чинники також відображають суб’єктивні рішення щодо черговості обслуговування полів із достиглим врожаєм, вибору темпу роботи комбайна безпосередньо в загінці, способу руху, розворотів, потреби залучення додаткових машин, усунення технологічних відмов тощо. Окрім того, від кваліфікованості працівників (комбайнера, водія автомобіля) залежать повнота використання робочого фонду часу, добовий обсяг виконаних робіт, ступінь механічних пошкоджень коренеплодів, а відтак і функціональні показники проектів ЗЦБ.

Означені чинники ефективності проектів ЗЦБ класифікуються за можливістю керування ними на: керовані, некеровані і частково керовані. До керованих чинників належать технологічний, технічний та управлінський, до некерованих – агрометеорологічний чинник.

Частково керованими є предметні умови проектів (природно-рельєфний та агрофоновий чинники). Некерованість предметних чинників зумовлюється природним походженням ухилу поля, типу та стану вологості ґрунту, календарного приросту коренеплодів цукрових буряків тощо, а керованість – можливістю формування сезонної програми бурякозбирального комбайна полями з відповідними характеристиками, урожайністю коренеплодів тощо.

Зазначені групи чинників характеризуються ризиком та причинно-наслідковими зв'язками. Внаслідок їх сукупної дії під час реалізації проектів ЗЦБ виникає ВТР:

$$\{R_E\} = f[\{R_A\}, \{R_{II}\}, \{R_{Tn}\}, \{R_{Th}\}, \{R_{Yc}\}, \{R_{Ym}\}]. \quad (2.4)$$

Для того щоб обґрунтувати реакції на ВТР, необхідно розкрити особливості цієї взаємодії та локалізувати об'єктивні й суб'єктивні причини цього ризику, а також їх вплив на показники виконання проектів ЗЦБ. Об'єктивні причини ВТР відображають некеровані та стохастичні особливості проектного середовища ЗЦБ, зумовлені мінливістю агрометеорологічних умов та їх впливом на предметну складову (стан агрофону та розвиток цукрових буряків) цього середовища. Суб'єктивні причини зумовлені ефективністю управлінських дій щодо використання ресурсів проектів, узгодження обсягу, темпу та часу початку бурякозбиральних робіт, а також їх "коректністю" щодо поточного стану предметних умов.

Наявність об'єктивної та суб'єктивної складових у проектах ЗЦБ зумовлює виникнення ВТР під час виконання бурякозбиральних робіт. Тому управління цим ризиком необхідно здійснювати на підставі врахування особливостей агрометеорологічної та предметної складових, які не піддаються керуванню та є причиною потреби технологічного "адаптування" відповідних робіт у проектах ЗЦБ до умов їх проектного середовища. В основу науково-методичних положень цього адаптування покладено системно-подієвий підхід щодо відображення у моделі віртуального проекту

специфічних взаємозв'язків між подіями і роботами у проектах ЗЦБ. Зазначимо, що події проектного середовища ЗЦБ відображають моменти якісних і кількісних змін предметних умов у розрізі календарних періодів часу, що виникають внаслідок фізичних, хімічних та біологічних процесів у ґрунті та рослинах, а також у результаті виконання відповідних робіт.

Таким чином, для ідентифікації ВТР у проектах ЗЦБ насамперед слід означити складові, що піддаються ризику, їх властивості, чинники ефективності проектів та причинно-наслідкові зв'язки їх ризику. За сукупної дії цих чинників виникають специфічні події, які впливають на перебіг бурякозбиральних робіт у проектах. Внаслідок цього для управління ВТР необхідно розробити відповідні методи кількісного оцінення об'єктивних подій та обґрунтувати формалізовані моделі, що дають змогу відобразити механізм формування цього ризику в імітаційній моделі віртуального проекту ЗЦБ. Виконання комп'ютерних експериментів з цією моделлю дозволить здійснити багаторазову реалізацію віртуального проекту ЗЦБ та кількісну оцінку ефективності протиризикових дій, які спрямовані на те, щоб забезпечити максимальний збір урожаю коренеплодів цукрових буряків та мінімальні його втрати. Це дасть змогу здійснювати управління ВТР проектів ЗЦБ як на тактичному, так стратегічному рівнях.

2.3. Ідентифікація подій проектного середовища та особливості їх впливу на перебіг бурякозбиральних робіт у проектах збирання цукрових буряків

Як уже зазначалося, під предметними умовами розуміємо стан коренеплодів цукрових буряків та ґрунту поля. Внаслідок впливу агрометеорологічної складової проектного середовища предметні умови постійно змінюються. Системно-подієвий аналіз цих особливостей проектів ЗЦБ дав змогу виокремити множину "базових" подій, які відображають

об'єктивно зумовлену мінливість предметних умов та "наслідкових" подій, що відображають їх зміну внаслідок виконання бурякозбиральних робіт.

Базові події є некеровані і відображають зміну стану ґрунту та інтенсивність розвитку коренеплодів цукрових буряків в осінній період (табл. 2.3). Окрім цього, кожна з базових подій характеризується певними умовами її виникнення, однак причина цих явищ одна – вплив агрометеорологічної складової на темпи біологічних, фотосинтетичних, фізичних, хімічних та інших процесів у предметних умовах проектів ЗЦБ.

Таблиця 2.3

Класифікація подій проектного середовища ЗЦБ

Складова проектів	Позначення	Подія	Причини
1	2	3	4
Базові події			
Біологічна складова	Б₁	початок інтенсивності приросту маси коренеплодів	біологічні підстави, зміна агрометеорологічних умов
	Б₂	початок формування цукрів у коренеплодах	біологічні підстави, зміна агрометеорологічних умов
	Б₃	припинення приросту маси коренеплодів	зниження температури нижче +6°C
	Б₄	припинення нагромадження цукрів у коренеплодах	зниження температури нижче +6°C
Агрометеорологічна складова	Б₅	зміна стану ґрунту, за якого робота комбайнів на полях припиняється	випадання дощів, перезволоження ґрунту
	Б₆	зміна стану ґрунту, за якого робота комбайнів на полях відновлюється	підсихання ґрунту та відновлення стану фізичної стиглості
	Б₇	завершення фізичної стиглості ґрунту в осінній період	випадання дощу, замерзання верхніх шарів ґрунту
	Б₈	виникнення заморозків, що пошкоджують коренеплоди	зниження температури

1	2	3	4
Наслідкові події			
Роботи у проектах	H_1	початок робіт у проектах	прийняття рішення про початок робіт
	H_2	призупинення роботи бурякозбирального комбайна на полі	випадання дощів, перезволоження ґрунту
	H_3	відновлення роботи бурякозбирального комбайна на полі	підсихання ґрунту та відновлення стану фізичної стиглості
	H_4	завершення робіт у проектах	зібрано всю площу, завершення фізичної стиглості ґрунту, виникнення заморозків нижче -5°C
	H_5	початок біологічних втрат коренеплодів	збирання коренеплодів, які ще ростуть
	H_6	початок технологічних втрат коренеплодів	незібрані коренеплоди на момент виникнення заморозків нижче -5°C

Оскільки агрометеорологічні умови характеризуються стохастичністю, то й виникнення базових подій на календарній осі часу теж буде випадковим. Як уже зазначалося, така специфіка проектного середовища ЗЦБ зумовлює потребу прогнозування базових подій та узгодження бурякозбиральних робіт із термінами їх настання, а також є причиною ВТР цих проектів.

Узгодження робіт з базовими подіями проектного середовища ЗЦБ має суб'єктивний характер та є керованим. Керованість роботами у проектах ЗЦБ із заданими виробничою програмою та технічним оснащенням насамперед зводиться до визначення часу їх початку відповідно поточного стану та прогнозованого розвитку умов проектного середовища. Окрім того, керованими є темпи робіт, розпис комбайнів по полях із дозрілим врожаєм,

узгодження роботи ТЗІ із бурякозбиральними комбайнами тощо, однак ці складові в роботі ідеалізовано.

Метою узгодження бурякозбиральних робіт з базовими подіями проектного середовища ЗЦБ є забезпечення максимального збору врожаю цукрових буряків та мінімізації ризику відхилення цього показника від запланованого значення. У результаті їх виконання отримують наслідкові події та інтегровані функціональні показники (валовий обсяг (Q_ϕ) фактично зібраного врожаю, обсяг біологічних (Q_ϕ) та технологічних (Q_m) втрат), на підставі яких виникає можливість оцінення ефективності (E) проектів ЗЦБ (рис. 2.3, в,г).

Аналізуючи рис. 2.3, доходимо висновку, що більш "ранні" та відносно "пізні" терміни початку робіт у проектах ЗЦБ мають свої переваги та недоліки. Ранні терміни початку робіт у проектах (див. рис. 2.3, в) дають змогу завершити їх до початку зимового періоду (настання подій B_6 та B_7) та уникнути ризику технологічних втрат на площі S'' (див. рис. 2.3, г). Однак у ранні терміни ще відбувається приріст маси коренеплодів, а їх збирання зумовлює виникнення біологічних втрат у проектах ЗЦБ.

За пізніх термінів початку бурякозбиральних робіт маса коренеплодів сягатиме свого біологічного максимуму (для агрометеорологічних умов окремого року реалізації проектів ЗЦБ), тоді біологічні втрати врожаю прямуватимуть до свого мінімального значення. Однак для пізніх планових термінів початку цих робіт природно зумовлений фонд часу (t_{nz}) на їх виконання зменшується та зростає ймовірність настання зимового періоду. У разі, коли роботи на полях з вирощеним врожаєм не завершені до початку зимового періоду, виникатимуть технологічні втрати у проектах ЗЦБ. Ці втрати зумовлені ураженням коренеплодів заморозками та зниженням їх технологічної якості [81, 160].

Для розкриття особливостей управління ВТР на підставі узгодження обсягу, темпу та часу початку бурякозбиральних робіт у проектах ЗЦБ необхідно розглянути предметні передумови формування інтегрованих

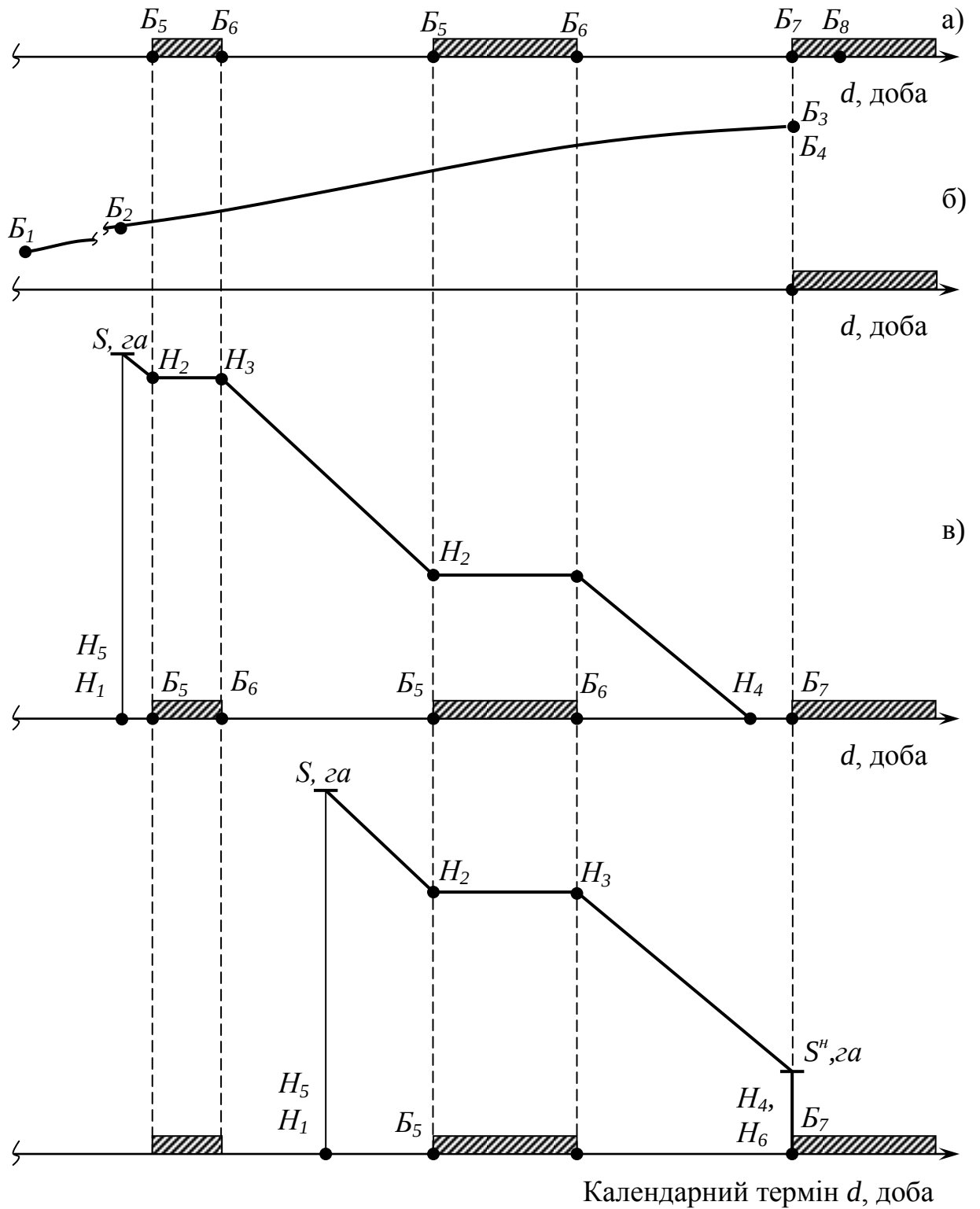


Рис. 2.3. Структура подій та перебіг бурякозбиральних робіт у проектах ЗЦБ: а) агрометеорологічна складова проектного середовища; б) біологічна складова проектного середовища; в) роботи у проектах без технологічних втрат; г) роботи у проектах із технологічними втратами; S – планова площа збирання (виробнича програма), га; S'' – площа з технологічними втратами врожаю коренеплодів, га.

функціональних показників ефективності виконання цих проектів. Методика їх визначення розроблена на підставі системно-подієвого підходу до відображення особливостей впливу агрометеорологічних умов на стан предметної складової проектного середовища ЗЦБ, а також виконання робіт у цих проектах. Розглянемо їх.

Як уже зазначалося, особливістю біологічної складової предметних умов проектного середовища ЗЦБ є те, що приріст маси (Δm) коренеплодів цукрових буряків відбувається в осінній період і може тривати до початку заморозків (часу (τ_ϕ^3) завершення фізичної стиглості ґрунту, або часу (τ^{-5}) виникнення заморозків нижче -5°C). Надто ранні терміни початку (τ_{np}) бурякозбиральних робіт, за яких ще відбувається поточний приріст маси (m_n) коренеплодів, зумовлюють порівняно менший збір урожаю Q_ϕ (рис. 2.4).

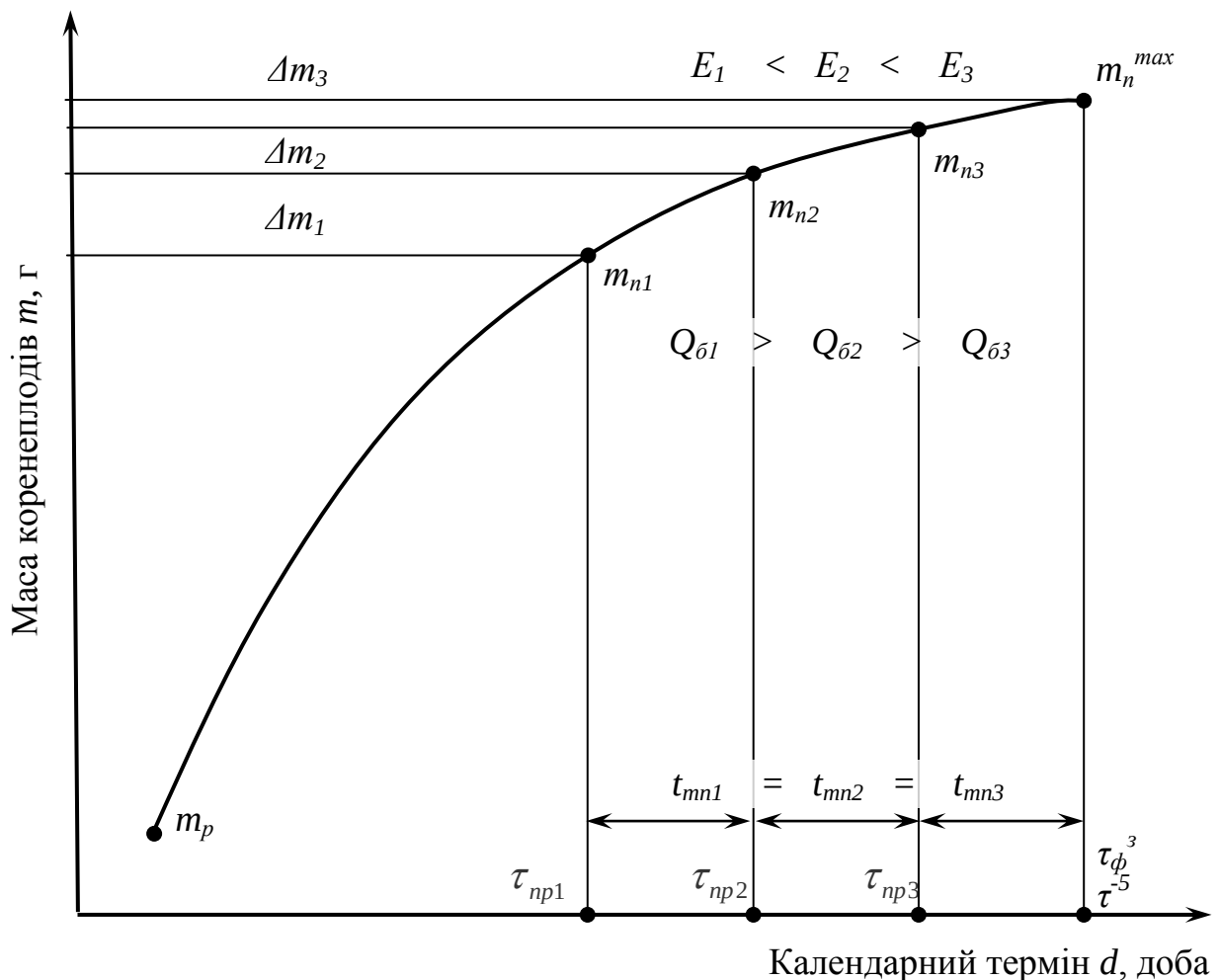


Рис. 2.4. Предметні передумови формування термінів робіт у проектах ЗЦБ.

Відповідно до цього справедливою буде умова – $\Delta m_1 > \Delta m_2 > \Delta m_3$ та $m_{n1} < m_{n2} < m_{n3}$ у результаті виконання бурякозбиральних робіт за різних τ_{np1} , τ_{np2} , τ_{np3} отримують $E_1 < E_2 < E_3$. Зниження Q_6 для варіанта часу початку робіт за τ_{np1} порівняно з τ_{np2} та τ_{np3} пояснюється зниженням інтенсивності (Δm) приросту маси коренеплодів. Відповідно до цього мінімальні біологічні втрати врожаю досягаються за умови пізніх термінів τ_{np} :

$$Q_6 = f(\tau_{np}, \underbrace{W_{доб}, S^n}_{t_{mn}}, m_n, \Delta m). \quad (2.5)$$

Аналізуючи (2.5), доходимо висновку, що темпи приросту Δm здійснюють вагомий вплив на планування термінів початку робіт у проектах ЗЦБ. Попередньо виконаний аналіз закономірностей Δm та t_{n3} у виробничих умовах Вол.-Волинського району Волинської області дає підстави стверджувати про об'єктивність цього твердження. Зокрема, користуючись даними метеорологічної станції, попередньо встановлено, що закономірність Δm для різних років є змінною. Згрупувавши результати спостережень за період 38 років (1959–1997 рр.) встановлено, що всі закономірності Δm можна класифікувати на три їх види (рис. 2.5, а,б,в).

Аналіз закономірностей зміни Δm та t_{n3} дає підстави стверджувати, що бурякозбиральні роботи у проектах ЗЦБ необхідно узгоджувати з базовими подіями проектного середовища, а також динамікою їх зміни. Як видно з рис. 2.5, а,г, τ_{np} необхідно обґрунтовувати відповідно до τ_ϕ^3 (або τ^{-5}), за якого $\Delta m = 0$, а також з огляду на забезпечення умови $t_{mn} = t_{n3}$.

Закономірність Δm , що наведена на рис. 2.5, б, демонструє випадок, коли зниження температури повітря у відносно ранні календарні терміни осіннього періоду зумовлює настання умови $\Delta m = 0$. Наступне підвищення температури за наявної вологи у ґрунті зумовлює відновлення біологічних процесів приросту маси коренеплодів. Очевидно, що за таких умов критерієм обґрунтування τ_{np} , як і для випадку, наведеного на рис. 2.5, а, є настання подій τ_ϕ^3 та τ^{-5} , за яких виникатиме умова $\Delta m = 0$.

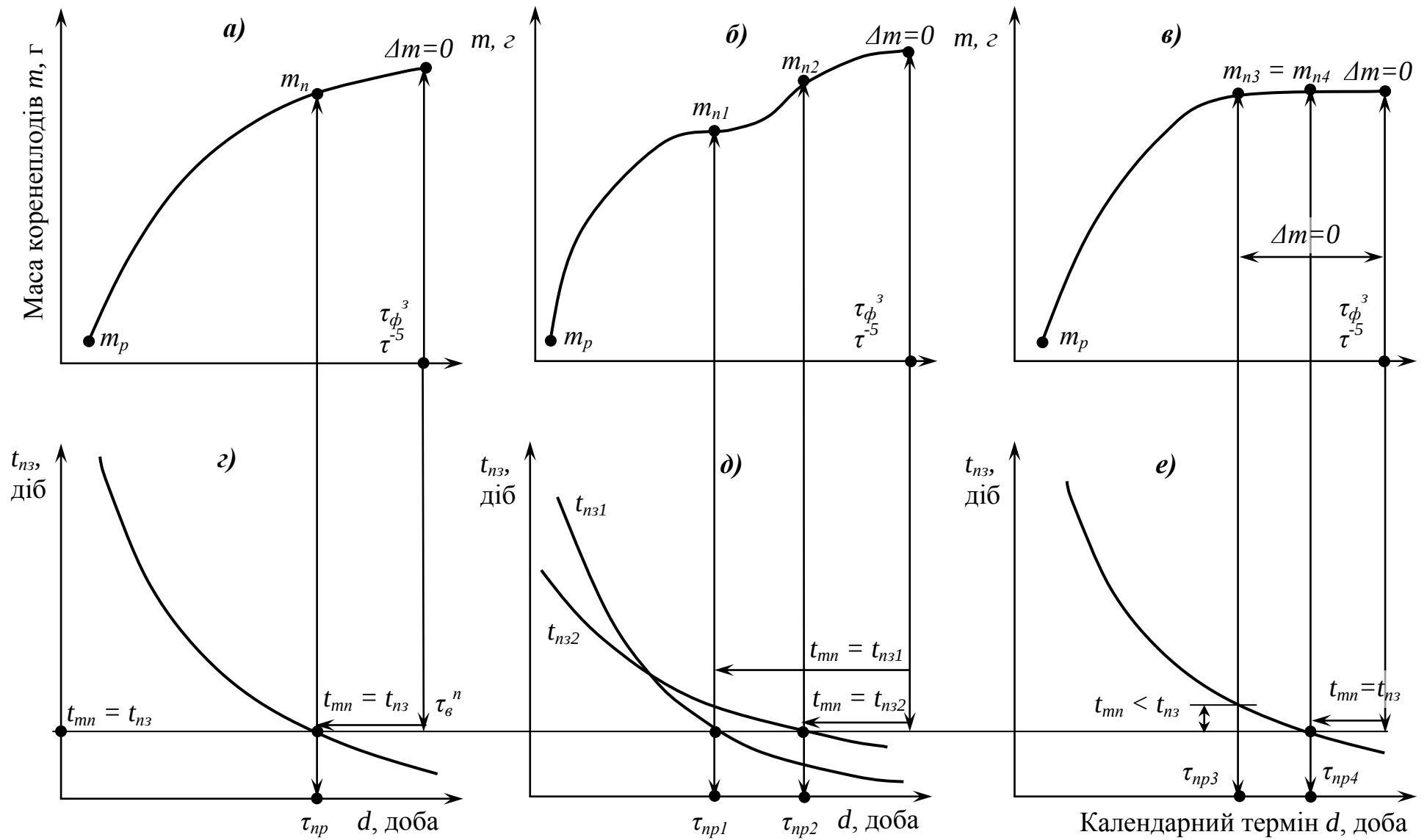


Рис. 2.5. Графічна інтерпретація зміни біологічної та агрометеорологічної складових проектного середовища ЗЦБ: t_{mn} – технологічно потрібний фонд часу, діб; τ_6^n – час початку технологічних втрат, доба.

Однак необхідно зазначити, що динаміка t_{nz} для різних років реалізації проектів ЗЦБ є також змінною. Відповідно до цього τ_{np} характеризуватиметься стохастичністю (див. рис. 2.5, б, д). Розкриття особливостей об'єктивного розвитку умов проектного середовища для розглянутих варіантів t_{nz1} та t_{nz2} (див. рис. 2.5, д) уможливорює теоретичне окреслення специфіки формування ВТР проектів ЗЦБ та ефективності бурякозбиральних робіт, зокрема такого показника, як обсяг (Q_6) біологічних втрат. Очевидно, що для τ_{np1} та τ_{np2} справедливою буде умова:

$$\begin{aligned} t_{nz1} &= t_{nz2}; \\ m_{n1} &< m_{n2}; \\ Q_{61} &> Q_{62}; \\ E_1 &< E_2. \end{aligned} \quad (2.6)$$

Аналіз закономірності m_n , що наведена на рис. 2.5, в, дав змогу встановити, що обґрунтування τ_{np} для окремих випадків необхідно здійснювати на підставі Δm . Це зумовлено особливостями розвитку агрометеорологічної та біологічної складових проектного середовища ЗЦБ. Значне зниження температурних умов у ранні осінні терміни зумовлює припинення біологічних процесів приросту маси коренеплодів цукрових буряків, тоді: $\Delta m = 0$ за $t_{mn} < t_{nz}$. Подальше коливання низьких температур не сприяє зростанню Δm . Внаслідок цього спостерігатиметься певний проміжок часу, за якого $\Delta m = 0$. За таких умов починати роботи у проектах ЗЦБ слід у перший день календарного терміну, коли виникла ця умова. Виходячи з викладеного, обґрунтування τ_{np} у проектах ЗЦБ із заданими $W_{доб}$ та S^n необхідно здійснювати за одночасного оцінювання наступних показників: t_{nz} , Δm , τ_ϕ^3 та τ^{-5} .

Узагальнення вищенаведених теоретичних положень дало підстави висунути цілком прийнятну гіпотезу про те, що для заданої сезонної програми (S^n , га) та темпів робіт (добового обсягу зібраних площ, $W_{доб}$, га) у проектах ЗЦБ в розрізі календарного періоду окремого року існує такий τ_{np} ,

за якого забезпечується можливість зібрати максимальний (біологічний) валовий обсяг врожаю цукрових буряків, а відтак забезпечити максимальну ефективність їх реалізації – $E \rightarrow \max$. Однак розгляд цієї гіпотези крізь призму стохастичних базових та наслідкових подій проектного середовища дає змогу зробити досить важливе її доповнення: для заданих S^n , $W_{\text{доб}}$ та стохастичних умов проектного середовища ЗЦБ існує множина $\{\tau_p^n\}$, за якої ризик ефективності $\{R_E\} \rightarrow \min$, а $\{E\} \rightarrow \max$.

Аналіз фізичної сутності τ_{np} переконує в тому, що умови $\{R_E\} \rightarrow \min$ та $\{E\} \rightarrow \max$ будуть задовольнятися у разі, коли бурякозбиральні роботи починатимуться з огляду на забезпечення рівності між технологічно потрібним (t_{mn}) та природно зумовленим (t_{nz}) фондами часу на виконання робіт у цих проектах, а бурякозбиральні роботи завершаться у момент τ_ϕ^3 (або τ^{-5}). Тоді функціональна залежність $\{R_E\}$ у проектах ЗЦБ у неявному вигляді запишеться:

$$\{R_E\} = f(t_{mn}, \{t_{nz}\}). \quad (2.7)$$

Показник t_{mn} є частково керованим. Його функціональна залежність у неявному вигляді записується рівнянням

$$t_{mn} = f(W_{\text{доб}}, S^n). \quad (2.8)$$

Некерованість t_{mn} зумовлена об'єктивними умовами формування $W_{\text{доб}}$:

$$W_{\text{доб}} = f\left(\sum N_{\text{об}}, \gamma_z, Y_\kappa, k_{zm}, k_{zm}^e\right), \quad (2.9)$$

де $\sum N_{\text{об}}$ – потужність бурякозбиральних комбайнів; γ_z – стан вологості ґрунту; Y_κ – поточна урожайність коренеплодів цукрових буряків; k_{zm} – коефіцієнт змінності; k_{zm}^e – коефіцієнт використання часу зміни.

Тривалість t_{nz} для запланованого τ_{np} відображає вплив агрометеорологічної складової на предметні умови проектного середовища ЗЦБ та характеризується ризиком:

$$t_{nz} = f\left(\tau_{np}, \sum t_{nn}, \sum t_{nn}, \tau_\phi^3, \tau^{-5}\right), \quad (2.10)$$

де $\sum t_{nn}, \sum t_{nn}$ – відповідно тривалість погожих та непогожих проміжків часу осіннього періоду, діб; τ_ϕ^3 – час завершення фізичної стиглості ґрунту, доба; τ^{-5} – час настання заморозку нижче -5°C , доба.

Слід зазначити, що відповідно до пізніх термінів τ_{np} показник t_{nz} має тенденцію зниження до 0 діб. У разі, коли $\tau_{np} \geq \tau_\phi^3$, або $\tau_{np} \geq \tau^{-5}$, технологічні втрати максимальні $Q_m \rightarrow \max$ та $Q_\phi, Q_\phi \rightarrow 0$.

Узагальнюючи викладене, для забезпечення умови $\{R_E\} \rightarrow \min$ у проектах ЗЦБ із заданими $W_{\text{добр}}, S^n$ необхідно обґрунтовувати τ_{np}^{opt} , за якого здійснюється узгодження t_{mn} із t_{nz} . Однак для його обґрунтування необхідно виконати прогноз низки показників – $\sum t_{nn}, \sum t_{nn}, \tau_\phi^3, \tau^{-5}$, а також m_n та Δm відповідно до планового τ_{np} . У результаті цього, виникає можливість забезпечити умову $t_{mn} = t_{nz}$ та $Q_\phi \rightarrow \max$. Тоді

$$\tau_{np}^{\text{opt}}, Q_\phi^{\max} = f(\underbrace{W_{\text{добр}}, S^n}_{t_{mn}}, t_{nz}, m_n, \Delta m). \quad (2.11)$$

Для здійснення прогнозу зазначених показників, необхідно розробити комп'ютерну програму статистичної імітаційної моделі віртуального проекту ЗЦБ, яка давала б змогу відобразити особливості розвитку умов проектного середовища та оцінити інтегровані функціональні показники проектів ЗЦБ із заданими $W_{\text{добр}}$ та S^n за різних планових термінів τ_{np} , а відтак здійснити їх узгодження. На підставі багаторазової реалізації моделі виникає можливість встановити множину $\{\tau_{np}^{\text{opt}}\}$, за якої $\{R_E\} \rightarrow \min$, а відтак забезпечити умову ефективності проектів ЗЦБ:

$$\{E\} = (\{Q_\phi\}, \{Q_\phi\}, \{Q_m\}) \rightarrow \text{extr}. \quad (2.12)$$

Застосування цієї моделі дає змогу менеджеру проектів на етапі планування бурякозбиральних робіт у проектах ЗЦБ обґрунтовувати $\{\tau_{np}^{\text{opt}}\}$ та кількісно оцінювати $\{R_E\}$ для прийнятого рішення.

2.4. Методологія управління виробничо-технологічним ризиком на підставі статистичного імітаційного моделювання робіт у проектах

Розроблення відповідних методів і моделей ідентифікації, кількісного оцінення та відображення стохастичності базових подій проектного середовища, а також їх впливу на перебіг бурякозбиральних робіт дозволяє створити комп'ютерну програму статистичної імітаційної моделі віртуального проекту ЗЦБ, виконати комп'ютерні експерименти та встановити інтегровані функціональні показники цих проектів. Багаторазова реалізація статистичної імітаційної моделі дає змогу відтворити стохастичність агрометеорологічних і предметних умов проектного середовища ЗЦБ та кількісно оцінити їх вплив на ризик інтегрованих функціональних показників проектів за різних планових термінів початку бурякозбиральних робіт. Застосування відомих методів математичної статистики та кореляційно-регресійного аналізу для опрацювання результатів ітераційного моделювання робіт у віртуальному проекті ЗЦБ дозволяє встановити закономірності ризику Q_ϕ, Q_δ і Q_m , а відтак обґрунтувати $\{\tau_{np}^{opt}\}$, за якого $\{R_E\} \rightarrow \min$ та $\{E\} \rightarrow \max$.

Управління ВТР у виробничих умовах є дещо ускладненим через потребу прогнозування термінів настання базових подій у розрізі календарного періоду часу. У разі, коли для окремого року реалізації проектів ЗЦБ така інформація відома, то обґрунтування τ_{np}^{opt} для заданих $W_{доб}$ та S^n , у загальному розумінні, має характер простої аналітичної задачі. Її розв'язок зводиться до пошуку такого календарного терміну початку робіт у проектах ЗЦБ, за якого $Q_\phi \rightarrow \max$ та $Q_\delta, Q_m \rightarrow \min$.

З іншого боку, визначити терміни настання базових подій у проектному середовищі можна на підставі прогнозних даних метеостанцій, гідрометцентру, інтернет-ресурсів тощо або розробити відповідні імітаційні

моделі розвитку агрометеорологічних і предметних умов упродовж осіннього періоду. Кожен із зазначених методів має свої переваги та недоліки. Однак останній дає змогу здійснити прогноз динаміки t_{nz} та m_n , відобразити перебіг бурякозбиральних робіт, а також кількісно оцінити ризик інтегрованих функціональних показників проектів ЗЦБ за різних термінів їх початку.

Для практичного здійснення зазначеного необхідно формалізувати характеристики агрометеорологічної та предметної складових, розробити відповідні методи і моделі, дозволяють відтворити базові події проектного середовища та причинно-наслідкові зв'язки їх впливу на перебіг бурякозбиральних робіт. Застосування методу генерування псевдовипадкових величин [28, 29, 42, 93, 155] дає змогу на підставі формалізованих статистичних закономірностей ризику відповідних подій відобразити стохастичні умови проектного середовища в імітаційній моделі віртуального проекту ЗЦБ та здійснити прогноз t_{nz} відповідно до планового τ_{np} (рис. 2.6):

$$t_{nz} = \sum t_{nn}. \quad (2.13)$$

Як уже зазначалося, настання базових подій у проектному середовищі ЗЦБ характеризується стохастичністю. Тоді для кожного планового τ_{np} значення t_{nz} теж буде ризиковим. Аналіз цих особливостей агрометеорологічної складової проектного середовища дав змогу теоретично обґрунтувати, що за пізніх календарних термінів τ_{np} ризик інтегрованих функціональних показників ефективності проектів ЗЦБ зростатиме. Це зумовлене об'єктивною тенденцією зменшення тривалості t_{nz} та виникнення виробничої ситуації, за якої для планового часу початку бурякозбиральних робіт зростатиме ризик ($R[t_{nz}=0]$) відсутності природно зумовленого фонду часу на виконання робіт, тобто $t_{nz} = 0$ діб.

Однак для обґрунтування τ_{np}^{opt} у проектах ЗЦБ із заданими $W_{доб}$ та S^n володіти інформацією щодо статистичної закономірності та ризику t_{nz} є недостатньо. Відповідно до положень, наведених у п. 2.3 (див. рис. 2.5, в,е),

також необхідно здійснити прогноз таких показників, як m_n та Δm . Методика їх прогнозування розглянута у п. 3.5.

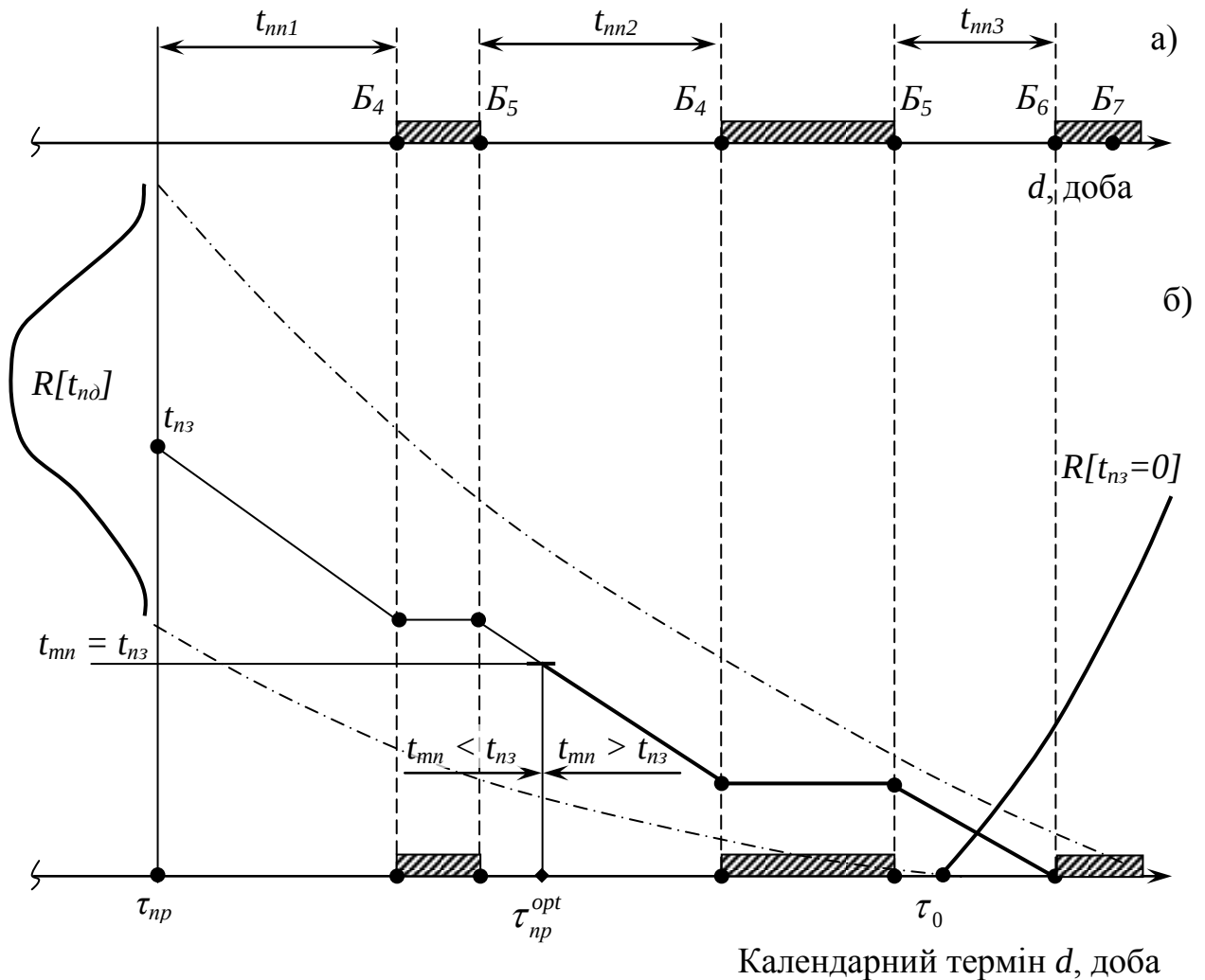


Рис. 2.6. Графічна інтерпретація методу прогнозування тривалості природно зумовленого фонду часу на виконання бурякозбиральних робіт для планованого часу їх початку: а) погожі та непогожі проміжки осіннього періоду; б) закономірність зміни t_{mn} відносно планового τ_{np} .

Виходячи з вищенаведених теоретичних положень, для управління ВТР на підставі узгодження $W_{доб}$, S^n та τ_{np}^{opt} з умовами проектного середовища необхідно володіти певною базою знань, поточної інформації та відповідними методами і моделями, які дають змогу відобразити перебіг робіт у віртуальних проектах ЗЦБ та здійснити об'єктивну оцінку інтегрованих функціональних показників (рис. 2.7).

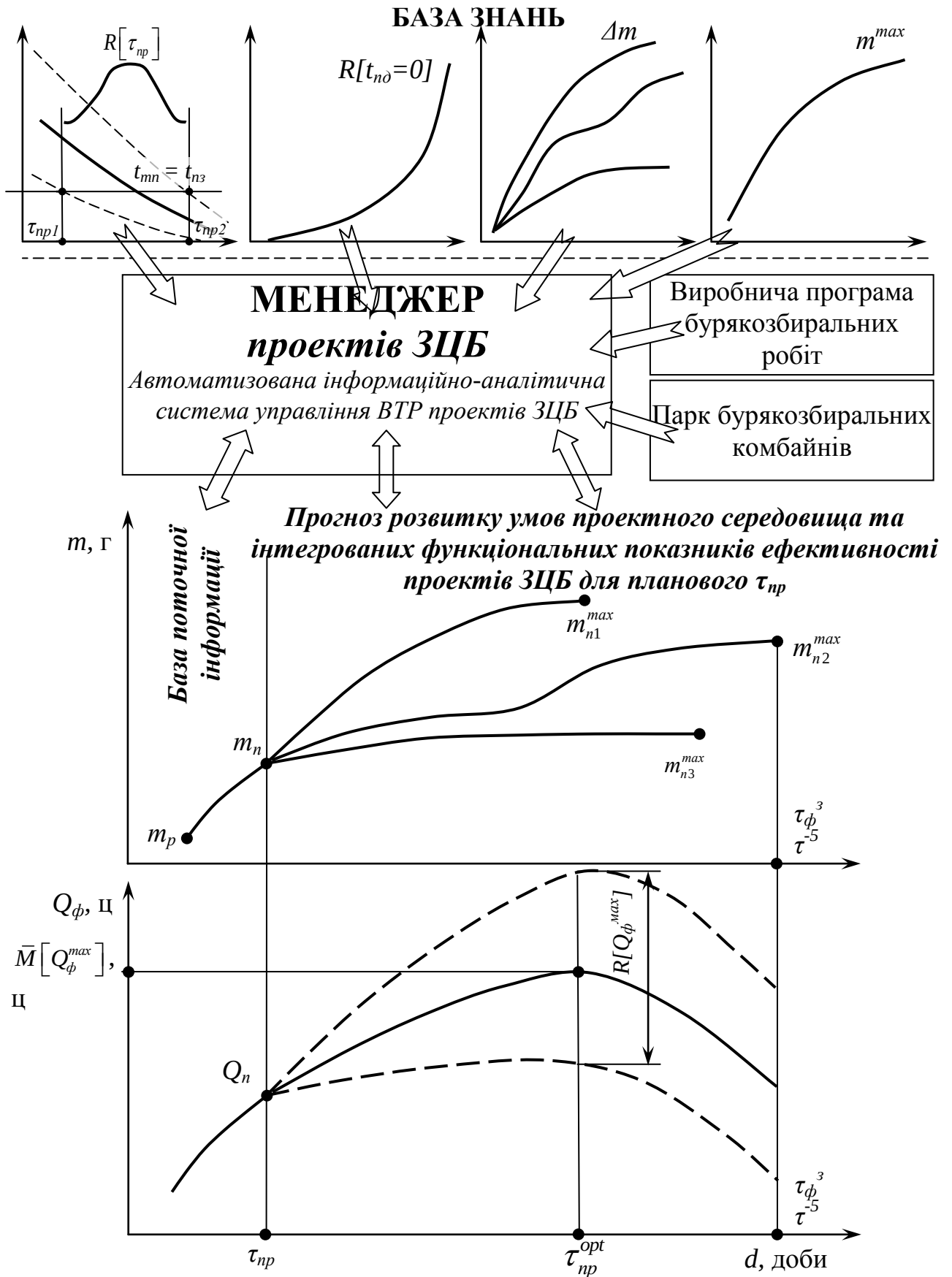


Рис. 2.7. Графічна інтерпретація методу прогнозування оптимального часу початку бурякозбиральних робіт на тактичному рівні управління ВТР у проектах ЗЦБ.

База знань формується на підставі формалізації результатів виробничих спостережень за агрометеорологічною та біологічною складовими проектного середовища (на підставі даних метеостанцій): 1) закономірності тривалості (t_{nz}) природно зумовленого фонду часу на виконання бурякозбиральних робіт в осінній період; 2) закономірності ризику $t_{nz} = 0$ діб; 3) закономірності приросту маси (Δm) коренеплодів цукрових буряків; 4) залежності максимальної маси (m^{max}) коренеплодів цукрових буряків від їх початкової маси.

Поточна інформація фіксується в розрізі окремого року реалізації проектів ЗЦБ. Зокрема на підставі спостережень за коренеплодами фіксуються їх поточна маса (m_n) та інтенсивність (Δm) календарного приросту.

Використання цих знань дає змогу менеджеру проектів ЗЦБ, застосовуючи комп'ютерну програму статистичної імітаційної моделі віртуального проекту ЗЦБ, виконати моделювання бурякозбиральних робіт та оцінити інтегровані функціональні показники проектів. Насамперед, відповідно до $W_{доб}$ та S^n визначають технологічно потрібний фонд (t_{mn} , діб) часу на виконання робіт у проектах. Тоді, користуючись базою знань, визначають календарний термін, за якого існує найменша ймовірність виникнення умови $t_{mn} = t_{nz}$. Відштовхуючись від цього моменту, здійснюють прогноз базових подій у проектному середовищі та виконують моделювання бурякозбиральних робіт.

Багаторазова реалізація статистичної імітаційної моделі віртуального проекту ЗЦБ за прогнозованих подій дозволяє відобразити стохастичність проектного середовища та кількісно оцінити ризик інтегрованих функціональних показників. Опрацювання результатів моделювання для різних планових термінів початку бурякозбиральних робіт у проектах дає змогу встановити закономірність зміни ризику цих показників та обґрунтувати τ_{np}^{opt} як реакцію на ВТР.

Розгляд положень щодо поточного моніторингу та прогнозування умов проектного середовища для оцінення інтегрованих функціональних показників проектів ЗЦБ дав змогу встановити, що управління ВТР необхідно здійснювати на двох рівнях – тактичному та стратегічному. Тактичний рівень відображає проектний підхід до управління ВТР – розглядається окремий рік реалізації проектів ЗЦБ. Так, як описано вище.

Стратегічний рівень відображає процесний підхід та є більш узагальненим. Зокрема на підставі багаторічної ретроспективної інформації щодо характеристик агрометеорологічної та біологічної складових проектного середовища для умов окремого регіону держави здійснюється моделювання віртуальних проектів ЗЦБ і, на цій підставі, оцінення інтегрованих функціональних показників. За отриманими показниками для заданих $W_{доб}$ і S^n оцінюють ризик τ_{np}^{opt} , Q_ϕ , Q_b , Q_m та встановлюють закономірності їх статистичних характеристик (рис. 2.8). Останні дають змогу здійснити орієнтовне планування робіт та оцінити ефективність управління ВТР проектів ЗЦБ загалом.

Таким чином, необхідно здійснювати системне управління ВТР, яке передбачає ідентифікацію його причин, ризику чинників ефективності та кількісного оцінення ризику інтегрованих функціональних показників проектів ЗЦБ. Системно-подієвий підхід дозволяє ідентифікувати події у проектному середовищі, означити їх та реакції на ВТР, які здійснюються стосовно окремих причин, а також стосовно чинників ефективності проектів ЗЦБ. Кількісне оцінення ВТР здійснюється на підставі нових методів і моделей, що дають змогу виконати прогнозування і відобразити вплив подій проектного середовища на перебіг бурякозбиральних робіт у віртуальному проекті ЗЦБ та провести комп'ютерні експерименти з статистичною імітаційною моделлю. Отримані результати допоможуть кількісно оцінити ризик та ефективність реакції на нього, а відтак здійснити управління ВТР на тактичному та стратегічному рівнях.

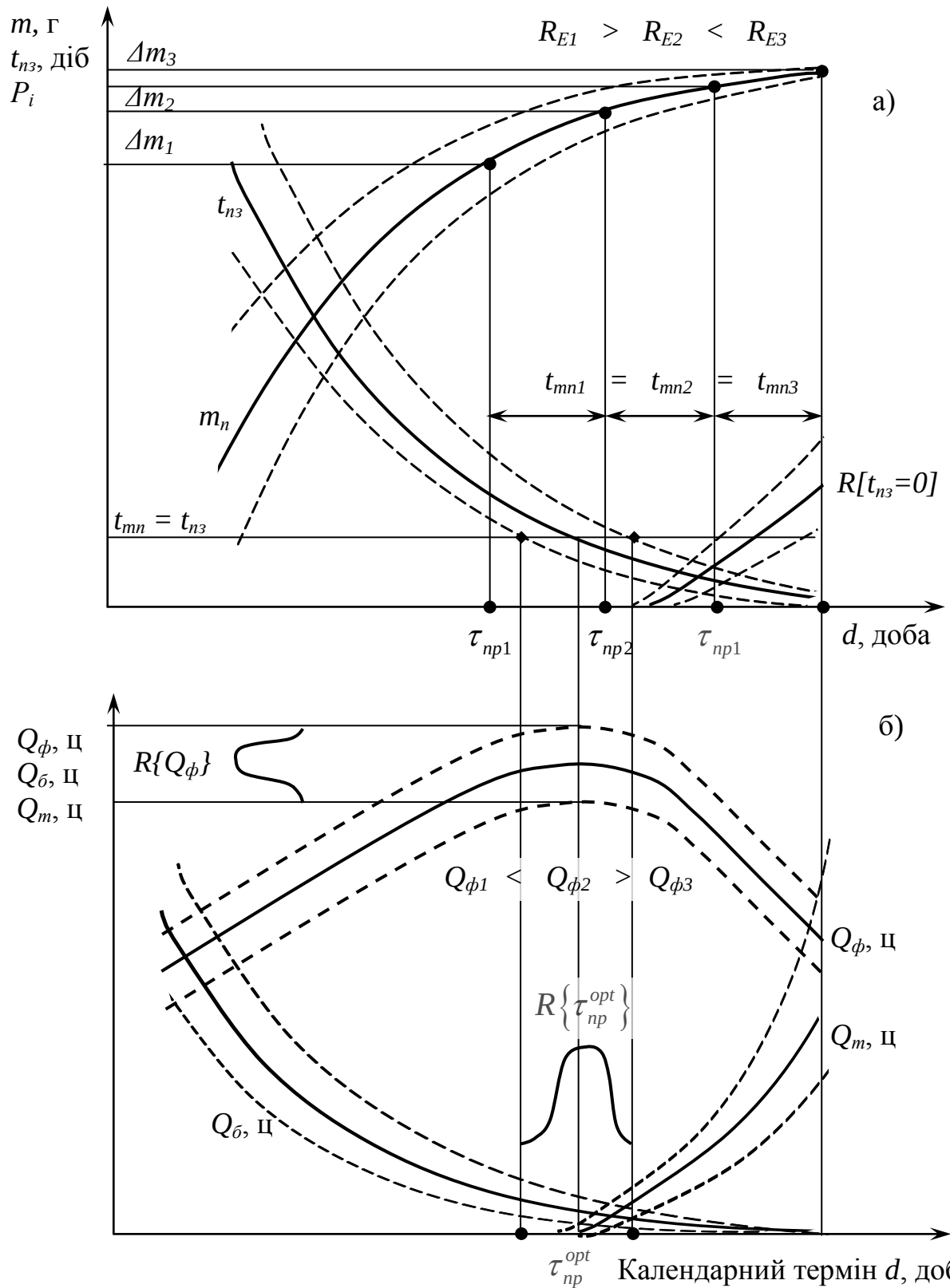


Рис. 2.8. Графічна інтерпретація закономірностей інтегрованих функціональних показників на стратегічному рівні управління ВТР у проектах ЗЦБ: а) прогнозування умов проектного середовища; б) прогнозування ризику інтегрованих функціональних показників проектів ЗЦБ.

Висновки до розділу 2

1. Аналіз зовнішнього та внутрішнього середовища проектів ЗЦБ дав змогу ідентифікувати причини ВТР та означити 5 головних завдань щодо управління ним. Ефективність управління цим ризиком позначається як на проектах ЗЦБ, так і на ефективності програми проектів виробничої системи цукровиробництва загалом.

