

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ
ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

другого (магістерського) рівня вищої освіти

на тему: **“ Інформаційна система обґрунтування складових проектів збирання врожаю ”**

Виконав: ст. гр. ІТ-61

Спеціальності 126 – «Інформаційні системи та технології»

(шифр і назва)

Грица Мар'ян Мирославович

(прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доц. Боярчук О.В.

(прізвище та ініціали)

Рецензент: к.т.н., доц. Кригуль Р.Є.

(прізвище та ініціали)

ДУБЛЯНИ-2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ

ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ
ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

другий (магістерський) рівень вищої освіти
126 – «Інформаційні системи та технології»

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Завідувач кафедри _____
д.т.н., проф. А.М. Тригуба
“ _____ ” _____ 2024 р.

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу студенту

Грица Мар'ян Мирославович

1. Тема роботи: «Інформаційна система обґрунтування складових проектів збирання врожаю»

Керівник роботи Боярчук О.В., к.т.н., доцент

Затверджені наказом по університету 12 вересня 2024 року № 616/к-с.

2. Строк подання студентом роботи 06.12.2024 р.

3. Початкові дані до роботи: 1. Науково-технічна і довідкова література.

2. Методика відображення імітаційною моделлю. 3. Методика вартісного оцінення витрат. 4. Методологія моделювання та функціонального програмування.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки:

1. Аналіз систем підтримки прийняття рішень у проектах агровиробництва

2. Постановка задачі реалізації системи підтримки прийняття рішень

3. Проектування інформаційно-аналітичної системи

4. Практичне використання імітаційно-аналітичної системи збирання врожаю

5. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

Висновки та пропозиції.

Бібліографічний список.

Додатки.

5. Перелік графічного матеріалу: 1 та 2 – Тема, мета, завдання роботи; 3 – Аналіз СППР; 4 – Головні поняття управління проектами; 5 – Вимоги предметних умов до інформаційної системи; 6 – Графічна інтерпретація відображення моделлю; 7 – Блок-схема алгоритму; 8 – Інтерфейс моделі та смкетодика обґрунтування складових; 9 – Опрацювання результатів моделювання; 10 – Реалізація ІС; 11 - Висновки.

6. Консультанти з розділів:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1, 2, 3, 4	Боярчук О.В., доцент кафедри інформаційних технологій		
5	Городецький І.М., доцент кафедри фізики, інженерної механіки та безпеки виробництва		

7. Дата видачі завдання 12 вересня 2024 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1.	<i>Написання першого розділу та означення головних завдань роботи</i>	26.01.21-01.02.21	
2.	<i>Виконання другого розділу та формування головних показників для розрахунків</i>	01.02.21-01.03.21	
3.	<i>Виконання третього розділу, розрахунків та розробка листів</i>	01.03.21-01.04.21	
4.	<i>Написання розділу: «Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях»</i>	01.04.21-01.05.21	
5.	<i>Вартісне оцінення ефективності пропозицій роботи</i>	01.04.21-01.05.21	
6.	<i>Завершення оформлення розрахунково-пояснювальної записки та аркушів графічної частини</i>	01.05.21-01.06.21	
7.	<i>Завершення роботи в цілому</i>	01.06.21-21.06.21	

Студент _____ Грица М.М.
(підпис)

Керівник роботи _____ Боярчук О.В.
(підпис)

УДК: 004.94:551.5

Кваліфікаційна робота: 66 с. текст. част., 38 рис., 6 табл., 14 слайдів, 26 джерел.

Інформаційна система обґрунтування складових проектів збирання врожаю. Грица М.М. Кафедра ІТ. – Дубляни, Львівський НУП, 2024.

Наведено основи побудови систем підтримки прийняття рішень та типи архітектур спеціалізованих СППР.

Виконано аналіз популярності сучасних мов програмування.

Означено переваги та недоліки стратегій розвитку систем підтримки прийняття рішень. Розкрито особливості предметної галузі та вимоги до системи підтримки прийняття рішень.

Наведено методику відображення імітаційною моделлю технологічних процесів збирання врожаю культури, а також методику вартісного оцінення.

Розроблено блок-схеми алгоритму імітаційної моделі для СППР, комп'ютерну програму цієї імітаційної моделі. Виконано моделювання та опрацьовано результати імітаційного моделювання робіт у технологічній системі.

Узагальнено результати моделювання щодо узгодження часу початку збирання, виробничої площі культури та технічного забезпечення ТС. Наведено практичне застосування ІТ засобів для розробки обґрунтування рішень у СППР.

Розроблено заходи з охорони праці та безпека в надзвичайних ситуаціях.

Ключові слова: інформанійно-ангалітична, система, зміст, проекти, ризик, програмування, моделювання, врожай, ефективність.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	8
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ СИСТЕМ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ У ПРОЕКТАХ АГРОВИРОБНИЦТВА.....	10
1.1. Процеси управління проектами та ризики агровиробництва.....	10
1.2. Основи побудови систем підтримки прийняття рішень.....	12
1.3. Аналіз архітектури СППР	17
1.4. Аналіз популярності сучасних мов програмування.....	20
РОЗДІЛ 2	
ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ РЕАЛІЗАЦІЇ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ.....	23
2.1. Тенденції розвитку ІТ-проектів в агробізнесі України.....	23
2.2. Стратегії розвитку систем підтримки прийняття рішень.....	27
2.3. Вимоги предметної галузі до системи підтримки прийняття рішень.....	29
2.4. Вибір мови програмування.....	32
РОЗДІЛ 3	
ПРОЕКТУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНОЇ СИСТЕМИ	35
3.1. Методика відображення імітаційною моделлю процесів збирання врожаю	35
3.2. Методика вартісного оцінення витрат на виконання робіт.....	40
3.3. Розробка алгоритму імітаційної моделі	41
РОЗДІЛ 4	
ПРАКТИЧНЕ ВИКОРИСТАННЯ ІМІТАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНОЇ СИСТЕМИ ЗБИРАННЯ ВРОЖАЮ	46
4.1. Результати імітаційного моделювання робіт.....	46
4.2. Результати моделювання процесів збирання врожаю.....	49
РОЗДІЛ 5	
ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ...	51
5.1. Розробка логіко-імітаційної моделі виникнення травм і аварій.....	51

	7
5.2. Планування заходів із покращення умов праці.....	53
5.3. Безпека в надзвичайних ситуаціях.....	54
ВИСНОВКИ І РЕКОМЕНДАЦІЇ.....	55
БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК.....	57
ДОДАТКИ.....	60

ВСТУП

Задачі прийняття рішень постійно виникають і розв'язуються у виробництві, а також у різних галузях народного господарства що нас оточують – зокрема на предметному рівні у біологічних, екологічних, соціальних і економічних системах, різноманітних процесах та явищах тощо [7