2. Управління ВТР у проектах ЗЦБ має відбуватися на основі ідентифікації, кількісного оцінення, обґрунтування та розвитку реакцій, а також контролю за реакціями на ризик. Ідентифікацію ризику неможливо здійснити без глибокого аналізу його причин. Ці причини у проектах ЗЦБ, наш погляд, є специфічними, оскільки походження окремих із них має об'єктивний характер, не залежить від управлінця та потребує технологічного адаптування бурякозбиральних робіт до стану й розвитку умов проектного середовища.

3. Системний аналіз проектів ЗЦБ на рівні такої елементарної складової, як "поле – бурякозбиральний комбайн", дав змогу окреслити сутність завдань аналізу та синтезу у дослідженні ВТР, розкриття яких неможливе без розгляду базових та наслідкових подій у проектному середовищі. Ідентифікація цих подій та формалізація взаємозв'язків між ними уможлиблює розроблення нових методів та моделей, що на підставі системно-подієвого підходу дають змогу відтворити об'єктивні передумови формування ВТР у статистичній імітаційній моделі віртуального проекту, а відтак здійснити кількісну оцінку ефективності узгодження обсягу, темпу та часу початку бурякозбиральних робіт з умовами проектного середовища як реакції на ВТР.

4. Оцінення ефективності реакцій на ВТР у проекті ЗЦБ необхідно здійснювати на підставі технологічних критеріїв – обсягів фактично зібраного врожаю цукрових буряків, технологічних та біологічних втрат.

Вони сукупно формують інтегровані функціональні показники проектів, до складу яких також відносимо обсяг зібраних площ і закономірності їх ризику.

5. Аналіз особливостей проектів ЗЦБ дав змогу теоретично обґрунтувати, що управління їх ВТР необхідно здійснювати на двох рівнях – тактичному та стратегічному. Управління ВТР на тактичному рівні відображає проектний підхід і здійснюється в розрізі окремого року реалізації проектів ЗЦБ. Стратегічний рівень відображає процесний підхід, за якого на узагальненому рівні здійснюється планування бурякозбиральних робіт для умов окремого агрокліматичного регіону держави та оцінюються показники ефективності проектів ЗЦБ загалом.

РОЗДІЛ 3

МЕТОДИКА ФОРМУВАННЯ БАЗИ ДАНИХ І ВІДОБРАЖЕННЯ РИЗИКУ УМОВ ПРОЕКТНОГО СЕРЕДОВИЩА ТА РОБІТ У МОДЕЛІ ВІРТУАЛЬНОГО ПРОЕКТУ ЗБИРАННЯ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ

3.1. Загальна програма виробничих експериментів

Розроблені науково-методичні основи управління ВТР у проектах ЗЦБ уможливили розгляд його системно-подієвих причин лише теоретично. Проте низка гіпотез і положень залишається експериментально непідтвердженою. Для цього на підставі поетапних виробничих спостережень необхідно встановити характеристики агрометеорологічної та предметної складових проектного середовища і формалізувати їх ризик.

З огляду на це, дослідження у роботі виконувалося за такою загальною схемою: 1) аналіз організаційно-технологічних передумов виконання робіт у проектах ЗЦБ; 2) ідентифікація чинників ефективності проектів, аналіз їх керованості, ідентифікація причин ВТР; 3) означення об'єктивних подій у проектному середовищі та системно-подієвих передумов формування ВТР, а також їх впливу на перебіг бурякозбиральних робіт; 4) обґрунтування критеріїв тактичного узгодження робіт із агрометеорологічними та предметними умовами проектного середовища; 5) побудова робочої гіпотези щодо способу управління ВТР; 6) формулювання теоретичних положень з предмета дослідження, розробка методів кількісного оцінення характеристик проектного середовища, виконання виробничих спостережень; 7) систематизація, математичне опрацювання, логічний аналіз результатів виробничих спостережень та формування бази знань для відображення характеристик умов проектного середовища у моделі віртуального проекту ЗЦБ; 8) розроблення методів і моделей відображення робіт у проектах, їх залежності від умов проектного середовища, розроблення алгоритму та комп'ютерної програми статистичної

імітаційної моделі віртуального проекту ЗЦБ; 9) всебічна перевірка робочої гіпотези на підставі комп'ютерних експериментів із моделлю віртуального проекту, кількісне оцінення інтегрованих функціональних показників проектів, встановлення їх статистичних закономірностей, обґрунтування рекцій щодо стратегічного та тактичного управління ВТР у проектах ЗЦБ; 10) формулювання висновків.

Для досягнення сформульованої мети та реалізації завдань дисертаційної роботи виконувались виробничі спостереження та комп'ютерні експерименти. Для дослідження ВТР у проектах ЗЦБ використовувалися методи системно-подієвого аналізу та синтезу, теорії управління проектами, виробничих спостережень і статистичного імітаційного моделювання, логічного аналізу, метод ітерацій, статистичного та кореляційно-регресійного оцінення експериментальних даних, графоаналітичного та логічного аналізу.

Ґрунтуючись на загальних принципах пізнання і використовуючи перераховані методи досліджень, розроблено часткові методики виробничих спостережень та комп'ютерних експериментів із: 1) дослідження характеристик агрометеорологічної складової проектного середовища; 2) дослідження характеристик біологічної складової проектного середовища; 3) прогнозування закономірностей зміни природно зумовленого фонду часу на виконання робіт у проектах ЗЦБ; 4) прогнозування поточного приросту маси коренеплодів цукрових буряків на полях господарства; 5) узгодження бурякозбиральних робіт з агрометеорологічно та біологічно зумовленими подіями у проектному середовищі; 6) виконання комп'ютерних експериментів; 7) управління ВТР на підставі узгодження обсягу, темпу та часу початку бурякозбиральних робіт із некерованими та ймовірними подіями проектного середовища ЗЦБ.

Перевірку висунутих гіпотез щодо управління ВТР виконували на підставі результатів експериментування з комп'ютерною програмою статистичної імітаційної моделі віртуального проекту ЗЦБ, а саме на підставі

отриманих множин емпіричних даних, встановлення їх взаємозв'язків та оцінення коефіцієнтів (r) кореляції (кореляційних відношень). Якщо r перевищувало 0,7, то це трактувалось як сильна кореляційна залежність, було в межах 0,3-0,7 – середня, а якщо менше ніж 0,3 – слабка [62].

Базові та наслідкові події у проектах ЗЦБ характеризуються стохастичністю, що зумовлює потребу застосування методів теорії ймовірностей для їх формалізації [34]. Гіпотезу про можливий закон розподілу випадкової величини висували на основі попереднього оцінення значення коефіцієнта варіації. Якщо коефіцієнт варіації розподілу емпіричних даних перебував у межах 0,08-0,33, то висували гіпотезу про нормальний теоретичний розподіл [100], якщо ж коефіцієнт варіації більший за 0,33, то висували гіпотезу про закон Вейбулла [101]. Перевірку гіпотези щодо узгодження теоретичного та емпіричного розподілів випадкових величин виконували на підставі критерію χ^2 Пірсона [102]. Якщо розрахункове сумарне значення критерію χ^2 для встановленого рівня значимості 5% було меншим за χ^{2*} – табличне, то це було підставою для прийняття висунутої гіпотези.

3.2. Методика формування бази даних показників агрометеорологічної складової проектного середовища

Системно-подієвий аналіз проектів ЗЦБ дозволив виокремити множину базових подій їх проектного середовища. Формалізація характеристик цих подій дає змогу відобразити у моделі віртуального проекту ЗЦБ поточний стан та особливості розвитку агрометеорологічної і предметної складових проектного середовища. Зокрема відображення агрометеорологічної складової проектного середовища здійснюється на підставі: 1) погожих і непогожих проміжків часу, за яких можливі або ж неможливі бурякозбиральні роботи впродовж осіннього періоду;

2) часових характеристик виникнення заморозків, що пошкоджують цукрові буряки; 3) часу завершення фізичної стиглості ґрунту.

Визначення характеристик агрометеорологічної складової проектного середовища ЗЦБ здійснено на підставі бази даних метеорологічних станцій, якими передбачено спостереження, збір інформації, систематизацію та аналіз статистичних даних щодо розвитку агрометеорологічної складової та її впливу на стан предметних умов у реальних виробничих умовах реалізації проектів з вирощування сільськогосподарських культур. Для формування бази знань використано звітні дані (таблиці спостережень – ТСХ-1 та КМ-1) Вол.-Волинської метеорологічної станції Волинського району.

Графічне відображення зазначених подій у розрізі календарних термінів окремого сезону реалізації проектів ЗЦБ дає змогу розкрити сутність методу визначення кількісних показників агрометеорологічної складової проектного середовища (рис. 3.1). Встановлення кількості днів між подіями зміни вологості верхніх шарів ґрунту (0-2, 2-10 см), за яких роботи комбайна на полі призупиняють (внаслідок випадання дощу) та відновлюють (після підсихання ґрунту та відновлення його фізичної стиглості), дає змогу кількісно оцінити тривалість погожих (t_{mn}) і непогожих (t_{nn}) проміжків часу (табл. 3.1). Зазначимо, що погожими вважали такі доби, за яких ґрунт поля перебував у добре зволоженому, слабо зволоженому та сухому станах. Непогожими – відповідно із надмірно зволоженим, сильно зволоженим, покритим снігом та мерзлим станами ґрунту [86].

Відповідно до цього здійснено кількісну оцінку тривалості погожих і непогожих проміжків часу на виконання бурякозбиральних робіт у проектах ЗЦБ впродовж осіннього періоду. Отримані показники є підставою формування репрезентативних вибірок емпіричних даних, оцінення статистичних характеристик цих ймовірнісних величин та, відповідно, обґрунтування диференціальних функцій (моделей ризику) їх розподілу [34, 42, 134, 102].

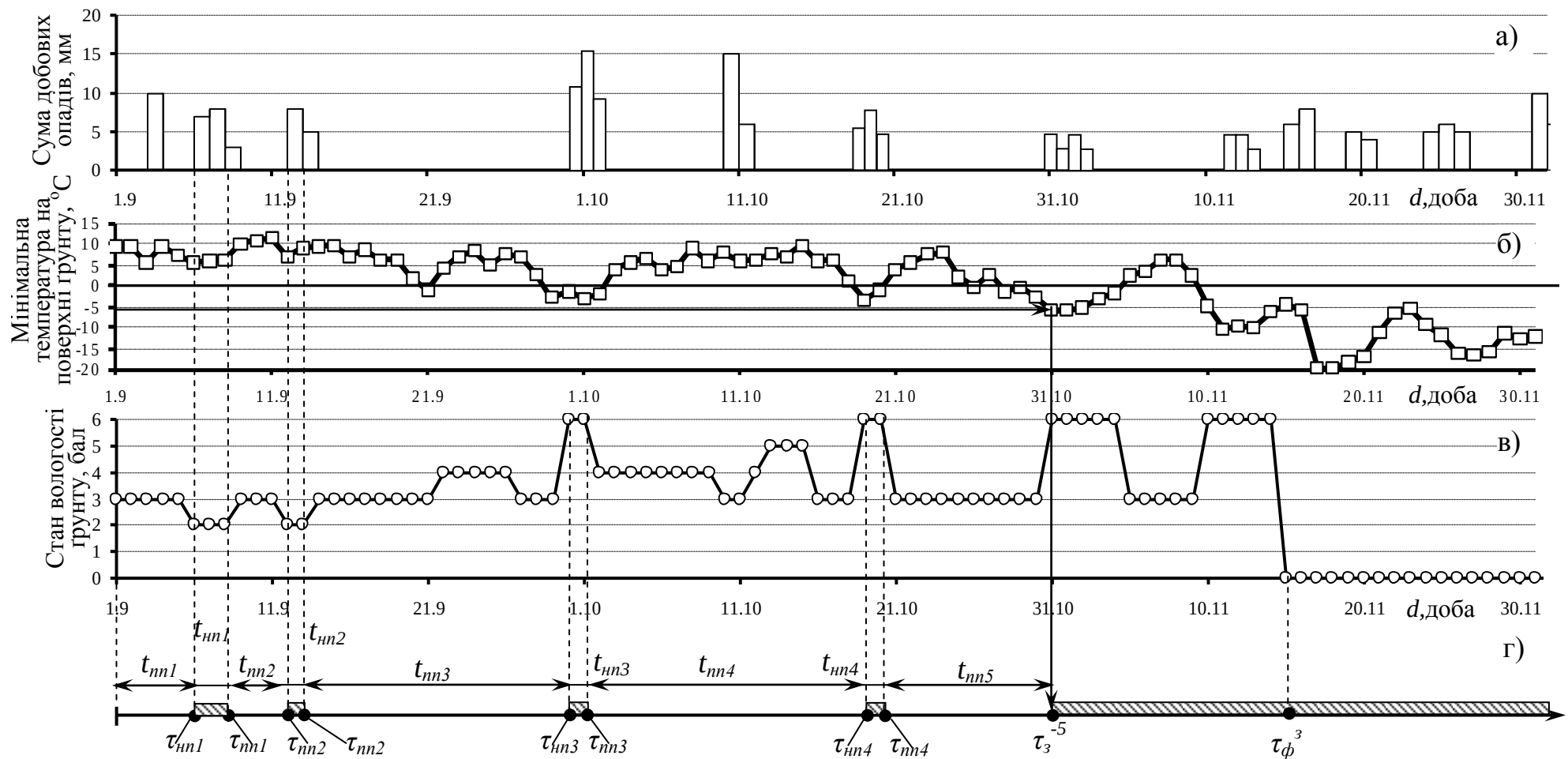


Рис. 3.1. Графічна інтерпретація методу кількісного оцінення показників агрометеорологічної складової проектного середовища ЗЦБ: а) атмосферні опади; б) середньодобова температура повітря; в) стан вологості верхніх шарів ґрунту (2-10 см); г) терміни настання базових подій проектного середовища; τ_{nn} , τ_{nn} – відповідно час початку непогожого та погожого проміжків, доба; t_{nn} , t_{nn} – тривалість погожих та непогожих проміжків, діб; τ_3^{-5} – момент виникнення заморозку на поверхні ґрунту (-5°C), доба; τ_ϕ^3 – час завершення фізичної стиглості ґрунту, доба.

Кількісне оцінення тривалості погожих і непогожих проміжків

Календарна доба	Стан зволоженості ґрунту на глибині до 10 см, бал	Тривалість погожих проміжків, діб	Тривалість непогожих проміжків, діб	...	Стан зволоженості ґрунту на глибині до 10 см, бал	Тривалість погожих проміжків, діб	Тривалість непогожих проміжків, діб
	1952 рік			...	1997 рік		
01 вересня	3	5	-	...	4	4	-
02 вересня	3			...	4		
03 вересня	3			...	3		
04 вересня	3			...	3		
05 вересня	3			...	2	-	4
06 вересня	2	-	3	...	2		
07 вересня	2			...	2		
08 вересня	2			...	2		
09 вересня	3	3	-	...	3	3	-
10 вересня	3			...	3		
11 вересня	3			...	2	-	1
12 вересня	2	-	2	...	3	1	-
13 вересня	2			...	2	-	2
14 вересня	3	<i>n</i>	-	...	2		
15 вересня	3			...	3	<i>n</i>	-
...	...	...	...	...	...		
15 грудня	0	-	<i>n</i>	...	0	-	<i>n</i>
15 грудня	0			...	0		
<i>Ряд емпіричних даних – t_{nn} і t_{nn}</i>	-	5,3,...<i>n</i>	3,2,...<i>n</i>	...	-	4,3,1,...<i>n</i>	4,1,2,...<i>n</i>

Терміни завершення робіт у проектах ЗЦБ залежать від: 1) завершення всього обсягу робіт зі збирання врожаю цукрових буряків; 2) виникнення заморозку, що пошкоджує коренеплоди; 3) завершення фізичної стиглості ґрунту та початок зимового періоду. Дві останні причини зумовлені агрометеорологічними умовами. Розроблений метод чисельного

відображення календарних термінів настання цих подій зводиться до побудови **табл. 3.2.**

Таблиця 3.2

Методика формування рядів емпіричних даних

Показник	Рік				
	1952	1953		1996	1997
Точка відліку	01 січня	01 січня	...	01 січня	01 січня
Час завершення (τ_ϕ^3) фізичної стиглості ґрунту, доба	09 лист.	13 жов.	...	21 лист.	11 лист.
Час початку (τ_3^{-5}) заморозку (-5°C), доба	20 лист.	02 груд.	...	05 лист.	05 лист.
Ряд емпіричних даних τ_ϕ^3	312	285	...	324	314
Ряд емпіричних даних τ_3^{-5}	323	335	...	308	308

Зазначимо, що за час завершення фізичної стиглості приймався перший із п'яти перших днів осіннього періоду, за яких ґрунт переходив у сильно зволожений, надзвичайно зволожений, мерзлий та вкритий снігом стан ґрунту [86].

Користуючись результатами спостережень Вол.-Волинської метеорологічної станції (звітна таблиця ТСХ-1), встановлено календарні терміни настання подій – τ_ϕ^3 та τ^{-5} . Їх чисельне відображення здійснено на підставі встановлення кількості днів між точкою відліку – 1 січня та календарним днем настання відповідної події.

Таким чином, на підставі результатів спостережень Вол.-Волинської метеорологічної станції отримано емпіричні дані, що кількісно відображають характеристики агрометеорологічної складової проектного середовища ЗЦБ. Їх опрацювання на підставі методів математичної статистики дає змогу обґрунтувати моделі ризику агрометеорологічних умов та сформувати базу знань для відображення системно-подієвих особливостей виконання бурякозбиральних робіт у статистичній імітаційній моделі віртуального проекту ЗЦБ.

3.3. Методика формування бази даних показників предметної складової проектного середовища

Як уже зазначалося, управління ВТР у проектах ЗЦБ неможливе без врахування особливостей предметної складової проектного середовища цих проектів та, зокрема, біологічних особливостей досягання цукрових буряків. Об'єктивною причиною ВТР є те, що темпи росту й розвитку коренеплодів цукрових буряків значною мірою зумовлені агрометеорологічними умовами, а їх врожайність залежить від сорту, своєчасності робіт із механізованого вирощування культури, наявності хвороб і шкідників, чинників життєдіяльності тощо.

Як уже зазначалося, біологічною особливістю досягання коренеплодів цукрових буряків є те, що приріст їх маси та нагромадження цукрів може відбуватися до пізніх календарних термінів осіннього періоду [64, 81, 160]. Це зумовлює потребу технологічного адаптування термінів бурякозбиральних робіт до умов проектного середовища. Відповідно до цього для формування бази знань з відображення особливостей предметної складової проектного середовища ЗЦБ у віртуальній моделі цього проекту необхідно формалізувати їх характеристики. Цього досягають на підставі таких показників: 1) тривалість вегетації цукрових буряків; 2) маса коренеплодів на початок їх інтенсивного приросту; 2) щодакдний приріст маси коренеплодів.

Кількісне оцінення характеристик біологічної складової проектного середовища ЗЦБ здійснюється на підставі розробленого методу, в основу якого покладено врахування календарних темпів росту та розвитку коренеплодів цукрових буряків (рис. 3.2). Користуючись результатами спостережень Вол.-Волинської метеорологічної станції за термінами настання фенологічних фаз розвитку цукрових буряків (таблиці спостережень ТСХ-1), сформовано базу даних відповідних показників (табл. 3.3).

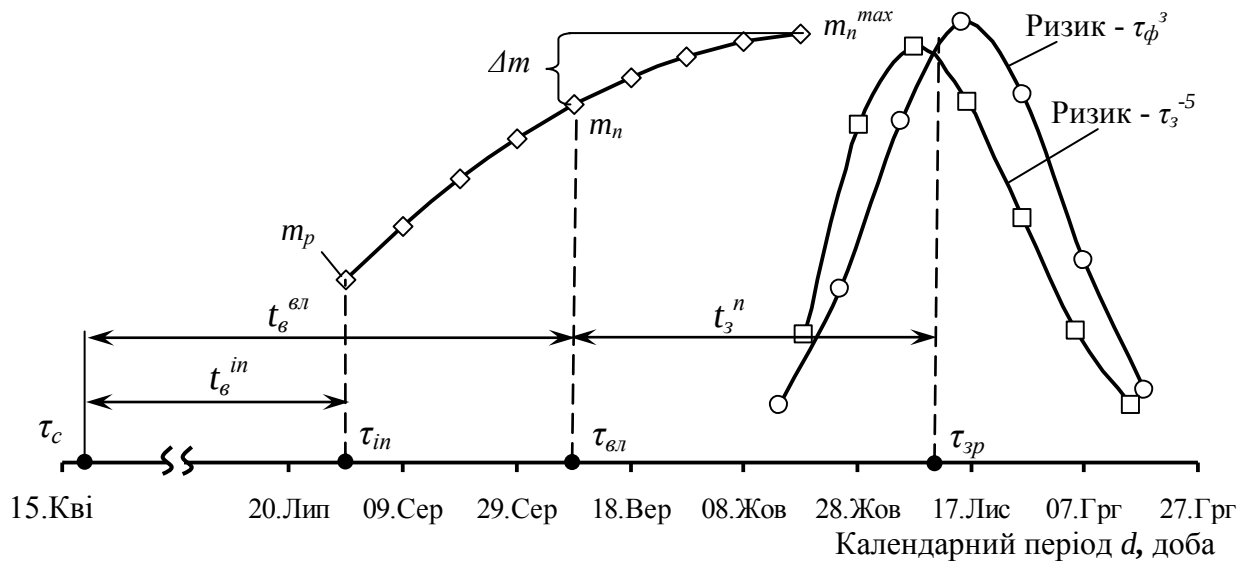


Рис. 3.2. Графічна інтерпретація календарних темпів приросту маси коренеплодів цукрових буряків: τ_c – час початку сівби цукрових буряків, доба; τ_{in} – час початку інтенсивного приросту маси коренеплодів, доба; $\tau_{вл}$ – час початку масового в'янення листків культури, доба; $\tau_{зр}$ – природно зумовлений час завершення бурякозбиральних робіт, доба; t_{ϕ}^{in} – тривалість вегетації культури до початку інтенсивного приросту маси коренеплодів, діб; $t_{\phi}^{вл}$ – тривалість вегетації культури, діб; t_3^n – потенційна тривалість робіт у проектах, діб; m_p , m_n , m_n^{max} – відповідно початкова, поточна та максимальна маса коренеплодів, г; Δm – приріст маси коренеплодів цукрових буряків, г.

Таблиця 3.3

Показники біологічної складової проектного середовища ЗЦБ

Показник	Рік				
	1959	1960	...	1996	1997
Час початку (τ_c) сівби цукрових буряків, доба	09 трав.	16 квіт.	...	06 трав.	12 трав.
Час припинення (τ_n^k) активного приросту маси коренеплодів, доба	16 серп.	21 вер.	...	27 серп.	31 серп.
Початкова маса (m_p) коренеплодів цукрових буряків (станом на 29 липня), г	337	264	...	119	213

Сформована база даних уможлиблює кількісне оцінення часу настання подій τ_c , $\tau_{вл}$, а також побудову рядів емпіричних даних – $t_{\phi}^{вл}$, m_p , m_n та m_n^{max} .

Кількісне оцінення динаміки приросту маси коренеплодів цукрових буряків здійснено на підставі результатів польових спостережень Вол.-Волинської метеорологічної станції. Сутність методики спостережень полягала у щодакданому (з кроком у 10 діб) визначенні маси коренеплодів, взятих із дослідних ділянок, та встановленні їх середнього значення. Таким чином, для проаналізованих років (1959-1997 рр.) сформовано базу даних, що відображає показники m_p , m_n та m_n^{max} , а також інтенсивність Δm (табл. 3.4).

Таблиця 3.4

Щодакданий приріст маси коренеплодів цукрових буряків

Рік	Маса коренеплодів, г								
	29 лип.	09 серп.	19 серп.	29 серп.	09 вер.	19 вер.	29 вер.	09 жовт.	19 жовт.
1959	337.0	372.0	435.0	535.0	665.0	737.0	794.0	-	-
1960	264.0	349.0	449.0	565.0	647.0	-	-	-	-
...	...	...	...	...	...	...	...	...	...
1996	74,0	176,6	204,0	262,0	292,0	352,0	383,0	405,0	413,0
1997	213,0	238,0	288,0	383,0	478,0	559,0	645,0	762,0	-

Таким чином, використання сформованої бази даних та методів кореляційно-регресійного аналізу дає змогу формалізувати статистичні закономірності біологічної складової проектного середовища ЗЦБ. Це є важливою передумовою отримання скінченної кількості закономірностей, за допомогою яких уможлиблюється відображення особливостей проектного середовища у відповідній імітаційній моделі віртуального проекту. Експериментування на ПК з такою моделлю дає змогу здійснити прогноз розвитку як агрометеорологічної, так і предметної складових та, відповідно, оцінити ризик об'єктивних передумов проектного середовища щодо виконання бурякозбиральних робіт у проектах ЗЦБ.

3.4. Методика прогнозування природно зумовленого фонду часу на виконання бурякозбиральних робіт у проектах збирання цукрових буряків

Для ефективного управління ВТР у проектах ЗЦБ потрібно володіти інформацією щодо закономірностей природно зумовленого фонду (t_{nz}) часу на виконання бурякозбиральних робіт та ризику цього показника. Як уже зазначалося, t_{nz} відображає проміжок часу між плановим часом початку (τ_{np}) бурякозбиральних робіт та календарними термінами події τ^{-5} , або τ_{ϕ}^3 (рис. 3.3). З огляду на те, що час їх настання є ймовірнісним, то тривалість t_{nz} також буде стохастичною. Окрім того, упродовж виконання бурякозбиральних робіт у проектах ЗЦБ можливе виникнення непогожих проміжків, тривалість яких є теж ймовірною. Це впливає на скорочення t_{nz} , зумовлює його ризик, а відтак об'єктивно впливає на ВТР у проектах.

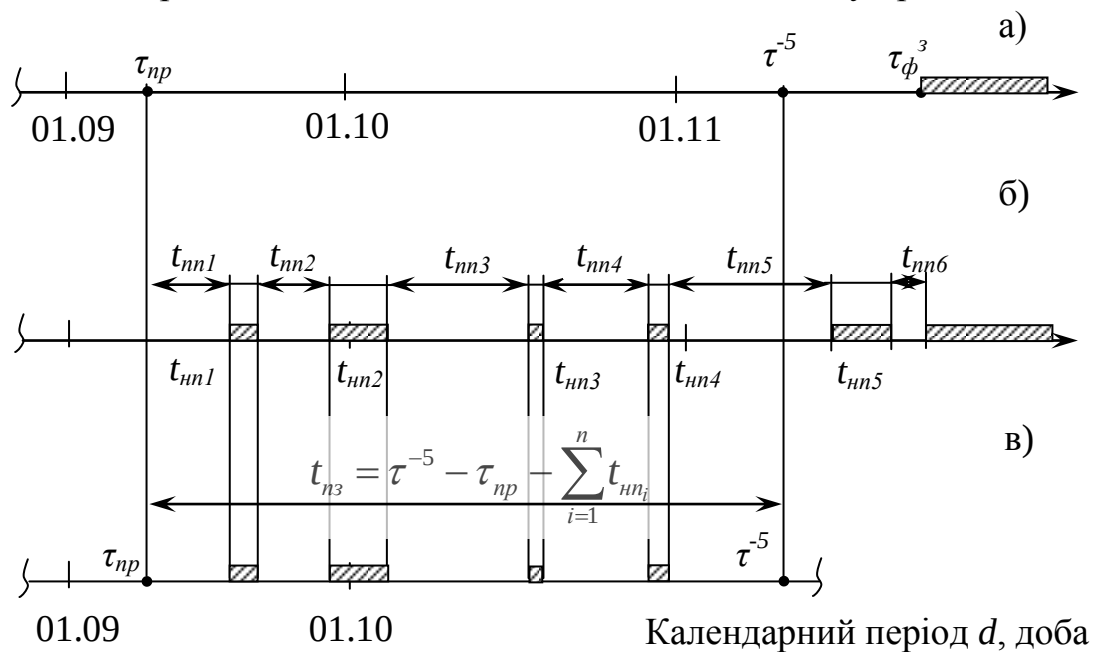


Рис. 3.3. Графічна інтерпретація природно зумовленого фонду часу на виконання бурякозбиральних робіт у проектах ЗЦБ: а) календарні терміни початку та завершення робіт; б) тривалість погожих та непогожих проміжків; в) природно зумовлений фонд часу на виконання бурякозбиральних робіт; t_{nn} , t_{nn} – тривалість погожих та непогожих проміжків часу, діб.

Тоді кількісне значення t_{nz} визначатиметься за формулою

$$t_{nz} = \tau^{-5} - \tau_{np} - \sum_{i=1}^n t_{nn_i}, \quad (3.1)$$

де n – кількість непогожих проміжків між подіями τ_3^{-5} та τ_{np} .

Для дослідження закономірностей зміни t_{nz} , а також його ризику, відносно планового τ_{np} розроблено відповідну статистичну імітаційну модель, що відображає вплив агрометеорологічних умов осіннього періоду на стан ґрунту поля та можливість роботи бурякозбиральних комбайнів. Блок-схема алгоритму цієї моделі наведена на [рис. 3.4](#).

База початкових даних для комп'ютерних експериментів із дослідження ризику t_{nz} сформована на підставі розроблених методів ([див. п. 3.2](#)) та формалізованих для умов Вол.-Волинського району характеристик агрометеорологічної складової проектного середовища ([див. п. 4.1](#)), а саме: 1) тривалості погожих (t_{nn}) і непогожих (t_{nn}) проміжків часу; 2) часу (τ^{-5}) початку заморозку (нижче -5°C); 3) часу (τ_{ϕ}^3) завершення фізичної стиглості ґрунту в осінній період.

Метод дослідження ризику t_{nz} зводиться до виконання мінімально потрібної кількості ($Np = 25$) [\[28, 29\]](#) реалізацій статистичної імітаційної моделі агрометеорологічних умов для осіннього періоду (1 вересня – 30 листопада) та встановлення кількості днів, за яких ґрунт поля був придатний до виконання бурякозбиральних робіт. Оскільки дослідження t_{nz} виконується із врахуванням чотирьох ймовірнісних показників – t_{nn} , t_{nn} , τ^{-5} , τ_{ϕ}^3 , то для об'єктивного відображення їх системного поєднання необхідно виконати $Np = 25^4$ реалізацій імітаційної моделі з використанням методу "вкладених циклів" ([рис. 3.5](#)) [\[70, 169\]](#). Це дасть змогу отримати репрезентативні вибірки емпіричних даних і встановити: 1) залежність t_{nz} від планових термінів початку (τ_{np}) робіт; 2) ризик t_{nz} для кожного з планових τ_{np} ; 3) залежність ризику відсутності t_{nz} (тобто $t_{nz} = 0$ діб) від τ_{np} .

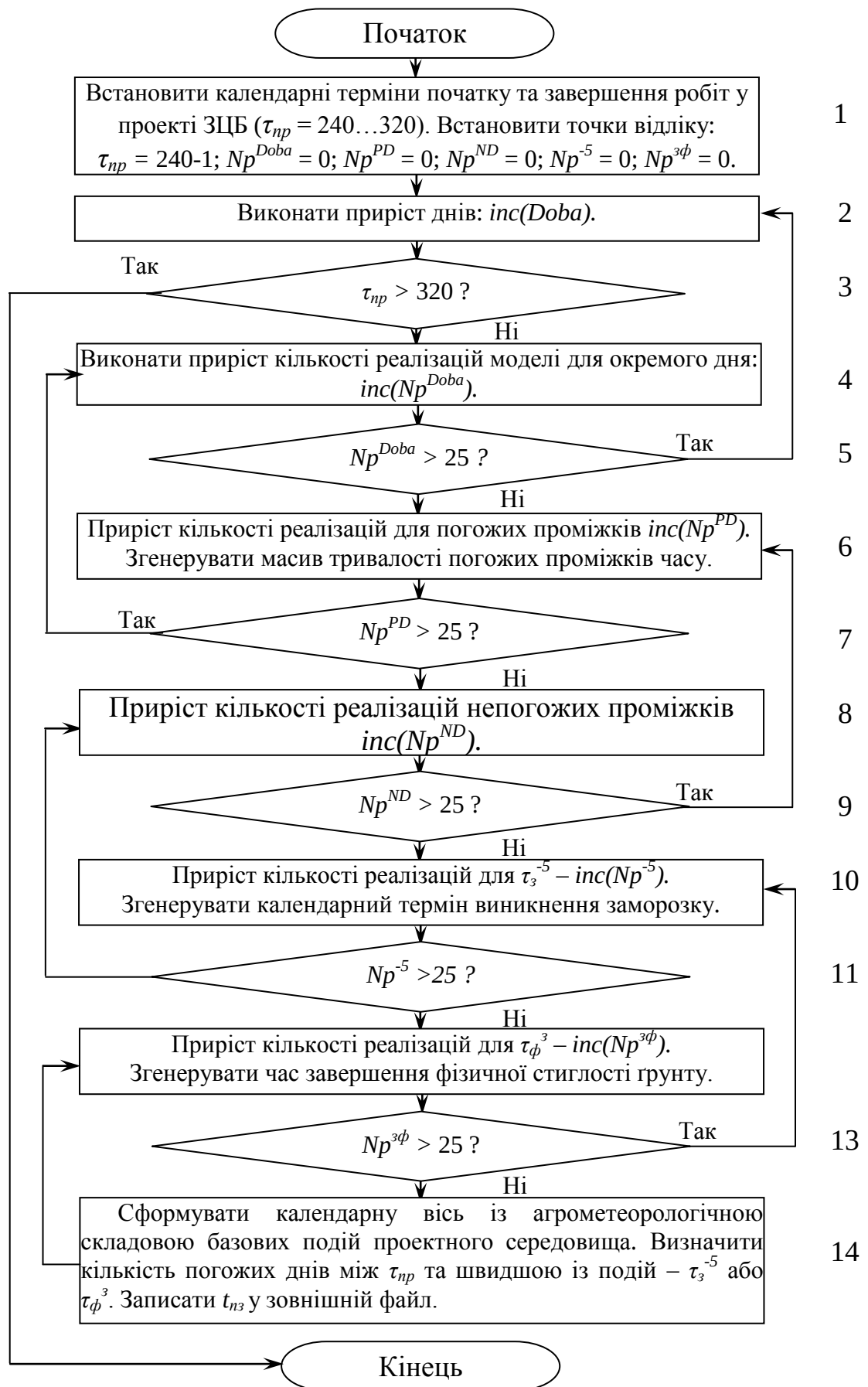


Рис. 3.4. Блок-схема алгоритму статистичної імітаційної моделі агрометеорологічної складової проектного середовища ЗЦБ.

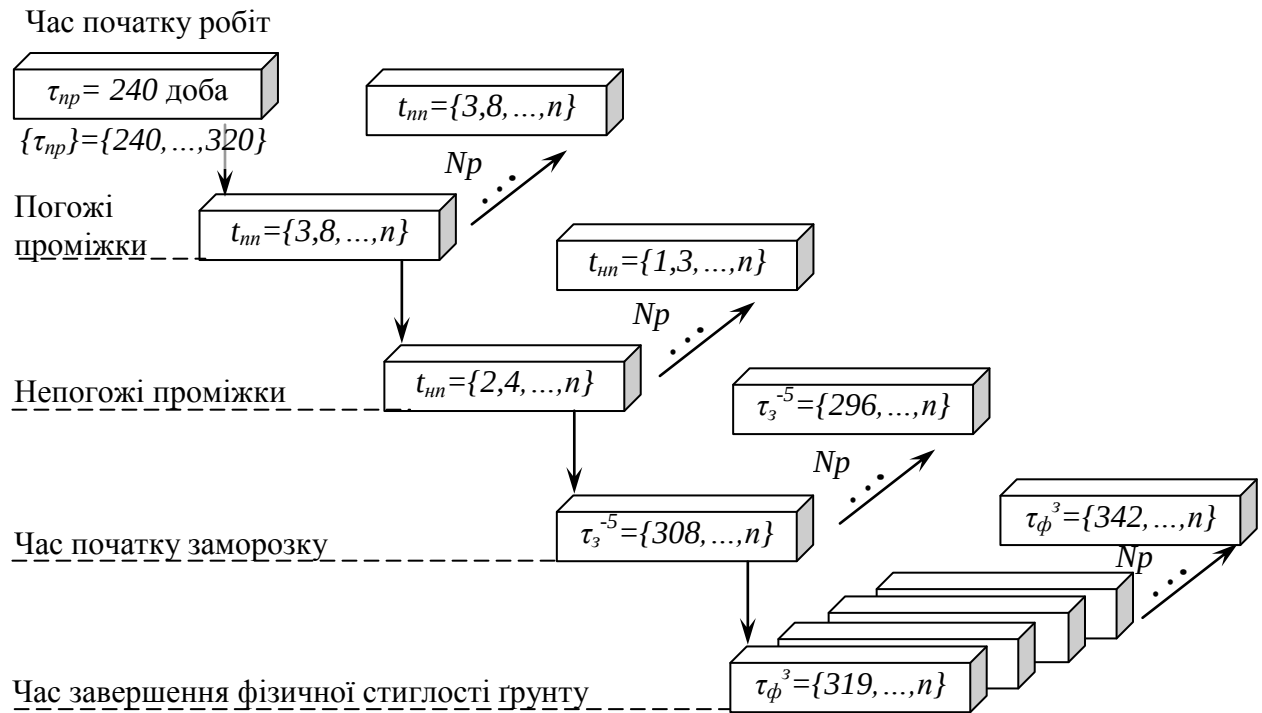


Рис. 3.5. Системне врахування ризику природно зумовленого фонду часу на виконання бурякозбиральних робіт у проектах ЗЦБ.

Фрагмент комп'ютерної програми статистичної імітаційної моделі агрометеорологічної складової проектного середовища ЗЦБ для дослідження закономірностей t_{nz} наведено у **дод. А**.

На підставі математичного опрацювання результатів комп'ютерних експериментів із статистичною імітаційною моделлю агрометеорологічної складової проектного середовища виникає можливість формалізувати характеристики t_{nz} , що є підставою розроблення рекомендацій зі стратегічного управління ВТР у проектах ЗЦБ.

3.5. Методика прогнозування характеристик предметної складової проектного середовища

Для управління ВТР у проектах ЗЦБ, що реалізуються в окремий календарний рік, необхідно здійснювати прогноз приросту маси коренеплодів цукрових буряків (**рис. 3.6**).

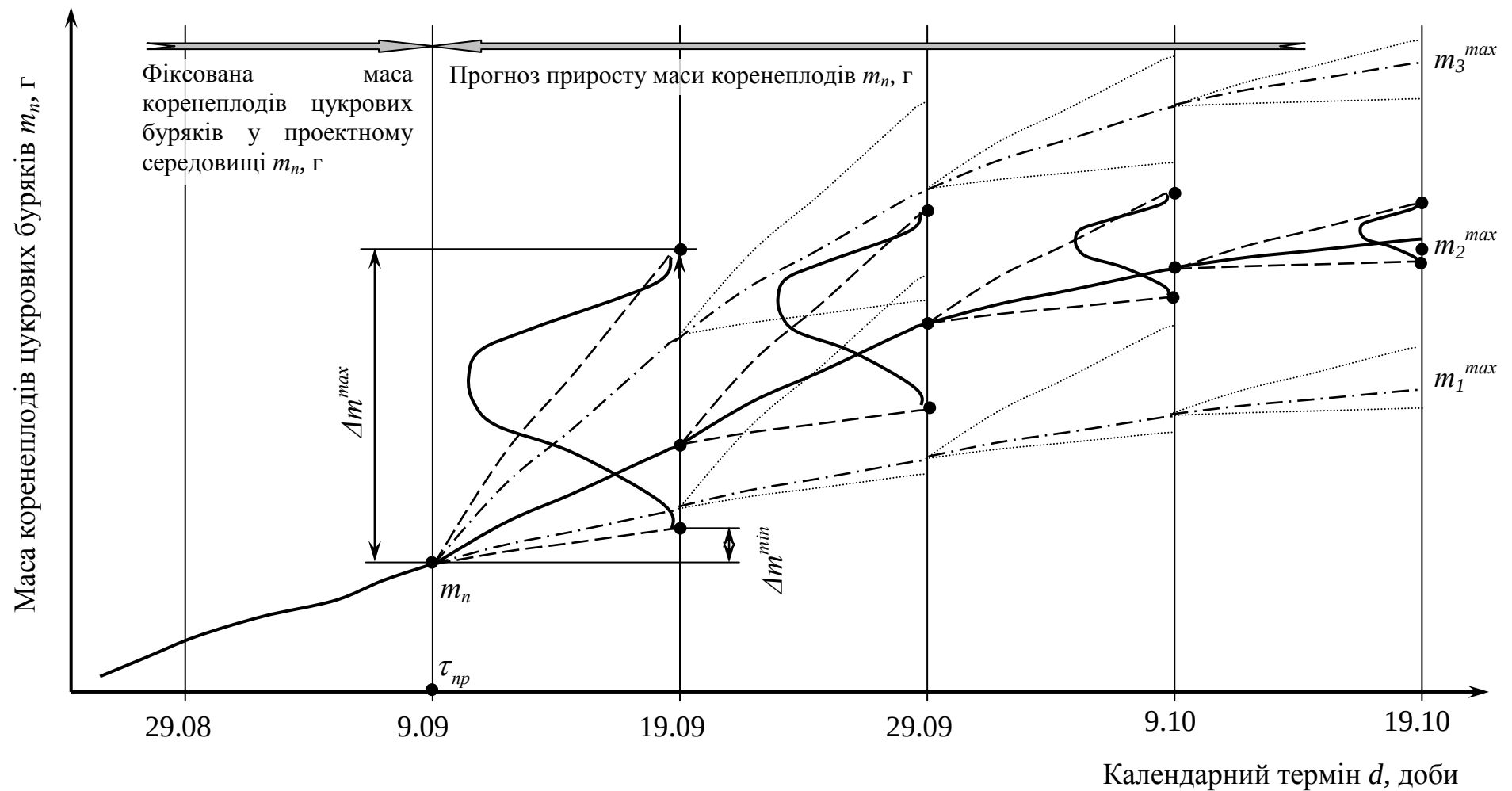


Рис. 3.6. Графічна інтерпретація методу прогнозування приросту маси коренеплодів цукрових буряків у моделі віртуального проекту ЗЦБ.

Особливістю календарного приросту (Δm) коренеплодів є те, що його інтенсивність знижується впродовж осіннього періоду, а також те, що цей приріст характеризується стохастичністю.

Для відображення цих особливостей Δm у моделі відповідного проекту необхідно використовувати теорію ймовірності та, зокрема, методи ітерацій і статистичного імітаційного моделювання. Попередній аналіз результатів щодаєкадних спостережень Вол.-Волинської метеорологічної станції за календарною зміною поточної маси (m_n) коренеплодів дав змогу розробити метод і відповідні моделі для прогнозування Δm .

На підставі диференціальних функцій розподілу (моделей ризику) щодаєкадного приросту маси коренеплодів (див. п. 4.3), виникає можливість прогнозування їх добового приросту. В основу прогнозування Δm покладено метод ітерацій моделей ризику щодаєкадного приросту маси коренеплодів, метод генерування псевдовипадкових величин та метод інтерполяції. Їх застосування дає змогу здійснити прогноз m_n для кожного з планових τ_{np} у проектах ЗЦБ.

Очевидно, що точність прогнозу щодаєкадного приросту коренеплодів, а також максимальної їх маси в окремий рік реалізації проектів ЗЦБ зростає відповідно до пізніх термінів здійснення цього прогнозу.

Таким чином, прогнозування приросту маси коренеплодів цукрових буряків у моделі віртуального проекту ЗЦБ для різних планових термінів початку бурякозбиральних робіт дає змогу встановити інтегровані функціональні показники цих проектів та здійснити узгодження обсягу, темпу та часу початку цих робіт з умовами проектного середовища.

3.6. Методика дослідження ризику інтегрованих функціональних показників за допомогою статистичної імітаційної моделі віртуального проекту збирання цукрових буряків

Аналіз поняття ВТР як однієї з характеристик проектів ЗЦБ, в яких наперед задана виробнича програма та технічне оснащення, переконує у потребі розгляду всіх можливих станів агрометеорологічної та предметної складових проектного середовища. Тоді ВТР у проектах ЗЦБ відображатиме:

- 1) залежність інтегрованих функціональних показників проектів від узгодженості обсягу, темпу та часу початку бурякозбиральних робіт із станом та розвитком умов проектного середовища;
- 2) ймовірність відхилення цих показників від запланованих значень;
- 2) межі відхилення;
- 3) календарну мінливість цих показників тощо.

Практичну перевірку теоретичних положень щодо можливості узгодження обсягу, темпу та часу початку бурякозбиральних робіт з умовами проектного середовища ЗЦБ і задоволення умов $\{R_E\} \rightarrow \min$ та $\{E\} \rightarrow \max$ здійснено на підставі експериментування зі статистичною імітаційною моделлю віртуального проекту. Її розробку виконано з огляду на досягнення поставленої мети дослідження. В основу методу відображення в імітаційній моделі системної дії множини чинників ефективності, а також особливостей системно-подієвого розвитку умов проектного середовища покладено послідовне генерування кількісних показників ієрархічно розташованих складових у віртуальному проекті ЗЦБ. Такий метод "вкладених циклів" [70, 169] використано також під час відображення моделлю ризику природно зумовленого фонду часу на виконання робіт у проектах ЗЦБ та ризику біологічної складової предметних умов проектного середовища цих проектів (див. п. 3.4 та п. 3.5).

Початковою базою знань для системно-подієвого відображення умов проектного середовища у комп'ютерній програмі статистичної імітаційної моделі віртуального проекту ЗЦБ є множина обґрунтованих, на підставі

результатів виробничих спостережень, залежностей характеристик та моделей ризику агрометеорологічної і предметної складових (див. п. 4.1 – 4.3).

Відображення бурякозбиральних робіт у згенерованих умовах проектного середовища віртуального проекту ЗЦБ відбувається у чисельному форматі. З метою встановлення закономірностей зміни інтегрованих функціональних показників проектів за різних планових термінів початку (τ_{np}) робіт, моделювання виконується для календарного періоду з 1 вересня (243-й день з початку року) до 1 грудня (304-й день) (рис. 3.7).

Для відображення термінів робіт у моделі віртуального проекту ЗЦБ у чисельному форматі формується календарна вісь, на якій відкладається τ_{np} , час (τ^{-5}) початку заморозку (нижче -5°C) та час (τ_{ϕ}^3) завершення фізичної стиглості ґрунту (див. рис. 3.7, а). Відображення погожих та непогожих проміжків часу для цього періоду здійснюється позначеннями 1 та 0 відповідно. Генерування псевдовипадкових показників, що відображають стохастичність агрометеорологічної складової проектного середовища ЗЦБ, здійснюється за наступними розподілами: 1) тривалості погожих (t_m) та непогожих (t_{nm}) проміжків; 2) моментів τ^{-5} і τ_{ϕ}^3 . Відкладаючи ці події на календарну вісь (див. рис. 3.7, б) та проектуючи на ній τ_{np} , отримують можливість відобразити природно зумовлений фонд часу на виконання бурякозбиральних робіт у проектах ЗЦБ. Користуючись методикою прогнозування розвитку біологічної складової (див. п. 3.5) та встановленими статистичними закономірностями (див. п. 4.2-4.3), здійснюють її відображення у моделі віртуального проекту ЗЦБ (див. рис. 3.7, в).

Перебіг бурякозбиральних робіт у проектах ЗЦБ в j -у добу відображають на підставі віднімання добової продуктивності ($W_{доб}$) відповідного бурякозбирального комбайна від площі поля (S_{j-1}), яка залишилась необробленою у попередній ($j-1$) день:

$$S_j = S_{j-1} - W_{доб} , \quad (3.2)$$

де S_j - незібрана площа цукрових буряків на кінець поточної j -ї доби, га.

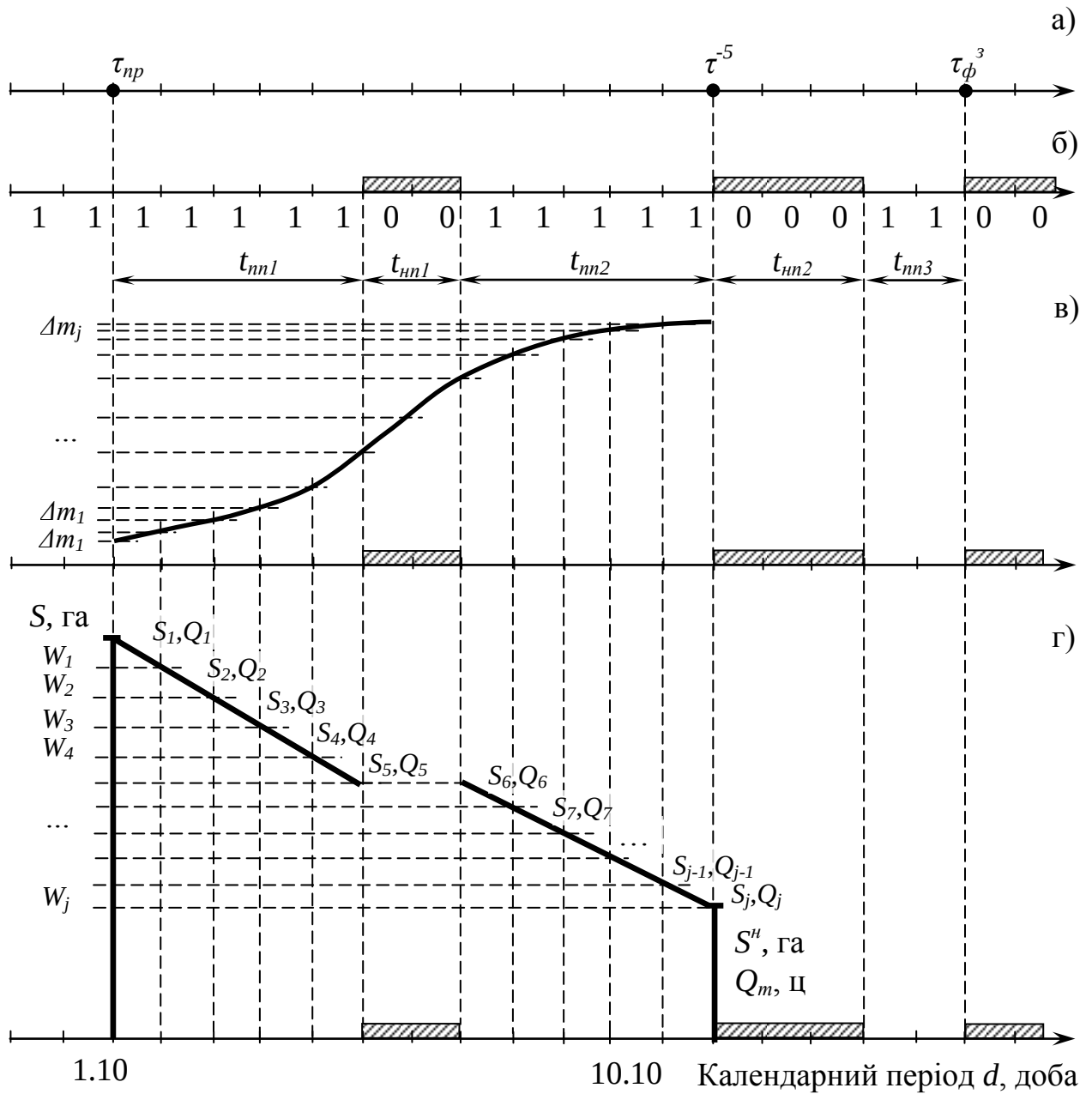


Рис. 3.7. Графічна інтерпретація методу відображення умов проектного середовища та бурякозбиральних робіт у моделі віртуального проекту ЗЦБ: а) календарні терміни початку та завершення робіт; б) погожі та непогожі проміжки; в) календарний приріст маси коренеплодів цукрових буряків; г) перебіг робіт у проектах; S_j – площа культури, що зібрана в j -у добу, га; $Q_{\phi j}$ – обсяг врожаю цукрових буряків, що зібраний в j -у добу, ц; S^H – площа, на якій врожай культур уражено заморозками, га; Q_m – обсяг технологічних втрат врожаю цукрових буряків, ц.

Очевидно, що S_j є початковою площею для виконання робіт у наступну добу. Для непогожих проміжків календарного періоду бурякозбиральних робіт $W_{доб} = 0$ га/добу, тому $S_j = S_{j-1}$ і т.д.

Запізнення з виконанням робіт до моменту τ^{-5} , або τ_ϕ^3 зумовлює технологічні втрати у проектах ЗЦБ. Як уже зазначалося, за умови настання події τ^{-5} , цукрові буряки, що знаходяться на полях підприємств, уражуються заморозками (нижче -5°C) та втрачають свою товарну цінність. З іншого боку, настання події τ_ϕ^3 зумовлює зміну стану ґрунту (перезволожений, вкритий снігом тощо), за якого робота бурякозбиральних комбайнів на полях із культурами стає неможливою, тоді вирощений урожай також втрачається через початок зимового періоду.

Встановлення таких інтегрованих функціональних показників проектів ЗЦБ, як валовий обсяг (Q_ϕ) зібраного врожаю цукрових буряків та обсяг (Q_m) технологічних втрат, за планового τ_{np} є підставою оцінення узгодженості обсягу, темпу та часу початку робіт з умовами проектного середовища, а відтак і обґрунтування реакцій на ВТР у цих проектах.

Визначення Q_ϕ здійснюється за допомогою щоденного додавання обсягів зібраного врожаю культури: $\left(m_n + \sum_1^j \Delta m_1\right) \cdot S_1 \cdot 0,9$ – перший день робіт у проектах ЗЦБ, $\left(m_n + \sum_1^j \Delta m_2\right) \cdot S_2 \cdot 0,9$ – другий день і т.д. Сума цих добутоків відображає в Q_ϕ у центнерах:

$$Q_\phi = \sum_1^j \left(\left(m_n + \sum_1^j \Delta m_j \right) \cdot S_j \cdot 0,9 \right), \quad (3.3)$$

де m_n – поточна маса конереплодів цукрових буряків станом на τ_{np} , г; 0,9 – коефіцієнт переведення ваги зібраного врожаю цукрових буряків з грамів у центнери (з розрахунку 90 тис. коренеплодів на 1 га [156]).

Як уже зазначалося, надто ранні терміни початку робіт у проектах ЗЦБ зумовлюють біологічні втрати цукрових буряків через збір врожаю

коренеплодів, приріст яких ще не досяг свого біологічного максимуму. Відповідно до цього обсяг біологічних втрат (Q_{ϕ}) становитиме різницю між потенційними обсягами (Q_n) врожаю культури за теоретичної умови виконання бурякозбиральних робіт у момент досягнення нею максимальної біологічної маси (m_n^{max}) коренеплодів та обсягами Q_{ϕ} фактично зібраного врожаю. Кількісне оцінення Q_{ϕ} у моделі віртуального проекту ЗЦБ здійснюється на підставі різниці між двома показниками – Q_n та Q_{ϕ} .

У результаті моделювання бурякозбиральних робіт у віртуальному проекті ЗЦБ отримують інтегровані функціональні показники, до складу яких відносимо: 1) обсяг (Q_{ϕ}) фактично зібраного врожаю коренеплодів цукрових буряків; 2) обсяг (Q_{ϕ}) біологічних втрат; 3) обсяг (Q_m) технологічних втрат; 4) обсяг фактично (S_{ϕ}) зібраних площ культури; 5) ймовірність (P_{Qm}) виникнення технологічних втрат; 6) ймовірність ($P_{Q\phi}$) виникнення біологічних втрат; 7) густину розподілу (моделі ризику) Q_{ϕ} , Q_{ϕ} та Q_m .

Таким чином, розроблення нових методів та моделей, що дають змогу врахувати особливості проектного середовища й відобразити їх вплив на перебіг бурякозбиральних робіт у статистичній імітаційній моделі віртуального проекту ЗЦБ, є важливою передумовою отримання об'єктивних результатів комп'ютерних експериментів – інтегрованих функціональних показників цих проектів. У результаті скінченної кількості ітерацій статистичної імітаційної моделі віртуального проекту ЗЦБ із заданою виробничою програмою та технічним оснащенням проектів виникає можливість встановити закономірність зміни інтегрованих функціональних показників за різних планових термінів початку робіт у цих проектах, а також кількісно оцінити ВТР.

3.7. Алгоритм статистичної імітаційної моделі віртуального проекту збирання цукрових буряків

Умовою одержання вірогідних результатів комп'ютерних

експериментів є використання формалізованих характеристик агрометеорологічної та біологічної складових проектного середовища ЗЦБ, а також об'єктивне відображення бурякозбиральних робіт у моделі віртуального проекту ЗЦБ. Імітаційне моделювання передбачало виконання таких етапів: 1) розробити алгоритм імітаційної моделі віртуального проекту ЗЦБ; 2) розробити комп'ютерну програму цієї статистичної імітаційної моделі; 3) виконати попереднє моделювання бурякозбиральних робіт з метою перевірки її адекватності; 4) обґрунтувати потрібну кількість реалізацій моделі; 5) виконати комп'ютерні експерименти; 6) систематизувати та математично опрацювати їх результати, обґрунтувати закономірності та ризик інтегрованих функціональних показників; 7) розробити рекомендації щодо узгодження обсягу, темпу та часу початку бурякозбиральних робіт на рівні стратегічного та тактичного управління ВТР у проектах ЗЦБ.

Блок-схема алгоритму статистичної імітаційної моделі віртуального проекту ЗЦБ розроблена на підставі науково-методичних положень щодо системно-подієвого відображення умов проектного середовища та їх впливу на перебіг бурякозбиральних робіт. Блок-схема алгоритму складається з 20 основних блоків (див. дод. Б).

Перший та другий блоки призначені для занесення в пам'ять ПК початкових даних щодо: 1) виробничої площі; 2) крайніх календарних термінів початку та завершення робіт у проектах; 3) кількості ітерацій моделі для кожного зі стохастичних чинників тощо. У другому блоці резервується необхідний обсяг оперативної пам'яті ПК, створюється необхідна кількість змінних та масивів змінних. Для коректної роботи моделі та отримання вірогідних результатів усі створені змінні та масиви змінних слід обнулити.

Блок 3 – це зовнішній цикл, який відображає організаційні варіанти реалізації проекту шляхом послідовного перебору календарних термінів початку робіт у ньому. Для кожного з календарних днів у проміжку часу від 1 вересня (243-я доба від початку року) до 1 листопада (305-а доба) відбувається $Np = 25^4$ ітерацій моделі. Така кількість реалізацій виконується з

метою відображення ризику стохастичних умов проектного середовища та їх причинно-наслідкових зв'язків із перебігом робіт у проектах.

Блок 4 призначений для зчитування початкових даних, запуску генераторів псевдовипадкових величин та формування масивів початкових даних: 1) темпи робіт ($W_{год}$); 2) тривалість погожих проміжків (t_{nn}); 3) тривалість непогожих проміжків (t_{nn}); 4) час виникнення заморозку (τ_3^{-5}); 5) час завершення (τ_ϕ^3) фізичної стиглості ґрунту; 6) початкова маса (m_p) коренеплодів цукрових буряків; 7) приріст (Δm) маси коренеплодів.

Блоки 5 і 6 призначені для запуску одного з внутрішніх циклів, який виконує скінченну кількість ітерацій моделі для j -ї доби.

Блоки 7 і 8 здійснюють чисельне відображення агрометеорологічної та біологічної складових проектного середовища ЗЦБ. У результаті цього у моделі формуються календарні терміни робіт, природно зумовлений фонд часу на їх виконання та агрометеорологічно зумовлені терміни завершення.

З блоку 9 розпочинається відображення бурякозбиральних робіт у проектах для відповідних умов проектного середовища, виробничої програми й технічного оснащення проектів. Цей блок діє як окрема складова коду комп'ютерної програми з відображення робіт у проектах. До завдань блоку 9 також відносимо фіксування календарних термінів робіт та контроль за коректним обнуленням локальних масивів і змінних.

Блоки 10 та 11 здійснюють кількісне відображення характеристик технічного оснащення проектів і предметної складової проектного середовища. Зокрема у них визначається добовий обсяг робіт та календарний приріст маси коренеплодів цукрових буряків.

Блоки 12 і 13 відображають перебіг бурякозбиральних робіт у проектах ЗЦБ за умови погожих проміжків. У разі виникнення непогожих проміжків компілятор ПК фіксує простій техніки та передає керування комп'ютерною програмою у блок 9.

Блоки 14 – 18 призначені для встановлення та кількісного оцінення інтегрованих функціональних показників проектів ЗЦБ. Зокрема

здійснюється контроль своєчасності та обсягів виконаних робіт. Порівнюється отриманий результат із термінами настання подій τ^{-5} та τ_{ϕ}^3 , а також оцінюється виконання виробничої програми проектів. У результаті виконання цих блоків фіксуються наступні показники: 1) валовий обсяг зібраного врожаю; 2) обсяг фактично зібраних площ; 3) обсяг технологічних втрат; 4) обсяг незібраних площ; 5) обсяг біологічних втрат.

Блок 17 перевіряє умову завершення бурякозбиральних робіт на всій площі виробничої програми. Програма повертається до блоку 9 за умови невиконання блоку 17.

Отримані результати записуються у зовнішні файли для наступного опрацювання цих показників за допомогою методів математичної статистики та кореляційно-регресійного аналізу.

Блок 19 перевіряє, чи для всіх планових термінів початку бурякозбиральних робіт у проектах ЗЦБ виконано моделювання. Якщо ні, то інкрементується j і моделювання продовжується до задоволення умови $j < 305$.

На підставі розкриття змісту блок-схеми алгоритму (див. дод. Б), розроблено комп'ютерну програму статистичної імітаційної моделі віртуального проекту ЗЦБ. Код комп'ютерної програми цієї моделі розроблено в середовищі *C# Microsoft Visual Studio 2005* [70, 169], котра займає обсяг фізичної пам'яті ПК 570 КБайт (див. дод. В).

Висновки до розділу 3

1. Програма та загальна методика досліджень складається з десяти логічно обґрунтованих етапів, що передбачають виробничі спостереження та комп'ютерні експерименти, реалізація яких уможливорює підтвердження головних теоретичних положень щодо управління ВТР у проектах ЗЦБ.

2. Виробничі спостереження та комп'ютерні експерименти зумовлені специфікою досліджуваної задачі, яка полягає у системно-подієвому розкритті особливостей проектного середовища ЗЦБ. Ймовірнісний вплив

базових подій на перебіг бурякозбиральних робіт у проектах зумовлює їх ВТР. Тому дослідження особливостей впливу умов проектного середовища на перебіг робіт та ВТР у проектах ЗЦБ можливе лише за допомогою поєднання результатів виробничих спостережень із комп'ютерними експериментами.

3. Методика виконання виробничих спостережень щодо встановлення характеристик агрометеорологічної та предметної складових проектного середовища ЗЦБ ґрунтується на використанні результатів спеціально організованих спостережень метеорологічної станції, що є підставою отримання множини об'єктивних показників та формування початкової бази знань для відтворення цих особливостей проектного середовища у статистичній імітаційній моделі віртуального проекту ЗЦБ.

4. Опрацювання результатів виробничих спостережень передбачало використання стандартизованих методів математичної статистики та кореляційно-регресійного аналізу, що є підставою для отримання вірогідних моделей ризику та статистичних закономірностей показників умов проектного середовища ЗЦБ.

5. Розроблена методика комп'ютерних експериментів ґрунтується на статистичному імітаційному моделюванні бурякозбиральних робіт у віртуальному проекті ЗЦБ за прогнозованих умов проектного середовища. Це дає змогу відобразити системно-подієві передумови виконання бурякозбиральних робіт, здійснити багаторазову реалізацію статистичної імітаційної моделі та отримати репрезентативні вибірки інтегрованих функціональних показників і на цій підставі здійснити управління ВТР на стратегічному та тактичному рівнях.

РОЗДІЛ 4

РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ СТАТИСТИЧНИХ ЗАКОНОМІРНОСТЕЙ РИЗИКУ УМОВ ПРОЕКТНОГО СЕРЕДОВИЩА

4.1. Результати обґрунтування моделей ризику агрометеорологічної складової проектного середовища

Як уже зазначалось, агрометеорологічні умови проектного середовища ЗЦБ внаслідок випадання дощу зумовлюють зміну вологості ґрунту поля та його фізико-механічних властивостей. Така предметна особливість проектного середовища здійснює стохастичний вплив на темпи виконання бурякозбиральних робіт у проектах та, відповідно, є причиною їх ВТР.

Розгляд проектів ЗЦБ через призму системно-подієвого підходу дав змогу розробити відповідні теоретичні положення щодо об'єктивного відображення причин ризику інтегрованих функціональних показників у цих проектах. В основі цих теоретичних положень є відображення стохастичності базових подій, причинно-наслідкові зв'язки окремих із них та їх системний вплив на темпи бурякозбиральних робіт у проектах.

Для кількісного оцінення характеристик агрометеорологічної складової проектного середовища ЗЦБ здійснено опрацювання результатів відповідних виробничих спостережень (див. п. 3.2). На основі аналізу звітних даних (ТСХ-1, КМ-1) спостережень Вол.-Волинської метеорологічної станції за станом верхніх шарів (0-2, 2-10см) ґрунту (для періоду 45 років – 1952-1997 рр.) і мінімальною температурою на його поверхні (для 35 років – 1961-1995 рр.) побудовано такі ряди емпіричних даних: 1) тривалості погожих (t_{nn}) і непогожих (t_{nn}) проміжків (для календарного періоду з 1 вересня до 30 листопада); 2) часу (τ^5) початку заморозку (нижче -5°C); 3) часу (τ_ϕ^3) завершення фізичної стиглості ґрунту в осінній період.

Отримані ряди емпіричних даних щодо t_{nn} та t_{nn} опрацьовано за відомими методами математичної статистики [34, 42, 102-127, 134, 135, 147, 155]. На цій основі обґрунтовано розподіл тривалості погожих (рис. 4.1, а) та непогожих (рис. 4.1, б) проміжків осіннього періоду. Зокрема, використовуючи критерій χ^2 Пірсона, обґрунтовано [102], що емпіричний розподіл t_{nn} та t_{nn} узгоджується з трипараметричним законом Вейбулла [101]. Диференціальна функція цих розподілів (моделі ризику) описується рівняннями:

- погожі проміжки часу

$$f(t_{nn}) = 0,23 \cdot \left(\frac{t_{nn} - 1}{5,665} \right)^{0,148} \cdot \exp \left[- \left(\frac{t_{nn} - 1}{5,665} \right)^{1,148} \right], \quad (4.1)$$

- непогожі проміжки часу

$$f(t_{nn}) = 0,427 \cdot \left(\frac{t_{nn} - 1}{2,531} \right)^{0,08} \cdot \exp \left[- \left(\frac{t_{nn} - 1}{2,531} \right)^{1,08} \right]. \quad (4.2)$$

Головні статистичні характеристики розподілу t_{nn} наступні: математичне сподівання – $\bar{M}[t_{nn}] = 6,412$ діб; коефіцієнт варіації – $\nu[t_{nn}] = 0,884$. Довірчий інтервал t_{nn} становить 1...21 доба. Інші статистичні характеристики наведено в дод. Д.

Ці ж статистичні характеристики для розподілу t_{nn} становлять: $\bar{M}[t_{nn}] = 3,469$ діб; $\nu[t_{nn}] = 0,938$. Довірчий інтервал t_{nn} становить 1...14 доба. Інші статистичні характеристики наведено в дод. Д.

Опрацювання емпіричних даних τ^{-5} та τ_{ϕ}^3 виконано за аналогічною методикою. Це дало змогу обґрунтувати відповідні розподіли (рис. 4.2 та 4.3). Зокрема, на підставі критерію χ^2 Пірсона обґрунтовано, що емпіричний розподіл τ^{-5} узгоджується з теоретичним розподілом Вейбулла. Диференціальна функція цього розподілу (модель ризику) має вигляд:

$$f(\tau^{-5}) = 0,06 \cdot \left(\frac{\tau^{-5} - 286}{33,796} \right)^{1,033} \cdot \exp \left[- \left(\frac{\tau^{-5} - 286}{33,796} \right)^{2,033} \right]. \quad (4.3)$$

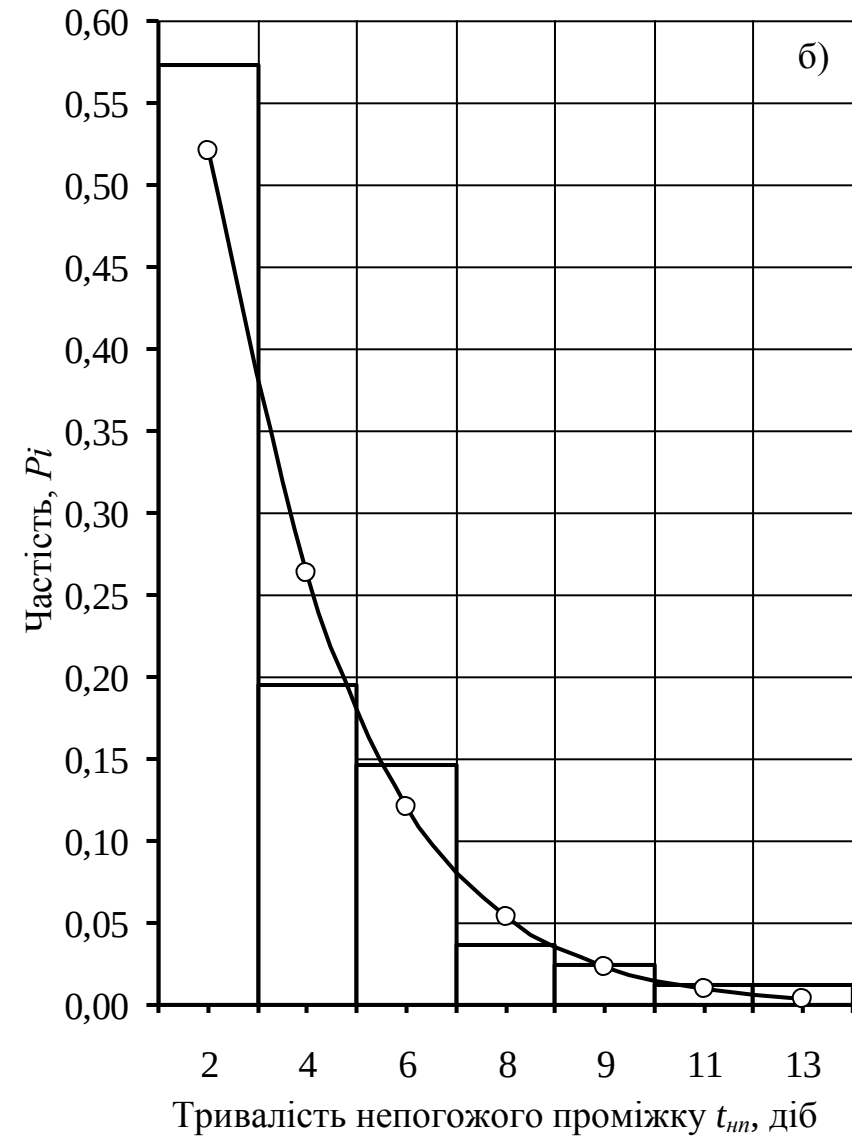
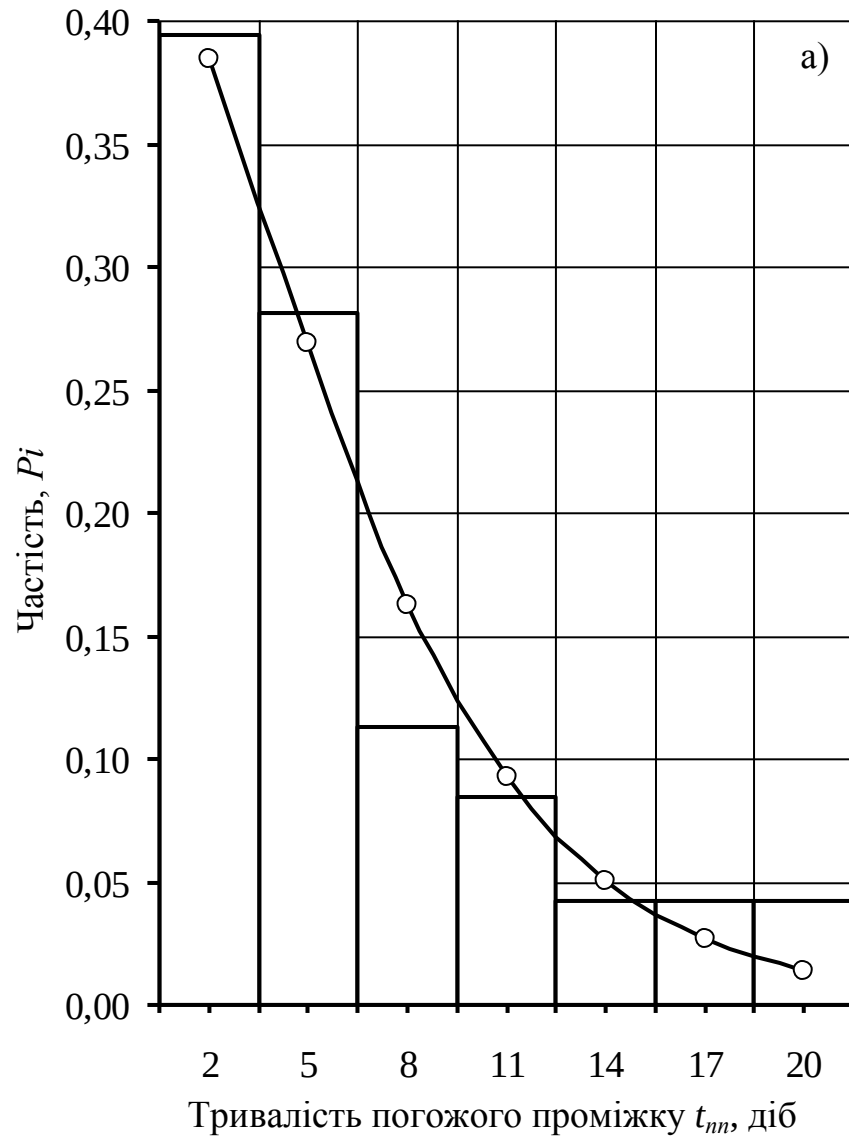


Рис. 4.1. Гістограма та теоретична крива розподілу тривалості погожих (а) та непогожих (б) проміжків для

осіннього періоду (Вейбулла).

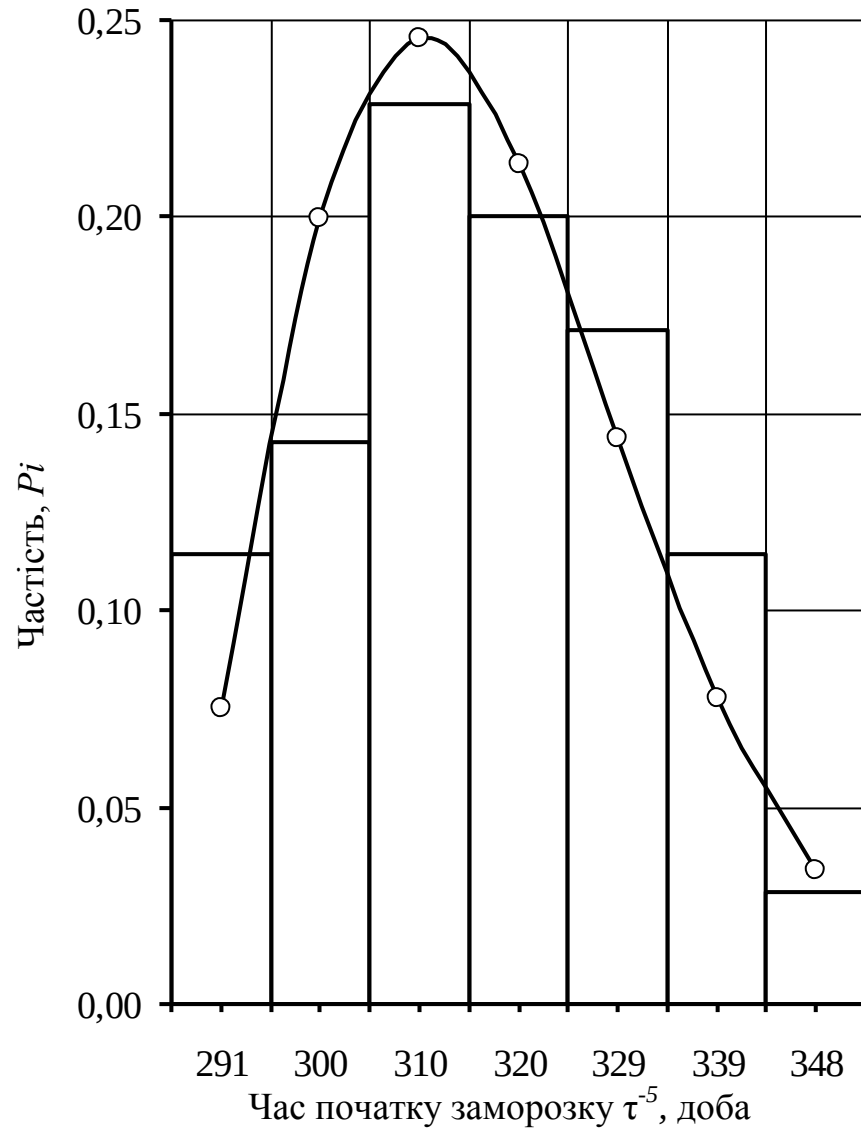


Рис. 4.2. Гістограма та теоретична крива розподілу часу початку заморозків (нижче -5°C) (Вейбулла).

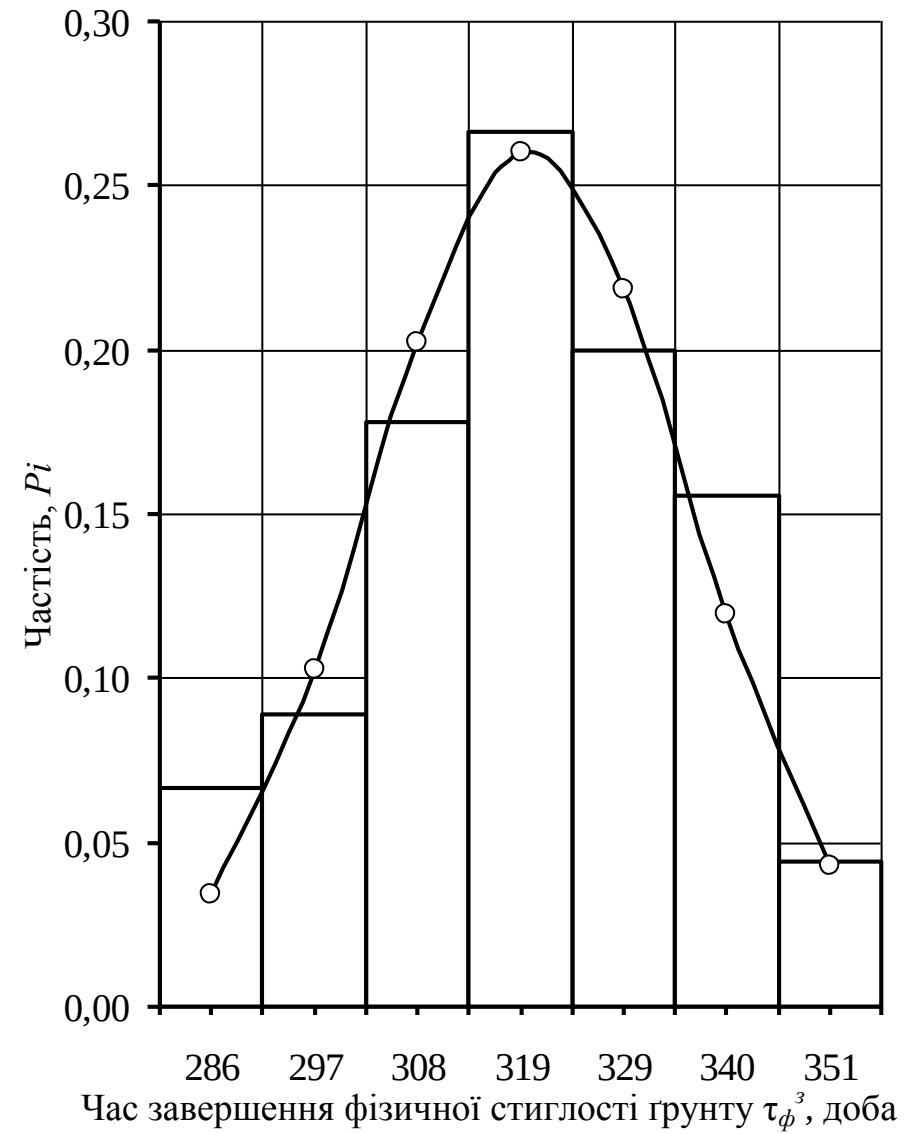


Рис. 4.3. Гістограма та теоретична крива розподілу часу завершення фізичної стиглості ґрунту (нормальний).

Головні статистичні характеристики розподілу τ^{-5} наступні: математичне сподівання – $\bar{M}[\tau^{-5}] = 315,945$ доба; коефіцієнт варіації – $\nu[\tau^{-5}] = 0,513$. Довірчий інтервал τ^{-5} лежить у межах 286...353 доби. Інші статистичні характеристики наведено в дод. Д (табл. Д.3).

Застосування цієї ж методики для обґрунтування моделі ризику τ_{ϕ}^3 дало змогу встановити, що розподіл цього показника узгоджується з нормальним законом. Його диференціальна функція наступна:

$$f(\tau_{\phi}^3) = 0,024 \cdot \exp \left[-\frac{(\tau_{\phi}^3 - 319,452)^2}{539,002} \right]. \quad (4.4)$$

Головні статистичні характеристики розподілу τ_{ϕ}^3 : математичне сподівання – $\bar{M}[\tau_{\phi}^3] = 319,452$ доба; коефіцієнт варіації – $\nu[\tau_{\phi}^3] = 0,427$. Довірчий інтервал τ_{ϕ}^3 лежить у межах 281...356 доби. Інші статистичні характеристики наведено в дод. Д (табл. Д.4).

Математичне опрацювання результатів виробничих спостережень здійснено з використанням ПК, зокрема програмного середовища Microsoft Office Excel.

Використання обґрунтованих моделей ризику у статистичній імітаційній моделі віртуального проекту ЗЦБ дає змогу об'єктивно відобразити агрометеорологічну складову проектного середовища, а відтак і перебіг бурякозбиральних робіт в осінній період.

4.2. Результати обґрунтування закономірностей біологічної складової проектного середовища

Логічний аналіз та математичне опрацювання результатів виробничих спостережень (див. п. 3.3) за предметною складовою проектного середовища ЗЦБ, дало змогу отримати наступні закономірності (для періоду 38 років – 1959-1997 рр.): 1) залежність тривалості ($t_s^{6/7}$) вегетації цукрових буряків (до настання фази в'янення зовнішніх листків) від часу (τ_c) початку їх сівби;

2) залежність максимальної маси (m_n^{max}) коренеплодів від їх початкової (m_p) (станом на 29 липня) маси; 3) кумулянту календарного приросту поточної (m_n) маси коренеплодів; 4) закономірність оцінки математичного сподівання інтенсивності щодавного приросту (Δm) маси коренеплодів цукрових буряків.

Використання методів кореляційно-регресійного аналізу для опрацювання множини показників $t_g^{6.1}$ та τ_c уможливило обґрунтування лінійної кореляційної залежності (рис. 4.4). Рівняння цієї залежності має вигляд:

$$t_g^{6.1} = -0,7876 \cdot \tau_c + 214,23. \quad (4.5)$$

Коефіцієнт кореляції $r = 0,787$ переконує у підтвердженні гіпотези щодо існування цієї залежності.

Її аналіз дає підстави стверджувати, що припинення активного росту та розвитку цукрових буряків припадає на відносно ранні терміни осіннього періоду – 221-256 доби (10 серпня – 15 вересня). Однак приріст маси та цукристості коренеплодів відбувається ще до моменту зниження середньодобової температури повітря до $+6^\circ\text{C}$ [81].

Важливою інформацією для прийняття поточних рішень (тактичний рівень управління ВТР) щодо початку бурякозбиральних робіт є також знання про m_n^{max} в умовах окремого року реалізації проектів ЗЦБ. На підставі цих знань можна здійснити порівняльну оцінку поточного значення урожайності коренеплодів із її трендом, що встановлений за багаторічними ретроспективними даними окремого регіону. На підставі цього тренду виникає можливість аналізу доцільності початку бурякозбиральних робіт.

Використовуючи методи кореляційно-регресійного аналізу, обґрунтовано залежність m_n^{max} від m_p (рис. 4.5), квадратичне рівняння цієї залежності наступне:

$$m_n^{max} = -0,0036 \cdot m_p^2 + 3,0143 \cdot m_p + 29,127. \quad (4.6)$$

Кореляційне відношення становить $r = 0,821$.

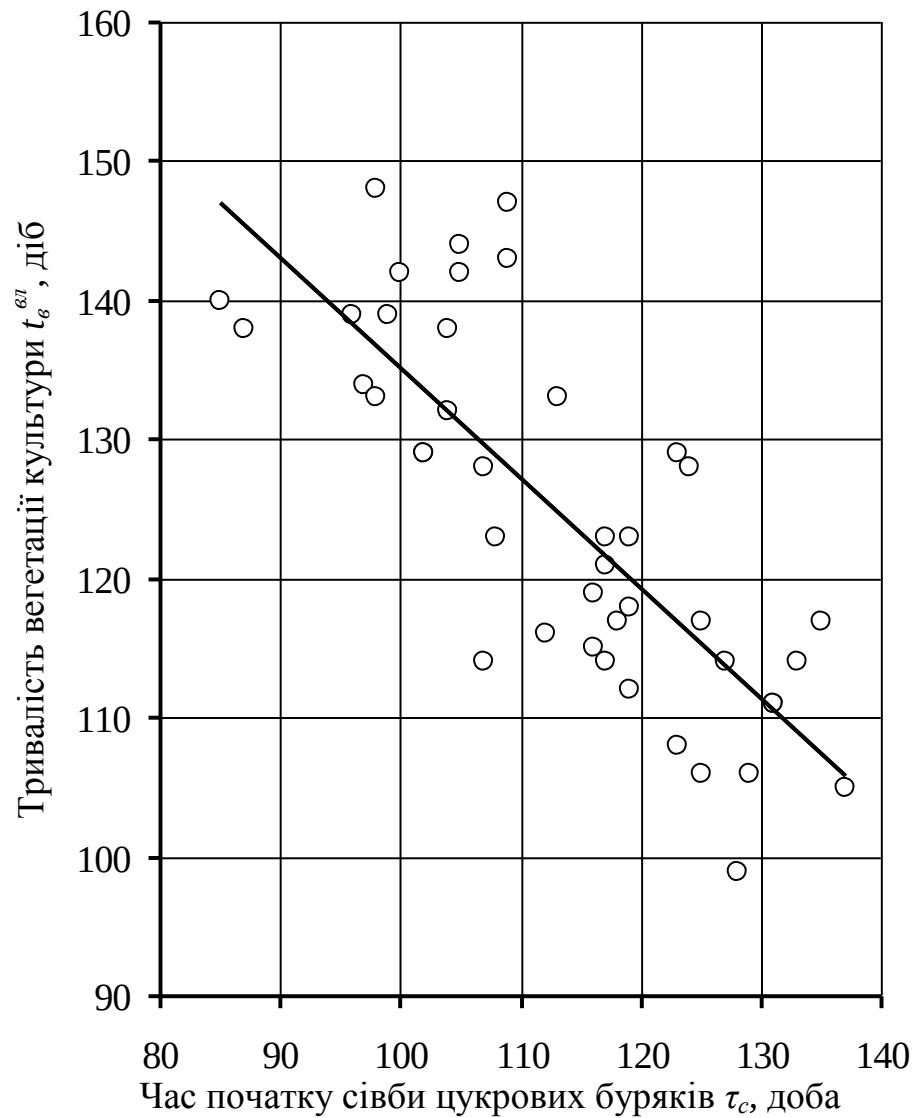


Рис. 4.4. Залежність тривалості вегетації цукрових буряків (до настання фази в'янення зовнішніх листків) від часу початку їх сівби.

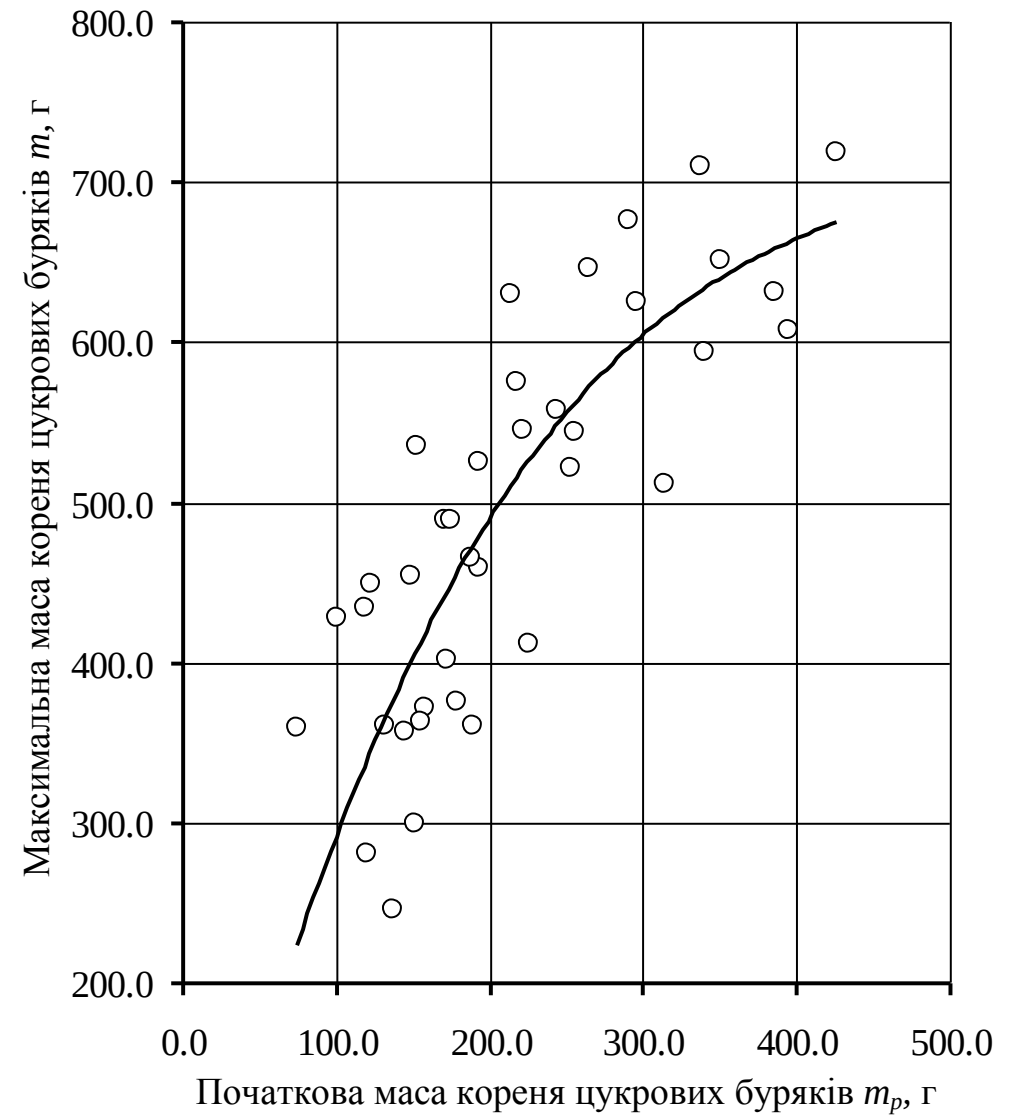


Рис. 4.5. Залежність максимальної маси коренеплідів цукрових буряків від їх початкової (станом на 29 липня) маси.

Нелінійність цієї залежності пояснюється межею біологічного максимуму врожайності коренеплодів цукрових буряків [160].

Календарний приріст маси коренеплодів зумовлений значною кількістю чинників та є змінним, однак аналіз закономірності m_n дав змогу встановити її кумулятивний характер. Опрацювання даних виробничих спостережень Вол.-Волинської метеорологічної станції (1959-1997 рр.), що фіксувалися з кроком в одну декаду (10 діб), дало змогу отримати множину показників m_n . Математичне опрацювання сформованих рядів емпіричних даних допомогло обґрунтувати відповідну закономірність (рис. 4.6).

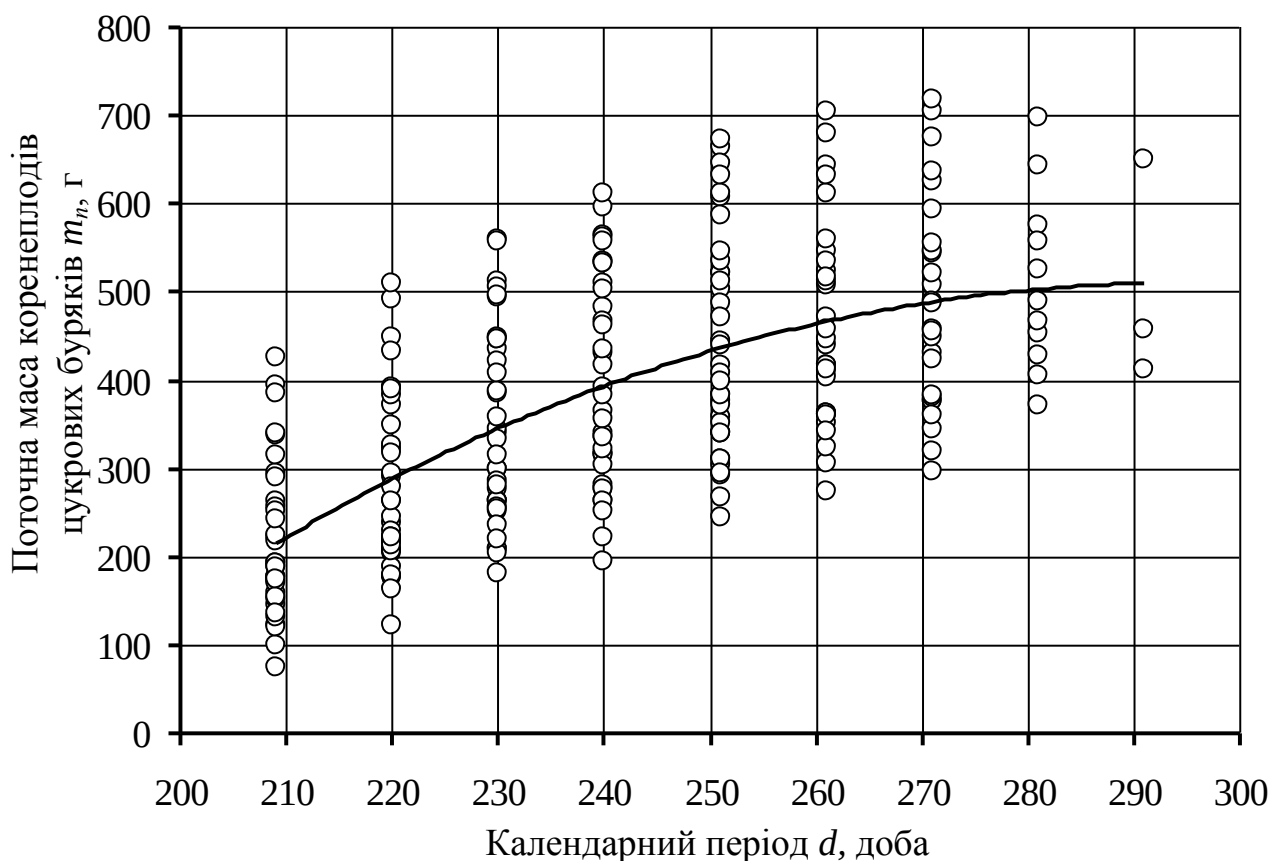


Рис. 4.6. Кумулянта календарного приросту поточної маси коренеплодів цукрових буряків впродовж осіннього періоду.

Рівняння закономірності m_n має вигляд:

$$m_n = -0,0386 \cdot d^2 + 22,941 \cdot d - 2898,7. \quad (4.7)$$

Кореляційне відношення $r = 0,639$.

Із **рис. 4.6** видно, що інтенсивність приросту маси (Δm) коренеплодів цукрових буряків в осінній період знижується. Користуючись даними щодо m_n , отримано множину показників Δm . Їх опрацювання на підставі методів математичної статистики дало змогу встановити оцінки ($\bar{M}[\Delta m]$) математичного сподівання цього показника та побудувати відповідну закономірність (**рис. 4.7**).

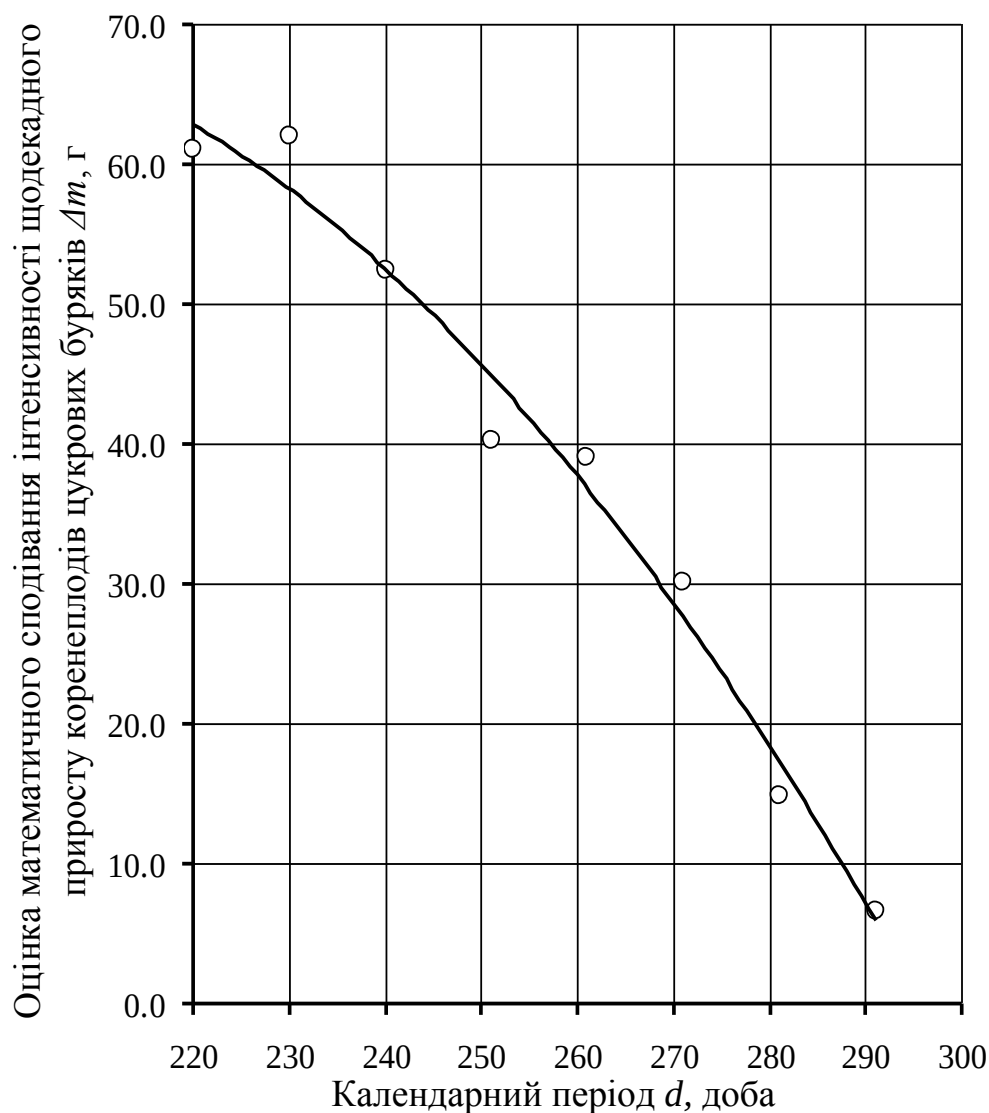


Рис. 4.7. Закономірність оцінки математичного сподівання інтенсивності щодавного приросту маси коренеплодів цукрових буряків.

Рівняння цієї закономірності наступне:

$$\Delta m = -0,0056 \cdot d^2 + 2,0722 \cdot d - 120,87 \quad (4.8)$$

Кореляційне відношення $r = 0,981$.

Статистичні характеристики показників Δm у розрізі щодаєдних термінів літньо-осіннього періоду наведено в п. 4.3.

Таким чином, встановлено основні закономірності, що характеризують біологічну складову проектного середовища, які дають змогу здійснити об'єктивне прогнозування приросту маси цукрових буряків упродовж осіннього періоду у моделі віртуального проекту ЗЦБ, а відтак встановити інтегровані функціональні показники цих проектів за різних планових термінів початку бурякозбиральних робіт.

4.3. Результати обґрунтування моделей ризику біологічної складової проектного середовища

Отримані на підставі виробничих спостережень (див. п. 3.3) Вол.-Волинської метеорологічної станції дані (для періоду 38 років – 1959-1997 рр.) опрацьовано за відомими методами математичної статистики [34, 42, 102-127, 134, 135, 147, 155]. У результаті цього обґрунтовано наступні розподіли: 1) початкової (станом на 29 липня) маси (m_p) коренеплодів цукрових буряків; 2) щодаєдного приросту їх маси (Δm).

Керуючись вимогами ГОСТ щодо перевірки відповідності між емпіричним і теоретичним розподілами, на підставі критерію χ^2 Пірсона обґрунтовано, що емпіричний розподіл m_p узгоджується з трипараметричним законом Вейбулла [101].

Зокрема встановлено диференціальну функцію розподілу m_p (рис. 4.8):

$$f(m_p) = 0,011 \cdot \left(\frac{m_p - 74}{153,34} \right)^{0,681} \cdot \exp \left[- \left(\frac{m_p - 74}{153,34} \right)^{1,681} \right]. \quad (4.9)$$

Головні статистичні характеристики розподілу m_p наступні: математичне сподівання – $\bar{M}[m_p] = 210,889$ г; коефіцієнт варіації – $\nu[m_p] = 0,607$. Довірчий інтервал m_p становить 74...426 г. Інші статистичні характеристики наведено в дод. Д (табл. Д.5).

Опрацювання результатів виробничих спостережень щодо встановлення часу (τ_n^k) припинення активного приросту маси коренеплодів цукрових буряків в осінній період дало змогу на підставі методів математичної статистики та критерію χ^2 Пірсона обґрунтувати моделі їх ризику (рис. 4.9). Диференціальна функція цього розподілу наступна:

$$f(\tau_n^k) = 0,044 \cdot \exp \left[-\frac{(\tau_n^k - 277,945)^2}{165,546} \right]. \quad (4.10)$$

Головні статистичні характеристики розподілу τ_n^k : $\bar{M}[\tau_n^k] = 277,945$ доба; $\nu[\tau_n^k] = 0,48$. Довірчий інтервал τ_n^k в умовах Вол.-Волинського району Волинської області лежить у межах 259...295 доби. Інші статистичні характеристики наведено в дод. Д (табл. Д.6).

Обґрунтування розподілу показників Δt здійснено для семи календарних термінів осіннього періоду з кроком в одну декаду (див. п. 4.2). Диференціальні функції розподілів (моделі ризику) для окремих декад наведено в табл. 4.1 і на рис. 4.10.

Інші статистичні характеристики цих розподілів наведено в дод. Е (табл. Е.1-Е.7).

Таким чином, обґрунтовані моделі ризику показників біологічної складової проектного середовища у доповненні з моделями агрометеорологічної складової дають змогу здійснити об'єктивне відображення особливостей предметних умов цих проектів у статистичній імітаційній моделі віртуального проекту ЗЦБ. Розроблення та використання комп'ютерної програми цієї імітаційної моделі дає змогу в результаті багаторазової її реалізації отримати скінченну множину інтегрованих функціональних показників проектів і на цій підставі кількісно оцінити ризик у проектах.

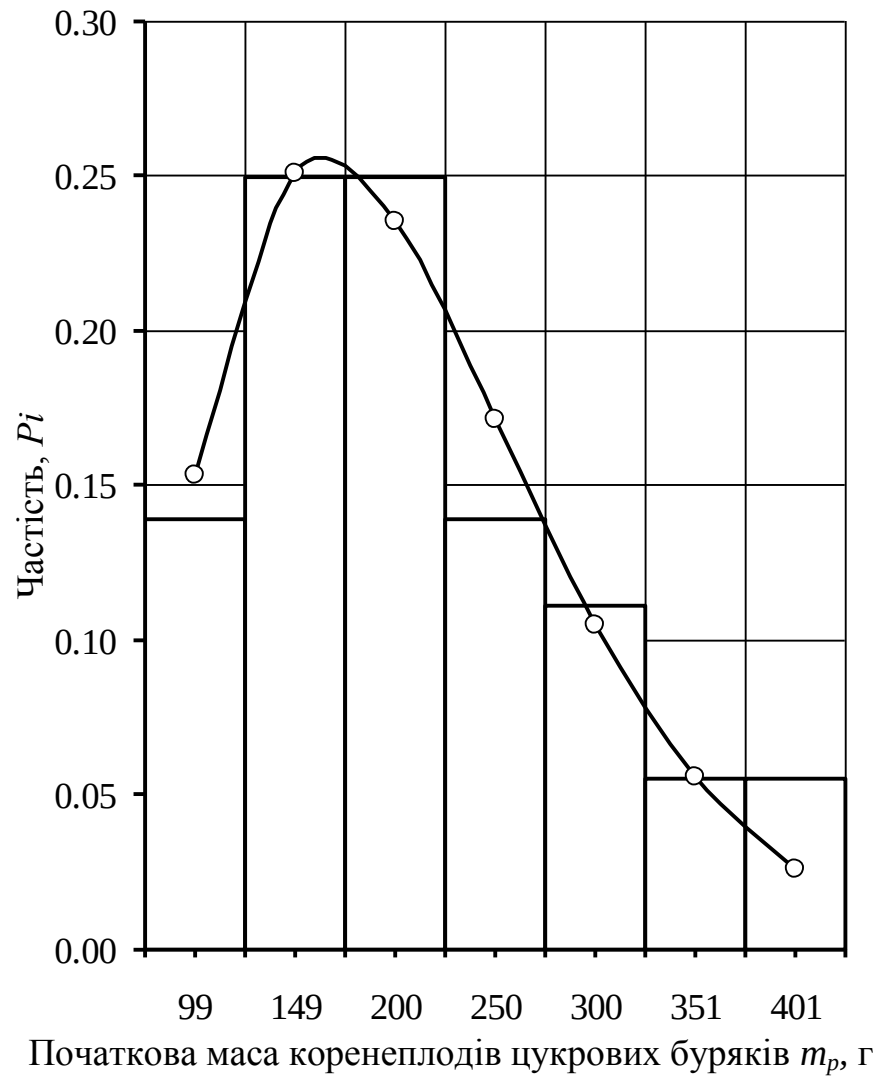


Рис. 4.8. Гістограма та теоретична крива розподілу початкової (станом на 29 липня) маси коренеплодів цукрових буряків (Вейбулла).

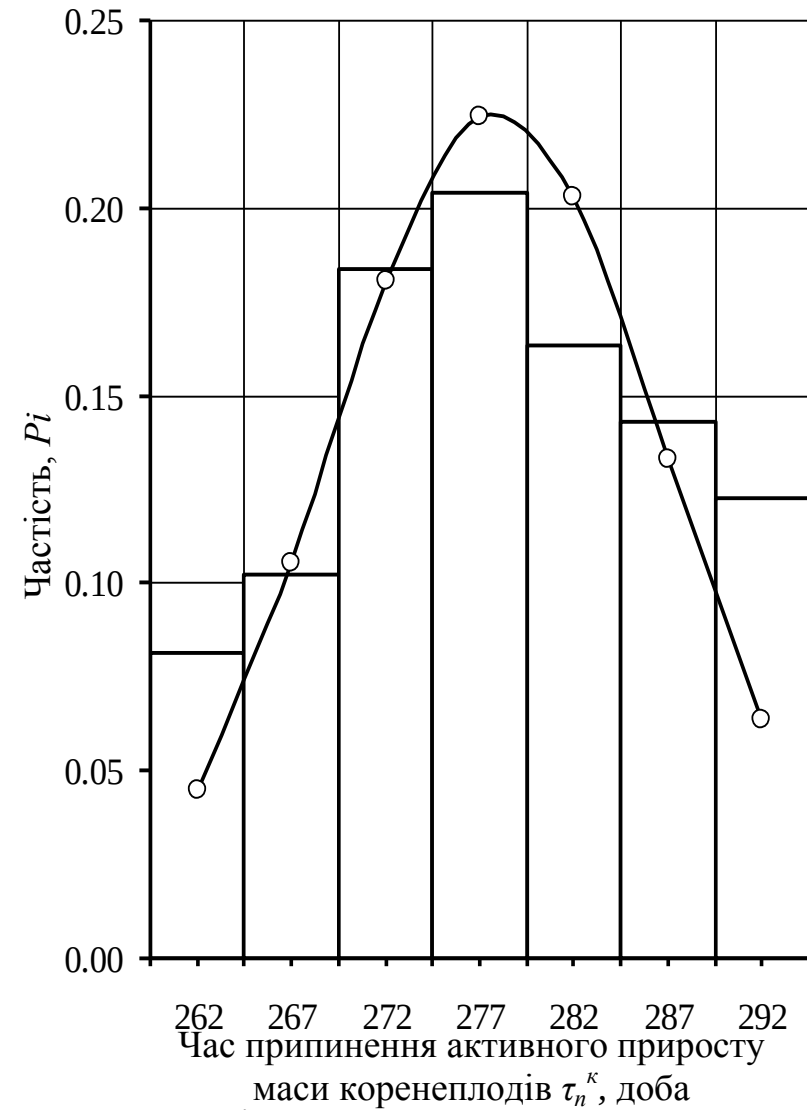


Рис. 4.9. Гістограма та теоретична крива розподілу часу припинення активного приросту маси коренеплодів цукрових буряків (нормальний).

Таблиця 4.1

**Диференціальні функції розподілу (моделі ризику) та оцінки
статистичних характеристик щодакного приросту маси коренеплодів
цукрових буряків (Вейбулла)**

Календар- ний термін	Диференціальна функція розподілу (модель ризику)	Оцінки статистичних характеристик	
		$\bar{M}[\Delta m]$, г	$\bar{\sigma}[\Delta m]$
9 серпня (220 доба)	$f(\Delta m_{220}) = 0,033 \cdot \left(\frac{\Delta m_{220} - 22}{46,424}\right)^{0,531} \cdot \exp\left[-\left(\frac{\Delta m_{220} - 22}{46,424}\right)^{1,531}\right]$	63,793	0,663
19 серпня (230 доба)	$f(\Delta m_{230}) = 0,035 \cdot \left(\frac{\Delta m_{230} - 17}{48,642}\right)^{0,682} \cdot \exp\left[-\left(\frac{\Delta m_{230} - 17}{48,642}\right)^{1,682}\right]$	60,421	0,606
29 серпня (240 доба)	$f(\Delta m_{240}) = 0,04 \cdot \left(\frac{\Delta m_{240} - 14}{41,291}\right)^{0,652} \cdot \exp\left[-\left(\frac{\Delta m_{240} - 14}{41,291}\right)^{1,652}\right]$	50,908	0,617
9 вересня (251 доба)	$f(\Delta m_{251}) = 0,047 \cdot \left(\frac{\Delta m_{251} - 10}{32,517}\right)^{0,514} \cdot \exp\left[-\left(\frac{\Delta m_{251} - 10}{32,517}\right)^{1,514}\right]$	39,309	0,669
19 вересня (261 доба)	$f(\Delta m_{261}) = 0,059 \cdot \left(\frac{\Delta m_{261} - 9}{30,301}\right)^{0,777} \cdot \exp\left[-\left(\frac{\Delta m_{261} - 9}{30,301}\right)^{1,777}\right]$	35,961	0,577
29 вересня (271 доба)	$f(\Delta m_{271}) = 0,051 \cdot \left(\frac{\Delta m_{271} - 4}{29,674}\right)^{0,501} \cdot \exp\left[-\left(\frac{\Delta m_{271} - 4}{29,674}\right)^{1,501}\right]$	30,776	0,675
9 жовтня (281 доба)	$f(\Delta m_{281}) = 0,128 \cdot \left(\frac{\Delta m_{281} - 2}{11,741}\right)^{0,506} \cdot \exp\left[-\left(\frac{\Delta m_{281} - 2}{11,741}\right)^{1,506}\right]$	12,590	0,673

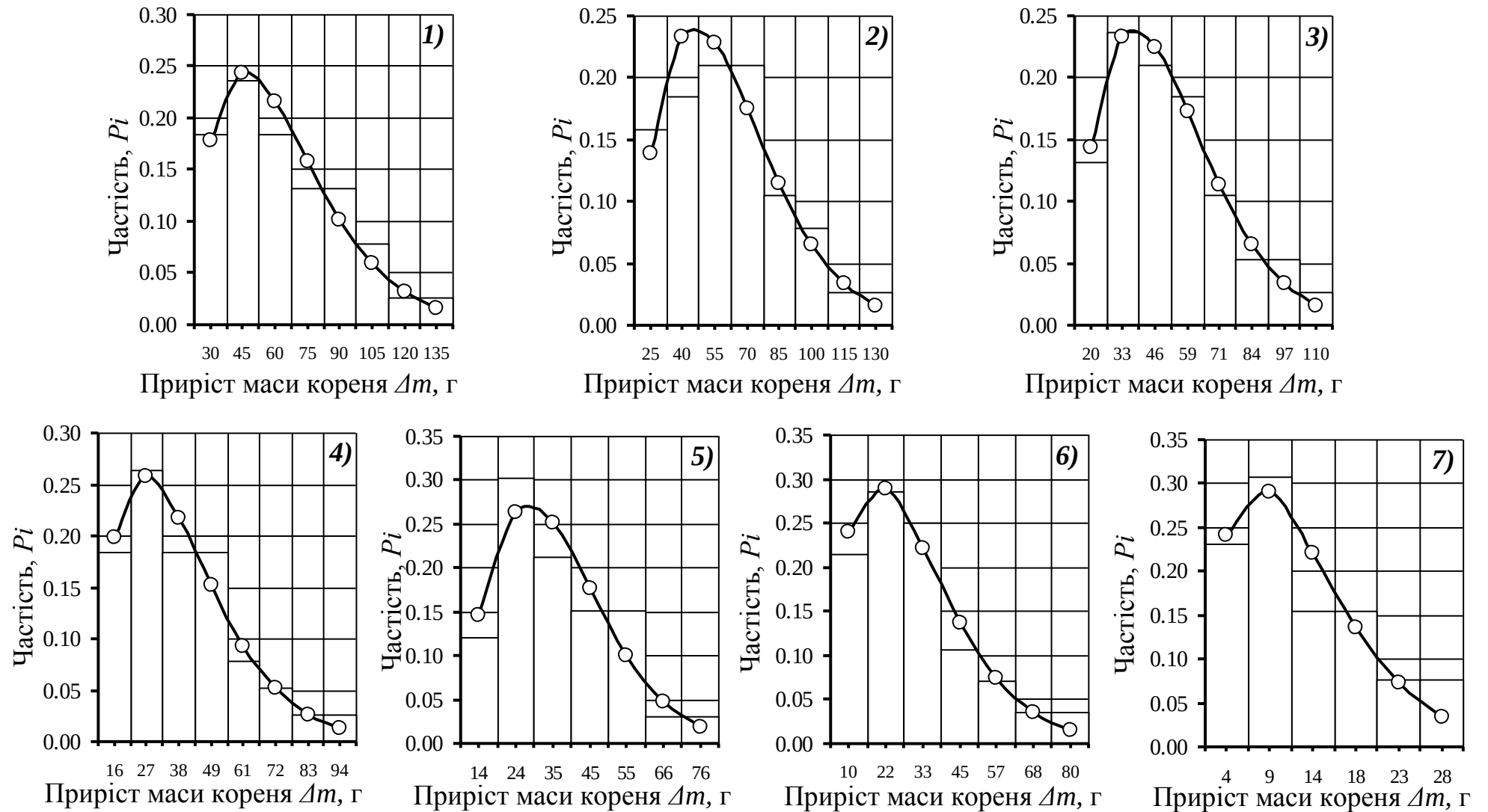


Рис. 4.10. Гістограма та теоретична крива розподілу щодаєного приросту маси коренеплідів цукрових буряків станом на (Вейбулла): 1 – 9 серпня (220 доба); 2 – 19 серпня (230 доба); 3 – 29 серпня (240 доба); 4 – 9 вересня (251 доба); 5 – 19 вересня (261 доба); 6 – 29 вересня (271 доба); 7 – 9 жовтня (281 доба).

Висновки до розділу 4

1. Математичне опрацювання результатів виробничих спостережень уможливило формалізацію базових подій та відображення впливу агрометеорологічної й предметної складових проектного середовища на перебіг бурякозбиральних робіт у статистичній імітаційній моделі віртуального проекту ЗЦБ, що є важливою передумовою об'єктивного відображення особливостей цих проектів та отримання вірогідних результатів комп'ютерних експериментів.

2. Агрометеорологічна складова проектного середовища проектів ЗЦБ характеризується послідовністю погожих і непогожих проміжків, тривалість яких є ймовірною величиною. Отримані на підставі результатів виробничих спостережень Вол.-Волинської метеорологічної станції емпіричні дані щодо тривалості погожих і непогожих проміжків осіннього періоду дали змогу встановити їх теоретичний розподіл, яким є закон Вейбулла із наступними оцінками статистичних характеристик: тривалість погожих проміжків – $\bar{M}[t_{nn}] = 6,4$ доби, $\nu[t_{nn}] = 0,884$; непогожих проміжків – $\bar{M}[t_{nn}] = 3,5$ доби, $\nu[t_{nn}] = 0,938$.

3. Використання відомих методів математичної статистики для опрацювання даних метеорологічної станції уможливило встановлення статистичних характеристик та розподілу часу (τ^{-5}) початку заморозків та завершення (τ_{ϕ}^3) фізичної стиглості ґрунту в осінній період. Перевірка відповідності теоретичного та емпіричного розподілів за критерієм χ^2 Пірсона дала змогу встановити, що розподіл τ^{-5} узгоджується із законом Вейбулла та має наступні статистичні характеристики: $\bar{M}[\tau^{-5}] = 315,9$ доба, $\nu[\tau^{-5}] = 0,513$. Розподіл τ_{ϕ}^3 узгоджується із нормальним законом та має такі статистичні характеристики: $\bar{M}[\tau_{\phi}^3] = 319,4$ доба, $\nu[\tau_{\phi}^3] = 0,427$.

4. Застосування методів кореляційно-регресійного аналізу для формалізації характеристик біологічної складової проектного середовища

ЗЦБ дало змогу встановити: 1) залежність тривалості вегетації цукрових буряків (до настання фази в'янення зовнішніх листків) від часу початку їх сівби (див. рис. 4.4); 2) залежність максимальної маси коренеплодів від їх початкової (станом на 29 липня) маси (див. рис. 4.5); 3) кумулянту календарного приросту поточної маси коренеплодів (див. рис. 4.6); 4) закономірність оцінки математичного сподівання інтенсивності щодадного приросту маси коренеплодів цукрових буряків (див. рис. 4.7). Встановлені коефіцієнти кореляції є свідченням об'єктивності обґрунтованих закономірностей (4.5-4.8), що є важливою складовою бази знань для розроблення нових методів і моделей щодо об'єктивного відображення особливостей проектного середовища та його впливу на перебіг бурякозбираєлих робіт у віртуальному проекті ЗЦБ.

5. Використання методів математичної статистики для обґрунтування моделей ризику предметних умов, зокрема їх біологічної складової, та критерію χ^2 Пірсона для перевірки відповідності теоретичного і емпіричного розподілів дало змогу встановити те, що розподіл початкової (станом на 29 липня) маси коренеплодів цукрових буряків (див. рис. 4.9) та їх щодадний приріст впродовж осіннього періоду узгоджуються із теоретичним законом Вейбулла. Оцінки статистичних характеристик для початкової маси коренеплодів цукрових буряків наступні: $\bar{M}[m_p] = 210,889$ г, $\nu[m_p] = 0,607$, ці ж характеристики для щодадного приросту маси коренеплодів подано в табл. 4.1.

6. Математичне опрацювання результатів кількісного оцінення термінів припинення активного приросту маси коренеплодів цукрових буряків в осінній період дало змогу обґрунтувати теоретичний закон розподілу цієї випадкової величини, яким є закон Вейбулла. Оцінки статистичних характеристик наступні: $\bar{M}[\tau_n^k] = 277,945$ доба, $\nu[\tau_n^k] = 0,48$.

7. Обґрунтовані моделі розподілів та закономірності характеристик біологічної складової у доповненні з моделями ризику агрометеорологічної

складової уможлиблюють об'єктивне відображення особливостей некерованої природи проектного середовища у статистичній імітаційній моделі віртуального проекту ЗЦБ. Розроблення комп'ютерної програми цієї моделі уможлиблює виконання багаторазової реалізації віртуального проекту ЗЦБ та отримання множини інтегрованих функціональних показників, на підставі яких, власне, можливе кількісне оцінення ВТР у проектах.

РОЗДІЛ 5

РЕЗУЛЬТАТИ МОДЕЛЮВАННЯ ТА КІЛЬКІСНОГО ОЦІНЕННЯ ВИРОБНИЧО-ТЕХНОЛОГІЧНОГО РИЗИКУ ПРОЕКТІВ ЗБИРАННЯ ЦУКРОВИХ БУРЯКІВ

5.1. Результати дослідження ризику природно зумовленого фонду часу на виконання бурякозбиральних робіт у проектах збирання цукрових буряків

Як уже зазначалося (див. п. 3.5 та п. 3.6), для об'єктивного відображення умов проектного середовища у статистичній імітаційній моделі віртуального проекту ЗЦБ розроблено моделі агрометеорологічних та предметних умов проектного середовища, а також модель, що відображає перебіг бурякозбиральних робіт у цих проектах. Перед тим як виконати комп'ютерні експерименти, здійснено перевірку адекватності статистичної імітаційної моделі віртуального проекту ЗЦБ реальним умовам їх виконання. Зокрема, на підставі непараметричного критерію Манна-Уїтні та відомої методики [99] встановлено, що статистична імітаційна модель віртуального проекту ЗЦБ адекватно відображає особливості розвитку умов проектного середовища та їх вплив на виконання бурякозбиральних робіт у цих проектах. Це є підставою твердження про достовірність результатів комп'ютерних експериментів.

Відповідно до розробленого в п. 3.4 методу дослідження ризику природно зумовленого фонду часу (t_{nz}) на виконання робіт у проекті, а також розробленої комп'ютерної програми (див. дод. А) статистичної імітаційної моделі агрометеорологічних умов осіннього періоду виконано комп'ютерні експерименти. Програма цих експериментів складалася з таких етапів: 1) обґрунтувати скінченну множину реалізацій моделі; 2) виконати комп'ютерні експерименти; 3) систематизувати результати експериментів, математично їх опрацювати та формалізувати ризик кількісних показників t_{nz} .

Як уже зазначалося у п. 3.4, для дослідження ризику t_{nz} виконано $Np = 25^4$ реалізацій моделі. У результаті цього отримано репрезентативні вибірки відповідних емпіричних даних. Використання методів кореляційно-регресійного аналізу для встановлення закономірностей зміни t_{nz} відносно планового τ_{np} на підставі кореляційного відношення дало змогу обґрунтувати відповідну залежність (рис. 5.1).

Рівняння цієї залежності для довірчого інтервалу 240...350 діб апроксимовано поліномом 6-го ступеня:

$$t_{nz} = -7 \cdot 10^{-11} \cdot \tau_{np}^6 + 1 \cdot 10^{-7} \cdot \tau_{np}^5 - 6 \cdot 10^{-05} \cdot \tau_{np}^4 + 0.0176 \cdot \tau_{np}^3 - 2,7893 \cdot \tau_{np}^2 + 207,41 \cdot \tau_{np} - 4607. \quad (5.1)$$

Кореляційне відношення становить $r = 0,914$, що є свідченням прийнятності гіпотези щодо закономірності t_{nz} .

Використання методів математичної статистики для аналізу варіаційних рядів емпіричних даних t_{nz} для окремих термінів планового початку бурякозбиральних робіт у проектах ЗЦБ дало змогу на підставі критерію χ^2 Пірсона встановити теоретичний закон розподілу t_{nz} (рис. 5.2).

Зокрема встановлено, що для різних τ_{np} розподіл t_{nz} узгоджується з різними теоретичними законами розподілу. За умови початку робіт 1 вересня розподіл емпіричних даних t_{nz} узгоджується з нормальним розподілом, за 20 вересня та 10 жовтня відповідно з трипараметричним законом Вейбулла. Диференціальні функції розподілів t_{nz} для різних τ_{np} наведені у табл. 5.1.

Довірчий інтервал розподілу t_{nz} для відповідних календарних термінів початку бурякозбиральних робіт у проектах ЗЦБ становить: 1) 1 вересня – 20...67 діб; 1) 20 вересня – 10...69 діб; 1) 10 жовтня – 1...44 доби. Інші статистичні характеристики наведено в дод. Ж (табл. Ж.1-Ж.3).

Встановлена залежність t_{nz} (див. рис. 5.1) переконує у тому, що за пізніх календарних термінів початку бурякозбиральних робіт у проектах ЗЦБ тривалість t_{nz} прямує до нуля (рис. 5.3). Тобто зростає ризик того, що погодні умови не дадуть змоги виконувати бурякозбиральні роботи через випадання дощів, снігу, виникнення заморозку тощо. У кінцевому результаті це

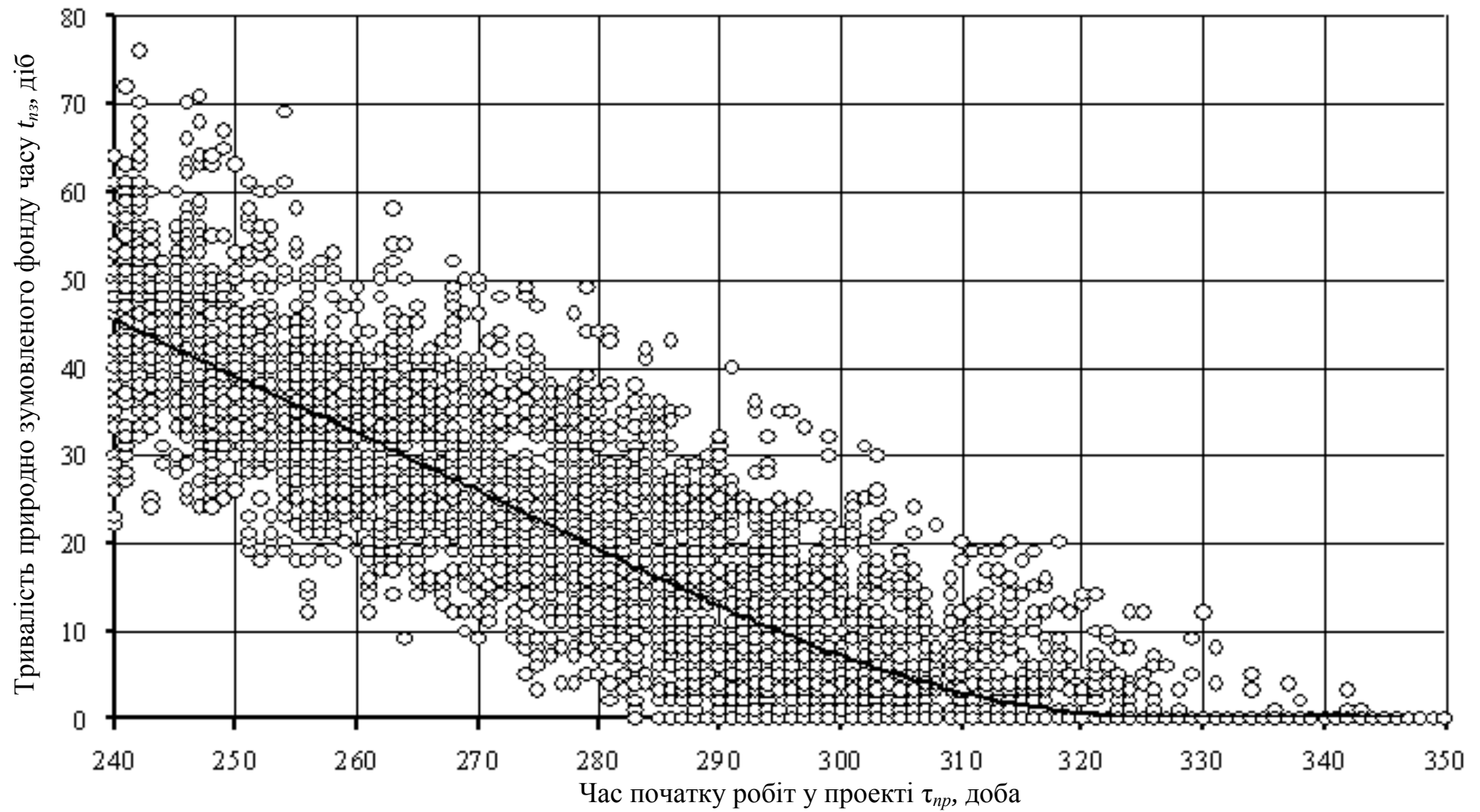


Рис. 5.1. Залежність тривалості природно зумовленого фонду часу на виконання бурякозбиральних робіт у проектах ЗЦБ від планового терміну їх початку.

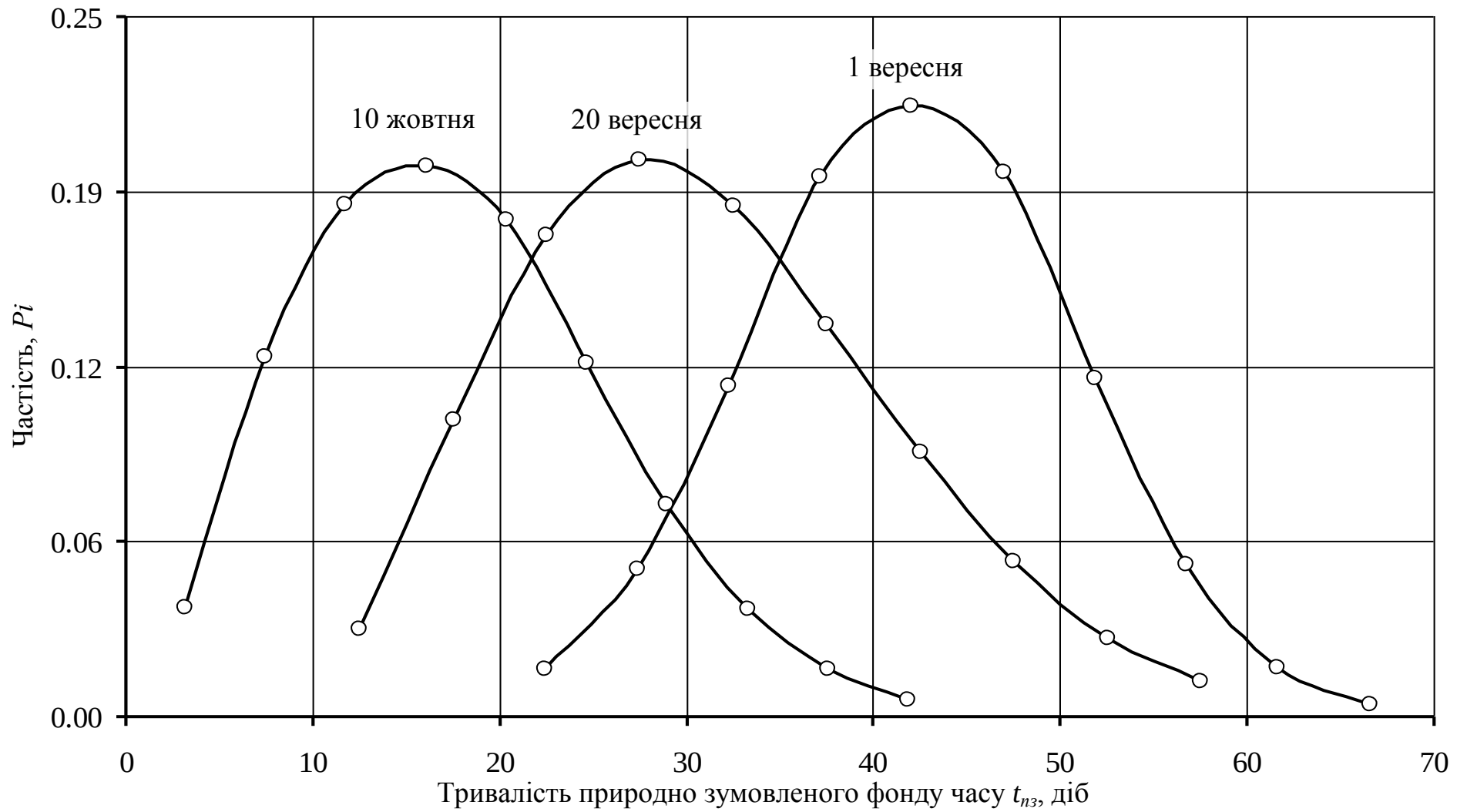


Рис. 5.2. Теоретичні криві розподілу тривалості природно зумовленого фонду часу на виконання бурякозбиральних робіт у проектах ЗЦБ за різних планових термінів їх початку.

призводить до пошкодження коренеплодів цукрових буряків та виникнення технологічних втрат у проектах ЗЦБ.

Таблиця 5.1

Диференціальні функції (моделі ризику) та оцінки статистичних характеристик розподілу тривалості природно зумовленого фонду часу на виконання бурякозбиральних робіт у проектах ЗЦБ

Час початку робіт	Диференціальна функція розподілу	Оцінки статистичних характеристик	
		$\bar{M}[t]$	$\bar{\sigma}[t]$
1 вересня (243 доба) (нормальний)	$f(t_{nz}) = 0,037 \cdot \exp \left[-\frac{(t_{nz} - 42,09)^2}{159,189} \right]$	42,09	0,404
20 вересня (262 доба) (Вейбулла)	$f(t_{nz}) = 0,088 \cdot \left(\frac{t_{nz} - 10}{25,215} \right)^{1,213} \cdot \exp \left[\left(\frac{t_{nz} - 10}{25,215} \right)^{2,213} \right]$	32,330	0,477
10 жовтня (282 доба) (Вейбулла)	$f(t_{nz}) = 0,114 \cdot \left(\frac{t_{nz} - 1}{18,922} \right)^{1,16} \cdot \exp \left[-\left(\frac{t_{nz} - 1}{18,922} \right)^{2,16} \right]$	17,758	0,487

Рівняння цієї залежності для довірчого інтервалу 280...300 діб апроксимовано поліномом 2-го ступеня:

$$t_{nz=0} = 0,94235 \cdot 10^{-3} \cdot \tau_{np}^2 - 0,5326 \cdot \tau_{np} + 75,257. \quad (5.2)$$

Кореляційне відношення – $r = 0,916$.

Таким чином, вплив агрометеорологічної складової проектного середовища ЗЦБ на стан предметних умов (вологості верхніх шарів ґрунту) зумовлює специфічну закономірність зміни тривалості природно зумовленого фонду часу на виконання бурякозбиральних робіт у проекті ЗЦБ, а також ризику $t_{nz}=0$.

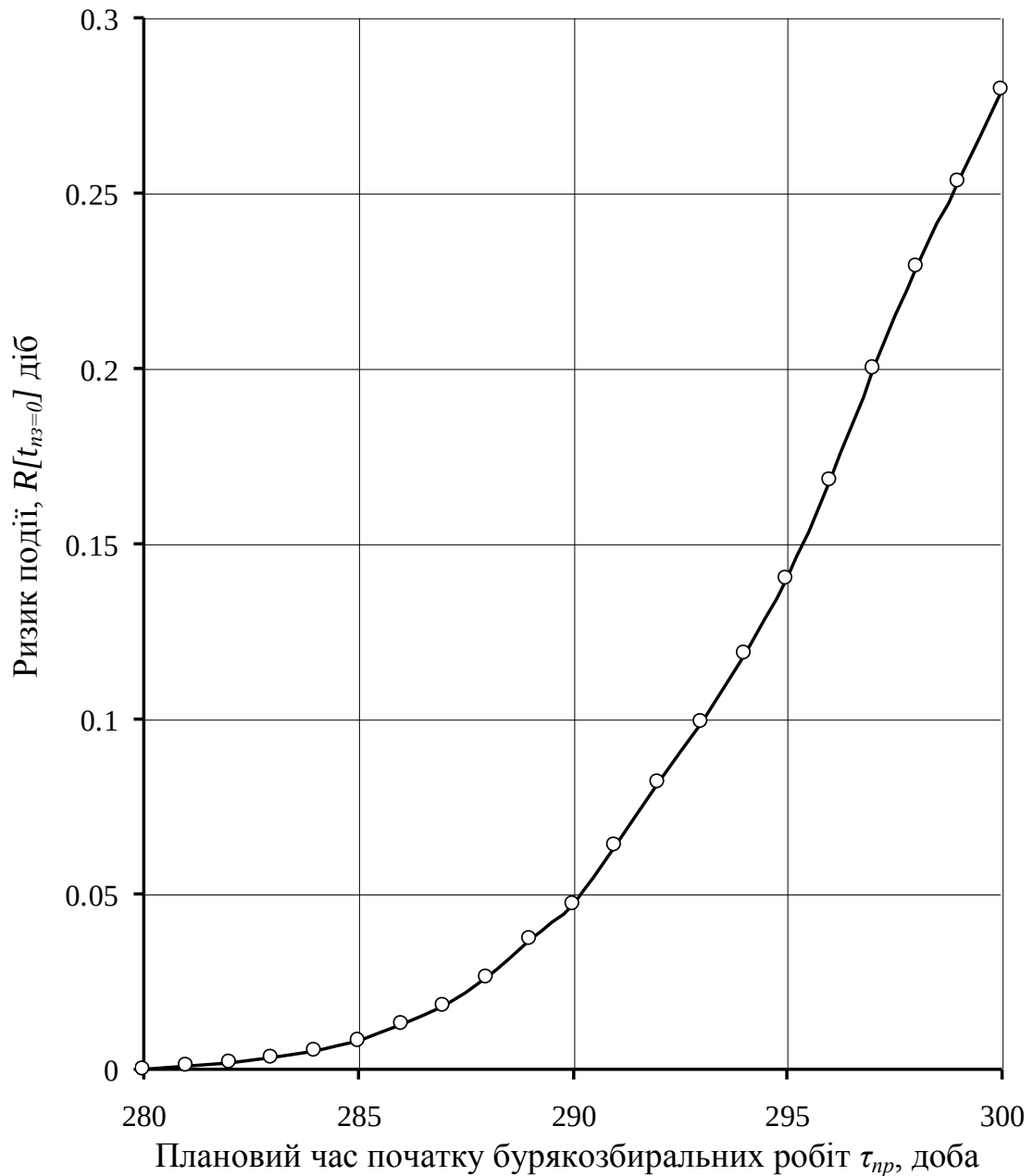


Рис. 5.3. Залежність ризику відсутності природно зумовленого фонду часу на виконання бурякозбиральних робіт у проектах ЗЦБ від планового часу їх початку.

Врахування цих особливостей проектного середовища у статистичній імітаційній моделі віртуального проекту ЗЦБ дає змогу здійснити об'єктивне відображення його агрометеорологічної та предметної складових, а вітак відтворити їх вплив на пребіг бурякозбиральних робіт та формування ризику інтегрованих функціональних показників у проектах.

5.2. Результати прогнозування розвитку біологічної складової проектного середовища та оцінення точності управлінських рішень

У випадку, коли достовірна інформація щодо розвитку агрометеорологічних та біологічних умов проектного середовища в розрізі окремого року є невідома, виникає потреба у їх прогнозуванні. Застосування розробленої статистичної імітаційної моделі віртуального проекту ЗЦБ дає змогу здійснити цей прогноз на підставі бази знань, що отримана в результаті відповідних виробничих спостережень (див. п. 4.1-4.3). Тоді, користуючись даними моніторингу за поточним станом проектного середовища, зокрема за його предметними умовами, можна здійснити моделювання бурякозбиральних робіт у віртуальному проекті за прогнозованого виникнення базових подій. Багаторазова реалізація моделі віртуального проекту ЗЦБ для відповідної бази даних (поточної маси коренеплодів, виробничої площі, технічного оснащення проектів тощо) дає змогу отримати множину інтегрованих функціональних показників проектів для різних планових τ_{np} , встановити їх залежності та кількісно оцінити ВТР.

Відповідно до встановлених моделей ризику біологічної складової (див. п. 4.3), інтенсивність приросту маси (Δm) коренеплодів цукрових буряків є стохастичною та змінюється в часі. Тоді точність прогнозу Δm на довготривалий період є нижчою порівняно з короткотривалим прогнозом.

Аналіз результатів довгострокового прогнозування Δm , на підставі моделі віртуального проекту ЗЦБ, для відповідних початкових умов (точка відліку – 19 вересня ($d = 261$ доба); початкове значення маси коренеплодів – $m_n = 460,392$ г) дав змогу зафіксувати крайні межі потенційних обсягів врожаю цієї культури (рис. 5.4). Зазначимо, що горизонтальні лінії відображають припинення приросту маси коренеплодів, а їх крайне значення – час виникнення заморозків нижче -5°C , або завершення фізичної стиглості ґрунту відповідно.

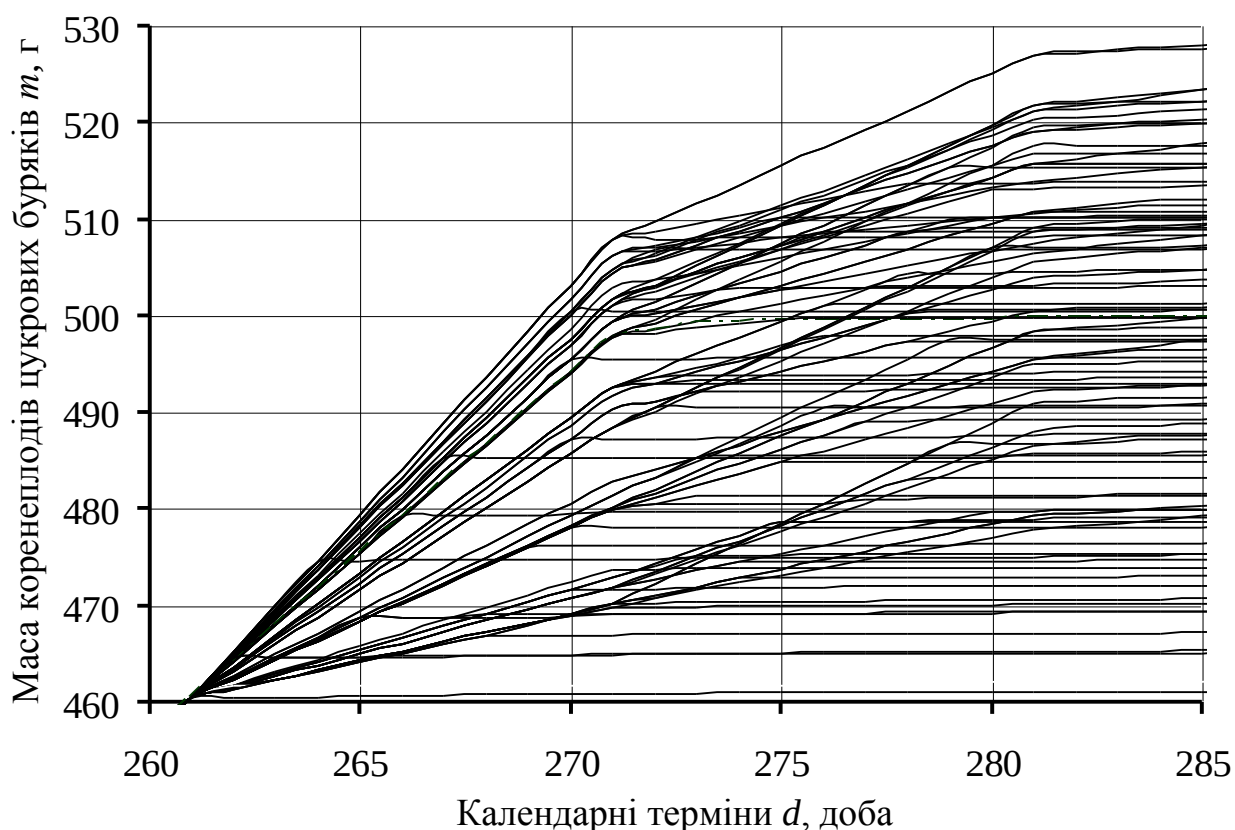


Рис. 5.4. Результати прогнозування приросту маси коренеплодів цукрових буряків (точка відліку – 19 вересня, початкова маса коренеплодів – 460,392 г).

Аналіз крайніх меж прогнозованої маси цукрових буряків дав змогу встановити залежність точності поточного прогнозу від планового часу початку бурякозбиральних робіт у проектах ЗЦБ (рис. 5.5). Результати щодавного прогнозу приросту маси коренеплодів для трьох варіантів їх початкової маси ($m_n = 100, 250$ та 400 г) наведено на рис. 5.6.

Узагальнення встановлених закономірностей дає підстави стверджувати, що точність управлінських рішень щодо тактичного управління ВТР у проектах ЗЦБ, на підставі узгодження обсягу, темпу та часу початку бурякозбиральних робіт із станом та розвитком умов їх проектного середовища, зростає за пізніх планових термінів початку робіт у проектах.

Таким чином, застосування розроблених методів та моделей щодо відображення та прогнозування умов проектного середовища у статистичній

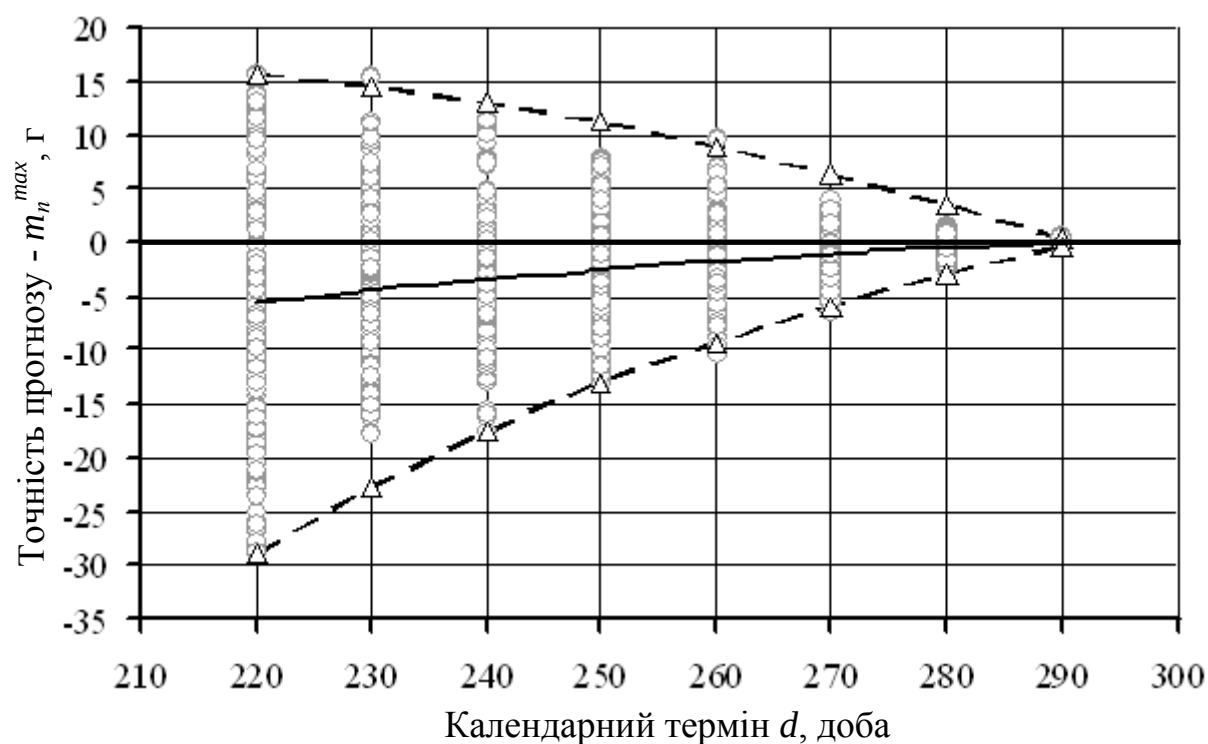


Рис. 5.5. Залежність точності поточного прогнозу максимальної маси коренеплодів цукрових буряків від часу планового початку бурякозбиральних робіт у проектах ЗЦБ.

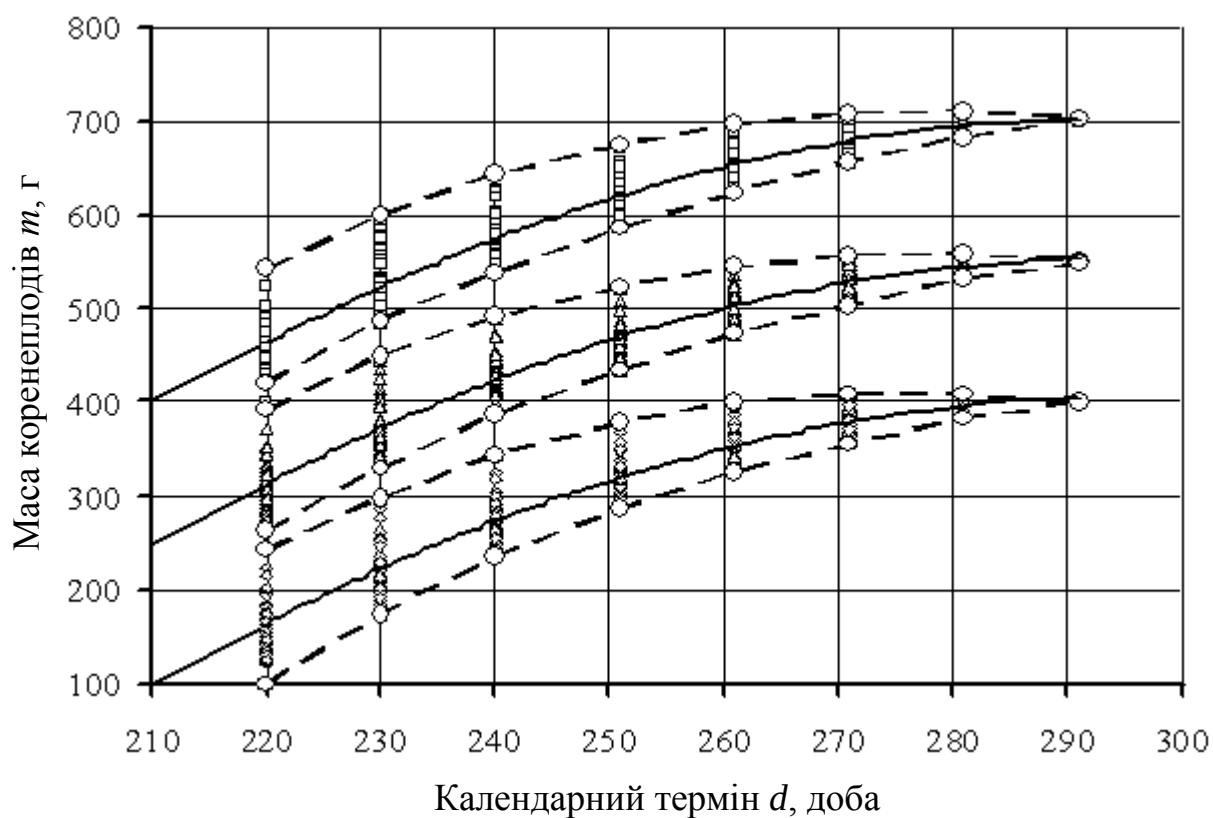


Рис. 5.6. Закономірність точності щодаєчного прогнозу приросту маси коренеплодів цукрових буряків впродовж осіннього періоду.

імітаційній моделі віртуального проекту ЗЦБ дає змогу здійснити поєднання результатів моніторингу за поточною масою коренеплодів із формалізованими закономірностями розвитку агрометеорологічної та предметної складових, здійснити прогноз їх розвитку, виконати моделювання бурякозбиральних робіт та встановити інтегровані функціональні показники цих проектів для планових термінів початку бурякозбиральних робіт у проектах. Кількісна оцінка ризику цих показників є підставою розроблення реакцій на ВТР.

5.3. Результати моделювання бурякозбиральних робіт у проектах збирання цукрових буряків на тактичному рівні управління їх виробничо-технологічним ризиком

Як уже зазначалося, розроблені методи та моделі відображення базових подій проектного середовища дають змогу відтворити об'єктивні умови виконання бурякозбиральних робіт у статистичній імітаційній моделі віртуального проекту ЗЦБ. Її використання дає змогу отримати множину інтегрованих функціональних показників проектів із заданими обсягами, темпами та плановими термінами бурякозбиральних робіт із врахуванням поточного стану проектного середовища та прогнозом наступного його розвитку. Кількісне оцінення та аналіз статистичних закономірностей цих показників є підставою прийняття рішення щодо тактичного та стратегічного управління ВТР у проектах ЗЦБ на практиці. На тактичному рівні управління ВТР розглядається певний рік реалізації проектів. На стратегічному рівні здійснюється оцінення ВТР для агрокліматичних умов окремого регіону держави, що є підставою орієнтовного планування проектів ЗЦБ.

Комп'ютерні експерименти зі статистичною імітаційною моделлю віртуального проекту ЗЦБ виконано для заданого технічного оснащення (бурякозбиральний комбайн – КСБ-6 «Збруч», темп робіт – 15,75 га/добу,

див. дод. 3) та виробничої програми (площа цукрових буряків – 100 га) СГП. Зокрема тактичний рівень управління ВТР розглядався для двох варіантів – за відомого розвитку предметних умов проектного середовища та прогнозованого. Для першого варіанта встановлено, що задача обґрунтування оптимального часу (τ_{np}^{opt}) початку бурякозбарильних робіт зводиться до елементарних розрахунків щодо пошуку такої календарної доби, за якої початок та перебіг робіт дає змогу забезпечити умову $Q_{\phi} \rightarrow \max$ та $Q_m, Q_{\phi} \rightarrow \min$. Результати моделювання, що відображені на рис. 5.7, графічно відображають методику обґрунтування τ_{np}^{opt} за відомого розвитку умов проектного середовища в розрізі окремого року. До початкових даних моделювання, окрім вищенаведених, також входять: 1) коефіцієнт змінності – 1,5; 2) тривалості погожих та непогожих проміжків відповідають оцінкам їх математичного сподівання – 6 та 3 доби відповідно; 3) інтенсивність приросту маси коренеплодів відповідає оцінкам її математичного сподівання для відповідної декади – 30,77 г (19 вересня – 29 вересня) та 12,59 г (29 вересня – 10 жовтня); 4) час завершення фізичної стиглості ґрунту – 20 жовтня (292 доба); 5) час виникнення заморозків нижче -5°C – 10 жовтня (282 доба).

Аналіз результатів моделювання для наведених початкових даних переконує у доцільності початку бурякозбиральних робіт 1 жовтня (272 доба). У цьому разі валовий обсяг зібраного врожаю буде максимальним і становитиме $Q_{\phi} = 44909,9$ ц, біологічні та технологічні втрати – 448,3 та 0 ц відповідно.

Коли інформація щодо розвитку умов проектного середовища в осінній період відсутня, то застосування статистичної імітаційної моделі віртуального проекту ЗЦБ дає змогу на підставі результатів попередньо виконаного моніторингу за станом предметних умов здійснити їх прогнозування та змодельовати перебіг бурякозбиральних робіт за різних планових τ_{np} . Виконання багаторазової реалізації моделі дає змогу встановити

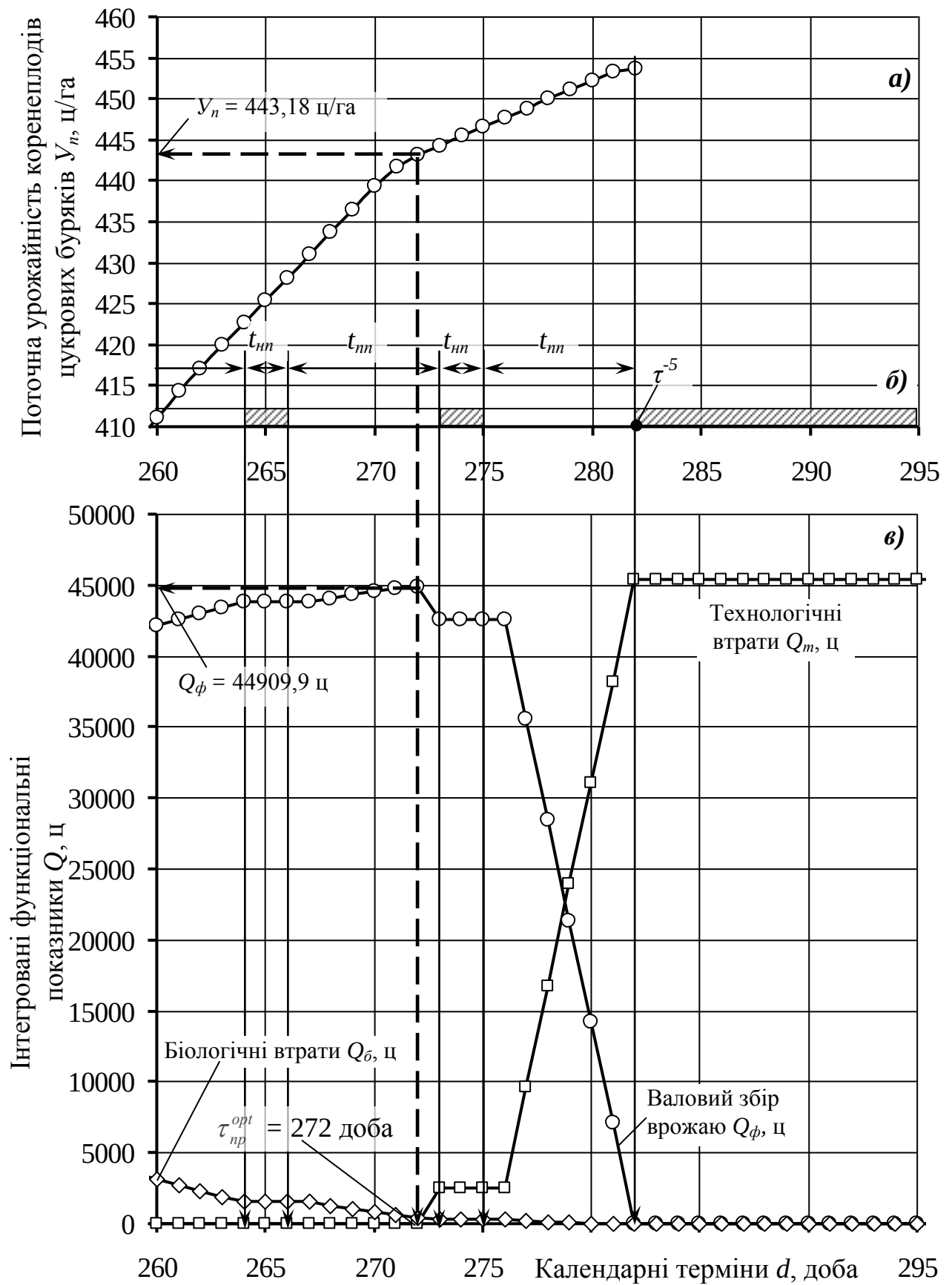


Рис. 5.7. Результати обґрунтування оптимального часу початку бурякозбиральних робіт у проектах ЗЦБ за відомого розвитку умов проектного середовища: а) прогноз врожайності цукрових буряків; б) прогноз агрометеорологічних умов; в) результати моделювання робіт у проектах.

залежність інтегрованих функціональних показників проектів від τ_{np} та ризик цих показників, а відтак обґрунтувати τ_{np}^{opt} , за якого $\{R_E\} \rightarrow \min$ та $\{E\} \rightarrow \max$.

Відповідно до вищерозглянутих початкових умов щодо результатів моніторингу за предметними умовами ($m_n = 460,392$ г станом на 261 добу) (див. п. 5.2), а також технічного оснащення проектів та їх виробничої програми на підставі статистичної імітаційної моделі здійснено прогнозування умов проектного середовища та виконано моделювання бурякозбиральних робіт у віртуальному проекті ЗЦБ за різних плнових τ_{np} .

Опрацювання результатів комп'ютерних експериментів дало змогу встановити закономірності наступних показників: 1) валовий обсяг (Q_ϕ) зібраного врожаю, ц (рис. 5.8, а); 2) обсяг (Q_m) технологічних втрат, ц (рис. 5.8, б); 3) обсяг (Q_δ) біологічних втрат, ц (рис. 5.9, а); 4) обсяг (S_ϕ) фактично зібраних площ, га (рис. 5.9, б); 5) ймовірність технологічних (P_{Qm}) (рис. 5.10, а) та біологічних ($P_{Q\delta}$) (рис. 5.10, б) втрат врожаю цукрових буряків.

Обґрунтування цих нелінійних залежностей здійснено на підставі методів кореляційно-регресійного аналізу із застосуванням коефіцієнта кореляційного відношення (r) (табл. 5.2).

Встановлені залежності інтегрованих функціональних показників дають змогу оцінити узгодженість обсягу, темпу та часу початку бурякозбиральних робіт із прогнозованими умовами проектного середовища, а відтак обґрунтувати τ_{np}^{opt} як реакцію на ВТР у проектах ЗЦБ на практиці.

Аналіз залежностей Q_ϕ (рис. 5.8, а), Q_m (рис. 5.8, б) та Q_δ (рис. 5.9, а) від τ_{np} дає підстави стверджувати, що можна відшукати такий τ_{np}^{opt} , за якого значення цих показників прямуватиме до свого екстремуму, що, фактично, є підтвердженням раніше висунутої гіпотези (2.12) (див. п. 2.3). Аналіз залежностей P_{Qm} (рис. 5.10, а) та $P_{Q\delta}$ (рис. 5.10, б) від τ_{np} переконує в тому, що навіть за τ_{np}^{opt} існує ризик біологічних і технологічних втрат.

Визначення статистичних характеристик та результати обґрунтування моделей ризику τ_{np}^{opt} , Q_ϕ , Q_m , Q_δ та S_ϕ здійснено в п. 5.4.

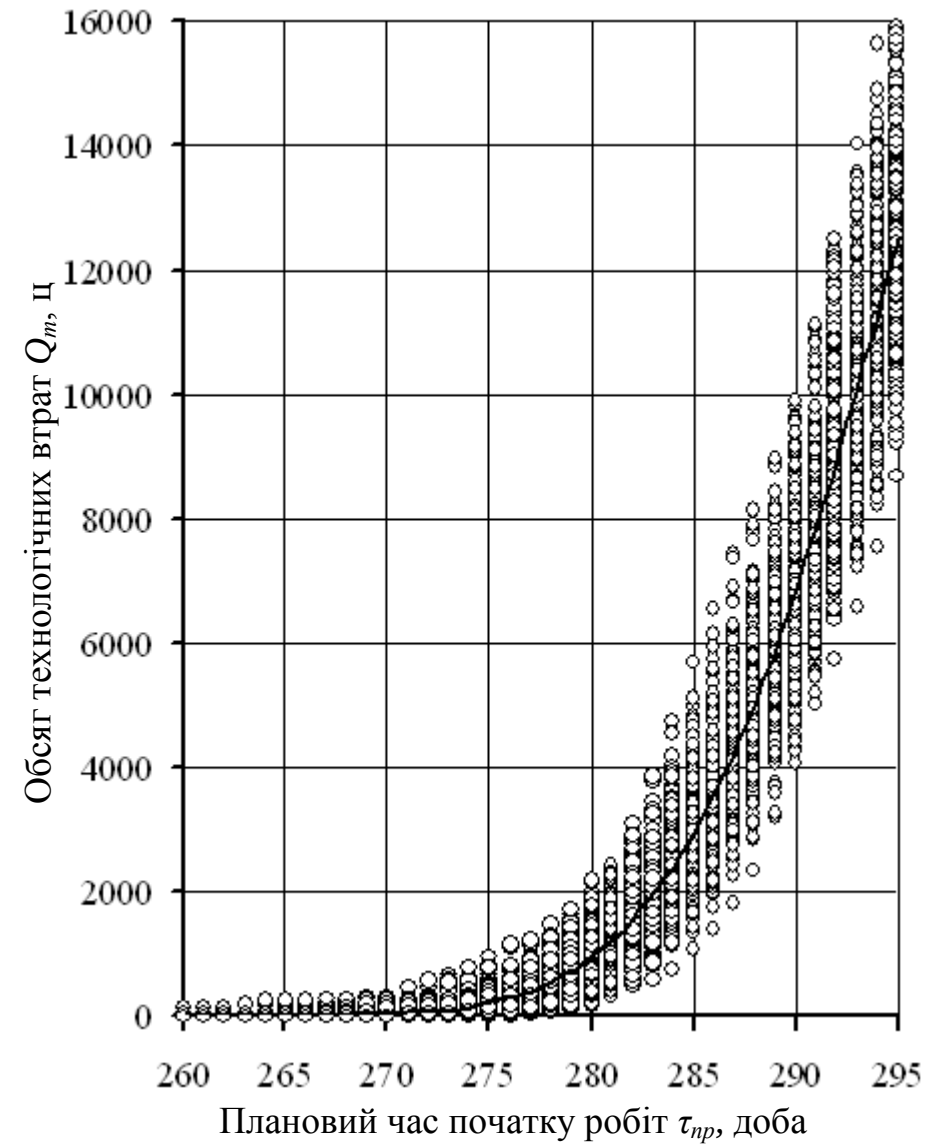
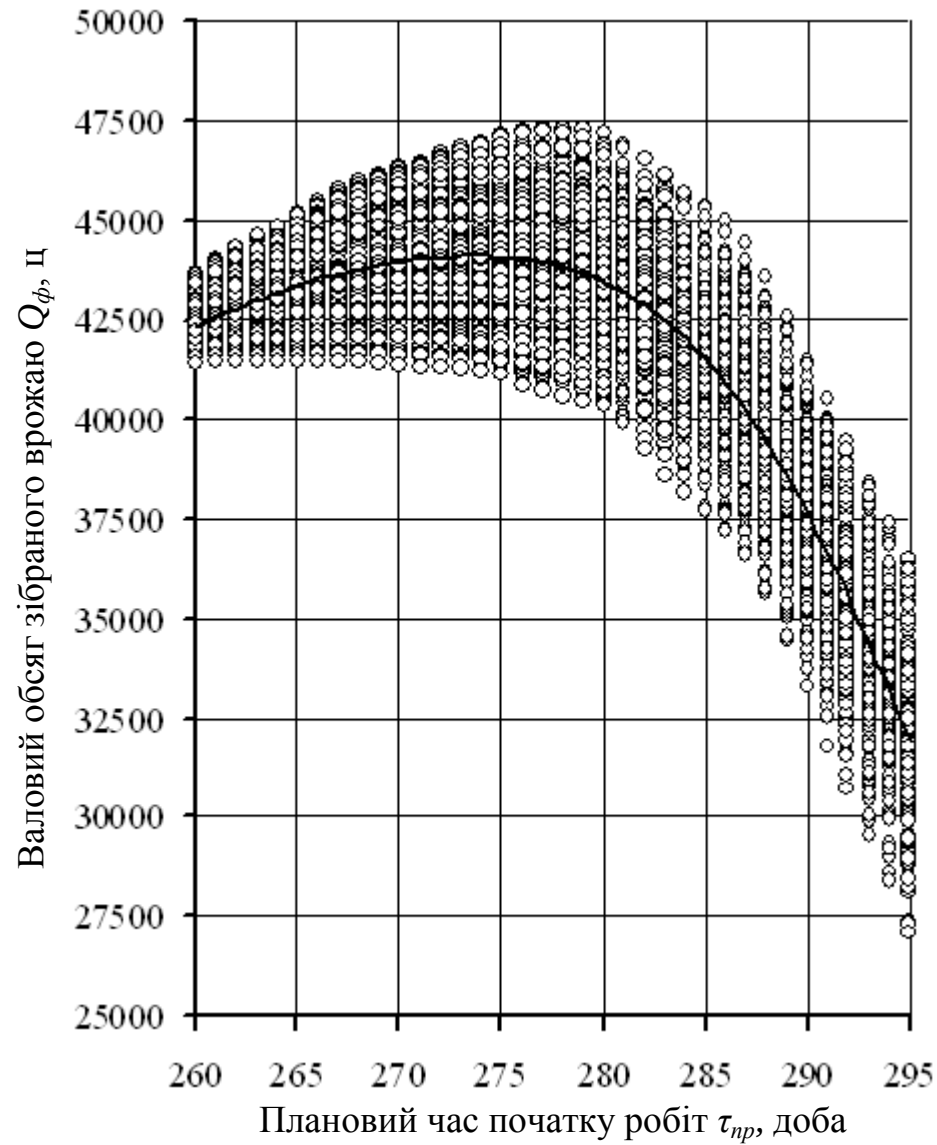


Рис. 5.8. Залежність валового обсягу (а) зібраного врожаю та технологічних втрат (б) цукрових буряків від планового часу початку бурякозбиральних робіт у проектах ЗЦБ.

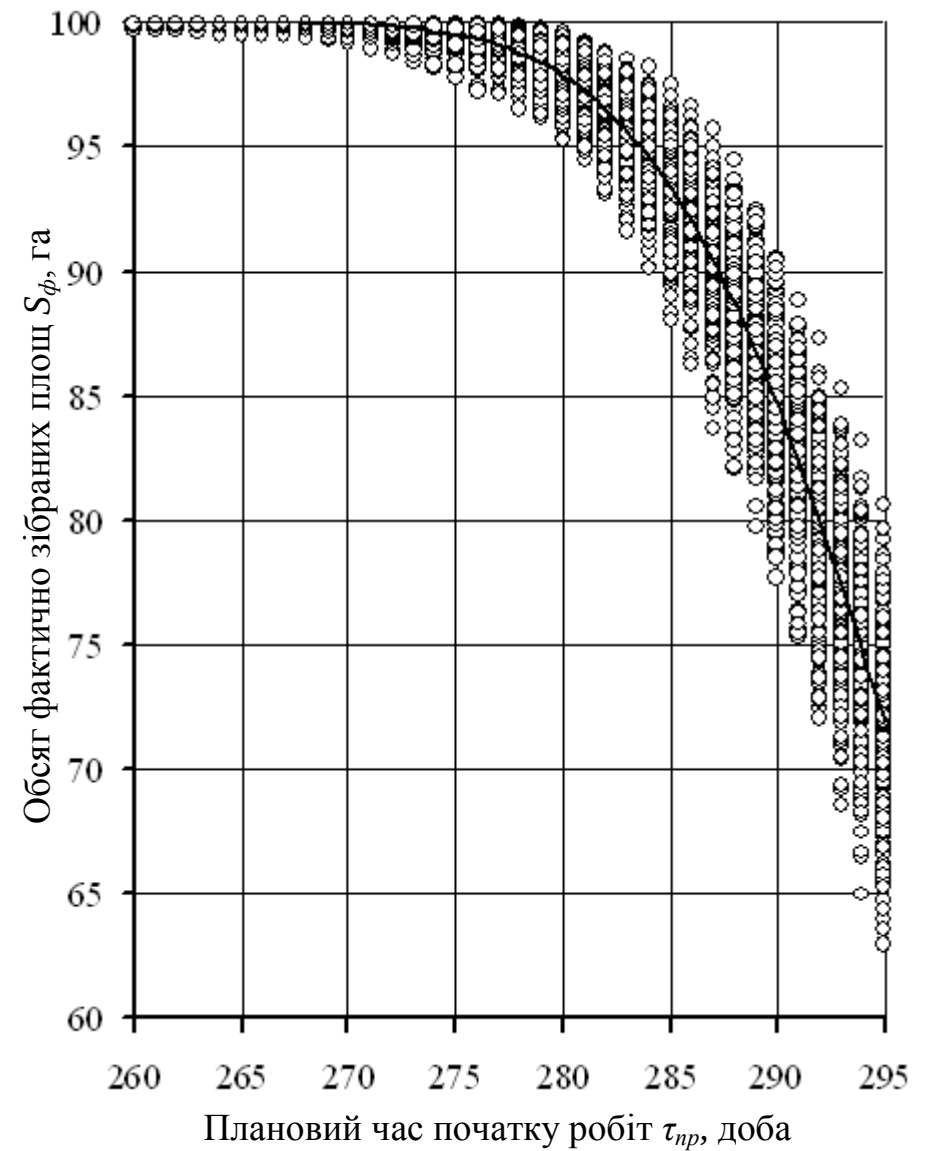
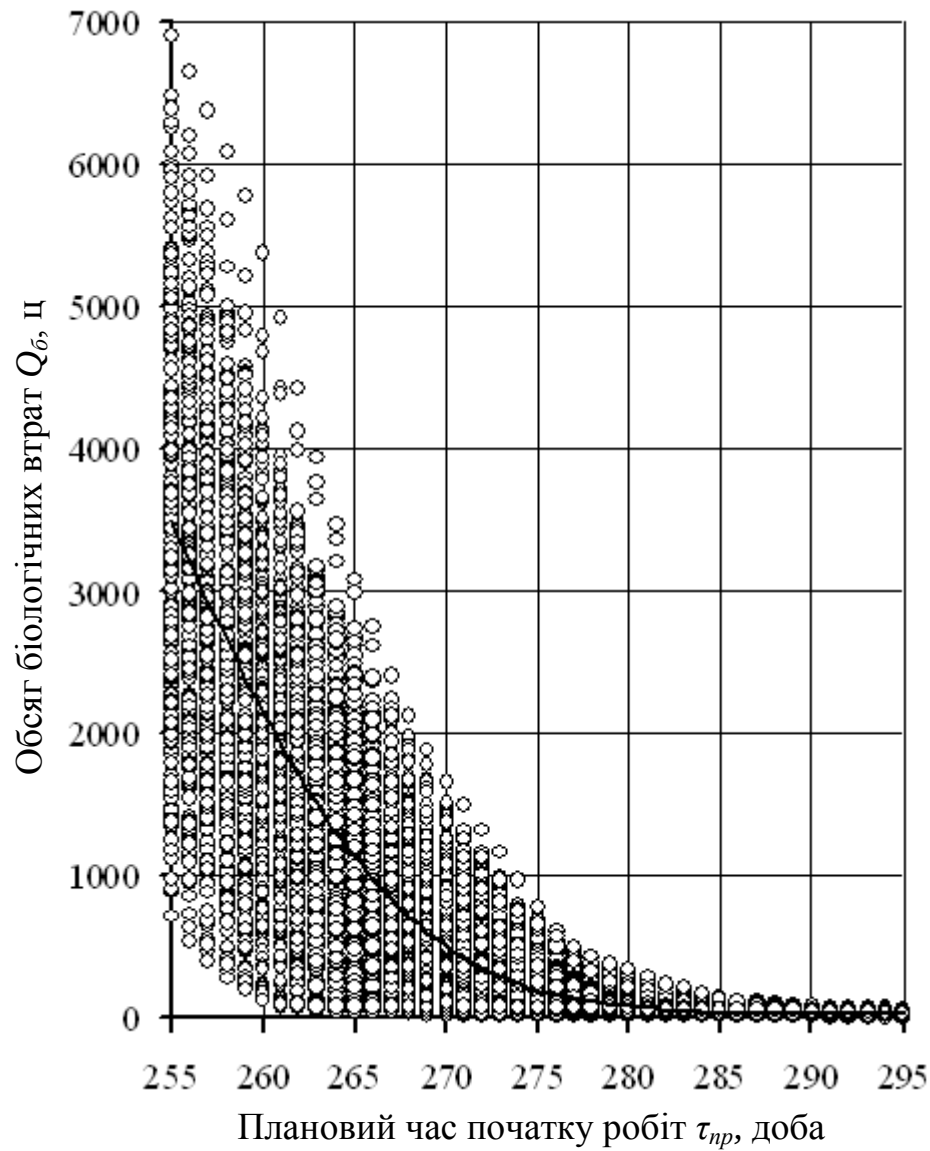


Рис. 5.9. Залежність обсягів біологічних втрат (а) врожаю цукрових буряків та обсягів фактично зібраних площ (б) від планового часу початку бурякозбиральних робіт у проектах ЗЦБ.

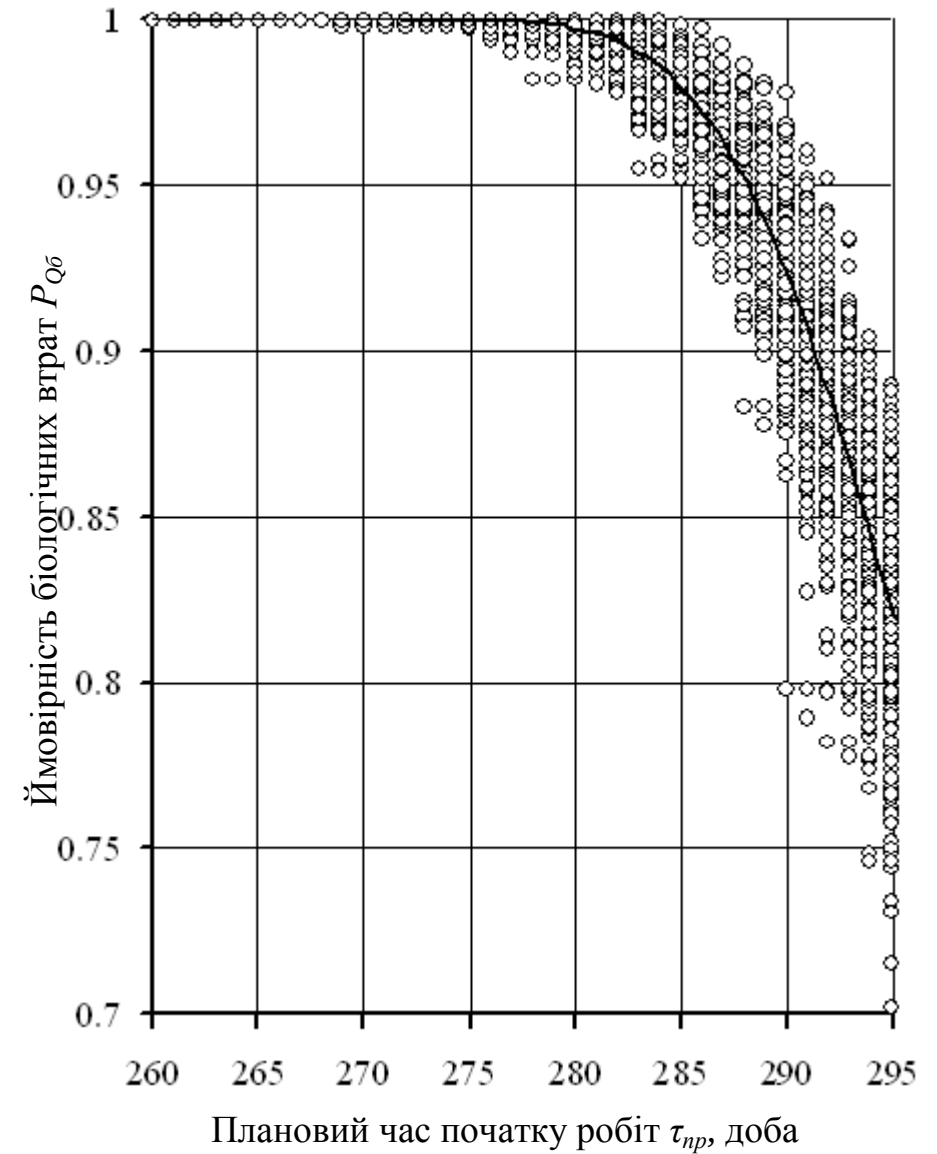
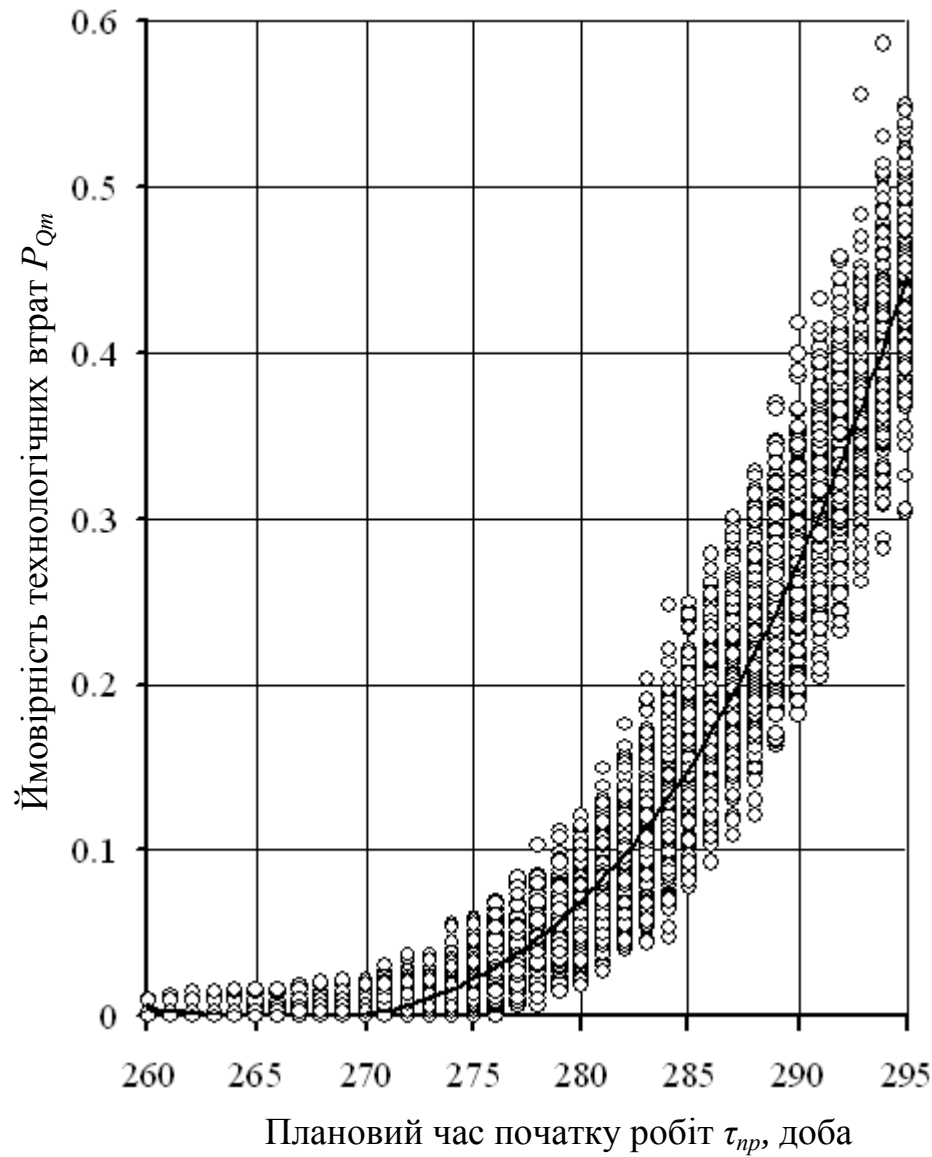


Рис. 5.10. Залежність ймовірності технологічних (а) та біологічних (б) втрат врожаю цукрових буряків від планового часу початку бурякозбиральних робіт у проектах ЗЦБ.

**Рівняння залежностей інтегрованих функціональних показників
проектів ЗЦБ за тактичного управління їх ВТР**

Показник	Рівняння залежності	Кореляційне відношення, r
Валовий обсяг зібраного врожаю, ц	$Q_{\phi} = 44497,43 - 15484,45 \cdot \exp[-(0.004 \cdot \tau_{np})^{16.3}] - 15484,45 \cdot (1 - \exp[-(0.0034 \cdot \tau_{np})^{60.22}])$	0,892
Обсяг технологічних втрат, ц	$Q_m = 15484,45 \cdot \exp[-(0.004 \cdot \tau_{np})^{16.3}]$	0,961
Обсяг біологічних втрат, ц	$Q_{\delta} = 15484,45 \cdot (1 - \exp[-(0.0034 \cdot \tau_{np})^{60.22}])$	0,731
Обсяг фактично зібраних площ, га	$S_{\phi} = -0.0014 \cdot \tau_{np}^3 + 1.12335 \cdot \tau_{np}^2 - 300.34 \cdot \tau_{np} + 26856$	0,964
Ймовірність технологічних втрат	$P_{Q_m} = -0.0002987 \cdot \tau_{np}^2 + 0.1617 \cdot \tau_{np} - 20.867$	0,715
Ймовірність біологічних втрат	$P_{Q_{\delta}} = 0.0005704 \cdot \tau_{np}^2 - 0.3031 \cdot \tau_{np} + 40.267$	0,864

Узагальнюючи встановлені залежності, зазначимо, що відповідно до **рис. 5.8, а**, максимальний Q_{ϕ} забезпечуватиметься за умови початку бурякозбиральних робіт у проектах ЗЦБ в межах 30 вересня – 4 жовтня (272-276 доби). Цей календарний проміжок часу, фактично, відображає τ_{np}^{opt} у проектах ЗЦБ з відповідною виробничою програмою та технічним оснащенням.

Встановлення оцінок математичного сподівання основних показників проектів – Q_{ϕ} , Q_m та Q_{δ} для кожного із τ_n дало змогу побудувати залежність (**рис. 5.11**), що унаочнює можливість обґрунтування τ_{np}^{opt} , яким є 2 жовтня (274 доба). Тоді валовий обсяг зібраного врожаю цукрових буряків буде максимальним і становитиме $Q_{\phi} = 44096,98$ ц.

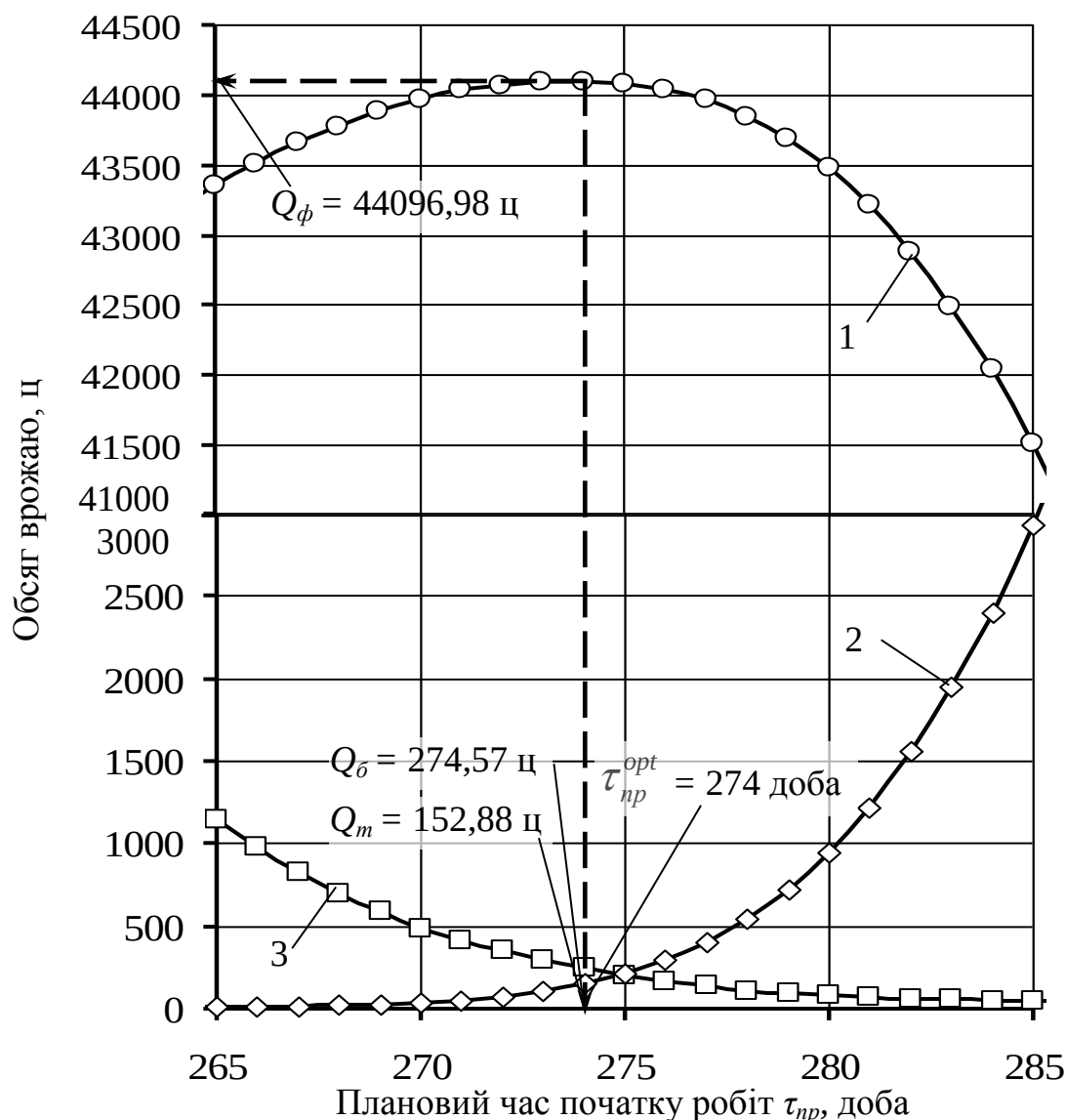


Рис. 5.11. Залежність інтегрованих функціональних показників від часу початку робіт у проектах ЗЦБ: 1) валовий обсяг зібраного врожаю; 2) технологічні втрати; 3) біологічні втрати.

Таким чином, виконання комп'ютерних експериментів із статистичною імітаційною моделлю віртуального проекту ЗЦБ та математичне опрацювання їх результатів дало змогу узгодити обсяг, темп і час початку бурякозбиральних робіт з умовами проектного середовища, за якого забезпечується екстремум інтегрованих функціональних показників цих проектів та мінімальний їх ризик.

5.4. Моделі ризику інтегрованих функціональних показників проектів збирання цукрових буряків за тактичного управління їх виробничо-технологічним ризиком

Обґрунтування оптимального часу початку бурякозбиральних робіт у проектах ЗЦБ на підставі залежностей оцінок математичного сподівання інтегрованих функціональних показників ідеалізує наявність їх ризику. Використання методів математичної статистики для аналізу отриманих у результаті комп'ютерних експериментів множин цих показників дало змогу обґрунтувати моделі їх ризику.

Програма та методика комп'ютерних експериментів щодо встановлення ризику інтегрованих функціональних показників проектів ЗЦБ передбачала моделювання перебігу бурякозбиральних робіт (для відповідних початкових умов – п. 5.3) за різних термінів їх початку та генерованих характеристик проектного середовища – динаміки приросту маси коренеплодів цукрових буряків та агрометеорологічних умов осіннього періоду.

Опрацювання результатів експериментів на підставі методів математичної статистики дало змогу встановити статистичні характеристики ВТР у проектах ЗЦБ та обґрунтувати розподіли: 1) оптимального часу (τ_{np}^{opt}) початку бурякозбиральних робіт (рис. 5.12), доба; 2) валових обсягів (Q_ϕ) зібраного врожаю цукрових буряків (рис. 5.13), ц; 3) обсягів (Q_m) технологічних втрат (рис. 5.14), ц; 4) обсягів (Q_δ) біологічних втрат (рис. 5.15), ц; 5) обсягів (S_ϕ) фактично зібраних площ (рис. 5.16), га.

На підставі критерію χ^2 Пірсона обґрунтовано, що емпіричний розподіл τ_{np}^{opt} узгоджується з чотирипараметричним законом Лапласа-Шарльє, розподіли Q_ϕ , Q_m та Q_δ узгоджуються з трипараметричним законом Вейбулла, а S_ϕ із законом степеневого розподілу.

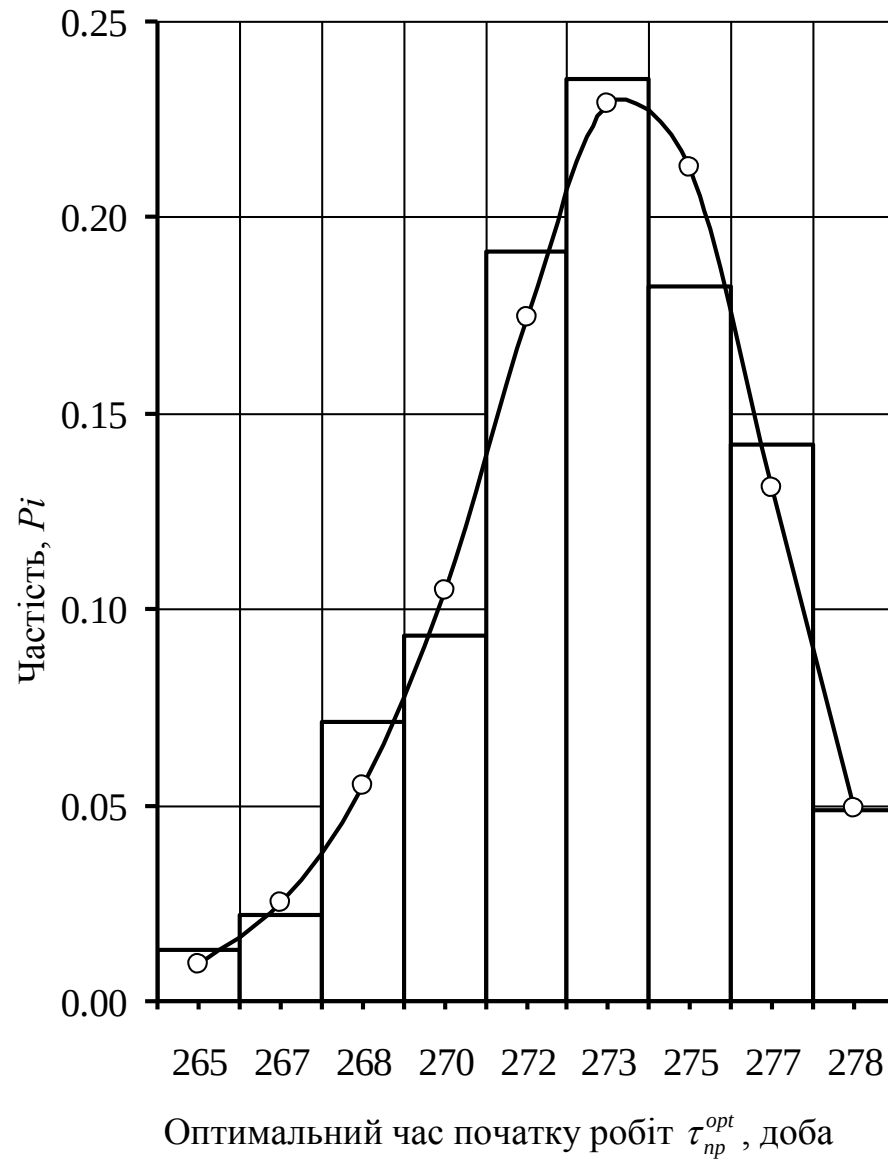


рис. 5.12. Гістограма та теоретична крива розподілу оптимального часу початку бурякозбиральних робіт за прогнозованих умов проектного середовища ЗЦБ (Лапласа-Шарльє).

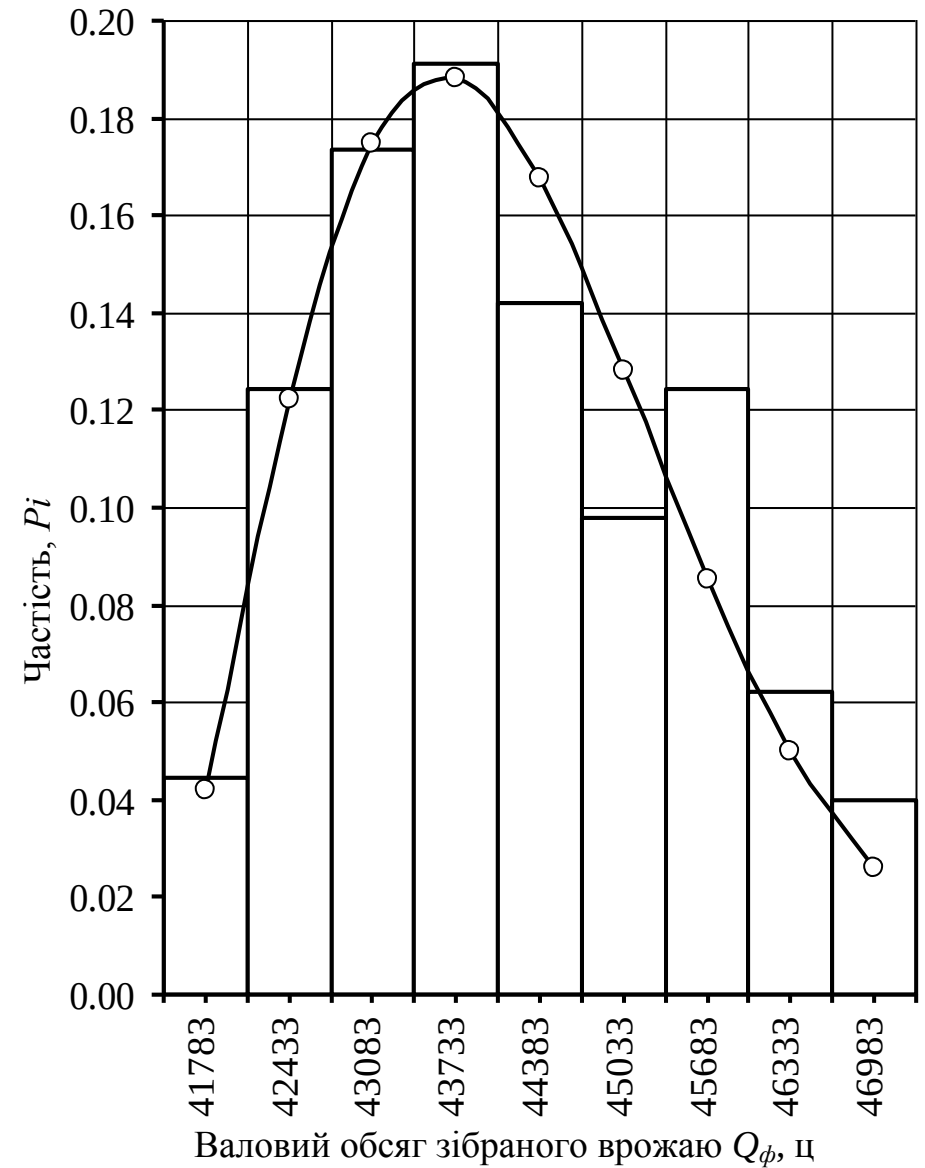


Рис. 5.13. Гістограма та теоретична крива розподілу валового обсягу зібраного врожаю цукрових буряків за τ_{np}^{opt} у проектах ЗЦБ (Вейбулла).

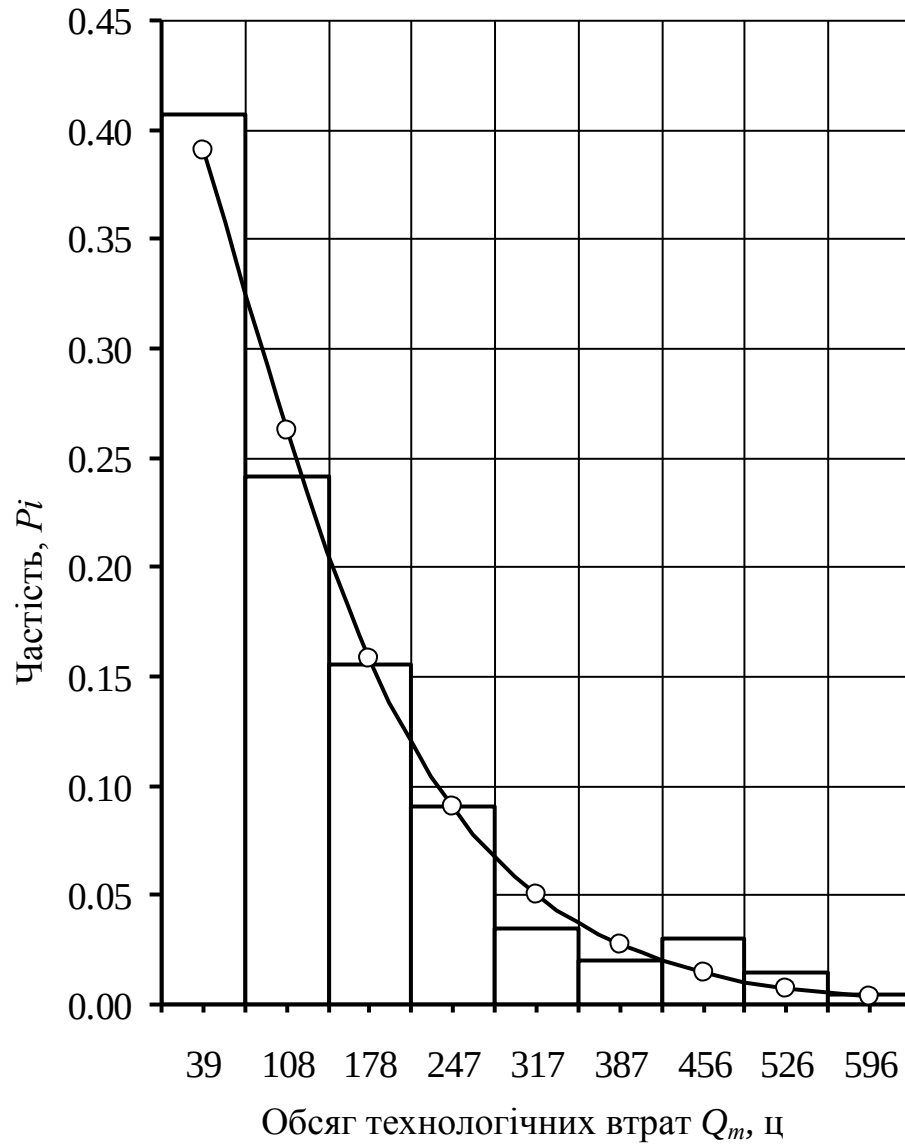


Рис. 5.14. Гістограма та теоретична крива розподілу обсягу технологічних втрат за τ_{np}^{opt} у проектах ЗЦБ (Вейбулла).

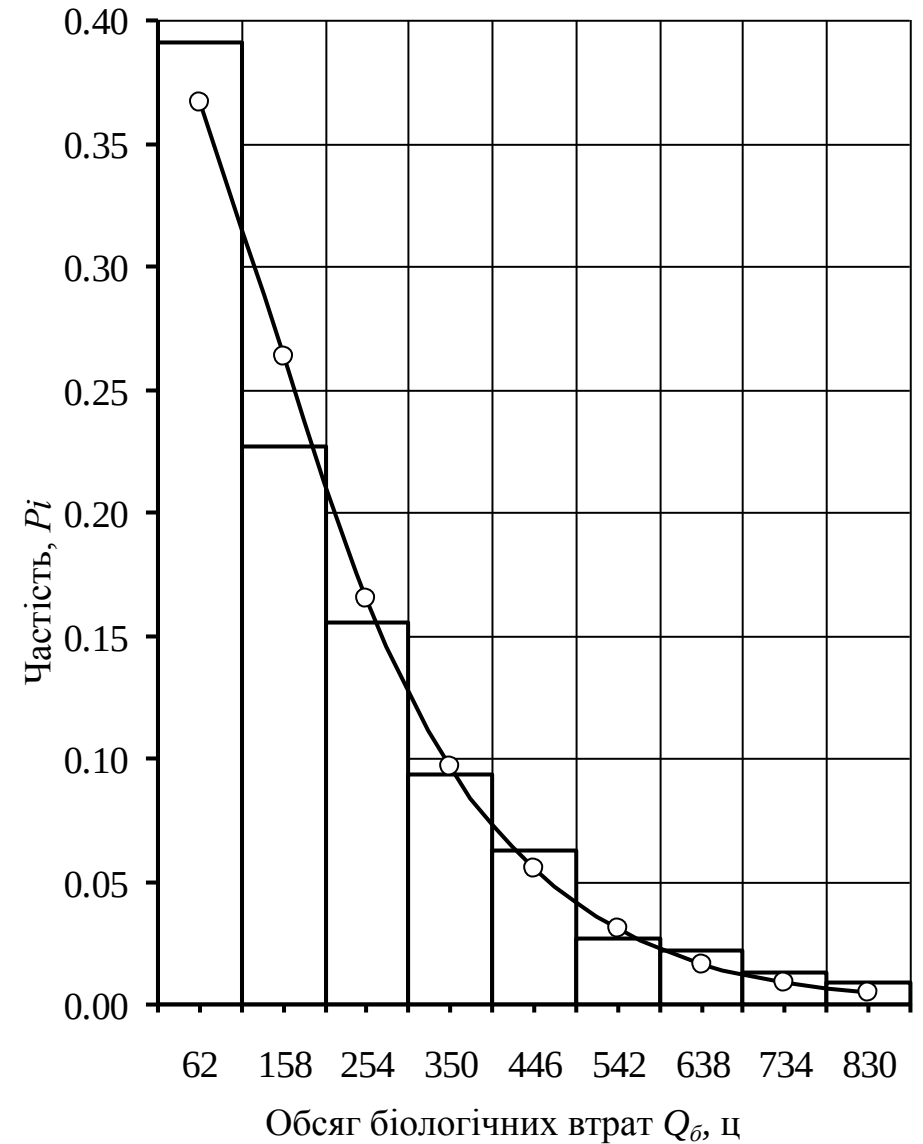


Рис. 5.15. Гістограма та теоретична крива розподілу обсягу біологічних втрат за τ_{np}^{opt} у проектах ЗЦБ (Вейбулла).

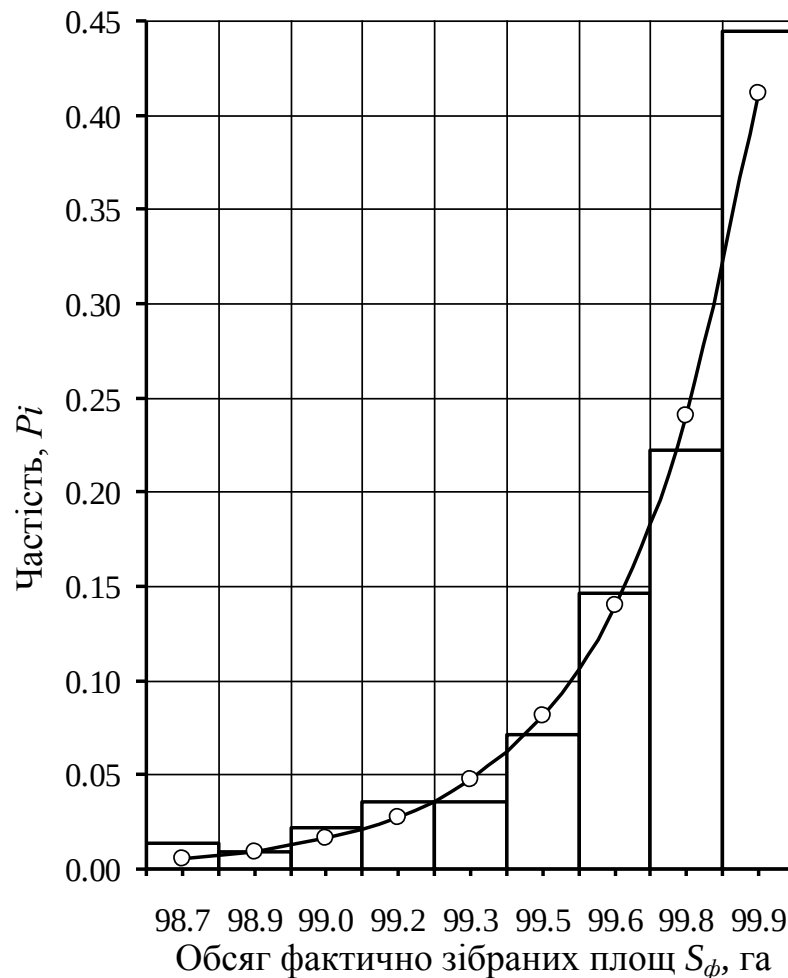


Рис. 5.16. Гістограма та теоретична крива розподілу обсягу фактично зібраних площ цукрових буряків за τ_{np}^{opt} у проектах ЗЦБ (степеневий).

Диференціальні функції розподілів (моделі ризику) та оцінки статистичних характеристик цих показників наведені у **табл. 5.3**.

Таблиця 5.3

Диференціальні функції розподілу (моделі ризику) та оцінки статистичних характеристик інтегрованих функціональних показників за τ_{np}^{opt} для тактичного управління ВТР у проектах ЗЦБ

Функціональний показник	Диференціальна функція розподілу (модель ризику)	Оцінки статистичних характеристик	
		$\bar{M}[x]$	$\bar{U}[x]$
1	2	3	4
Оптимальний час початку робіт (Лапласа-Шарльє)	$f(\tau_{np}^{opt}) = 0,137 \cdot e^{-\frac{t^2}{2}} \left\{ 1 - 0,08 \cdot t \cdot (t^2 - 3) + 0,00003 \cdot [t \cdot (t^2 - 2) - 3(t^2 - 1)] \right\}$ $t = \frac{\tau_{np}^{opt} - 272,944}{2,919}.$	272,944	0,326

1	2	3	4
Валовий обсяг зібраного врожаю (Вейбулла)	$f(Q_\phi) = 0,001 \cdot \left(\frac{Q_\phi - 41458,4}{3011,248} \right)^{1,054} \exp \left[- \left(\frac{Q_\phi - 41458,4}{3011,248} \right)^{2,054} \right]$	44126,2	0,508
Обсяг технологічних втрат (Вейбулла)	$f(Q_m) = 0,008 \cdot \left(\frac{Q_m - 3,7}{136,692} \right)^{0,117} \exp \left[- \left(\frac{Q_m - 3,7}{136,692} \right)^{1,117} \right]$	135,48	0,908
Обсяг біологічних втрат (Вейбулла)	$f(Q_\delta) = 0,006 \cdot \left(\frac{Q_\delta - 14,4}{200,577} \right)^{0,145} \exp \left[- \left(\frac{Q_\delta - 14,4}{200,577} \right)^{1,145} \right]$	206,606	0,886
Обсяг фактично зібраних площ (степеневий)	$f(S_\phi) = 0,54 \left(\frac{S_\phi}{100} \right)^{361,918}$	99,725	0,249

Інші статистичні характеристики інтегрованих функціональних показників проектів ЗЦБ наведено в **дод. К (табл. К.1-К.5)**.

Таким чином, встановлені моделі ризику інтегрованих функціональних показників є важливою підставою тактичного управління ВТР на підставі узгодження обсягу, темпу та часу початку бурякозбиральних робіт у проектах ЗЦБ із некерованим та стохастичним розвитком агрометеорологічної та предметної складових їх проектного середовища.

5.5. Моделі ризику інтегрованих функціональних показників проектів збирання цукрових буряків за стратегічного управління їх виробничо-технологічним ризиком

Стратегічне управління ВТР у проектах ЗЦБ здійснюється на підставі попереднього узгодження виробничої програми з технічним оснащенням цих проектів. У результаті цього виникає можливість орієнтовного планування термінів бурякозбиральних робіт в агрокліматичних умовах окремого регіону держави, а також узагальненого оцінення продукту проектів ЗЦБ та оцінення ефективності їх реалізації загалом.

Нами розглянуто агрокліматичні умови Вол.-Волинського району Волинської області. Багаторазова реалізація комп'ютерної програми

статистичної імітаційної моделі віртуального проекту ЗЦБ дала змогу синтезувати дію чинників ефективності цих проектів, відтворити системно-подієві особливості формування умов проектного середовища, а також їх вплив на перебіг бурякозбиральних робіт. Виконання комп'ютерних експериментів із моделлю віртуального проекту ЗЦБ, для якого наперед задано обсяги та темпи робіт, уможливило отримання вичерпної множини показників цих проектів. Систематизація й опрацювання цих інтегрованих функціональних показників на підставі методів математичної статистики та застосування критерію χ^2 Пірсона уможливили обґрунтування моделей їх ризику (табл. 5.4), (рис. 5.17-5.21).

Таблиця 5.4

Диференціальні функції розподілу (моделі ризику) та оцінки статистичних характеристик інтегрованих функціональних показників за τ_{np}^{opt} для стратегічного управління ВТР у проектах ЗЦБ

Функціональний показник	Диференціальна функція розподілу (модель ризику)	Оцінки статистичних характеристик	
		$\bar{M}[x]$	$\bar{v}[x]$
Оптимальний час початку робіт (нормальний)	$f(\tau_{np}^{opt}) = 0,124 \cdot \exp \left[-\frac{(\tau_{np}^{opt} - 272,778)^2}{20,568} \right]$	272,778	0,272
Валовий обсяг зібраного врожаю (Вейбулла)	$f(Q_\phi) = 0,0001 \cdot \left(\frac{Q_\phi - 25526,6}{20536,541} \right)^{1,256} \exp \left[-\left(\frac{Q_\phi - 25526,6}{20536,541} \right)^{2,256} \right]$	43714,86	0,469
Обсяг технологічних втрат (Вейбулла)	$f(Q_m) = 0,008 \cdot \left(\frac{Q_m - 6,8}{132,107} \right)^{0,002} \exp \left[-\left(\frac{Q_m - 6,8}{132,107} \right)^{1,002} \right]$	139,378	1,007
Обсяг біологічних втрат (Вейбулла)	$f(Q_\phi) = 0,007 \cdot \left(\frac{Q_\phi - 17,8}{170,864} \right)^{0,135} \exp \left[-\left(\frac{Q_\phi - 17,8}{170,864} \right)^{1,135} \right]$	181,625	0,894
Обсяг фактично зібраних площ (степеневий)	$f(S_\phi) = 0,63 \left(\frac{S_\phi}{100} \right)^{303,382}$	99,673	0,177

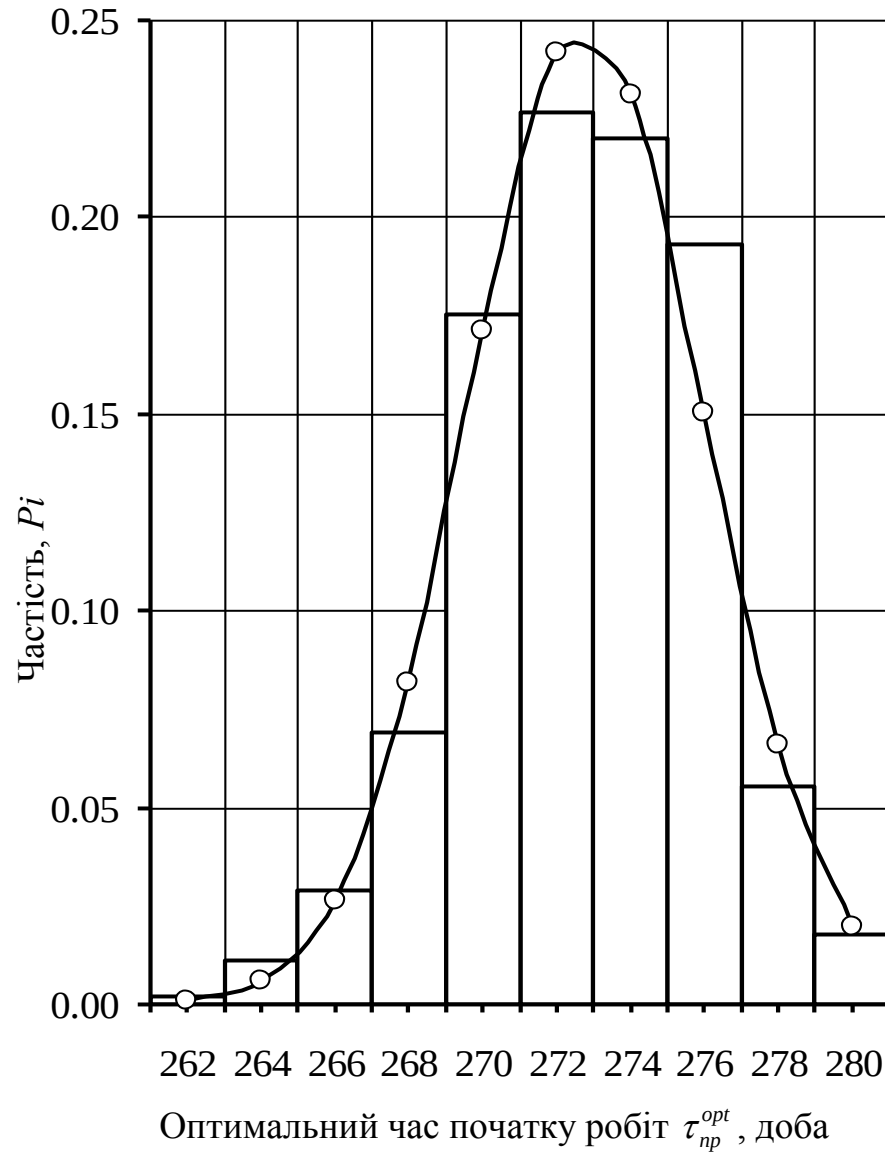


Рис. 5.17. Гістограма та теоретична крива розподілу оптимального часу початку робіт у проектах ЗЦБ для агрокліматичних умов Вол.-Волинського району (Лапласа-Шарльє).

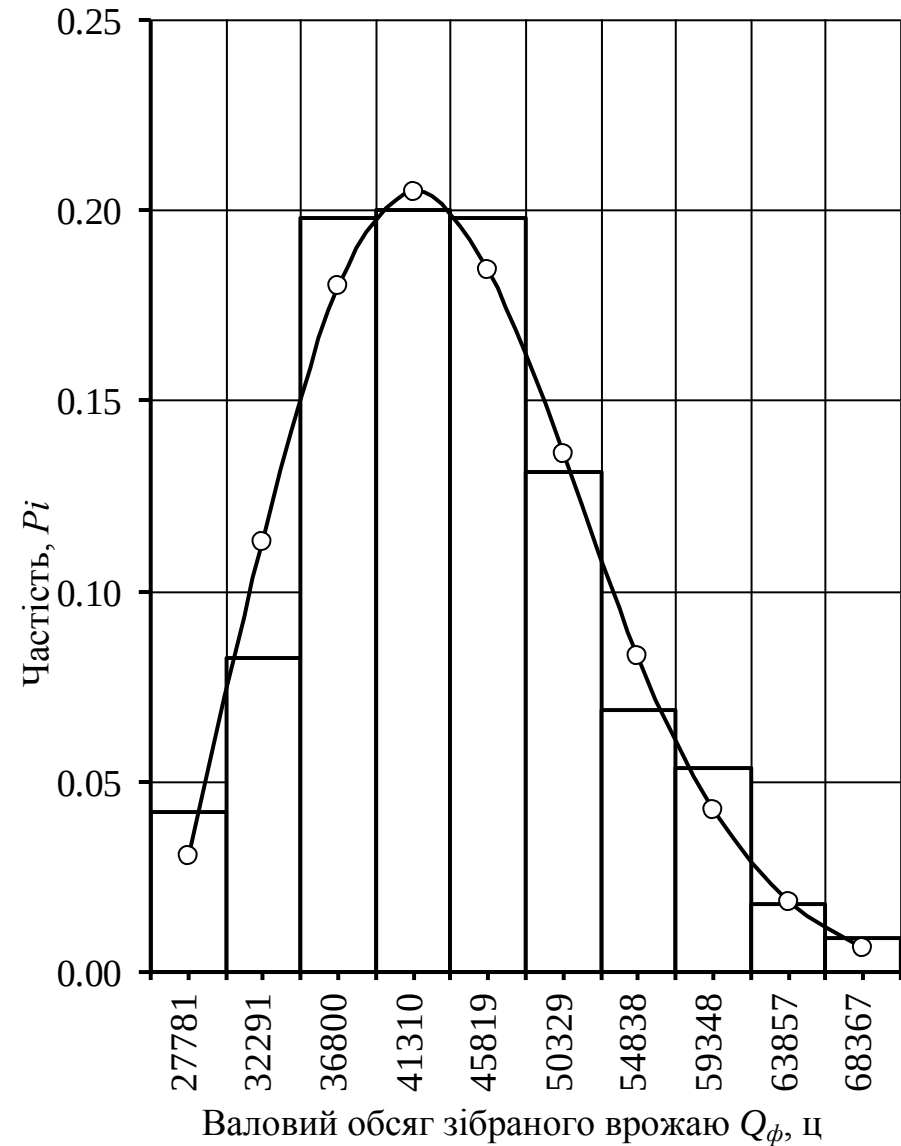


Рис. 5.18. Гістограма та теоретична крива розподілу валового обсягу зібраного врожаю у проектах ЗЦБ за τ_{np}^{opt} для агрокліматичних умов Вол.-Волинського району (Вейбулла).

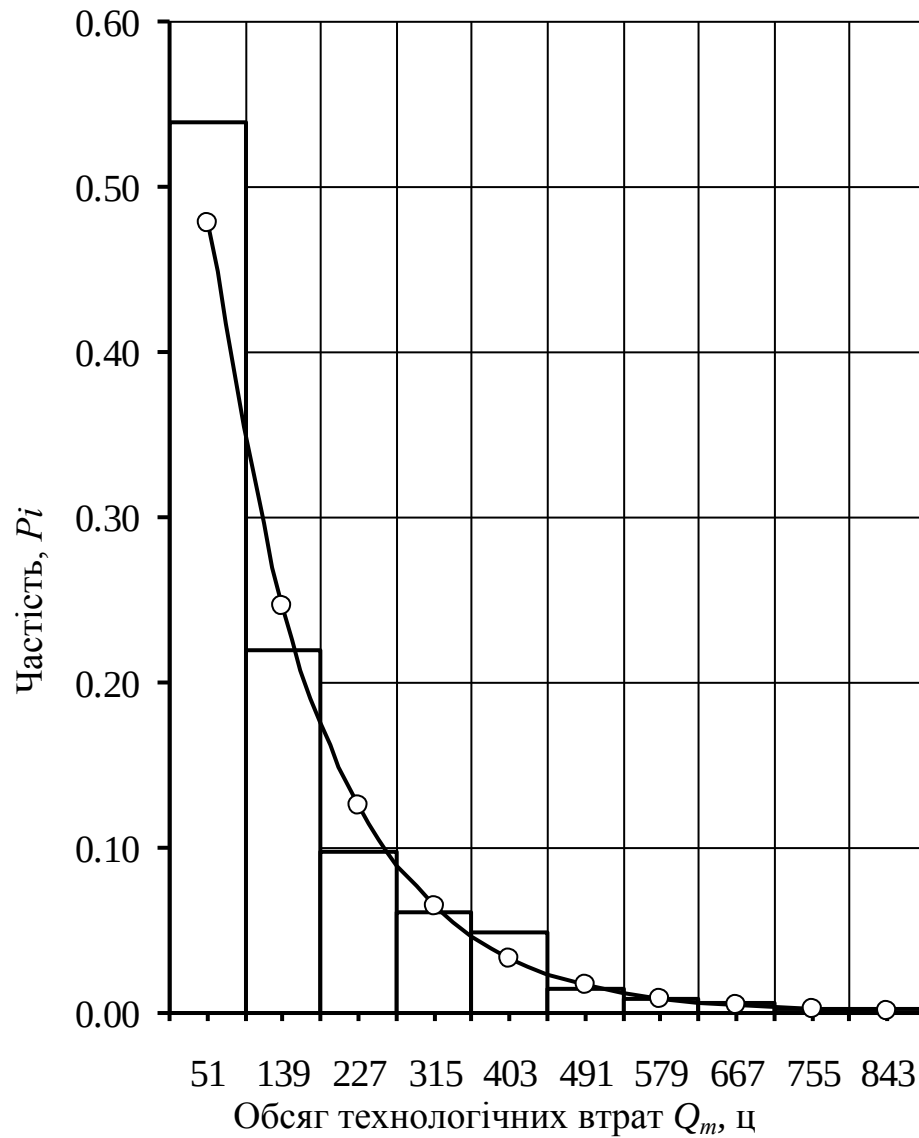


Рис. 5.19. Гістограма та теоретична крива розподілу обсягів технологічних втрат у проектах ЗЦБ за τ_{np}^{opt} для агрокліматичних умов Вол.-Волинського району (Вейбулла).

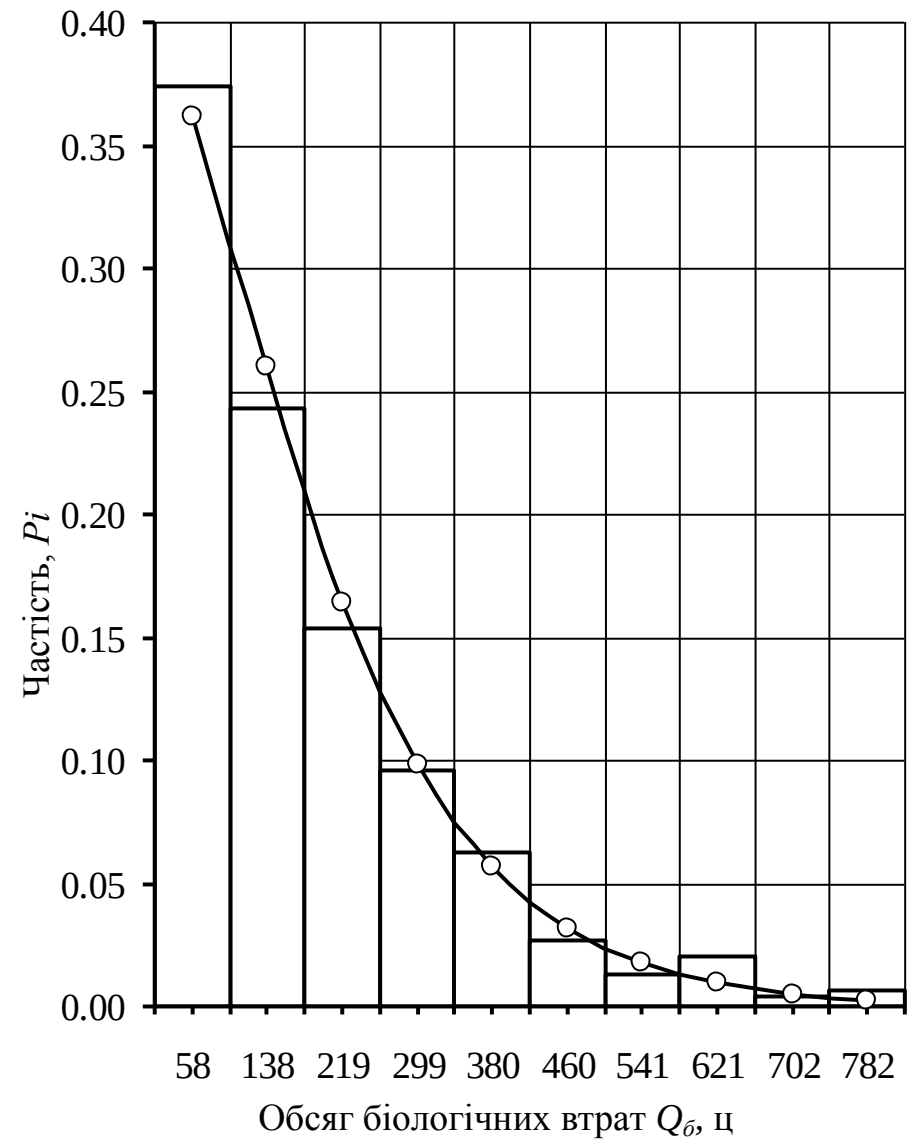


Рис. 5.20. Гістограма та теоретична крива розподілу обсягів біологічних втрат у проектах ЗЦБ за τ_{np}^{opt} для агрокліматичних умов Вол.-Волинського району (Вейбулла).

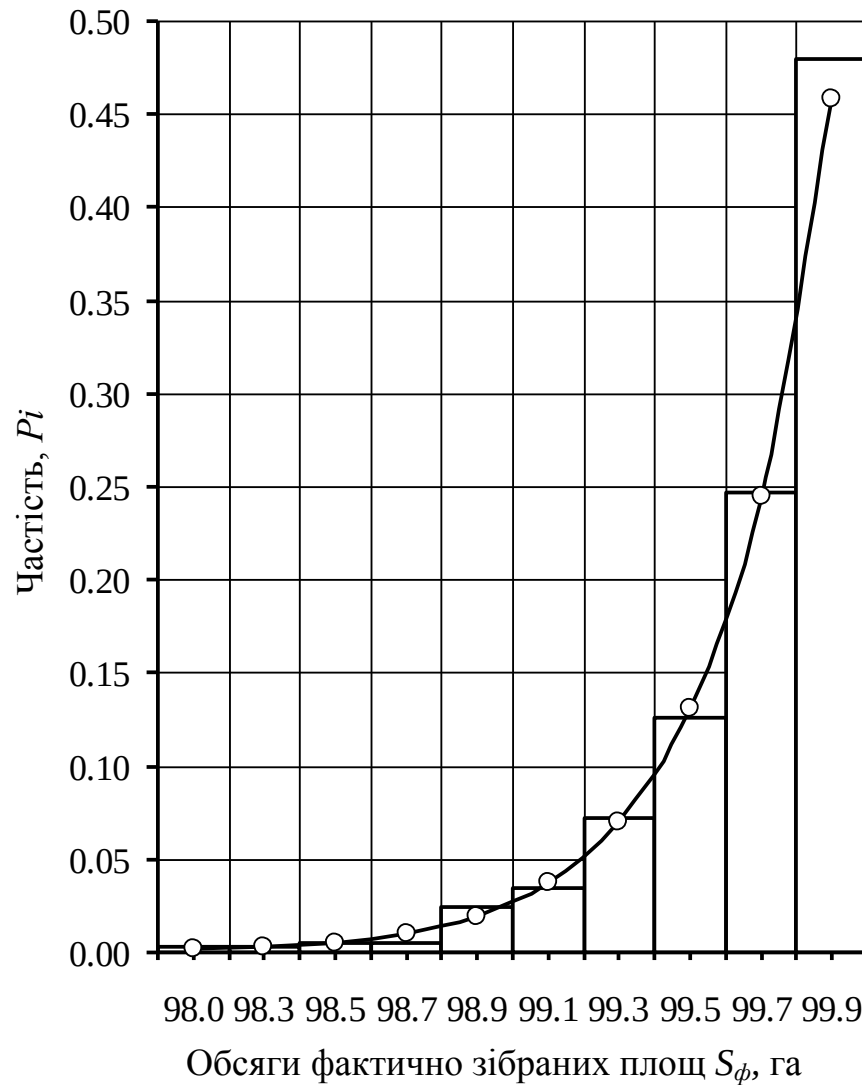


Рис. 5.21. Гістограма та теоретична крива розподілу обсягів фактично зібраних площ у проектах ЗЦБ за τ_{np}^{opt} для агрокліматичних умов Вол.-Волинського району (ступеневий).

Інші статистичні характеристики наведено в [дод. Л \(табл. Л.1-Л.5\)](#).

Таким чином, встановлені моделі ризику інтегрованих функціональних показників проектів ЗЦБ за τ_{np}^{opt} для агрокліматичних умов Вол.-Волинського району є важливою передумовою управління ВТР на стратегічному рівні. Отримані моделі дають підстави стверджувати про доцільність початку бурякозбиральних робіт у проектах ЗЦБ (із виробничою програмою – 100га, та

технічним оснащенням проектів – комбайн КСБ-6 «Збруч», темп робіт – 15,75 га/добу) 19 вересня–9 жовтня (261-281 доби) ($\bar{M}[\tau_{np}^{opt}] = 1$ жовтня (273 доба), $\bar{v}[\tau_{np}^{opt}] = 0,272$), у цьому разі валовий обсяг зібраного врожаю коливатиметься в межах $\{Q_\phi\} = 25526,6...70621,5$ ц ($\bar{M}[Q_\phi] = 43714,86$ ц, $\bar{v}[Q_\phi] = 0,469$).

5.6. Алгоритм інформаційно-аналітичної системи управління виробничо-технологічним ризиком у проектах збирання цукрових буряків та результати оцінення економічної ефективності від його застосування

Концептуально розроблений алгоритм інформаційно-аналітичної системи управління ВТР у проектах ЗЦБ ґрунтується на нових методах та моделях, що розроблені в результаті виконання дисертаційної роботи, а також на комп'ютерній програмі статистичної імітаційної моделі віртуального проекту (рис. 5.22). Використання цього алгоритму дає змогу менеджерам підвищити ефективність управління ВТР у проектах ЗЦБ, що досягається за рахунок узгодження обсягу, темпу та часу початку бурякозбиральних робіт із некерованим і стохастичним розвитком умов агрометеорологічної та предметної складових їх проектного середовища. Це узгодження дає змогу забезпечити максимальний збір урожаю коренеплодів.

Структура алгоритму інформаційно-аналітичної системи управління ВТР проектів ЗЦБ відтворює процеси управління проектами [74]: ініціалізації, планування, виконання, здійснення контролю, закриття. Не вдаючись до розкриття цих системно поєднаних процесів управління проектами, зазначимо, що їх виконання здійснюється як на стратегічному, так і на тактичному рівнях управління ВТР проектів.

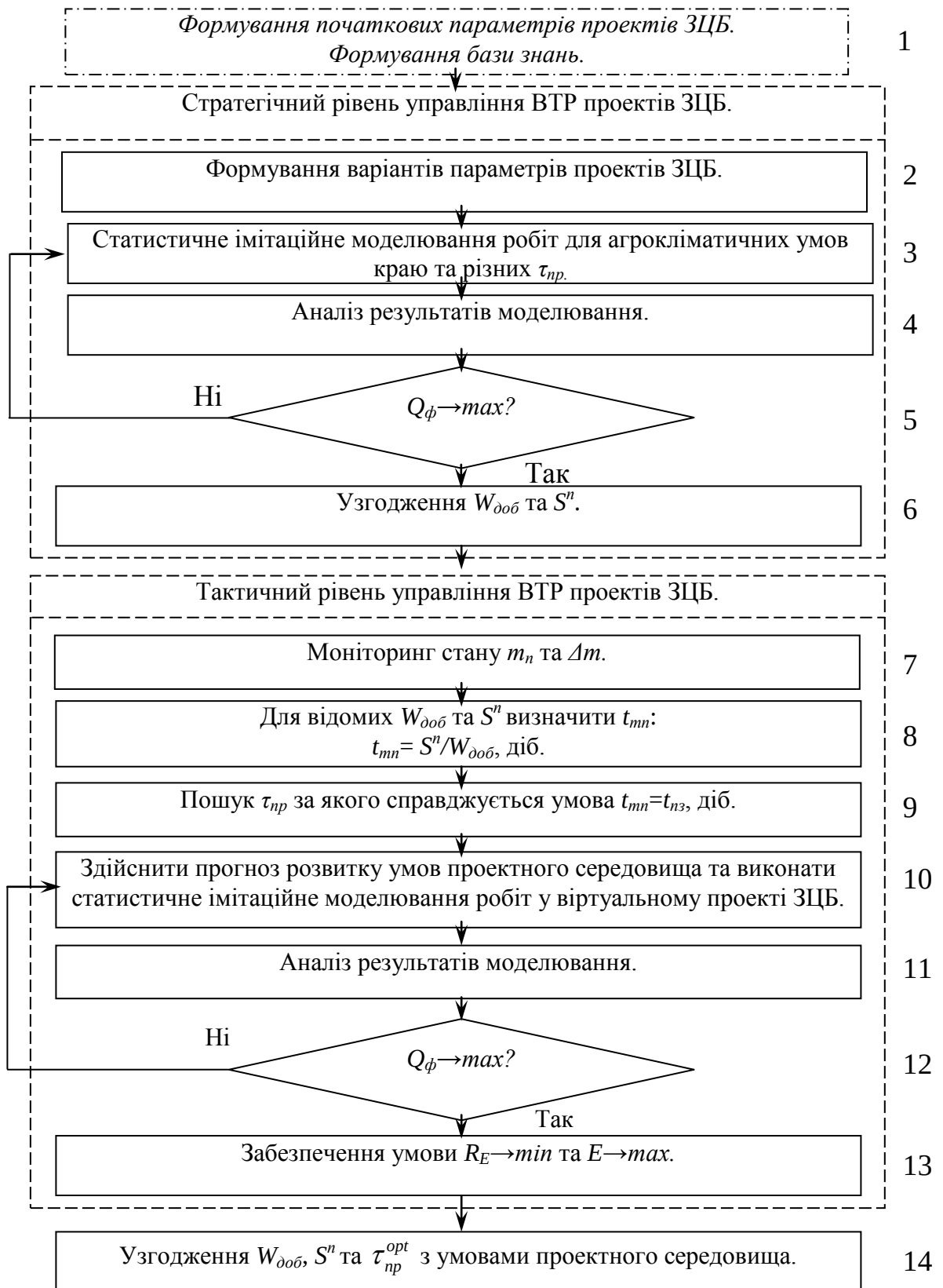


Рис. 5.22. Блок-схема алгоритму інформаційно-аналітичної системи управління ВТР у проектах ЗЦБ.

Реалізація цих процесів здійснюється на підставі певних процедур і правил, що сукупно окреслюють сутність методики узгодження обсягу, темпу та часу початку бурякозбиральних робіт з умовами проектного середовища ЗЦБ.

Попереднє формування початкових даних (блок 1) щодо можливих обсягів збирання цукрових буряків та потужності парку комбайнів, які використовуються у проектах ЗЦБ, уможливорює формування варіантів параметрів цих проектів (блок 2). База знань (блок 1) формується на підставі спостережень метеорологічної станції за розвитком агрометеорологічної та предметної складових проектного середовища та є основою для формалізації і наступного відображення їх розвитку в статистичній імітаційній моделі віртуального проекту ЗЦБ.

На підставі комп'ютерної програми цієї моделі здійснюється ретроспективна кількість її реалізацій та моделюється перебіг бурякозбиральних робіт у проектах за відповідних агрокліматичних умов окремого краю і різних планових термінів їх початку τ_{np} (блок 3). Аналіз отриманих результатів (блок 4) дає змогу встановити середньобагаторічні терміни оптимального початку бурякозбиральних робіт, за яких досягатиметься умова ($Q_{\phi} \rightarrow \max$) максимального валового обсягу зібраного врожаю (блок 5). У результаті цього здійснюється узгодження обсягів і темпів бурякозбиральних робіт у проектах ЗЦБ (блок 6), що дає змогу виконати орієнтовне планування робіт та оцінити ефективність як управління ВТР, так і робіт у проектах ЗЦБ загалом.

Отримані показники проектів ЗЦБ уточнюються на тактичному рівні управління ВТР. Зокрема, керуючись встановленими на стратегічному рівні управління ВТР проектів ЗЦБ середньобагаторічними термінами оптимального початку бурякозбиральних робіт, здійснюють їх планування, а також моніторинг динаміки поточного приросту маси коренеплодів на полях підприємства (блок 7).

Відповідно до обсягів і темпів робіт визначають технологічно потрібний фонд часу (t_{mn}) (блок 8). Тоді, керуючись базою знань, зокрема залежністю тривалості (t_{nz}) природно зумовленого фонду часу на виконання бурякозбиральних робіт (див. рис. 5.1) та залежністю ризику відсутності природно зумовленого фонду часу на виконання бурякозбиральних робіт від часу їх початку (див. рис. 5.3), визначають найперший календарний термін, за якого виникатиме умова рівності між t_{mn} і t_{mn} (блок 9). Відштовхуючись від цього терміну та даних моніторингу за коренеплодами цукрових буряків, здійснюють прогноз наступного розвитку умов агрометеорологічної та предметної складових проектного середовища ЗЦБ і виконують статистичне імітаційне моделювання бурякозбиральних робіт у віртуальному проекті за різних планових термінів їх початку (блок 10). Аналіз результатів (блок 11) цього моделювання дає змогу відшукати такий календарний термін початку бурякозбиральних робіт за якого досягатиметься умова $Q_{\phi} \rightarrow \max$ (блок 12). Початок бурякозбиральних робіт у день дає змогу забезпечити виконання умови $R_E \rightarrow \min$ та $E \rightarrow \max$ (блок 13), а відтак узгодити обсяг, темп і час початку бурякозбиральних робіт у проектах ЗЦБ із проектними умовами окремого року їх реалізації (блок 14).

Оцінення економічного ефекту від застосування розробленої системи, методів і моделей управління ВТР у проектах ЗЦБ виконано для умов ТзОВ «Луга», що розташоване у Вол.-Волинському районі Волинської області (див. дод. М). Порівнюючи управлінські рішення щодо узгодження обсягу, темпу та часу початку бурякозбиральних робіт (для агрометеорологічних та предметних умов проектного середовища 2009 року), які були прийняті на практиці в ТзОВ «Луга», із рішеннями, які були обґрунтовані на підставі результатів прогнозування розвитку умов проектного середовища та статистичного імітаційного моделювання бурякозбиральних робіт, у моделі віртуального проекту встановлено значний економічний ефект.

Зокрема, керуючись досвідом агрономів, у господарстві прийнято рішення щодо початку бурякозбиральних робіт 8 жовтня (280 доба від початку року). Однак, виконавши статистичне імітаційне моделювання бурякозбиральних робіт у віртуальному проекті ЗЦБ за ідентичних із практикою початкових даних (виробнича програма – 100 га, технічне оснащення – бурякозбиральний комбайн КСБ-6 «Збруч» із темпами робіт – 15,75 га/добу), встановили (див. рис. 5.11), що для поточних умов розвитку проектного середовища ці роботи доцільно розпочинати 1 жовтня (274 доба). За першого варіанта валовий обсяг зібраного врожаю становив $Q_{\phi 1} = 43477,309$ ц, обсяг біологічних та технологічних втрат відповідно $Q_{\phi 2} = 76,833$ ц, $Q_{m2} = 943,292$ ц, за другого – $Q_{\phi 1} = 44096,982$ ц, $Q_{\phi 1} = 247,569$ та $Q_{m1} = 152,884$ ц. Різниця у показниках Q_{ϕ} пояснюється різною поточною масою коренеплодів на момент виконання робіт у проектах. Збільшення Q_m для першого варіанта зумовлене виникненням заморозків та ураженням коренеплодів на полях господарства.

Таким чином, різниця між $Q_{\phi 1}$ та $Q_{\phi 2}$ є підставою твердження про доцільність застосування розробленої системи, методів і моделей управління ВТР у проектах ЗЦБ. Відповідно до закупівельної ціни коренеплодів цукрових буряків у 2009 році [130], річний економічний ефект (E_p) становитиме $E_p = (44096,982 - 43477,309) \cdot 31,517 = 19530$ грн.

Висновки до розділу 5

1. Застосування розробленої статистичної імітаційної моделі агрометеорологічної та біологічної складових проектного середовища ЗЦБ для дослідження закономірностей ризику їх показників дало змогу на підставі комп'ютерних експериментів і методів кореляційно-регресійного аналізу обґрунтувати залежність тривалості природно зумовленого фонду часу (див.

рис. 5.1) та залежність ризику його відсутності (див. рис. 5.3) від терміну початку бурякозбиральних робіт у проектах ЗЦБ.

2. Використання методів математичної статистики для опрацювання результатів комп'ютерних експериментів щодо дослідження ризику тривалості (t_{nz}) природно зумовленого фонду часу на виконання робіт у цих проектах дало змогу на підставі критерію χ^2 Пірсона обґрунтувати теоретичний закон розподілу цієї ймовірнісної величини. Встановлено, що розподіл t_{nz} для різних планових термінів початку робіт у проектах є змінним (див. рис. 5.2). Зокрема, емпіричний розподіл t_{nz} для 1 вересня узгоджується із нормальним законом розподілу, а для 20 вересня та 10 жовтня – Вейбулла (див. табл. 5.1).

3. Опрацювання результатів комп'ютерних експериментів щодо прогнозування стану предметних умов у проектному середовищі ЗЦБ дало змогу встановити закономірність зміни точності прогнозу розвитку біологічної складової впродовж осіннього періоду (див. рис. 5.5 і 5.6). На підставі цього встановлено, що точність управлінських рішень щодо оптимального часу початку бурякозбиральних робіт, як реакції на ВТР, зростає за пізніх календарних термінів їх планування.

4. Застосування комп'ютерної програми статистичної імітаційної моделі віртуального проекту ЗЦБ для тактичного управління ВТР дало змогу довести можливість обґрунтування оптимального часу початку бурякозбиральних робіт, за якого забезпечуються мінімальний ризик та максимальна ефективність цих проектів. Зокрема виконання комп'ютерних експериментів із реалізації віртуальних проектів ЗЦБ (для початкових умов: виробнича програма – 100 га, технічне оснащення – комбайн КСБ-6 "Збруч", поточна маса коренеплодів цукрових буряків – 460,39 г станом на 19 вересня) за прогнозованих умов розвитку агрометеорологічної та предметної складових проектного середовища дало змогу встановити статистичні закономірності інтегрованих функціональних показників (див. рис. 5.8-5.10 та рис. 5.12-5.16). Оптимальний

час початку бурякозбиральних робіт за цих умов лежить у межах 22 вересня – 7 жовтня (264-279 доби) ($\bar{M}[d^{opt}] = 273$ доба, або 1 жовтня) (табл. 5.3), а розподіл його емпіричних даних узгоджується з теоретичним законом розподілу Лапласа-Шарльє (див. рис. 5.12).

5. Опрацювання результатів моделювання бурякозбиральних робіт у віртуальному проекті ЗЦБ на стратегічному рівні управління ВТР дало змогу встановити, що для агрокліматичних умов Вол.-Волинського району Волинської області $\{\tau_{np}^{opt}\}$ заходиться в межах 19 вересня – 9 жовтня (261-281 доби) ($\bar{M}[\tau_{np}^{opt}] = 1$ жовтня (273 доба), $\bar{V}[\tau_{np}^{opt}] = 0,272$), а валовий обсяг зібраного врожаю – у межах $\{Q_{\phi}\} = 25526,6...70621,5$ ц ($\bar{M}[Q_{\phi}] = 43714,86$ ц, $\bar{V}[Q_{\phi}] = 0,469$).

6. Розроблений алгоритм управління ВТР у проектах ЗЦБ (див. рис. 5.22) є важливою складовою інформаційно-аналітичної системи управління цими проектами і уможливлює обґрунтування реакцій на ризик – узгодження обсягу, темпу та часу початку бурякозбиральних робіт у процесах стратегічного та тактичного управління ВТР проектів. Впровадження результатів досліджень у практику управління проектами ЗЦБ у ТзОВ «Луга» Вол.-Волинського району Волинської області дає змогу отримати річний економічний ефект в обсязі 19530 грн.

ВИСНОВКИ

Робота присвячена розв'язанню задачі підвищення ефективності управління ВТР проектів ЗЦБ. Управління ВТР здійснюється завдяки ідентифікації причин ризику, їх кількісного оцінення та обґрунтування реакцій на ризик – узгодження обсягу, темпу та часу початку бурякозбиральних робіт у цих проектах із некерованим та стохастичним розвитком умов проектного середовища, зокрема його агрометеорологічної та предметної складових, на підставі розроблення й застосування нових методів і моделей кількісного оцінення інтегрованих функціональних показників віртуальних проектів ЗЦБ.

1. Аналіз чинних методів, моделей і методик управління ВТР у проектах свідчить про те, що вони є недосконалими, зокрема, ними не враховуються системно-подієві особливості розвитку умов проектного середовища та об'єктивні передумови формування ризику проектів збирання врожаю сільськогосподарських культур. Внаслідок цього використання наявних моделей під час управління ВТР проектів ЗЦБ може призвести до помилкових рішень.

2. Виконаний на основі положень системотехніки аналіз проектів ЗЦБ як складової програм виробництва цукру в Україні переконує у важливості завдань з управління їх ВТР і, як наслідок, підвищення ефективності галузі загалом. Загальносистемний розгляд причин ВТР проектів ЗЦБ дав змогу встановити 3 їх групи: внутрішньосистемні, зовнішньосистемні та міжсистемні.

3. Розгляд внутрішньосистемних причин ризику, яким у дисертаційній роботі приділено основну увагу, дав змогу означити 6 головних завдань з управління ВТР, ідентифікувати 7 груп чинників ефективності проектів та 5 причин їх ризику: 1) агрометеорологічна; 2) предметна; 3) технологічно-технічна; 4) управлінська; 5) ресурсно-інформаційна.

4. Аналіз чинників ефективності проектів ЗЦБ та їх причинно-наслідкових зв'язків дав змогу означити об'єктивні і суб'єктивні причини ВТР. Розгляд цих особливостей на підставі системно-подієвого підходу уможливив виокремлення агрометеорологічної складової проектного середовища ЗЦБ, яка об'єктивно формує стан предметних умов, їх кількісні та якісні зміни у часі, зумовлює імовірнісне настання базових подій, а також стохастичний перебіг бурякозбиральних робіт у проектах ЗЦБ.

5. В основу науково-методичних положень управління ВТР проектів ЗЦБ покладено гіпотезу про можливість встановлення такого календарного терміну початку бурякозбиральних робіт у проектах із заданими технічним оснащенням та виробничою програмою, за якого досягатимуться мінімальний ризик інтегрованих функціональних показників та максимальна ефективність проектів. Доведено, що кількісне оцінення міри узгодження обсягу, темпу та часу початку бурякозбиральних робіт із розвитком умов проектного середовища можливе на підставі технологічно критерію – ризиків валового обсягу зібраного врожаю, технологічних і біологічних втрат у проектах ЗЦБ.

6. Розроблена методика збору, систематизації та опрацювання результатів спостережень Вол.-Волинської метеорологічної станції за розвитком агрометеорологічної та предметної складових проектного середовища дала змогу кількісно оцінити час настання базових подій цього середовища, а також встановити їх причинно-наслідкові зв'язки і, на цій основі, сформулювати базу даних для статистичного імітаційного моделювання віртуальних проектів ЗЦБ.

7. Застосування методів кореляційно-регресійного аналізу та математичної статистики уможливило обґрунтування статистичних закономірностей ризику показників, що характеризують агрометеорологічну та предметну складові проектного середовища ЗЦБ (табл. 1 – табл. 3 та (7), (8)). Їх застосування у статистичній імітаційній моделі віртуального проекту ЗЦБ дає змогу об'єктивно відобразити стохастичну динаміку умов проектного

середовища та її вплив на ризик інтегрованих функціональних показників проектів, отримати об'єктивні результати досліджень та обґрунтувати науково-методичні рекомендації менеджерам проектів щодо стратегічного та тактичного управління ВТР.

8. Результати виконаних комп'ютерних експериментів зі статистичною імітаційною моделлю віртуального проекту ЗЦБ за прогнозованого розвитку умов їх проектного середовища дали змогу кількісно оцінити та встановити, що тривалість природно зумовленого фонду часу на виконання робіт у цих проектах є ймовірною величиною, значення якої із пізніми плановими термінами бурякозбиральних робіт знижується до нуля, що зумовлює значне зростання ризику технологічних втрат вирощеного врожаю та зниження ефективності проектів ЗЦБ.

9. Аналіз результатів статистичного імітаційного моделювання віртуальних проектів ЗЦБ на тактичному рівні управління їх ВТР дав змогу: 1) встановити, що точність управлінських рішень щодо оптимального часу початку бурякозбиральних робіт, як реакції на ВТР, зростає за пізніх календарних термінів їх планування; 2) довести можливість обґрунтування оптимального часу початку бурякозбиральних робіт, за якого забезпечується мінімальний ВТР та максимальна ефективність проектів ЗЦБ.

10. Результати виконаного моделювання бурякозбиральних робіт у віртуальному проекті ЗЦБ на стратегічному рівні управління ВТР із заданими технічним оснащенням (бурякозбиральний комбайн – КСБ-6 «Збруч», продуктивність – 15,75 га/добу) та виробничою програмою (площа цукрових буряків – 100 га) СГП дали змогу встановити, що для агрокліматичних умов Вол.-Волинського району Волинської області $\{\tau_{np}^{opt}\}$ заходиться в межах – 19 вересня-9 жовтня (261-281 доби) ($\bar{M}[\tau_{np}^{opt}] = 1$ жовтня (273 доба),

$\bar{v}[\tau_{np}^{opt}] = 0,272$), а валовий обсяг зібраного врожаю у межах – $\{Q_\phi\} = 25526,6 \dots 70621,5$ ц ($\bar{M}[Q_\phi] = 43714,86$ ц, $\bar{v}[Q_\phi] = 0,469$).

11. Розроблений на основі виконаного дослідження алгоритм управління ВТР у проектах ЗЦБ є важливою складовою інформаційно-аналітичної системи управління проектами збирання цієї культури і уможливорює обґрунтування реакцій на ризик – узгодження обсягу, темпу та часу початку бурякозбиральних робіт у процесах стратегічного та тактичного управління ВТР проектів. Впровадження результатів досліджень у практику управління проектами ЗЦБ у ТЗОВ «Луга» Вол.-Волинського району Волинської області дає змогу отримати річний економічний ефект в обсязі 19530 грн.

ДОДАТКИ

Додаток А.

Фрагмент коду комп'ютерної програми статистичної імітаційної моделі агromетeоролoгiчних умов осiннього перiоду

```

using System;
using System.Collections.Generic;
using System.ComponentModel;
using System.Data;
using System.Drawing;
using System.Text;
using System.Windows.Forms;
using System.IO;

namespace PDF_for_SB
{
    public partial class Form1 : Form
    {
        Random rd = new Random();
        public int start_Day = 240, end_Day=350, i=0, realiz =
10;
        StreamWriter rez, rez1, rez_i_25;

        public Form1()
        {
            InitializeComponent();
        }
        public double veyb(double a, double b, double c, int
min, int max)
        {
            double temp;
            do
            {
                temp = 0;
                temp = (c + a * Math.Exp((1 / b) * (Math.Log(-
(Math.Log(rd.NextDouble())))))));
            } while (temp < min || temp > max);
            return temp;
        }
        public double norm(double matemSpodiv, double sigma,
double MIN, double MAX)
        {
            double temp, r1, r2;
            do
            {
                temp = 0;
                r1 = rd.NextDouble();

```

```

        r2 = rd.NextDouble();
        temp = Math.Sqrt(-2 * Math.Log(r1)) *
Math.Cos(2 * Math.PI * r2) * sigma + matemSpodiv;
        if (temp >= MIN && temp <= MAX) break;
    } while (true);
    return (int)Math.Round(temp);
}
int[] FormPogodu(int[] pogogiDni, int[] nepogogiDni,
int zamoroz)
{
    int[] rez = new int[zamoroz];
    int position = 0;
    int temp;
    for (int j = 0; j < pogogiDni.Length && position <
rez.Length; j++)
    {
        temp = 0;
        while (temp < pogogiDni[j])
        {
            if (position == rez.Length) break;
            rez[position] = 1;
            temp++;
            position++;
        }
        temp = 0;
        while (temp < nepogogiDni[j])
        {
            if (position == rez.Length) break;
            rez[position] = 0;
            temp++;
            position++;
        }
    }
    return rez;
}
void model()
{
    int Zamorozku_2 = 0, Zamorozku_5 = 0;
    rez = new StreamWriter("rez.txt");
    rez1 = new StreamWriter("rez1.txt");
    rez_i_25 = new StreamWriter("rez_i_25.txt");
    int[] GoodDay = new int[50];
    int[] MalDay = new int[50];
    int[] Pogoda = new int[160];
    try
    {

```

```

for (i = start_Day; i <= end_Day; i++)
{
    double Sum_pdf2 = 0, Sum_pdf5 = 0, S_pdf52
= 0,
    Jmov_pdf2_0 = 0, count = 0,
Jmov_pdf5_0 = 0;
    pogoda.Value = 0;
    for (int pogG = 0; pogG < realiz; pogG++)
    {
        for (int G = 0; G < GoodDay.Length;
G++)
        {
            GoodDay[G] = (int)veyb(5.665,
1.148, 1, 1, 21);
        }
        for (int pogM = 0; pogM < realiz;
pogM++)
        {
            for (int M = 0; M < MalDay.Length;
M++)
            {
                MalDay[M] = (int)veyb(2.531,
1.080, 1, 1, 14);
            }
            for (int zamor = 0; zamor <
realiz; zamor++)
            {
                Zamorozku_5 =
(int)veyb(33.796, 2.033, 286, 286, 353);
                for (int fsg = 0; fsg <
realiz; fsg++)
                {
                    int end_FSG =
(int)norm(319.452, 16.416, 281, 356);
                    int pdf_2 = 0, pdf_5 = 0,
Zamor_max = end_FSG;
                    if (Zamorozku_5 <
Zamor_max) Zamor_max = Zamorozku_5;
                    if (i < Zamor_max)
                    {
                        Pogoda =
FormPogodu(GoodDay, MalDay, Zamor_max - i);

```

...

```

rez1.WriteLine("{0,-7}{1,-7}{2,-7}", i, pdf_2, pdf_5);
pogoda.PerformStep();
}
}
S_pdf52 = Math.Round((S_pdf52 /
Math.Pow(realiz, 2)), 3);
rez.WriteLine("{0,-7}{1,-7}", i,
S_pdf52);
S_pdf52 = 0;
}
}
Sum_pdf5 = Math.Round((Sum_pdf5 /
Math.Pow(realiz, 4)), 3);
Jmov_pdf5_0 = Math.Round((Jmov_pdf5_0 /
Math.Pow(realiz, 4)), 3);
rez_i_25.WriteLine("{0,-7}{1,-7}{2,-7}{3,-7}{4,-7}", i, Sum_pdf2, Sum_pdf5, count, Jmov_pdf5_0);
PDF.PerformStep();
}
}
finally
{
    rez.Close();
    rez_i_25.Close();
}
MessageBox.Show("Моделювання завершено!",
"PDF_for_SB", MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.None);
}
private void Start_clik_Click(object sender, EventArgs
e)
{
    pogoda.Maximum = (int) Math.Pow(realiz, 4);
    pogoda.Value = 0;
    pogoda.Step=1;
    PDF.Maximum=end_Day-start_Day;
    PDF.Value=0;
    PDF.Step=1;
    model();
}
}
}

```

Додаток Б.

Блок-схема алгоритму статистичної імітаційної моделі віртуального проекту збирання цукрових буряків

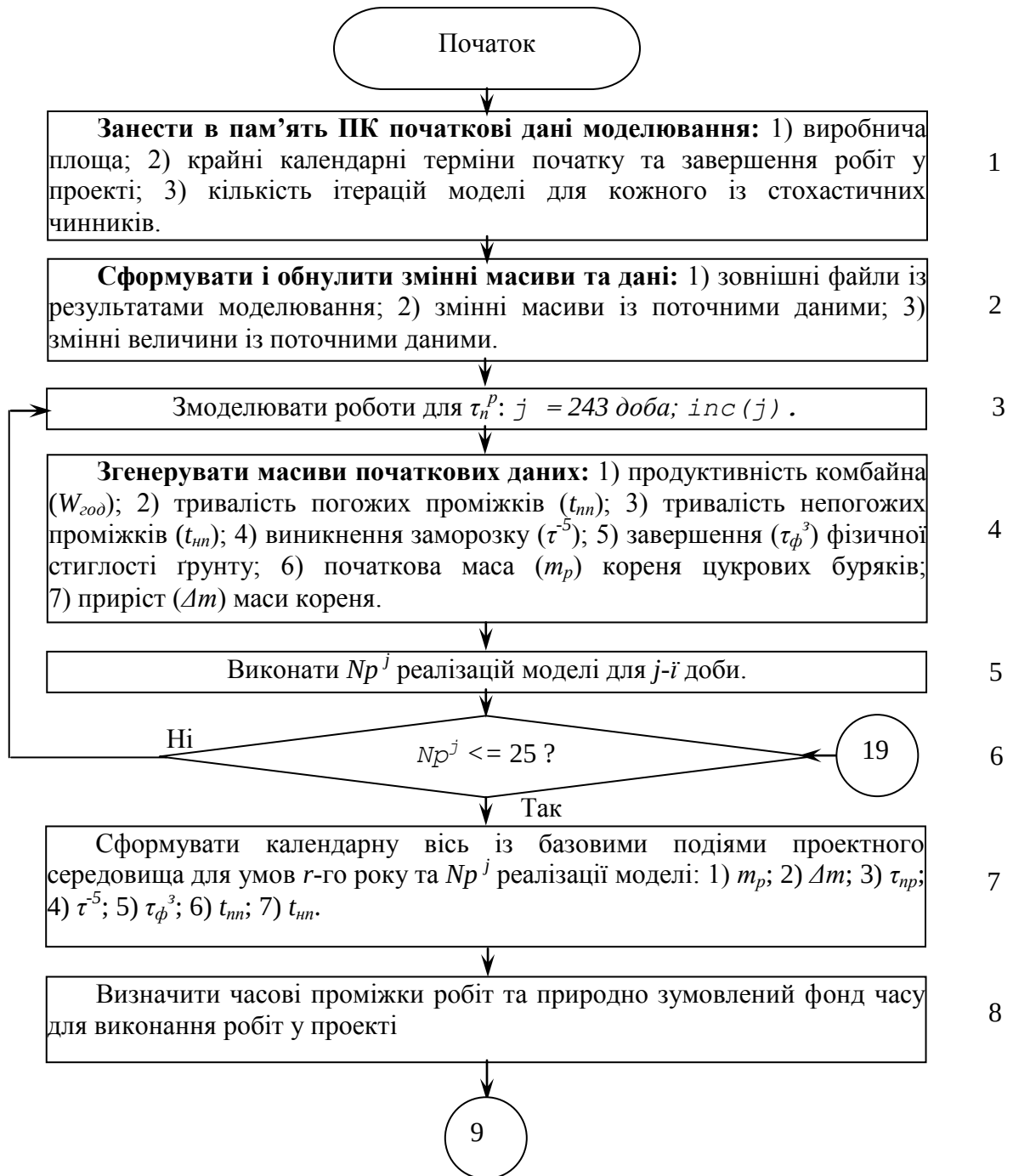


Рис. Б.1. Блок-схема алгоритму статистичної імітаційної моделі віртуального проекту збирання цукрових буряків.

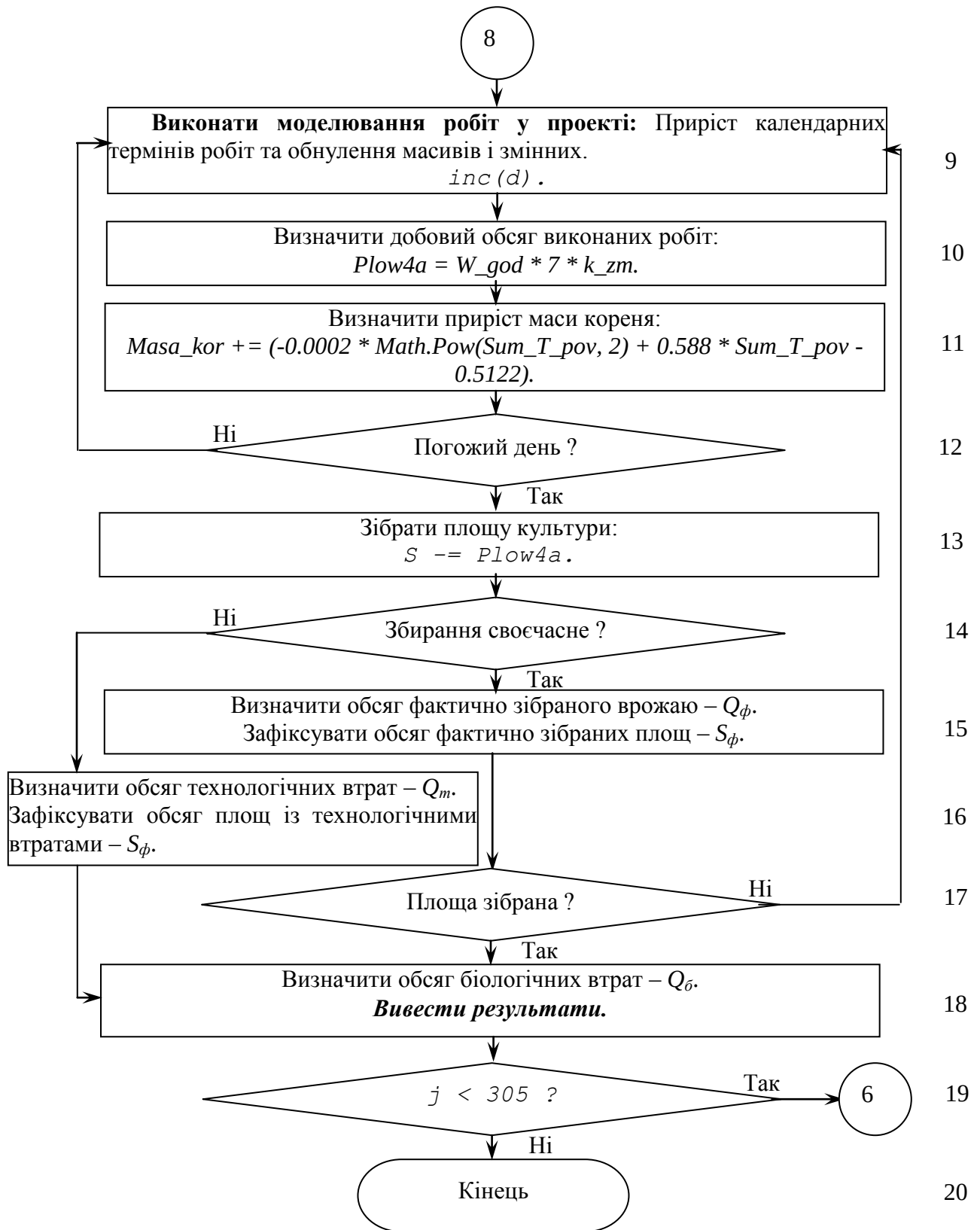


Рис. Б.1 Блок-схема алгоритму статистичної імітаційної моделі віртуального проекту збирання цукрових буряків (продовження).

Додаток В.

**Фрагмент коду комп'ютерної програми статистичної імітаційної моделі
віртуального проекту збирання цукрових буряків
(Середовище - C# Microsoft Visual Studio 2005)**

```

using System;
using System.Collections.Generic;
using System.ComponentModel;
using System.Data;
using System.Drawing;
using System.Text;
using System.Windows.Forms;
using System.IO;

namespace PDF_for_SB
{
    public partial class Form1 : Form
    {
        Random rd = new Random();
        public int Start_pl = 100, start_Day = 240, end_Day = 360, i = 0, realiz_masa =
450, realiz_Kor = 1, realiz = 4,
        Zamorozok = 0, end_FSG = 0, fl_1 = 0;
        public bool flag = true; // прапорець для виводу масиву Prurist_kor[,]
        StreamWriter rez_J, rez_4, rez_2, rez_local;

        public Form1()
        {
            InitializeComponent();
        }

        //Процедури та функції
        public double veyb(double a, double b, double c, int min, int max)
        {
            double temp;
            do
            {
                temp = 0;
                temp = (c + a * Math.Exp((1 / b) * (Math.Log(-
(Math.Log(rd.NextDouble())))))));

                } while (temp < min || temp > max);

```

```

    return temp;
}

public double norm(double matemSpodiv, double sigma, double MIN, double
MAX)
{
    double temp, r1, r2;
    do
    {
        temp = 0;
        r1 = rd.NextDouble();
        r2 = rd.NextDouble();
        temp = Math.Sqrt(-2 * Math.Log(r1)) * Math.Cos(2 * Math.PI * r2) *
sigma + matemSpodiv;
        if (temp >= MIN && temp <= MAX) break;
    } while (true);
    return (int)Math.Round(temp);
}

// формування ряду погожих і непогожих днів
public int[] FormPogodu(int[] pogogiDni, int[] nepogogiDni, int zamoroz)
{
    //int start_Day = 258;
    int[] rez = new int[zamoroz]; // фонд часу між поч.робіт та заморозком
    int position = 0;
    int temp;
    for (int j = 0; j < pogogiDni.Length && position < rez.Length; j++)
    {
        temp = 0;
        while (temp < pogogiDni[j])
        {
            if (position == rez.Length) break;
            rez[position] = 1;
            temp++;
            position++;
        }
        temp = 0;
        while (temp < nepogogiDni[j])
        {
            if (position == rez.Length) break;
            rez[position] = 0;
            temp++;
        }
    }
}

```

```

        position++;
    }

    }
    return rez;
}

public double bio_Vtr(int Doba, int end_FSG, int Zamorozok, double[,]
Prurist_kor)
{
    double bio_masa = 0;
    int ii = 0;
    {
        for (ii = Doba; ii < end_Day; ii++)
        {

        }
        //PDF_(ii, i, Pogoda); // визначити PDF
    }
    return bio_masa;
}

void PDF_(int ii, int i, int[] Pogoda)// визначити PDF
{
    int pdf = 0;
    for (int j = 0; j < ii - i; j++)
    {
        if (Pogoda[j] > 0) pdf++;
    }
    rez_local.WriteLine("{0,-5}{1,-10}", i, pdf);
}

int ZAMOROZOK()// знайти день заморозку -5oC
{
    int Doba = 280;
    double T_grynty = 0;
    do
    {
        Doba++;
        double T_povitrja = ((0.0000084 * Math.Pow(Doba, 3) - 0.007139 *
Math.Pow(Doba, 2) + 1.838 * Doba - 130.43)
+ norm(0.356, 3.885, -17.3, 11.5));
    }
}

```

```

        T_grynty = (-0.0056 * Math.Pow(T_povitrja, 2) + 0.9306 * T_povitrja -
3.5335);
    } while (T_grynty > -5);
    return Doba;
}

double [,] Korin_CB (double Masa_k, double[, ] Prurist_kor, int first_Day, int
last_Day)//приріст маси кореня, заморозок
{
    double dm = 0;
    Prurist_kor[0, 0] = 210; Prurist_kor[0, 1] = Masa_k;//записали в перший
день Masa_k
    switch (first_Day)
    {
        case (211):
        {
            dm = veyb(45.013,1.631,22,22,143); // для 211-220 календарних
діб
            dm = dm / 10;
        }
        break;
        case 221:
        {
            dm = veyb(48.504, 1.559, 17, 17, 137);// для 221-230
календарних діб
            dm = dm / 10;
        }
        break;
        case 231:
        {
            dm = veyb(42.987, 1.675, 14, 14, 116);// для 231-240
календарних діб
            dm = dm / 10;
        }
        break;
        case 241:
        {
            dm = veyb(33.278,1.403,10,10,98);// для 241-251 календарних
діб
            dm = dm / 11;
        }
        break;
    }
}

```

```

case 252:
{
    dm = veyb(33.145,1.558,9,9,75);// для 252-261 календарних діб
    dm = dm / 10;
}
break;
case 262:
{
    dm = veyb(28.782,1.460,6,6,49);// для 262-271 календарних діб
    dm = dm / 10;
}
break;
case 272:
{
    dm = veyb(14.671,1.449,3,3,23);// для 272-281 календарних діб
    dm = dm / 10;
}
break;
case 282:
{
    dm = veyb(1.220,1.183,2,2,8);// для 282-291 календарних діб
    dm = dm / 10;
}
break;
default:
{
    dm = 0; // для 292-end_Day (340)- приросту ЦБ немає
}
break;
}

do // генеруємо приріст кореня ЦБ
{
    double max_masa = -0.0036*Math.Pow(Masa_k,2) + 3.0264*Masa_k +
33.612+126;// КОРЕКТОР - для контролю максимального приросту маси ЦБ
відносно його поч.маси
    Prurist_kor [first_Day - 210, 0] = first_Day;//поточний день
    if ((Prurist_kor[first_Day - 210 - 1, 1] + dm) >= max_masa)//
КОРЕКТОР - для контролю максимального приросту маси ЦБ відносно його
поч.маси
    {
        Prurist_kor[first_Day - 210, 1] = Prurist_kor[first_Day - 210 - 1, 1] +

```

```

(veyb(1.220, 1.183, 1, 1, 3)/ 10);// щоб маса кореня не була більша за реальну -
794 гр.
    }
    else
    {
        Prurist_kor[first_Day - 210, 1] = Prurist_kor[first_Day - 210 - 1, 1] +
dm; // визначили приріст маси кореня
    }
    first_Day++;
} while (first_Day<=last_Day);
if (last_Day == 291 && first_Day == 292)//або
{
    for (first_Day = 292; first_Day < end_Day+10; first_Day++)
    {
        Prurist_kor[first_Day - 210, 0] = first_Day;//поточний день
        if (first_Day >= 359)
        {
            Prurist_kor[first_Day - 210, 1] = Prurist_kor[first_Day - 210 - 1,
1];
        }
        else
        {
            Prurist_kor[first_Day - 210, 1] = Prurist_kor[first_Day - 210 - 1, 1]
+ (veyb(1.220, 1.183, 1, 1, 2) / 10); // записати до кінця масиву нульовий приріт
ЦБ
        }
    }
}
return Prurist_kor;
}

decimal[,] Weather(double[,] Prurist_kor, decimal[,] mas_rez_1, double
Masa_k)// моделювання погоди у проекті
{
    //int Doba = start_Day;
    //flag_w = flag_w;
    for (int pogG = 0; pogG < realiz; pogG++)//25 для погожих проміжків
    {
        int[] GoodDay = new int[30];// створення і обнулення
        for (int G = 0; G < GoodDay.Length; G++)
        {
            GoodDay[G] = (int)veyb(5.665, 1.148, 1, 1, 21); // !!! перевірено

```

```

    }
    for (int pogM = 0; pogM < realiz; pogM++)//25 для непогожих
проміжків
    {
        int[] MalDay = new int[30];
        for (int M = 0; M < MalDay.Length; M++)
        {
            MalDay[M] = (int)veyb(2.531, 1.080, 1, 1, 14); // !!! перевірено
        }
        int[] Pogoda = new int[150];
        Pogoda = FormPogodu(GoodDay, MalDay, Pogoda.Length);

        for (int zamor = 0; zamor < realiz; zamor++)//25 для заморозків
        {
            Zamorozok = (int)veyb(33.796, 2.033, 286, 286,
353);//ZAMOROZOK();// знайти момент заморозку
            for (int fsg = 0; fsg < realiz; fsg++)// 25 для заверш ФСТ
            {
                end_FSG = (int)norm(319.452, 16.416, 281, 356); // !!!
перевірено
                //double Sum_Val_Zbir = 0, SumZ_Pl = 0, Sum_Z_Val = 0,
Sum_Vtr_bio = 0;
                WORK(Pogoda, end_FSG, Zamorozok, Prurist_kor,
mas_rez_1);//перебіг робіт у проекті
                pogoda.PerformStep();
            }
        }
    }
    }
    /// вивести Prurist_kor[Doba - 210, 1]
    if (Zamorozok > end_FSG)
    {
        for (int j = end_FSG - 210; j <= 159; j++)
        {
            Prurist_kor[j, 1] = 0;
        }
    }
    else
    {
        for (int j = Zamorozok - 210; j <= 159; j++)
        {
            Prurist_kor[j, 1] = 0;
        }
    }
}

```



```

    }
}

if (flag) // записати ряд календарних термінів
{
    flag = false;
    rez_local.Write("{0,-5}{1,-10}", i, Math.Round(Masa_k, 3));
    for (int j = 0; j < 150; j++)
    {
        rez_local.Write("{0,-10}", Math.Round(Prurist_kor[j, 0], 3));
    }
    rez_local.WriteLine();
}
rez_local.Write("{0,-5}{1,-10}", i, Math.Round(Masa_k, 3));
for (int j = 0; j < 150; j++)
{
    rez_local.Write("{0,-10}", Math.Round(Prurist_kor[j, 1], 3));
}
rez_local.WriteLine();
rez_local.Flush();
//// вивести Prurist_kor[Doba - 210, 1]

return mas_rez_1;
}

decimal[,] WORK(int[] Pogoda, int end_FSG, int Zamorozok, double[,]
Prurist_kor, decimal[,] mas_rez_1)//перебіг робіт у проекті
{
    int Doba;
    //int Doba = 210;//int p = 0;
    for (Doba = start_Day; Doba < end_Day; Doba++)// для різних термінів
    початку робіт - 240-350 доби
    {
        double Plow4a = Start_pl, W_god = 1.5, k_zm = 1.5,
            Val_Zbir = 0, Zibr_Pl = 0, Z_Pl = 0, Z_Val = 0, Vtr_bio = 0,
            Jmov_Vtr = 0, Jmov_Vtr_bio = 0;
        int pdf = 0;

        for (int j = Doba; j < end_Day; j++)//безпосереднє моделювання робіт
        впродовж окремого сезону
        {
            if (j >= end_FSG | j >= Zamorozok)//чи немає завершення ФСГ,

```

```

"або" заморозку
{
    Z_Pl = Plow4a; // незібрана площа
    //Z_Val = (Plow4a * ((Prurist_kor[j - 210, 1] * 90000) / 100000)); //
Втрачений Валовий врожай
    if (end_FSG >= Zamorozok) // за останнім осіннім днем робіт
визначити біологічні втрати
    {
        Z_Val = (Plow4a * ((Prurist_kor[Zamorozok - 210, 1] * 90000) /
100000)); // Втрачений Валовий врожай
        //Vtr_bio = (Start_pl * ((Prurist_kor[Zamorozok - 210, 1] * 90000) /
/ 100000)) - Val_Zbir - Z_Val;
    }
    else
    {
        Z_Val = (Plow4a * ((Prurist_kor[end_FSG - 210, 1] * 90000) /
100000)); // Втрачений Валовий врожай
        //Vtr_bio = (Start_pl * ((Prurist_kor[end_FSG - 210, 1] * 90000) /
100000)) - Val_Zbir - Z_Val;
    }
    break; // завершення роботи якщо поч.зими або заморозок
}
if (Pogoda[j - start_Day] > 0) // щоденне збирання
{
    if (Plow4a < (W_god * 7 * k_zm))
    {
        Val_Zbir += ((Plow4a * ((Prurist_kor[j - 210, 1] * 90000) /
100000)));
        Zibr_Pl += Plow4a;
        Plow4a = 0;
        //Vtr_bio = (Start_pl * ((Prurist_kor[j - 210, 1] * 90000) / 100000))
- Val_Zbir - Z_Val;
    }
    else
    {
        Plow4a -= (W_god * 7 * k_zm);
        Zibr_Pl += (W_god * 7 * k_zm);
        Val_Zbir += (W_god * 7 * k_zm) * ((Prurist_kor[j - 210, 1] *
90000) / 100000);
    }
}
}

```

```

.....

    for (int i272 = 0; i272 < realiz_Kor; i272++)
    {
        Prurist_kor = Korin_CB(Masa_k, Prurist_kor, 272,
281); //приріст маси кореня для 272 - 281 доби
        //for (int ii = 272 - 210; ii < 282 - 210; ii++)
        //{
        //    Prurist_kor[ii, 0] = 210 + ii;
        //    Prurist_kor[ii, 1] = Prurist_kor[ii - 1, 1] + (23.0
/ 10);

        //}
        for (int i282 = 0; i282 < realiz_Kor; i282++)
        {
            Prurist_kor = Korin_CB(Masa_k, Prurist_kor,
282, 291); //приріст маси кореня для 282 - 291 доби

            for (int j = 0; j < 160; j++) Prurist_kor_0[j, 1] =
Prurist_kor[j, 1]; // щоб врахувати коли за температурою припиняється приріст
кореня

            int DayOfMasaStop = (int)norm(278.574, 9.42,
259, 295); // для коректування

            for (int j = DayOfMasaStop - 210; j < 160; j++)
            {
                Prurist_kor[j, 1] = Prurist_kor[j - 1, 1] +
(veyb(0.220, 0.183, 0, 0, 3) / 10);
            }

            //// вивести Prurist_kor[Doba - 210, 1]
            //if (flag) // записати ряд календарних термінів
            //{
            //    flag = false;
            //    rez_local.Write("{0,-5}{1,-10}", i,

Math.Round(Masa_k, 3));

            //    for (int j = 0; j < 150; j++)
            //    {
            //        rez_local.Write("{0,-10}",

Math.Round(Prurist_kor[j, 0], 3));

            //    }
            //    rez_local.WriteLine();
            //}

```

```

Math.Round(Masa_k, 3));
//rez_local.Write("{0,-5}{1,-10}", i,
//for (int j = 0; j < 150; j++)
//{
//    rez_local.Write("{0,-10}",
Math.Round(Prurist_kor[j, 1], 3));
//}
//rez_local.WriteLine();
//rez_local.Flush();
//// вивести Prurist_kor[Doba - 210, 1]

decimal[,] mas_rez_1 = new decimal[end_Day-
start_Day,8];

pogoda.Value = 0;
Weather(Prurist_kor, mas_rez_1, Masa_k);//
модель погоди і роботи - Masa_k, flag - тут тільки для того щоб стерти в
mas_rez_1[i1, i2] приріст ЦБ після заморозку чи заверш.ФСТ
PDF.PerformStep();

for (int i1 = 0; i1 < end_Day - start_Day; i1++)
{
    mas_rez_0[i1, 0] += mas_rez_1[i1, 0];
    for (int i2 = 1; i2 < 8; i2++)
    {
        mas_rez_1[i1, i2] =
Math.Round(mas_rez_1[i1, i2] / (decimal)Math.Pow(realiz, 4), 3);
        mas_rez_0[i1, i2] += mas_rez_1[i1, i2];
    }
    for (int i2 = 0; i2 < 8; i2++) rez_2.Write("{0,-
10}", mas_rez_1[i1, i2]);

    rez_2.WriteLine();
}
rez_2.Flush();

for (int j = 0; j < 160; j++) Prurist_kor[j, 1] =
Prurist_kor_0[j, 1];// щоб врахувати коли за температурою припиняється
приріст кореня
    }
}
}
}

```

```

        }
    }
}
}
//Прогноз приросту маси кореня ЦБ з 211 до 340 дня
}
for (int i1 = 0; i1 < end_Day - start_Day; i1++)
{
    for (int i2 = 0; i2 < 8; i2++)
    {
        mas_rez_0[i1, i2] = Math.Round(mas_rez_0[i1, i2] /
(decimal)(Math.Pow(realiz_Kor, 8)*realiz_masa), 3);
        rez_J.Write("{0,-10}", mas_rez_0[i1, i2]);
    }
    rez_J.WriteLine();
}
rez_J.Flush();
}
finally
{
    rez_J.Close();
    rez_2.Close();
    rez_4.Close();
    rez_local.Close();
}
MessageBox.Show("Моделювання завершено!", "PDF_for_SB",
MessageBoxButtons.OK, MessageBoxIcon.None);
}
private void Start_clik_Click(object sender, EventArgs e)
{
    pogoda.Maximum = (int) Math.Pow(realiz, 4);
    pogoda.Value = 0;
    pogoda.Step=1;
    PDF.Maximum = (int)Math.Pow(realiz_Kor, 8)* realiz_masa;//end_Day-
start_Day;
    PDF.Value=0;
    PDF.Step=1;
    model();
}
}
}
}

```

Додаток Д.

Математичне опрацювання результатів виробничих спостережень

Таблиця Д.1

Визначення статистичних характеристик та обґрунтування закону розподілу тривалості погожих проміжків осіннього періоду для умов Вол.-Волинського району Волинської області

№	Униз	Уверх	Yi	M(i)	Pi	Yi*Pi	(Yi-Yc) ² ·Pi	f(y)	Теоретична частість
1	1,0	3,9	2	28	0,394	0,958	6,259	0,135	0,384
2	3,9	6,7	5	20	0,282	1,489	0,358	0,094	0,269
3	6,7	9,6	8	8	0,113	0,918	0,337	0,057	0,163
4	9,6	12,4	11	6	0,085	0,930	1,778	0,032	0,092
5	12,4	15,3	14	3	0,042	0,586	2,342	0,018	0,050
6	15,3	18,1	17	3	0,042	0,706	4,484	0,009	0,027
7	18,1	21,0	20	3	0,042	0,827	7,317	0,005	0,014
				71	1	6,412	22,875		0,999

Закон розподілу - *Вейбулла*

Математичне сподівання	<i>M</i>	6,412	Число ступенів вільності	<i>r</i>	3
Дисперсія	<i>D</i>	22,875	Рівень значимості	<i>α</i>	0,100
Серед.-квадр. відхилення	<i>σ</i>	4,783	Хі-квадрат розрахункове	<i>X²</i>	6,055
Коефіцієнт варіації	<i>v</i>	0,884	Хі-квадрат табличне	<i>(X*)²</i>	6,251
Параметр мірила	<i>a</i>	5,665	Коефіцієнт	<i>Kb</i>	0,955
Параметр форми	<i>b</i>	1,148	Коефіцієнт	<i>Cb</i>	0,844
			Коефіцієнт	<i>b/a</i>	0,203

Таблиця Д.2

Визначення статистичних характеристик та обґрунтування закону розподілу тривалості непогожих проміжків осіннього періоду для умов Вол.-Волинського району Волинської області

№	Униз	Уверх	Yi	M(i)	Pi	Yi*Pi	(Yi-Yc) ² ·Pi	f(y)	Теоретична частість
1	1,0	2,9	2	47	0,573	1,105	1,359	0,280	0,521
2	2,9	4,7	4	16	0,195	0,739	0,020	0,142	0,263
3	4,7	6,6	6	12	0,146	0,826	0,692	0,065	0,121
4	6,6	8,4	8	3	0,037	0,274	0,595	0,029	0,054
5	8,4	10,3	9	2	0,024	0,228	0,846	0,012	0,023
6	10,3	12,1	11	1	0,012	0,137	0,732	0,005	0,010
7	12,1	14,0	13	1	0,012	0,159	1,125	0,002	0,004
				82	1	3,469	5,367		0,996

Закон розподілу - **Вейбулла**

Математичне сподівання	M	3,469	Число ступенів вільності	r	3
Дисперсія	D	5,367	Рівень значимості	α	0,100
Серед.-квадр. відхилення	σ	2,317	Хі-квадрат розрахункове	X²	4,144
Коефіцієнт варіації	v	0,938	Хі-квадрат табличне	(X*)²	6,251
Параметр мірила	a	2,531	Коефіцієнт	Kb	0,975
Параметр форми	b	1,080	Коефіцієнт	Cb	0,915
			Коефіцієнт	b/a	0,427

Таблиця Д.3

Визначення статистичних характеристик та обґрунтування закону розподілу часу початку заморозків (нижче -5°C) в осінній період для умов Вол.-Волинського району Волинської області

№	Униз	Уверх	Yi	M(i)	Pi	Yi*Pi	(Yi-Yc) ² ·Pi	f(y)	Теоретична частість
1	286,0	295,6	291	4	0,114	33,233	72,341	0,008	0,075
2	295,6	305,1	300	5	0,143	42,908	34,711	0,021	0,200
3	305,1	314,7	310	8	0,229	70,841	8,273	0,026	0,245
4	314,7	324,3	320	7	0,200	63,900	2,528	0,022	0,214
5	324,3	333,9	329	6	0,171	56,412	29,538	0,015	0,144
6	333,9	343,4	339	4	0,114	38,702	58,880	0,008	0,078
7	343,4	353,0	348	1	0,029	9,949	29,752	0,004	0,034
				35	1	315,945	236,023		0,989

Закон розподілу - **Вейбулла**

Математичне сподівання	M	315,945	Число ступенів вільності	r	3
Дисперсія	D	236,023	Рівень значимості	α	0,100
Серед.-квадр. відхилення	σ	15,363	Хі-квадрат розрахункове	X²	2,176
Коефіцієнт варіації	v	0,513	Хі-квадрат табличне	(X*)²	6,251
Параметр мірила	a	33,796	Коефіцієнт	Kb	0,886
Параметр форми	b	2,033	Коефіцієнт	Cb	0,455
			Коефіцієнт	b/a	0,060

Таблиця Д.4

Визначення статистичних характеристик та обґрунтування закону розподілу часу завершення фізичної стиглості ґрунту в осінній період для умов В. Волинського району Волинської області

№	Униз	Уверх	Yi	M(i)	Pi	Yi*Pi	(Yi-Yc) ² ·Pi	f(y)	Теоретична частість
1	281,0	291,7	286	3	0,067	19,090	73,020	0,003	0,034
2	291,7	302,4	297	4	0,089	26,406	44,525	0,009	0,103
3	302,4	313,1	308	8	0,178	54,717	24,198	0,019	0,202
4	313,1	323,9	319	12	0,267	84,933	0,242	0,024	0,260
5	323,9	334,6	329	9	0,200	65,843	19,059	0,020	0,218
6	334,6	345,3	340	7	0,156	52,878	65,220	0,011	0,120
7	345,3	356,0	351	2	0,044	15,584	43,238	0,004	0,043
				45	1	319,452	269,501		0,980

Закон розподілу - **Нормальний**

Математичне сподівання	<i>M</i>	319,452	Число ступенів вільності	<i>r</i>	4
Дисперсія	<i>D</i>	269,501	Рівень значимості	<i>α</i>	0,100
Серед.-квадр. відхилення	<i>σ</i>	16,416	Хі-квадрат розрахункове	<i>X²</i>	2,178
Коефіцієнт варіації	<i>v</i>	0,427	Хі-квадрат табличне	<i>(X*)²</i>	7,779
Параметр мірила	<i>a</i>	43,349	Коефіцієнт	<i>Kb</i>	0,887
Параметр форми	<i>b</i>	2,521	Коефіцієнт	<i>Cb</i>	0,379
			Коефіцієнт	<i>b/a</i>	0,058

Таблиця Д.5

Визначення статистичних характеристик та обґрунтування закону розподілу початкової (станом на 29 липня) маси коренеплодів цукрових буряків для умов Вол.-Волинського району Волинської області

№	Униз	Уверх	Yi	M(i)	Pi	Yi*Pi	(Yi-Yc) ² ·Pi	f(y)	Теоретична частість
1	74.0	124.3	99	5	0.139	13.770	1734.330	0.003	0.153
2	124.3	174.6	149	9	0.250	37.357	944.343	0.005	0.251
3	174.6	224.9	200	9	0.250	49.929	31.218	0.005	0.235
4	224.9	275.1	250	5	0.139	34.722	212.455	0.003	0.172
5	275.1	325.4	300	4	0.111	33.365	887.977	0.002	0.105
6	325.4	375.7	351	2	0.056	19.476	1083.956	0.001	0.056
7	375.7	426.0	401	2	0.056	22.270	2004.885	0.001	0.026
				36	1	210.889	6899.165		0.998

Закон розподілу - **Вейбулла**

Математичне сподівання	M	210.889	Число ступенів вільності	r	3
Дисперсія	D	6899.165	Рівень значимості	α	0.100
Серед.-квадр. відхилення	σ	83.061	Хі-квадрат розрахункове	X²	1.529
Коефіцієнт варіації	v	0.607	Хі-квадрат табличне	(X*)²	6.251
Параметр мірила	a	153.340	Коефіцієнт	Kb	0.893
Параметр форми	b	1.681	Коефіцієнт	Cb	0.542
			Коефіцієнт	b/a	0.011

Таблиця Д.6

Визначення статистичних характеристик та обґрунтування закону розподілу часу припинення активного приросту маси коренеплодів цукрових буряків в умовах Вол.-Волинського району Волинської області

№	У _{низ}	У _{верх}	У _i	М(i)	P _i	У _i ·P _i	(У _i -У _c) ² ·P _i	f(y)	Теоретична частість
1	259.0	264.1	262	4	0.082	21.353	21.884	0.009	0.045
2	264.1	269.3	267	5	0.102	27.216	12.869	0.020	0.105
3	269.3	274.4	272	9	0.184	49.933	6.806	0.035	0.180
4	274.4	279.6	277	10	0.204	56.531	0.182	0.044	0.224
5	279.6	284.7	282	8	0.163	46.064	2.878	0.039	0.203
6	284.7	289.9	287	7	0.143	41.041	12.465	0.026	0.133
7	289.9	295.0	292	6	0.122	35.808	25.688	0.012	0.064
				49	1	277.945	82.773		0.954

Закон розподілу - **Нормальний**

Математичне сподівання	M	277.945	Число ступенів вільності	r	4
Дисперсія	D	82.773	Рівень значимості	α	0.100
Серед.-квадр. відхилення	σ	9.098	Хі-квадрат розрахункове	Х²	4.687
Коефіцієнт варіації	v	0.480	Хі-квадрат табличне	(Х*)²	7.779

Додаток Е.

**Математичне опрацювання результатів визначення щодакного приросту маси
коренеплодів цукрових буряків**

Таблиця Е.1

**Визначення статистичних характеристик та обґрунтування закону розподілу щодакного приросту маси
коренеплодів цукрових буряків станом на – 9 серпня (220 доба) (Вейбулла)**

№	Униз	Уверх	Уі	М(і)	Рі	Уі·Рі	(Уі-Ус)²·Рі	f(y)	Теоретична частість
1	22.0	37.1	30	7	0.184	5.446	215.841	0.012	0.179
2	37.1	52.3	45	9	0.237	10.584	86.450	0.016	0.244
3	52.3	67.4	60	7	0.184	11.018	2.918	0.014	0.215
4	67.4	82.5	75	5	0.132	9.860	16.343	0.010	0.157
5	82.5	97.6	90	5	0.132	11.850	90.803	0.007	0.101
6	97.6	112.8	105	3	0.079	8.304	135.278	0.004	0.059
7	112.8	127.9	120	1	0.026	3.166	84.065	0.002	0.032
8	127.9	143.0	135	1	0.026	3.564	135.078	0.001	0.016
				38	1	63.793	766.777		1.004

Закон розподілу - *Вейбулла*

Математичне сподівання	<i>M</i>	63.793	Число ступенів вільності	<i>r</i>	4
Дисперсія	<i>D</i>	766.777	Рівень значимості	<i>α</i>	0.100
Серед.-квадр. відхилення	<i>σ</i>	27.691	Хі-квадрат розрахункове	<i>X²</i>	1.242
Коефіцієнт варіації	<i>v</i>	0.663	Хі-квадрат табличне	<i>(X*)²</i>	7.779
Параметр мірила	<i>a</i>	46.424	Коефіцієнт	<i>Kb</i>	0.901
Параметр форми	<i>b</i>	1.531	Коефіцієнт	<i>Cb</i>	0.596
			Коефіцієнт	<i>b/a</i>	0.033

Таблиця Е.2

Визначення статистичних характеристик та обґрунтування закону розподілу щодакного приросту маси коренеплодів цукрових буряків станом на – 19 серпня (230 доба) (Вейбулла)

№	Униз	Уверх	Yi	M(i)	Pi	Yi*Pi	(Yi-Yc) ² ·Pi	f(y)	Теоретична частість
1	17.0	32.0	25	6	0.158	3.868	203.735	0.009	0.139
2	32.0	47.0	40	7	0.184	7.276	80.627	0.016	0.233
3	47.0	62.0	55	8	0.211	11.474	7.381	0.015	0.228
4	62.0	77.0	70	8	0.211	14.632	17.353	0.012	0.175
5	77.0	92.0	85	4	0.105	8.895	61.031	0.008	0.114
6	92.0	107.0	100	3	0.079	7.855	120.566	0.004	0.065
7	107.0	122.0	115	1	0.026	3.013	76.961	0.002	0.033
8	122.0	137.0	130	1	0.026	3.408	125.576	0.001	0.015
				38	1	60.421	693.231		1.003

Закон розподілу - **Вейбулла**

Математичне сподівання	M	60.421	Число ступенів вільності	r	4
Дисперсія	D	693.231	Рівень значимості	α	0.100
Серед.-квадр. відхилення	σ	26.329	Хі-квадрат розрахункове	X²	1.305
Коефіцієнт варіації	v	0.606	Хі-квадрат табличне	(X*)²	7.779
Параметр мірила	a	48.642	Коефіцієнт	Kb	0.893
Параметр форми	b	1.682	Коефіцієнт	Cb	0.541
			Коефіцієнт	b/a	0.035

Таблиця Е.3

Визначення статистичних характеристик та обґрунтування закону розподілу щодакного приросту маси коренеплодів цукрових буряків станом на – 29 серпня (240 доба) (Вейбулла)

№	Униз	Уверх	Уі	М(і)	Рі	Уі*Рі	(Уі-Ус) ² ·Рі	f(y)	Теоретична частість
1	14.0	26.8	20	5	0.132	2.681	122.665	0.011	0.144
2	26.8	39.5	33	9	0.237	7.845	74.897	0.018	0.233
3	39.5	52.3	46	8	0.211	9.658	5.333	0.018	0.224
4	52.3	65.0	59	7	0.184	10.799	10.970	0.014	0.172
5	65.0	77.8	71	4	0.105	7.513	44.095	0.009	0.113
6	77.8	90.5	84	2	0.053	4.428	58.072	0.005	0.065
7	90.5	103.3	97	2	0.053	5.099	111.209	0.003	0.034
8	103.3	116.0	110	1	0.026	2.885	90.729	0.001	0.016
				38	1	50.908	517.971		1.003

Закон розподілу - **Вейбулла**

Математичне сподівання	<i>M</i>	50.908	Число ступенів вільності	<i>r</i>	4
Дисперсія	<i>D</i>	517.971	Рівень значимості	<i>α</i>	0.100
Серед.-квадр. відхилення	<i>σ</i>	22.759	Хі-квадрат розрахункове	<i>X²</i>	0.857
Коефіцієнт варіації	<i>v</i>	0.617	Хі-квадрат табличне	<i>(X*)²</i>	7.779
Параметр мірила	<i>a</i>	41.291	Коефіцієнт	<i>Kb</i>	0.894
Параметр форми	<i>b</i>	1.652	Коефіцієнт	<i>Cb</i>	0.551
			Коефіцієнт	<i>b/a</i>	0.040

Таблиця Е.4

Визначення статистичних характеристик та обґрунтування закону розподілу щодакного приросту маси коренеплодів цукрових буряків станом на – 9 вересня (251 доба) (Вейбулла)

№	Униз	Уверх	Уі	М(і)	Рі	Уі*Рі	(Уі-Ус) ² ·Рі	f(y)	Теоретична частість
1	10.0	21.3	16	7	0.184	2.878	103.331	0.018	0.198
2	21.3	32.5	27	10	0.263	7.072	40.687	0.023	0.258
3	32.5	43.8	38	7	0.184	7.023	0.258	0.019	0.218
4	43.8	55.0	49	7	0.184	9.095	18.664	0.014	0.152
5	55.0	66.3	61	3	0.079	4.786	35.871	0.008	0.093
6	66.3	77.5	72	2	0.053	3.783	55.817	0.005	0.052
7	77.5	88.8	83	1	0.026	2.188	50.522	0.002	0.026
8	88.8	100.0	94	1	0.026	2.484	79.796	0.001	0.012
				38	1	39.309	384.946		1.009

Закон розподілу - **Вейбулла**

Математичне сподівання	<i>M</i>	39.309	Число ступенів вільності	<i>r</i>	4
Дисперсія	<i>D</i>	384.946	Рівень значимості	<i>α</i>	0.100
Серед.-квадр. відхилення	<i>σ</i>	19.620	Хі-квадрат розрахункове	<i>X</i>²	1.180
Коефіцієнт варіації	<i>v</i>	0.669	Хі-квадрат табличне	<i>(X*)</i>²	7.779
Параметр мірила	<i>a</i>	32.517	Коефіцієнт	<i>Kb</i>	0.902
Параметр форми	<i>b</i>	1.514	Коефіцієнт	<i>Cb</i>	0.603
			Коефіцієнт	<i>b/a</i>	0.047

Таблиця Е.5

Визначення статистичних характеристик та обґрунтування закону розподілу щодакного приросту маси коренеплодів цукрових буряків станом на – 19 вересня (261 доба) (Вейбулла)

№	Униз	Уверх	Yi	M(i)	Pi	Yi*Pi	(Yi-Yc) ² ·Pi	f(y)	Теоретична частість
1	9.0	19.3	14	4	0.121	1.714	57.701	0.014	0.146
2	19.3	29.6	24	10	0.303	7.403	40.302	0.026	0.264
3	29.6	39.9	35	7	0.212	7.364	0.330	0.024	0.252
4	39.9	50.1	45	5	0.152	6.818	12.379	0.017	0.177
5	50.1	60.4	55	5	0.152	8.377	56.582	0.010	0.100
6	60.4	70.7	66	1	0.030	1.987	26.569	0.005	0.047
7	70.7	81.0	76	1	0.030	2.299	48.233	0.002	0.019
				33	1	35.961	242.097		1.005

Закон розподілу - **Вейбулла**

Математичне сподівання	M	35.961	Число ступенів вільності	r	3
Дисперсія	D	242.097	Рівень значимості	α	0.100
Серед.-квадр. відхилення	σ	15.559	Хі-квадрат розрахункове	X²	1.944
Коефіцієнт варіації	v	0.577	Хі-квадрат табличне	(X*)²	6.251
Параметр мірила	a	30.301	Коефіцієнт	Kb	0.890
Параметр форми	b	1.777	Коефіцієнт	Cb	0.514
			Коефіцієнт	b/a	0.059

Таблиця Е.6

Визначення статистичних характеристик та обґрунтування закону розподілу щодакного приросту маси коренеплодів цукрових буряків станом на – 29 вересня (271 доба) (Вейбулла)

№	Униз	Уверх	Yi	M(i)	Pi	Yi*Pi	(Yi-Yc) ² ·Pi	f(y)	Теоретична частість
1	4.0	15.7	10	6	0.214	2.112	93.767	0.021	0.241
2	15.7	27.4	22	8	0.286	6.163	24.204	0.025	0.289
3	27.4	39.1	33	7	0.250	8.321	1.575	0.019	0.221
4	39.1	50.9	45	3	0.107	4.821	21.679	0.012	0.137
5	50.9	62.6	57	2	0.071	4.051	48.059	0.006	0.074
6	62.6	74.3	68	1	0.036	2.444	50.634	0.003	0.036
7	74.3	86.0	80	1	0.036	2.862	87.041	0.001	0.016
				28	1	30.776	326.958		1.013

Закон розподілу - **Вейбулла**

Математичне сподівання	M	30.776	Число ступенів вільності	r	3
Дисперсія	D	326.958	Рівень значимості	α	0.100
Серед.-квадр. відхилення	σ	18.082	Хі-квадрат розрахункове	X²	1.112
Коефіцієнт варіації	v	0.675	Хі-квадрат табличне	(X*)²	6.251
Параметр мірила	a	29.674	Коефіцієнт	Kb	0.903
Параметр форми	b	1.501	Коефіцієнт	Cb	0.609
			Коефіцієнт	b/a	0.051

Таблиця Е.7

Визначення статистичних характеристик та обґрунтування закону розподілу щодакного приросту маси коренеплодів цукрових буряків станом на – 9 жовтня (281 доба) (Вейбулла)

№	Униз	Уверх	Yi	M(i)	Pi	Yi*Pi	(Yi-Yc) ² ·Pi	f(y)	Теоретична частість
1	2.0	6.7	4	3	0.231	1.000	15.731	0.052	0.242
2	6.7	11.3	9	4	0.308	2.769	3.965	0.062	0.291
3	11.3	16.0	14	2	0.154	2.103	0.178	0.047	0.222
4	16.0	20.7	18	2	0.154	2.821	5.075	0.029	0.137
5	20.7	25.3	23	1	0.077	1.769	8.336	0.016	0.073
6	25.3	30.0	28	1	0.077	2.128	17.486	0.007	0.035
				13	1	12.590	50.772		0.999

Закон розподілу - **Вейбулла**

Математичне сподівання	M	12.590	Число ступенів вільності	r	2
Дисперсія	D	50.772	Рівень значимості	α	0.100
Серед.-квадр. відхилення	σ	7.125	Хі-квадрат розрахункове	X²	0.994
Коефіцієнт варіації	v	0.673	Хі-квадрат табличне	(X*)²	4.605
Параметр мірила	a	11.741	Коефіцієнт	Kb	0.902
Параметр форми	b	1.506	Коефіцієнт	Cb	0.607
			Коефіцієнт	b/a	0.128

Додаток Ж.

Математичне опрацювання результатів комп'ютерних експериментів щодо кількісного оцінення ризику природно зумовленого фонду часу на виконання бурякозбиральних робіт у проектах ЗЦБ

Таблиця Ж.1

Визначення статистичних характеристик та обґрунтування закону розподілу тривалості природно зумовленого фонду часу на виконання робіт у проектах ЗЦБ за умови їх початку – 1 вересня (Нормальний)

№	Униз	Уверх	Yi	M(i)	Pi	Yi*Pi	(Yi-Yc) ² *Pi	f(y)	Теоретична частість
1	20.0	24.7	22	14	0.022	0.501	8.729	0.0039	0.018
2	24.7	29.4	27	41	0.066	1.774	14.839	0.0108	0.051
3	29.4	34.1	32	72	0.115	3.658	12.317	0.0229	0.107
4	34.1	38.8	36	95	0.152	5.540	4.835	0.0366	0.172
5	38.8	43.5	41	115	0.184	7.572	0.163	0.0445	0.209
6	43.5	48.2	46	129	0.206	9.463	2.918	0.0409	0.192
7	48.2	52.9	51	86	0.138	6.956	9.848	0.0285	0.134
8	52.9	57.6	55	55	0.088	4.862	15.240	0.0151	0.071
9	57.6	62.3	60	13	0.021	1.247	6.635	0.0060	0.028
10	62.3	67.0	65	5	0.008	0.517	4.072	0.0018	0.009
				625	1	42.090	79.595		0.992

Закон розподілу - **Нормальний**

Математичне сподівання	M	42.090	Число ступенів вільності	r	7
Дисперсія	D	79.595	Рівень значимості	α	0.100
Серед.-квадр. відхилення	σ	8.922	Хі-квадрат розрахункове	X²	11.607
Коефіцієнт варіації	v	0.404	Хі-квадрат табличне	(X*)²	12.017
Параметр мірила	a	24.860	Коефіцієнт	Kb	0.889
Параметр форми	b	2.690	Коефіцієнт	Cb	0.359
			Коефіцієнт	b/a	0.108

Таблиця Ж.2

Визначення статистичних характеристик та обґрунтування закону розподілу тривалості природно зумовленого фонду часу на виконання робіт у проектах ЗЦБ за умови їх початку – 20 вересня (Вейбулла)

№	Униз	Уверх	Уі	М(і)	Рі	Уі*Рі	(Уі-Ус) ² ·Рі	f(y)	Теоретична частість
1	10.0	15.9	13	20	0.032	0.414	12.019	0.0064	0.038
2	15.9	21.8	19	95	0.152	2.865	27.621	0.0223	0.132
3	21.8	27.7	25	108	0.173	4.277	9.929	0.0338	0.199
4	27.7	33.6	31	138	0.221	6.768	0.623	0.0362	0.214
5	33.6	39.5	37	113	0.181	6.608	3.219	0.0305	0.180
6	39.5	45.4	42	68	0.109	4.619	11.142	0.0208	0.122
7	45.4	51.3	48	54	0.086	4.177	22.173	0.0116	0.069
8	51.3	57.2	54	22	0.035	1.910	16.913	0.0054	0.032
9	57.2	63.1	60	5	0.008	0.481	6.191	0.0021	0.012
10	63.1	69.0	66	2	0.003	0.211	3.638	0.0007	0.004
				625	1	32.330	113.470		1.001

Закон розподілу - **Вейбулла**

Математичне сподівання	<i>M</i>	32.330	Число ступенів вільності	<i>r</i>	6
Дисперсія	<i>D</i>	113.470	Рівень значимості	<i>α</i>	0.100
Серед.-квадр. відхилення	<i>σ</i>	10.652	Хі-квадрат розрахункове	<i>X</i>²	9.911
Коефіцієнт варіації	<i>v</i>	0.477	Хі-квадрат табличне	<i>(X*)</i>²	10.645
Параметр мірила	<i>a</i>	25.215	Коефіцієнт	<i>Kb</i>	0.886
Параметр форми	<i>b</i>	2.213	Коефіцієнт	<i>Cb</i>	0.422
			Коефіцієнт	<i>b/a</i>	0.088

Таблиця Ж.3

Визначення статистичних характеристик та обґрунтування закону розподілу тривалості природно зумовленого фонду часу на виконання робіт у проектах ЗЦБ за умови їх початку – 10 жовтня (Вейбулла)

№	Униз	Уверх	Yi	M(i)	Pi	Yi*Pi	(Yi-Yc) ² ·Pi	f(y)	Теоретична частість
1	1.0	5.3	3	28	0.045	0.142	9.606	0.0091	0.039
2	5.3	9.6	7	77	0.124	0.922	13.153	0.0297	0.128
3	9.6	13.9	12	103	0.166	1.946	5.976	0.0441	0.190
4	13.9	18.2	16	145	0.233	3.742	0.680	0.0476	0.205
5	18.2	22.5	20	100	0.161	3.272	1.081	0.0410	0.176
6	22.5	26.8	25	74	0.119	2.933	5.652	0.0293	0.126
7	26.8	31.1	29	57	0.092	2.653	11.480	0.0176	0.076
8	31.1	35.4	33	24	0.039	1.283	9.261	0.0090	0.039
9	35.4	39.7	38	11	0.018	0.664	6.928	0.0039	0.017
10	39.7	44.0	42	3	0.005	0.202	2.800	0.0014	0.006
				622	1	17.758	66.615		1.000

Закон розподілу - **Вейбулла**

Математичне сподівання	<i>M</i>	17.758	Число ступенів вільності	<i>r</i>	6
Дисперсія	<i>D</i>	66.615	Рівень значимості	<i>α</i>	0.100
Серед.-квадр. відхилення	<i>σ</i>	8.162	Хі-квадрат розрахункове	<i>X²</i>	8.452
Коефіцієнт варіації	<i>v</i>	0.487	Хі-квадрат табличне	<i>(X*)²</i>	10.645
Параметр мірила	<i>a</i>	18.922	Коефіцієнт	<i>Kb</i>	0.886
Параметр форми	<i>b</i>	2.160	Коефіцієнт	<i>Cb</i>	0.431
			Коефіцієнт	<i>b/a</i>	0.114

Додаток 3.

Характеристики технічного оснащення проектів ЗЦБ

Таблиця 3.1

Технічні характеристики бурякозбирального комбайна КЗБ-6 «Збруч» [88]

№ п/п	Показники	КСБ-6 „Збруч”
1	Потужність двигуна, к.с.	235
2	Продуктивність за 1 годину, га	1,0-2,1
3	Робоча швидкість, км/год	5,0-7,0
4	Кількість рядків, шт.	6
5	Місткість бункера, м ³	8,0
6	Час розвантаження, с	40
7	Маса, т	14,0



Рис. 3.1. Загальний вигляд самохідного бурякозбирального комбайна КСБ-6 “Збруч” [88].

Додаток К.

Математичне опрацювання результатів статистичного імітаційного моделювання бурякозбиральних робіт у віртуальному проекті для тактичного управління ВТР у проектах ЗЦБ

Таблиця К.1

Визначення статистичних характеристик та обґрунтування закону розподілу оптимального часу (τ_{np}^{opt}) початку бурякозбиральних робіт для прогнозованих умов проектного середовища ЗЦБ

№	Униз	Уверх	Yi	M(i)	Pi	Yi*Pi	(Yi-Yc)2*Pi	f(y)	Теоретична частість
1	264.0	265.7	265	3	0.013	3.531	0.877	0.003	0.009
2	265.7	267.3	267	5	0.022	5.922	0.923	0.011	0.025
3	267.3	269.0	268	16	0.071	19.070	1.623	0.034	0.055
4	269.0	270.7	270	21	0.093	25.184	0.903	0.074	0.105
5	270.7	272.3	272	43	0.191	51.887	0.399	0.118	0.175
6	272.3	274.0	273	53	0.236	64.346	0.012	0.136	0.229
7	274.0	275.7	275	41	0.182	50.081	0.650	0.113	0.213
8	275.7	277.3	277	32	0.142	39.324	1.798	0.068	0.131
9	277.3	279.0	278	11	0.049	13.599	1.333	0.030	0.049
				225	1	272.944	8.519		0.990

Закон розподілу - *Лапласа-Шарльє*

Математичне сподівання	M	272.944	Число ступенів вільності	r	4
Дисперсія	D	8.519	Рівень значимості	α	0.100
Серед.-квадр. відхилення	σ	2.919	Хі-квадрат розрахункове	X^2	3.471
Коефіцієнт варіації	v	0.326	Хі-квадрат табличне	$(X^*)^2$	7.779
Асиметрія	A_s	-0.478	Ексцес	E_s	0.001

Таблиця К.2

**Визначення статистичних характеристик та обґрунтування закону розподілу
валового обсягу зібраного врожаю для τ_{np}^{opt} у проектах ЗЦБ**

№	Униз	Уверх	Уі	М(і)	Рі	Уі*Рі	(Уі-Ус)2*Рі	f(y)	Теоретична частість
1	41458.4	42108.4	41783	10	0.044	1857.041	243939.0	0.000065	0.042
2	42108.4	42758.4	42433	28	0.124	5280.599	356609.4	0.000188	0.122
3	42758.4	43408.3	43083	39	0.173	7467.781	188503.1	0.000269	0.175
4	43408.3	44058.3	43733	43	0.191	8357.924	29497.5	0.000289	0.188
5	44058.3	44708.3	44383	32	0.142	6312.291	9400.9	0.000258	0.168
6	44708.3	45358.3	45033	22	0.098	4403.253	80449.2	0.000197	0.128
7	45358.3	46008.2	45683	28	0.124	5685.025	301699.8	0.000131	0.085
8	46008.2	46658.2	46333	14	0.062	2882.955	303077.9	0.000077	0.050
9	46658.2	47308.2	46983	9	0.040	1879.327	326493.6	0.000040	0.026
				225	1	44126.195	1839670.4		0.984

Закон розподілу - **Вейбулла**

Математичне сподівання	M	44126.195	Число ступенів вільності	r	5
Дисперсія	D	1839670.4	Рівень значимості	α	0.100
Серед.-квадр. відхилення	σ	1356.344	Хі-квадрат розрахункове	X^2	8.955
Коефіцієнт варіації	v	0.508	Хі-квадрат табличне	$(X^*)^2$	9.236
Параметр мірила	a	3011.248	Коефіцієнт	Kb	0.886
Параметр форми	b	2.054	Коефіцієнт	Cb	0.450
			Коефіцієнт	b/a	0.001

Таблиця К.3

**Визначення статистичних характеристик та обґрунтування закону розподілу
обсягу технологічних втрат для τ_{np}^{opt} у проектах ЗЦБ**

№	Униз	Уверх	Уі	М(і)	Рі	Уі*Рі	(Уі- Ус)^2*Рі	f(y)	Теоретична частість
1	3.7	73.4	39	81	0.407	15.688	3824.992	0.00560	0.390
2	73.4	143.0	108	48	0.241	26.094	179.728	0.00378	0.263
3	143.0	212.6	178	31	0.156	27.701	279.331	0.00227	0.158
4	212.6	282.3	247	18	0.090	22.384	1134.380	0.00130	0.090
5	282.3	351.9	317	7	0.035	11.155	1160.430	0.00072	0.050
6	351.9	421.6	387	4	0.020	7.774	1269.097	0.00039	0.027
7	421.6	491.2	456	6	0.030	13.761	3105.102	0.00021	0.015
8	491.2	560.9	526	3	0.015	7.930	2299.512	0.00011	0.008
9	560.9	630.5	596	1	0.005	2.993	1064.235	0.00006	0.004
				199	1	135.480	14316.807		1.005

Закон розподілу - **Вейбулла**

Математичне сподівання	M	135.480	Число ступенів вільності	r	5
Дисперсія	D	14316.807	Рівень значимості	α	0.100
Серед.-квадр. відхилення	σ	119.653	Хі-квадрат розрахункове	X^2	6.621
Коефіцієнт варіації	v	0.908	Хі-квадрат табличне	$(X^*)^2$	9.236
Параметр мірила	a	136.692	Коефіцієнт	Kb	0.964
Параметр форми	b	1.117	Коефіцієнт	Cb	0.875
			Коефіцієнт	b/a	0.008

Таблиця К.4

**Визначення статистичних характеристик та обґрунтування закону розподілу
обсягу біологічних втрат для τ_{np}^{opt} у проектах ЗЦБ**

№	Униз	Уверх	Уі	М(і)	Рі	Уі*Рі	(Уі-Ус)2*Рі	f(y)	Теоретична частість
1	14.4	110.4	62	88	0.391	24.421	8083.710	0.00382	0.367
2	110.4	206.4	158	51	0.227	35.910	517.457	0.00275	0.264
3	206.4	302.4	254	35	0.156	39.575	361.487	0.00172	0.165
4	302.4	398.4	350	21	0.093	32.704	1940.533	0.00101	0.097
5	398.4	494.4	446	14	0.062	27.775	3589.327	0.00057	0.055
6	494.4	590.4	542	6	0.027	14.463	3013.505	0.00032	0.030
7	590.4	686.3	638	5	0.022	14.186	4150.086	0.00017	0.016
8	686.3	782.3	734	3	0.013	9.791	3719.039	0.00009	0.009
9	782.3	878.3	830	2	0.009	7.381	3462.477	0.00005	0.005
				225	1	206.206	28837.622		1.008

Закон розподілу - **Вейбулла**

Математичне сподівання	M	206.206	Число ступенів вільності	r	5
Дисперсія	D	28837.622	Рівень значимості	α	0.100
Серед.-квадр. відхилення	σ	169.816	Хі-квадрат розрахункове	χ^2	3.891
Коефіцієнт варіації	v	0.886	Хі-квадрат табличне	$(X^*)^2$	9.236
Параметр мірила	a	200.577	Коефіцієнт	Kb	0.956
Параметр форми	b	1.145	Коефіцієнт	Cb	0.847
			Коефіцієнт	b/a	0.006

Таблиця К.5

**Визначення статистичних характеристик та обґрунтування закону розподілу обсягу
фактично зібраних площ для τ_{np}^{opt} у проектах ЗЦБ**

№	Униз	Уверх	Уі	М(і)	Рі	Уі*Рі	(Уі-Ус)2*Рі	f(y)	Теоретична частість
1	98.7	98.8	98.7	3	0.013	1.317	0.0130	0.037	0.005
2	98.8	99.0	98.9	2	0.009	0.879	0.0063	0.063	0.009
3	99.0	99.1	99.0	5	0.022	2.201	0.0106	0.109	0.016
4	99.1	99.3	99.2	8	0.036	3.527	0.0104	0.187	0.028
5	99.3	99.4	99.3	8	0.036	3.532	0.0055	0.321	0.048
6	99.4	99.6	99.5	16	0.071	7.074	0.0043	0.551	0.082
7	99.6	99.7	99.6	33	0.147	14.612	0.0014	0.945	0.140
8	99.7	99.9	99.8	50	0.222	22.173	0.0006	1.620	0.240
9	99.9	100.0	99.9	100	0.444	44.411	0.0179	2.774	0.412
				225	1	99.725	0.0699		0.981

Закон розподілу - **Степеневий**

Математичне сподівання	M	99.725	Число ступенів вільності	r	7
Дисперсія	D	0.070	Рівень значимості	α	0.100
Серед.-квадр. відхилення	σ	0.264	Хі-квадрат розрахункове	χ^2	5.562
Коефіцієнт варіації	v	0.249	Хі-квадрат табличне	$(X^*)^2$	12.017

Додаток Л.

Математичне опрацювання результатів статистичного імітаційного моделювання бурякозбиральних робіт у віртуальному проекті для стратегічного управління ВТР у проектах ЗЦБ

Таблиця Л.1

Визначення статистичних характеристик та обґрунтування закону розподілу оптимального часу (τ_{np}^{opt}) початку бурякозбиральних робіт у проектах ЗЦБ для агрокліматичних умов Вол.-Волинського району Волинської області

№	Униз	Уверх	Уі	М(і)	Рі	Уі*Рі	(Уі-Ус)2*Рі	f(y)	Теоретична частість
1	261.0	263.0	262	1	0.002	0.582	0.258	0.00044	0.001
2	263.0	265.0	264	5	0.011	2.933	0.856	0.00294	0.006
3	265.0	267.0	266	13	0.029	7.684	1.327	0.01333	0.027
4	267.0	269.0	268	31	0.069	18.462	1.573	0.04101	0.082
5	269.0	271.0	270	79	0.176	47.400	1.355	0.08551	0.171
6	271.0	273.0	272	102	0.227	61.653	0.137	0.12083	0.242
7	273.0	275.0	274	99	0.220	60.280	0.329	0.11572	0.231
8	275.0	277.0	276	87	0.193	53.360	2.007	0.07511	0.150
9	277.0	279.0	278	25	0.056	15.444	1.515	0.03304	0.066
10	279.0	281.0	280	8	0.018	4.978	0.927	0.010	0.020
				450	1	272.778	10.284		0.996

Закон розподілу - **Нормальний**

Математичне сподівання	M	272.778	Число ступенів вільності	r	7
Дисперсія	D	10.284	Рівень значимості	α	0.100
Серед.-квадр. відхилення	σ	3.207	Хі-квадрат розрахункове	X^2	11.191
Коефіцієнт варіації	v	0.272	Хі-квадрат табличне	$(X^*)^2$	12.017

Таблиця Л.2

Визначення статистичних характеристик та обґрунтування закону розподілу валового обсягу зібраного врожаю для τ_{np}^{opt} у проектах ЗЦБ в агрокліматичних умовах Вол.-Волинського району

№	Униз	Уверх	Yi	M(i)	Pi	Yi*Pi	(Yi-Yc)2·Pi	f(y)	Теоретична частість
1	25526.6	30036.1	27781	19	0.042	1172.988	10719298.4	0.000007	0.031
2	30036.1	34545.5	32291	37	0.082	2655.021	10730746.5	0.000025	0.113
3	34545.5	39055.0	36800	89	0.198	7278.281	9455983.3	0.000040	0.180
4	39055.0	43564.5	41310	90	0.200	8261.959	1156867.2	0.000045	0.205
5	43564.5	48074.0	45819	89	0.198	9062.037	875885.0	0.000041	0.184
6	48074.0	52583.5	50329	59	0.131	6598.663	5735329.7	0.000030	0.136
7	52583.5	57093.0	54838	31	0.069	3777.748	8523660.8	0.000018	0.083
8	57093.0	61602.5	59348	24	0.053	3165.215	13034036.9	0.000009	0.043
9	61602.5	66112.0	63857	8	0.018	1135.240	7212745.5	0.000004	0.018
10	66112.0	70621.5	68367	4	0.009	607.705	5401927.0	0.000001	0.007
				450	1	43714.858	72846480.5		1.000

Закон розподілу - **Вейбулла**

Математичне сподівання	<i>M</i>	43714.858	Число ступенів вільності	<i>r</i>	6
Дисперсія	<i>D</i>	72846480.5	Рівень значимості	<i>α</i>	0.100
Серед.-квадр. відхилення	<i>σ</i>	8535.015	Хі-квадрат розрахункове	<i>X²</i>	9.838
Коефіцієнт варіації	<i>v</i>	0.469	Хі-квадрат табличне	<i>(X*)²</i>	10.645
Параметр мірила	<i>a</i>	20536.541	Коефіцієнт	<i>Kb</i>	0.886
Параметр форми	<i>b</i>	2.256	Коефіцієнт	<i>Cb</i>	0.416
			Коефіцієнт	<i>b/a</i>	0.0001

Таблиця Л.3

Визначення статистичних характеристик та обґрунтування закону розподілу обсягу технологічних втрат
для τ_{np}^{opt} у проектах ЗЦБ в агрокліматичних умовах Вол.-Волинського району

№	Униз	Уверх	Уі	М(і)	Рі	Уі*Рі	(Уі-Ус)2*Рі	f(y)	Теоретична частість
1	6.8	94.9	51	187	0.539	27.403	4223.617	0.00543	0.478
2	94.9	182.9	139	76	0.219	30.415	0.056	0.00279	0.246
3	182.9	270.9	227	34	0.098	22.232	750.428	0.00143	0.126
4	270.9	358.9	315	21	0.061	19.058	1864.763	0.00073	0.065
5	358.9	446.9	403	17	0.049	19.740	3403.079	0.00038	0.033
6	446.9	535.0	491	5	0.014	7.074	1781.101	0.00019	0.017
7	535.0	623.0	579	3	0.009	5.006	1670.746	0.00010	0.009
8	623.0	711.0	667	2	0.006	3.844	1604.533	0.00005	0.004
9	711.0	799.0	755	1	0.003	2.176	1092.274	0.00003	0.002
10	799.0	887.1	843	1	0.003	2.430	1426.938	0.00001	0.001
				347	1	139.378	17817.536		0.981

Закон розподілу - *Вейбулла*

Математичне сподівання	<i>M</i>	139.378	Число ступенів вільності	<i>r</i>	6
Дисперсія	<i>D</i>	17817.536	Рівень значимості	<i>α</i>	0.100
Серед.-квадр. відхилення	<i>σ</i>	133.482	Хі-квадрат розрахункове	<i>X²</i>	9.822
Коефіцієнт варіації	<i>v</i>	1.007	Хі-квадрат табличне	<i>(X*)²</i>	10.645
Параметр мірила	<i>a</i>	132.107	Коефіцієнт	<i>Kb</i>	1.002
Параметр форми	<i>b</i>	1.002	Коефіцієнт	<i>Cb</i>	1.010
			Коефіцієнт	<i>b/a</i>	0.008

Таблиця Л.4

Визначення статистичних характеристик та обґрунтування закону розподілу обсягу біологічних втрат
для τ_{np}^{opt} у проектах ЗЦБ в агрокліматичних умовах Вол.-Волинського району

№	Униз	Уверх	Yi	M(i)	Pi	Yi*Pi	(Yi-Yc)2*Pi	f(y)	Теоретична частість
1	17.8	98.2	58	168	0.374	21.707	5717.115	0.00450	0.362
2	98.2	178.7	138	109	0.243	33.611	452.512	0.00323	0.260
3	178.7	259.1	219	69	0.154	33.638	213.376	0.00204	0.164
4	259.1	339.5	299	43	0.096	28.666	1326.688	0.00122	0.098
5	339.5	420.0	380	28	0.062	23.682	2448.148	0.00071	0.057
6	420.0	500.4	460	12	0.027	12.299	2074.013	0.00040	0.032
7	500.4	580.9	541	6	0.013	7.225	1722.329	0.00022	0.018
8	580.9	661.3	621	9	0.020	12.449	3870.857	0.00012	0.010
9	661.3	741.7	702	2	0.004	3.125	1203.911	0.00006	0.005
10	741.7	822.2	782	3	0.007	5.225	2407.906	0.00003	0.003
				449	1	181.625	21436.855		1.008

Закон розподілу - *Вейбулла*

Математичне сподівання	<i>M</i>	181.625	Число ступенів вільності	<i>r</i>	6
Дисперсія	<i>D</i>	21436.855	Рівень значимості	<i>α</i>	0.100
Серед.-квадр. відхилення	<i>σ</i>	146.413	Хі-квадрат розрахункове	<i>X²</i>	9.763
Коефіцієнт варіації	<i>v</i>	0.894	Хі-квадрат табличне	<i>(X*)²</i>	10.645
Параметр мірила	<i>a</i>	170.864	Коефіцієнт	<i>Kb</i>	0.959
Параметр форми	<i>b</i>	1.135	Коефіцієнт	<i>Cb</i>	0.857
			Коефіцієнт	<i>b/a</i>	0.007

Таблиця Л.5

Визначення статистичних характеристик та обґрунтування закону розподілу обсягу фактично зібраних площ для τ_{np}^{opt} у проектах ЗЦБ в агрокліматичних умовах Вол.-Волинського району

№	Униз	Уверх	Уі	М(і)	Рі	Уі*Рі	(Уі-Ус)^2*Рі	f(y)	Теоретична частість
1	97.9	98.1	98.0	1	0.003	0.263	0.0071	0.008	0.002
2	98.1	98.4	98.3	1	0.003	0.263	0.0054	0.014	0.003
3	98.4	98.6	98.5	2	0.005	0.528	0.0079	0.027	0.006
4	98.6	98.8	98.7	2	0.005	0.529	0.0055	0.051	0.011
5	98.8	99.0	98.9	9	0.024	2.386	0.0156	0.096	0.020
6	99.0	99.2	99.1	13	0.035	3.453	0.0125	0.181	0.037
7	99.2	99.4	99.3	27	0.072	7.186	0.0112	0.340	0.070
8	99.4	99.6	99.5	47	0.126	12.536	0.0044	0.636	0.131
9	99.6	99.8	99.7	92	0.247	24.589	0.0001	1.191	0.245
10	99.8	100.0	99.9	179	0.480	47.940	0.0242	2.227	0.458
				373	1	99.673	0.0939		0.982

Закон розподілу - *Степеневий*

Математичне сподівання	<i>M</i>	99.673	Число ступенів вільності	<i>r</i>	8
Дисперсія	<i>D</i>	0.094	Рівень значимості	<i>α</i>	0.100
Серед.-квадр. відхилення	<i>σ</i>	0.306	Хі-квадрат розрахункове	<i>X</i> ²	12.438
Коефіцієнт варіації	<i>v</i>	0.177	Хі-квадрат табличне	<i>(X*)</i> ²	13.362

Додаток М.

Акти впровадження



АКТ

про впровадження НДР у виробництво

Ми, що підписалися нижче, бригадир тракторної бригади Є.В Онишук, головний інженер Г.А.Гусак, сільськогосподарського підприємства ТзОВ “Луга” Володимир-Волинського району Волинської області з однієї сторони, а також керівники НДР професор кафедри “Управління проектами та безпеки виробництва” Львівського національного аграрного університету д.т.н., проф. О.В. Сидорчук, ст. викладач цієї ж кафедри к.т.н. П.М. Луб та виконавець НДР здобувач В.С. Спічак, з другої сторони, склали цей акт про впровадження результатів закінченої науково-дослідної роботи “Управління виробничо-технологічним ризиком у проектах збирання цукрових буряків”.

В результаті НДР виконано: 1) ідентифіковано та кількісно оцінено причини та складові виробничо-технологічного ризику у проектах збирання цукрових буряків; 2) розроблено моделі та методи управління виробничо-технологічним ризиком у цих проектах; 3) розроблено комп’ютерну програму статистичної імітаційної моделі віртуального проекту збирання цукрових буряків для взаємоузгодження технічного оснащення проектів, обсягів бурякозбиральних робіт та оптимального часу їх початку.

У практику сільськогосподарського підприємства ТзОВ “Луга” впроваджено: 1) рекомендації щодо управління виробничо-технологічним ризиком у проектах збирання цукрових буряків на основі врахування стохастичних умов їх проектного середовища; 2) методи та моделі управління виробничо-технологічним ризиком на основі статистичного імітаційного моделювання робіт у віртуальному проекті збирання цукрових буряків.

Прийнято до впровадження методи та моделі управління виробничо-технологічним ризиком проектів збирання цукрових буряків.

 Є.В Онишук
Г.А.Гусак

 О.В. Сидорчук
 П.М. Луб
В.С. Спічак

“ЗАТВЕРДЖУЮ”
 Директор ВАТ
 “Гнідавський цукровий завод”
 Бондарук С.С.
 “ 22 ” 2009р.

АКТ про впровадження НДР у виробництво

Ми, що підписалися нижче, начальник відділу постачання і реалізації Г. Б. Безденежний, головний інженер І. М. Ординат, ВАТ “Гнідавський цукровий завод” з однієї сторони, а також керівники НДР професор кафедри “Управління проектами та безпеки виробництва” Львівського національного аграрного університету д.т.н., проф. О.В. Сидорчук, ст. викладач цієї ж кафедри к.т.н. П.М. Луб та виконавець НДР здобувач В.С. Спічак, з другої сторони, склали цей акт про впровадження результатів закінченої науково-дослідної роботи “Обґрунтування моделей та методів управління ризиком у проектах централізованого збирання цукрових буряків”.

В результаті НДР виконано: 1) ідентифіковано та кількісно оцінено причини та складові виробничо-технологічного ризику у проектах централізованого збирання цукрових буряків; 2) розроблено моделі та методи управління виробничо-технологічним ризиком у цих проектах; 3) розроблено комп’ютерну програму статистичної імітаційної моделі віртуального проекту централізованого збирання цукрових буряків для взаємоузгодження технічного оснащення проектів, обсягів бурякозбиральних робіт та оптимального часу їх початку.

У практику ВАТ “Гнідавський цукровий завод” впроваджено інформаційно-аналітичну систему для управління виробничо-технологічним ризиком проектів централізованого збирання цукрових буряків внаслідок взаємоузгодження технічного оснащення проектів, обсягів бурякозбиральних робіт та оптимального часу їх початку на підставі технологічного критерію – валового обсягу зібраного врожаю.

Прийнято до впровадження інформаційно-аналітичну систему управління виробничо-технологічним ризиком проектів централізованого збирання цукрових буряків.


 Г.Б. Безденежний
 І.М. Ординат


 О.В. Сидорчук
 П.М. Луб
 В.С. Спічак

«ЗАТВЕРДЖУЮ»
перший проректор
Львівського національного
аграрного університету,
к.т.н., в.о. професора
В. БОЯРЧУК
«27» січня 2010 р.



АКТ

про впровадження НДР у навчальний процес

Ми, що підписалися нижче, завідувач кафедри управління проектами та безпеки виробництва Львівського національного аграрного університету, к.т.н., доцент Тимочко В.О., к.т.н., старший викладач Луб П.М. та к.т.н., в.о. доцента цієї ж кафедри Тригуба А.М., з однієї сторони, а також керівник НДР заступник директора з наукової роботи Інституту механізації та електрифікації сільського господарства член.-кор. НААН України, д.т.н., професор Сидорчук О.В. та виконавець НДР здобувач кафедри управління проектами та безпеки виробництва Львівського національного аграрного університету*Спічак В.С., з другої сторони, склали цей акт про впровадження результатів закінченої науково-дослідної роботи «Управління виробничо-технологічним ризиком у проектах збирання цукрових буряків».

У навчальний процес Львівського національного аграрного університету для студентів факультету механіки та енергетики, які вивчають дисципліни «Інженерний менеджмент», «Виробничий менеджмент і маркетинг» та «Управління проектами», впроваджено:

- теоретичні засади управління виробничо-технологічним ризиком у проектах збирання цукрових буряків;
- методи прогнозування агрометеорологічної та предметної складових проектного середовища, відображення їх впливу на перебіг бурякозбиральних робіт та кількісного оцінення інтегрованих функціональних показників цих проектів із заданою виробничою програмою та технічним оснащенням;
- комп'ютерну програму статистичної імітаційної моделі віртуального проекту збирання цукрових буряків;
- алгоритм інформаційно-аналітичної системи управління виробничо-технологічним ризиком у проектах збирання цукрових буряків.

Тимочко В.О.

Луб П.М.

Тригуба А.М.

Сидорчук О.В.

Спічак В.С.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Адамчук Н. Управление риском на предприятии и страхование / Н. Адамчук Управление риском. – 2001. – № 1. – С. 32-39.
2. Адаптування робіт до подій у проектах систем централізованого збирання цукрових буряків / О. В. Сидорчук, П. М. Луб, В. С. Спічак, Л. Л. Сидорчук // Управління проектами у розвитку суспільства: тези доп. VI Міжнар. конф. Відп. за вип. С. Д. Бушуєв. – К. : КНУБА, 2009. – С. 179-181.
3. Акулич И. Л. Математическое программирование в примерах и задачах : учеб. пос. для студентов экон. спец. вузов / И. Л. Акулич – М. : Высш. шк., 1986. – 319 с.
4. Альгин В. Анализ и оценка риска и неопределенности при принятии инвестиционных решений / В. Альгин // Управление риском. – 2001. – № 2. – С. 38-43.
5. Альянах И. Н. Моделирование вычислительных систем / И. Н. Альянах. – Л. : Машиностроение, 1888. – 222с.
6. Аналіз та обґрунтування машинно-технологічного забезпечення малих сільськогосподарських формувань : звіт з НДР / О. В. Сидорчук [та ін.] ; Львів. держ. аграр. ун-т. – Львів, 2005. – 117 с. – Деп. в УкрІНТЕІ 15.10.05, № 0206U004411.
7. Антипенко Е. Ю. Удосконалення методів і моделей аналізу ефективності і ризику реалізації інвестиційних проектів : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.13.22 „Управління проектами та програмами” / Е. Ю. Антипенко. – Дніпропетровськ, 2004. – 18 с.
8. Асамбаев Н. Оценка, анализ, измерение и управление рисками / Н. Асамбаев // Управление риском. – 2002. – № 1. – С. 9-18.
9. Бабак І.М. Метод аналізу проектів з урахуванням причинно-наслідкових зв'язків факторів ризику : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.13.22 / І.М. Бабак. – Х., 2008. — 19 с.

10. Балика С. Моделирование и прогнозирование хозяйственного риска // Бизнес-информ. – 1997. – № 22. – С. 53-59.
11. Бахмат М. І. Технологія вирощування, заготівлі, зберігання і переробки цукрових буряків / М. І. Бахмат, М. О. Ігнат'єв, І. А. Вітвіцький. – Кам'янець-Подільський : Абетка-НОВА, 2003. – 296 с.
12. Башинський О. Обґрунтування реакцій на виробничо-технологічний ризик у проекті реінжинірингу системи технічного обслуговування та ремонту пожежних автомобілів за станом / О. Башинський, О. Сидорчук, А. Тригуба. // Вісник Львівського державного аграрного університету : агроінженерні дослідження. – 2006. – № 10. – С. 24-31.
13. Башинський О.І. Обґрунтування методів управління ризиком у проекті реінжинірингу системи технічного обслуговування та ремонту пожежних автомобілів : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.13.22 „Управління проектами та програмами” / О. І. Башинський. – Львів, 2006. – 20 с.
14. Белоцерковский О. М. Численный эксперимент в турбулентности: от порядка к хаосу / О. М. Белоцерковский , А. М. Опарин // Кибернетика: неограниченные возможности и возможные ограничения. – М. : Наука, 2001. – С. 224-232.
15. Бир С. Наука управления / С. Бир; пер. с англ. – Изд. 3-е. – М. : URSS, 2010. – 120 с.
16. Біологічні особливості та технологія вирощування буряка цукрового [Електронний ресурс] // Журнал буряківників і цукровиків України. – 2008. – Режим доступу до журналу: <http://www.sugarbeet.org.ua>
17. Блейк Р. Р. Научные методы управления / Р. Р. Блейк, Д. С. Моутон; пер. с англ. – К. : Наук. думка, 1990. – 247 с.

18. Блынський Ю. Н. Імітаційне моделювання уборочно-транспортних процесів / Ю. Н. Блынський, Ю. Ф. Лодыгин – М. : Агропромиздат, 1988. – 120 с.
19. Божко В. П. Системне управління процесом створення нової техніки з урахування ризиків некомпетентності / В. П. Божко, Ю. Ю. Гусева // *Авіаційно-космічна техніка і технологія*. – 2003. – № 37. – С. 168-171.
20. Боков В. В. Підприємницькі ризики і хеджування в російській та зарубіжній економіці : навч. пос. / В. В. Боков, П. В. Забелін, В. Г. Федотов ; Академія російських підприємців. – М. : ПРИОР, 1999. – 128 с.
21. Бокс Дж. Аналіз часових рядів. Прогноз і управління. Вип. 1 / Бокс Дж., Дженкінс Г.; пер. з англ. – М. : Мир, 1974. – 406 с.
22. Бомба М. Я. Наукові і практичні основи обробки ґрунту : навч. посіб. / М. Я. Бомба, З. М. Томашівський. – Івано-Франківськ : Галичина, 1993. – 148 с.
23. Бондар В. С. Економічна оцінка виробництва цукрових буряків у 2009 році / Бондар В. С., Фурса А. В., Шутенко О. М. // *Цукрові буряки*. – 2009. – № 4 (70). – С. 5-7.
24. Бондар В. С. Як мінімізувати витрати на вирощування цукрових буряків в умовах фінансової кризи / В. С. Бондар // *Цукрові буряки*. – 2009. – № 1 (67). – С. 3-5.
25. Боровик Г. Як довго протримаються буряки? / Г. Боровик // *Агросектор*. – 2007. – № 7-8 (21-22). – С. 28-30.
26. Бурков В. Н. Економіко-математичні моделі управління розвитком галузевого виробництва / Бурков В. Н., Джавахадзе Г. С. – М. : ІПУ РАН, 1997. – 64 с.
27. Буряк цукровий [Електронний ресурс] // Аграрний сектор України. – 2008. – Режим доступу : <http://agroua.net/plant/catalog/cg-7/c-22/info/cag-40/>

28. Бусленко Н. П. Лекции по теории сложных систем / Бусленко Н. П., Калашников В. В., Коваленко И. Н. – М. : Сов. радио, 1973. – 439 с.
29. Бусленко Н. П. Моделирование сложных систем / Н. П. Бусленко. – М. : Наука, 1978. – 351 с.
30. Бушуєв С. Д. Словник-довідник з питань управління проектами / Бушуєв С. Д. – К. : Вид. дім „Деловая Украина”, 2001. – 640 с.
31. Ванюшкін А. С. Оптимізація відношення „ризик – затрати – прибуток” інвестиційних проектів : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.13.22 „Управління проектами та програмами”/ А. С. Ванюшкін. – К., 2003. – 19 с.
32. Варченко О. М. Досвід економічної ефективності виробництва цукрових буряків у Великобританії та його використання в Україні / О. М. Варченко. – К. : УАЕ УААН, 2001. – 55 с.
33. Василенко П. М. Основы научных исследований / П. М. Василенко, Л. В. Погорельый. – К. : Вища шк., 1985. – 266 с.
34. Вентцель Е. С. Теория вероятностей / Е. С. Вентцель. – М. : Наука, 1976. – 576 с.
35. Вітлінський В. В. Ризик у менеджменті / В. В. Вітлінський, С. І. Наконечний. – К. : Борисфен-М, 1996. – 336 с.
36. Вітлінський В.В. Аналіз, моделювання та управління економічним ризиком : навч.-метод. посіб. для самост. вивч. дисц. / В.В. Вітлінський, П.І. Верченко. – К. : КНЕУ, 2000. – 292 с.
37. Внукова Н.М. Базова методика оцінки економічного ризику підприємств / Н. М. Внукова, В. А. Смоляк // Фінанси України. – 2002. – №10. – С. 15-21.
38. Волоха М. Стан машинного забезпечення технологій вітчизняного буряківництва / М. Волоха, В. Крижко, П. Войтюк // Пропозиція. – 2004. – № 4.– С. 26-28.

39. Воропаев В. И. Методы и средства управления проектами 21 века / В. И. Воропаев. – М. : СОВНЕТ, 1997. – 385 с.
40. Воропаев В. И. Управление проектами в России / В. И. Воропаев. – М.: Аланс, 1995. – 314 с.
41. Выращивание сахарной свеклы / Шпаар Д., Постников А., Сушков М., Шпихер Ю. – М. : ИК "Родник, аграрная наука", 1998. – 192 с.
42. Гершгорн А. С. Элементы теории вероятностей и математической статистики : учебн. пос. / А. С. Гершгорн. – Львов. 1961. – 254 с.
43. Гмурман В. Е. Теория вероятностей и математическая статистика : учеб. пос. для вузов. / В. Е. Гмурман. – Изд. 6-е, стер. – М. : Высш. шк., 1998. – 479 с.
44. Голенко Д. И. Статистические модели в управлении производством / Д. И. Голенко; под рук. Н.П. Бусленко. – М. : Статистика, 1973. – 400 с.
45. Голенко Д. И. Статические методы в экономических системах / Д. И. Голенко. – М. : Финансы и статистика, 1989. – 132с.
46. Горлов Д. О. Методи і моделі комплексного оцінювання багаторівневих структур управління проектами : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.13.22 „Управління проектами та програмами” / Д. О. Горлов. – Х., 2004. – 21 с.
47. Горшенін К. П. Фізичні особливості ґрунту / К. П. Горшенін. – М. : Колос, 1973. – 331 с.
48. Грамотеев Р. Е. Проектно-ориентированный подход к развитию организации : автореф. дис. на соискание ученой степени канд. экон. наук : спец. 08.00.05 «Экономика и управление народным хозяйством» / Р. Е. Грамотеев. – М., 2002. – 20 с.
49. Грингоф И. И. Агрометеорология / И. И. Грингоф, В. В. Попова, В. Н. Страшный. – Л. : Гидрометеиздат, 1987. – 310 с.

50. Гринченко В. Т. Введение в нелинейную динамику. Хаос и фракталы / В. Т. Гринченко, В. Т. Мацыпура, А. А. Снарский. – Изд. 3-е, испр. и дополн. – М. : URSS, 2010. – 280 с.

51. Гришин В. К. Статистические методы анализа и планирования экспериментов / В. К. Гришин. – М. : Изд-во Моск. ун-та, 1975. – 127 с.

52. Гусева Ю. Ю. Управління тривалістю технічної підготовки наукоємного виробництва з врахуванням супутних ризиків : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.13.22 / Ю. Ю. Гусева. – Х., 2004. – 20 с.

53. Доля В. Т. Статистическое моделирование производственных систем и процессов : учеб. пос. / В. Т. Доля. – К. : УМКВО, 1988. – 140 с.

54. Доронін В. А. Якість заготовлюваного та каліброваного насіння різних біологічних форм цукрових буряків [Електронний ресурс] / Доронін В. А., Бусол М. В., Бойко І. І. // Цукрові буряки. – 2010. – № 1(73). – Режим доступу до журналу : <http://sugarbeet.org.ua/node/74>.

55. Дружинин В. В. Системотехника / В. В. Дружинин, Д. С. Контров. – М. : Радио и связь, 1985. – 200 с.

56. Дружинін Є. А. Методологічні основи ризик-орієнтованого підходу до управління ресурсами проектів і програм розвитку техніки : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня доктора техн. наук : спец. 05.13.22 „Управління проектами та програмами” / Є. А. Дружинін. – Х., 2006. – 34 с.

57. Дурман М. О. Моделі та методи інформаційної підтримки прийняття рішень в управлінні складними технологічними процесами : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.13.06 „Автоматизовані системи управління та прогресивні інформаційні технології” / М. О. Дурман. – Херсон, 2000. – 19 с.

58. Егорова Е. Е. Еще раз о сущности риска и системном подходе / Егорова Е. Е. // Управление риском. – 2002. – № 2. – С. 9-12.

59. Експлуатація машинно-тракторного парку в аграрному виробництві / В. Ю. Ільченко, П. І. Карасьов, А. С. Лімонт та ін. – К. : Урожай, 1993. – 288 с.
60. Еналеев А. К. Оптимальность принципа открытого управления. Вычисление оптимальной процедуры планирования и ее свойства / Еналеев А. К., Каленчук В. Ф., Бурков В. Н. // Автоматика и телемеханика. – 1986. – № 9. – С. 126-132.
61. Жованников В. Н. Риск-менеджмент в коммерческом банке в условиях переходной экономики / В. Н. Жованников // Деньги и кредит. – 2002. – № 5. – С. 60-65.
62. Закс Л. Статистическое оценивание / Л. Закс ; пер. с нем. В. И. Варыгина; под ред. Ю. П. Адлера, В. Г. Горского. – М. : Статистика, 1976. – 598 с.
63. Зберемо врожай цукрових буряків вітчизняною технікою [Електронний ресурс] // Укragропортал. – 2001. – Режим доступу: <http://www.ukragroportal.com>
64. Зінченко О. І. Рослинництво : підручник / О. І. Зінченко, В. Н. Салатенко, М. А. Білоножко; за ред. О. І. Зінченка. – К. : Аграрна освіта, 2001. – 591 с.
65. Ильин Н. И. Управление проектами / Н. И. Ильин, И. Г. Лукманова. – СПб. : Два-три, 1996. – 610 с.
66. Интенсивная технология выращивания сахарной свеклы / пер. с нем. А. Т. Докторова ; под ред. В. А. Петрова. – М. : Агропромиздат, 1987. – 320 с.
67. Интриллигатор М. Математические методы оптимизации и экономическая теория / М. Интриллигатор. – М. : Прогресс, – 1975. – 340 с.

68. Ілляшенко С. М. Господарський ризик та методи його вимірювання : навч. посіб / С. М. Ілляшенко. – Суми : ВВП „Мрія-1" ЛТД, 1996. – 102 с.
69. Карабиньш С. Підготовка бурякозбиральної техніки до польових робіт / С. Карабиньш, А. Новицький // Пропозиція. – 2006. – № 10. – С. 110-118.
70. Карли Ватсон. С#. Программист – программисту / Карли Ватсон. – Лори, 2005. – 862 с.
71. Каталог – довідник машин і обладнання для агропромислового комплексу. – Вид. 2-ге. – К. : Асоціація “Прома“, 2002. – 300 с.
72. Керівництво з основ проектного менеджменту / комітет з питань стандартів PMI, Інститут проектного менеджменту США. 1999. – 197 с.
73. Керівництво з питань проектного менеджменту / пер. з англ.; під ред. С. Д. Бушуєва. – 2-ге вид., перероб. – К. : Вид. дім „Деловая Украина”, 2000. – 198 с.
74. Кобиляцький Л. С. Управління проектами : навч. посіб. / Л. С. Кобиляцький. – К. : МАУП, 2002. – 200 с.
75. Комплексная система возделывания сахарной свеклы в Украине. – BASF, 1998. – 38 с.
76. Коренеплоди цукрових буряків для промислового перероблення: ДСТУ 4327:2004. – [Чинний від 2005-07-01]. – К. : Держспоживстандарт України, 2005. – 181 с. – (Національні стандарти України).
77. Костік С. О. Вплив агротехнічних факторів на врожай та якість коренеплодів цукрових буряків : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук : спец. 06.01.02 „Сільськогосподарські меліорації” / С. О. Костік. – Херсон, 2007. – 16 с.
78. Кривов В. Проблема рисков при принятии управленческих решений / В. Кривов // Управление риском. – 2000. – № 4. – С. 15-17.

79. Кривошея И. Классификация методов анализа и факторов риска при инвестировании строительных проектов / Кривошея И., Кирнос О., Горбенко В. // Строительство, материаловедение, машиностроение : сб. науч. тр. – Днепропетровск : ПГАСА, 1998. – Вып. 7. – С. 199-200. – Серия: Стародубовские чтения.

80. Куперман Ф. М. Морфофизиология растений. Морфофизиологический анализ этапов онтогенеза различных жизненных форм покрытосеменных растений / Ф. М. Куперман. – 3-е изд., дополн. – М. : Высш. шк., 1977. – 288 с.

81. Лихочвор В. В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур / В. В. Лихочвор. – Львів : Укр. технології, 2002. – 800 с.

82. Мазур И.И. Управление проектами : учеб. пос. для вузов / И. И. Мазур, В. Д. Шапиро, Н. П. Ольдерогге; под. общ. ред. И. И. Мазура. – М. : Изд. «Экономика», 2001. – 574 с.

83. Максименко О. В. Моделі та методи ризик-орієнтованого підходу, що забезпечують вірогідність результатів розрахунку основних показників проекту : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.13.22 „Управління проектами та програмами” / О. В. Максименко. – Х. : Вид. центр “ХАІ”, 2005. – 19 с.

84. Медынский В. Г. Реинжиниринг инновационного предпринимательства : учеб. пос. для вузов / В. Г. Медынский, С. В. Ильдеменов; под ред. проф. В. А. Ирикова. – М. : ЮНИТИ, 1999. – 414 с.

85. Мир управления проектами / пер. с англ. ; под ред. Х. Решке, Х. Шелле. – М. : Аланс, 1994. – 304 с.

86. Наставления гидрометеорологическим станциям и постам. Вып. 11 : Агрометеорологические наблюдения на станциях и постах. Ч.1. :

Основные агрометеорологические наблюдения. – Л. : Гидрометеиздат, 1985. – 320 с.

87. Наукове забезпечення сталого розвитку сільського господарства в Лісостепу України : монографія : в 2 т. / Кабінет Міністрів України, НАУ. – К. : Альфа, 2004. – 460 с.

88. Наукове забезпечення сталого розвитку сільського господарства в Поліссі України. : Т. 1, 2. – К. : Алефа, 2004. – 852 с.

89. Наукові основи виробництва цукрових буряків та інших культур бурякової сівоzmіни в сучасних економічних та екологічних умовах : зб. наук. пр. Кн. 1 / М. В. Роїк. – К., 1998. – 158 с.

90. Новиков Д. А. Механизмы стимулирования в многоэлементных организационных системах / Д. А. Новиков, А. В. Цветков. – М. : Апостроф, 2000. – 184 с.

91. Оптимизация обменных производственных схем в условиях нестабильной экономики / [Бурков В. Г., Багатурова О. С., Иванова С. И. и др.] // М. : ИПУ РАН, 1996. – 45 с.

92. Організація виробництва в аграрних формуваннях : навч. посіб. / за ред. П. С. Березівського. – К. : Центр навч. літ., 2005. – 560 с.

93. Основы имитационного и статистического моделирования / [Харин Ю. С., Малюгин В. И., Кирлица В. П. и др.]. – Минск : Дизайн Про, 1997. – 288 с.

94. Особливості дослідження систем збирання урожаю сільськогосподарських культур / [О. Сидорчук, В. Спічак, С. Сенчук та ін.] // Вісник Львівського державного аграрного університету : агроінженерні дослідження. – 2003. – № 7. – С. 35-41.

95. Пасечная Л. Д. Методические основы определения технического оснащения уборочных работ : автореф. дис. на соискание ученой степени канд. техн. наук / Л. Д. Пасечная. – Краснодар, 1988. – 19 с.

96. Пасечная Л. Д. О математическом моделировании технологических комплексов машин с учетом переменных условий внешней среды / Л. Д. Пасечная // Инженерно-техническое обеспечение сельскохозяйственного производства. – зерноград, ВНИПТИМЭСХ, 1983. – С. 120-129.

97. Пивовар В. Нові вітчизняні машини для збирання цукрових буряків [Електронний ресурс] // Пропозиція. – 2008. – Режим доступу до журналу : <http://www.propozitsiya.com>.

98. Пилипенко С. О. Вплив різних способів основної обробки ґрунту на продуктивність цукрових буряків в Лівобережному Лісостепу України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. с.-г. наук: спец. 06.01.01 „Загальне землеробство”/ С. О. Пилипенко. – Дніпропетровськ, 2008. — 20 с.

99. Поллард Дж. Справочник по вычислительным методам статистики / Дж. Поллард. – М. : Финансы и статистика, 1982. – 344 с.

100. Прикладная статистика. Правила определения оценок и доверительных границ для параметров нормального распределения : ГОСТ 11.007-74. – М. : Изд-во стандартов, 1981. – 20 с.

101. Прикладная статистика. Правила определения оценок и доверительных границ для параметров распределения Вейбулла : ГОСТ 11.007-75. – М. : Изд-во стандартов, 1980. – 30 с.

102. Прикладная статистика. Правила проверки согласия опытного распределения с теоретическим : ГОСТ 11.006-75 – М. : Изд-во стандартов, 1981. – 32 с.

103. Про затвердження Методики очислення вартості машино-дня та збитків від простою машин” постанова Кабінету міністрів України від 12 липня 2004 р. № 885. [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://zakon.rada.gov.ua/>.

104. Производственный менеджмент : учебник для вузов / [С. Д. Ильенкова, А. В. Бандурин, Г. Я. Горбюцов и др.] ; под ред.

Ильенковой С. Д. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2001. – 583 с.

105. Редько В. Г. Эволюционная кібернетика. Кибернетика: неограниченные возможности и возможные ограничения. – М. : Наука, 2001. – 156 с.

106. Рекомендации по украинской интенсивной технологии производства сахарной свеклы, обеспечивающей получение стабильно высокой урожайности корнеплодов / В. Ф. Зубенко, В. А. Борисюк, В. С. Глуховский. – К. : Урожай, 1988. – 96 с.

107. Риск-анализ инвестиционного проекта : учебник для вузов / под. ред. М. В. Грачевой. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2001. – 351 с.

108. Риски в современном бизнесе / [Грабовый П. Г., Петрова С. Н., Полтавцев С. И. и др.]. – М. : Аланс, 1994. – 200 с.

109. Риск-менеджмент инноваций / [Васильева Т. А., Дибенко О. Н., Епифанов А. А. и др.]. – Сумы : Деловые перспективы, 2005. – 260 с.

110. Розробити науково-методичні засади та проект технологічно інтегрованої системи комбайнового збирання зернових культур в регіонах України на основі врахування технологічного ризику та забезпечення умов ресурсощадності : звіт з НДР / О. В. Сидорчук [та ін.] ; Львів. держ. аграр. ун-т. – Львів, 2006. – 46 с. – Деп. в УкрІНТЕІ 23.11.07, № 0105U008572.

111. Роїк М. Зберемо врожай цукрових буряків вітчизняною технікою Роїк М., Мазуренко А. [Електронний ресурс] // Укragропортал. – 2001. – Режим доступу : <http://www.ukragroportal.com>.

112. Романов А. Н. Оценка коммерческой деятельности предпринимательства / А. Н. Романов, И. Я. Лукасевич. – М. : Финансы и статистика, Банки и биржи, 1993. – 174 с.

113. Руководство по агрометеорологическим прогнозам / под. ред. Е. С. Улановой, В. А. Моисейчик, А. Н. Полевого. Т. 1. – Л. : Гидрометеиздат, 1984. – 309 с.

114. Рыбак А. И. Неисчерпаемые креативные ресурсы управления / Рыбак А. И. // Вісник Львівського національного аграрного університету : агроінженерні дослідження. – 2009. – № 13, т. 1. – С. 13-22.

115. Рыбак А. И. Парадигма нейронных сетей как инструмент инициализации проектов / Рыбак А. И., Бушлаев А. Г. // Управління проектами та розвиток виробництва. – 2007. – № 2. – С. 106-112.

116. Рыбак А. И. Системное мышление – креативный инструмент самосовершенствующихся систем управления проектами / Рыбак А. И., Каплиенко В. В. // Наукові записки Міжнародного гуманітарного університету : збірник / під ред. д.т.н. А. І. Рибак. – Одеса : Міжнар. гуманіт. ун-т, 2008. – Вип. 10. – С. 37-44. – (Серія "Управління проектами і програмами").

117. Сахарная свекла для промышленной переработки. Требования при заготовках. Технические условия : ГОСТ 17421-82. – М. : Изд-во стандартов, 1999. – 10 с.

118. Сахарная свекла. Интенсивная технология / отв. за вып. В. А. Петров. – М. : Агропромиздат, 1988. – 96 с.

119. Сачко Е. В. Управление промышленным предприятием с позиции стоимостного подхода : автореф. дис. на соискание ученой степени канд. экон. наук: спец. 08.00.05 «Экономика и управление народным хозяйством» / Е. В. Сачко. – Челябинск, 2004. – 19 с.

120. Сидорчук О. В. Біологічна складова базових подій у проектному середовищі централізованого збирання цукрових буряків / О. В. Сидорчук, П. М. Луб, В. С. Спічак // Механізація та електрифікація сільського господарства. – 2009. – Вип. 93. – С. 442-447.

121. Сидорчук О. В. Інженерний менеджмент: системотехніка виробництва : навч. посіб. / О. В. Сидорчук, С. Р. Сенчук. – Львів : Львів. ДАУ, 2006. – 127 с.

122. Сидорчук О. В. Причини виробничо-технологічного ризику у

проектах систем централізованого збирання цукрових буряків / О. В. Сидорчук, П. М. Луб, В. С. Спічак // Екологічні, технологічні та соціально-економічні аспекти ефективного використання матеріально-технічної бази АПК : матеріали Міжнар. наук.-практ. форуму. – Львів : Львів. нац. агроуніверситет, 2008. – С. 370-373.

123. Сидорчук О. В. Автоматизована інформаційно-аналітична система обґрунтування часу початку робіт у проекті системи централізованого збирання цукрових буряків / О. В. Сидорчук, П. М. Луб, В. С. Спічак // Вчені Львівського національного аграрного університету виробництву. – Львів : Львів. НАУ, 2009. – Вип. 9. – С. 102-103.

124. Сидорчук О. В. Агрометеорологічна складова базових подій у проекті системи централізованого збирання цукрових буряків / О. В. Сидорчук, П. М. Луб, В. С. Спічак // Вісник Львівського національного аграрного університету : агроінженерні дослідження. – 2009. – № 13, т. 1. – С. 8-12.

125. Сидорчук О. В. Управління виробничо-технологічним ризиком проектів централізованого збирання цукрових буряків / О. В. Сидорчук, П. М. Луб, В. С. Спічак // Шляхи підвищення ефективності використання агроресурсного потенціалу : матеріали Міжнар. наук.-практ. форуму. – Львів : Львів. нац. агроуніверситет, 2009. – Т. 1. – С. 366-369.

126. Синтез чинників годинної продуктивності машинно-тракторного агрегату / О. Сидорчук, Б. Затхей, В. Спічак, Я. Панюра, П. Луб // Вісник Львівського державного аграрного університету : агроінженерні дослідження. – 2002. – № 6. – С. 3-8.

127. Система управления качеством продукции. Прикладная статистика. Правила определения оценок и доверительных границ для параметров логарифмически нормального распределения : ГОСТ 11.009-79. – М. : Изд-во стандартов, 1980. – 28 с.

128. Системный мониторинг глобальных и региональных рисков / отв. ред. Д. А. Халтурина, А. В. Коротаев, Ю. В. Зинькина. – М. : Изд-во ЛКИ, 2010. – 416 с.

129. Смирнова Е. Производственный риск: сущность и управление / Е. Смирнова // Управление риском. – 2001. – № 1 – С. 3-5.

130. Собівартість 1 т цукрових буряків урожаю 2009 року / Ін-т цукрових буряків УААН) [Електронний ресурс] – Режим доступу : <http://www.sugarbeet.gov.ua/news.php?id=181>.

131. Солодова О. А. Модели оценки эффективности проектов с учетом факторов риска и антирисковых мероприятий / О. А. Солодова // Наукові праці ДонНТУ. – 2003. – Вип. 68. – С. 82-88. – (Серія економічна).

132. Спічак В. С. Класифікація причин виробничо-технологічного ризику у проекті системи заготівлі цукрових буряків / В.С. Спічак // Вісник Львівського національного аграрного університету : агроінженерні дослідження. – 2008. – № 12. – С. 98-102.

133. Спічак В. С. Управління часом початку робіт у проектах збирання цукрових буряків / В. С. Спічак // Східно-Європейський журнал передових технологій. – 2010. – № 1/3(43). – С. 67-69.

134. Справочник по вероятностным расчетам / Абергауз Г. Г., Тронь А. П., Копенкин Ю. Н., Коровина И. А. – Изд. 2-е, дополн. и исп. – М. : Воениздат, 1970. – 536 с.

135. Справочник по теории вероятностей и математической статистике / Королюк В.С., Портенко Н.И., Скороход А.В., Турбин А.Ф. – К. : Наук. думка, 1978. – 582 с.

136. Статистика сільського господарства та навколишнього середовища / Державний комітет статистики України [Електронний ресурс]. – Режим доступу : <http://www.ukrstat.gov.ua>

137. Статистическое моделирование и прогнозирование: Учебн. пособие для экон. спец. вузов / [Г. М. Гамбаров, Н. М. Журавель, Ю. Т. Королев и др.] ; под ред. А. Г. Гранберга. – М. : Финансы и статистика, 1990. – 382 с.

138. Стохастические имитационные модели в управлении производством / [Астанина А. С., Кирина Л. В., Кузнецова С. А., Марусин В. В.]. – Новосибирск : НГУ, 2000. – 50 с.

139. Структура Декомпозиции Работ (WorkBreakdownStructure) / Университет управления проектами (группа компаний ПМСОФТ) [электронный ресурс]. – Режим доступа : <http://www.cfin.ru/itm/project>.

140. Сучасна вітчизняна альтернативна технологія збирання цукрових буряків [Електронний ресурс] / [Роїк М., Гуков П., Мазуренко А., Бондаренко Г., Ганженко О.] // Пропозиція. – 2006. – Режим доступу до журналу : <http://agroua.net>.

141. Терешкина Т. Р. Ценностно-ориентированный подход к управлению мезологистическими системами : автореф. дис. на соискание ученой степени доктора экон. наук : спец. 08.00.05 „Экономика и управление народным хозяйством” / Т.Р. Терешкина. – Санкт-Петербург, 2009. – 39 с.

142. Технологічна якість цукрових буряків та підвищення ефективності виробництва цукру. / [В. М. Мількевич, В. В. Куянов, Ю. С. Іоніцой, Л. І. Чернявська, О. Г. Томіленко]. – К. : Укр. фітосоціологічний центр, 2000. – 131 с.

143. Технологія вирощування та збирання цукрових буряків у Волинській і Ровенській областях / Г. А. Шевченко, Б. В. Волянський, П. С. Теслюк та ін.: за ред. Г. А. Шевченка. – Львів : Каменярь, 1988. – 74 с.

144. Типові норми продуктивності і витрат палива на збиранні сільськогосподарських культур / [В. В. Вітвіцький, І. М. Демчак, В. С. Пивовар та ін.]. – К. : НДІ „Укراгропромпродуктивність”, 2005. – 544 с.

145. Тони Райс. Финансовые инвестиции и риск / Тони Райс, Бран Койли ; пер. с англ. – К. : Торгово-изд. бюро ВНУ, 1995. – 592 с.

146. У ЄС зріс інтерес до цукру [Електронний ресурс] // Журнал буряківників і цукровиків України. – 2008. – Режим доступу до журналу : <http://www.sugarbeet.org.ua/node/30>.

147. Уланова Е.С. Методы статистического анализа в агрометеорологии / Е. С. Уланова, О. Д. Сиротинко. – Л. : Гидрометеиздат, 1968. – 197 с.

148. Управление инвестициями : в 2 т. / [В. В. Шеремет, В. М. Павлюченко, В. Д. Шапиро и др.]. – М. : Высш. шк., Т.2. – 1998. – 512 с.

149. Управление проектами. Зарубежный опыт / под ред. А. И. Кочеткова. – СПб. : Два+Три, 1992. – 446 с.

150. Управление риском. Риск, устойчивое развитие, синергетика / В. А. Владимиров, Ю. Л. Воробьев, Г. Г. Малинецкий и др. – М.: Наука, 2000. – 432 с.

151. Управління врожайністю цукрових буряків / [І. Ф. Карпенко, С. Ю. Зоря, О. В. Герасименко та ін.]. ; за ред. І. Ф. Карпенка. – К. : Урожай, 1991. – 192 с.

152. Управління технологічним ризиком польових робіт / [В. В. Лихочвор, П. М. Луб, В. С. Спічак та ін.]. // Вісник Львівського національного аграрного університету : агроінженерні дослідження. – 2009. – № 13, т. 2. – С. 48-52.

153. Управління технологічним ризиком у проектах збиральних комплексів / [М. Сявавко, П. Луб, Л. Сидорчук та ін.]. // Вісник Львівського державного аграрного університету : агроінженерні дослідження. – 2005. – № 9. – С. 88-94.

154. Филин С. Неопределенность и риск. Место инновационного риска в классификации рисков // Управление риском. – 2000. – № 4. – С. 25-30.

155. Хастингс Н. Справочник по статистическим распределениям / Н. Хастингс, Дж. Пикок. – М. : Статистика, 1980. – 94 с.

156. Хелемендик М. М. Збирання цукрових буряків без втрат / М. М. Хелемендик, Я.Я. Лоскутов. – Львів : Каменяр, 1984. – 47 с.
157. Хелемендик М. М. Цукрові буряки на заході України / М. М. Хелемендик, С. В. Петренко, В. П. Дмитрук. – Луцьк : Надстир'я, 2001. – 200 с.
158. Хохлов Н. В. Управление риском : учеб. пос. для вузов / Н. В. Хохлов. – М. : ЮНИТИ-ДАНА, 2001. – 239 с.
159. Цай Т. Н. Конкуренция и управление рисками на предприятиях в условиях рынка / Т. Н. Цай, П. Г. Грабовый, Марашда Бассам Сайел. – М. : Аланс, 1997. – 288 с.
160. Чубко О. Цукрові буряки по осені рахують // Агросектор. – 2007. – № 7-8 (21-22). – С. 26-28.
161. Шевцов І. А. Буряки цукрові, кормові, столові / І. А. Шевцов, Т. В. Чугункова. – К. : Логос, 2001. – 128 с.
162. Ягольник О. Г. Сучасний стан та перспективи розвитку сільського господарства і харчової промисловості України [Електронний ресурс] // Журнал буряківників і цукровиків України. – 2009. – Режим доступу до журналу: <http://sugarbeet.org.ua/node/58>.
163. Ярчук М. М. Стан і перспективи бурякоцукрової галузі у новому виробничому сезоні / М. М. Ярчук // Цукрові буряки. – 2008. – №6 (66). – С. 3-5.
164. Burkov V.N. Stimulation and decision-making in the active system theory. Review of problem and new results / V. N. Burkov, A. K. Enaleva // Mathematical Social Sciences. – 1994. – Vol. 27. – P. 264-272.
165. Generally accepted accounting principles (GAAP) notes to the financial statements. – NIST. Technology Administration U.S. Department of Commerce, 2005. – 28 p.
166. Head G. Essentials of Risk Management / Head G., Horn S., Vol. 1,2. – Insurance Institute of America, 1991. – 162 p.

167. PROJECT MANAGEMENT / Управление проектами : толковый англо-русский словарь-справочник / под. ред. проф. В. Д. Шапиро. – М. : Высш. шк., 2000. – 379 с.

168. Risk Management. Study Course 655, Distance Learning Division. – London : The Chartered Insurance Institute, 1991. – 169 p.

169. Schildt H. C#: The Complete Reference / Herbert Schildt. Osborne: The McGraw-Hill Companies; 2003. – 752 p.

170. Williams C. A. Jr. Risk Management and Insurance / Williams C. A. Jr., Heins R. M. – New York : NY, 1985. – 126 p.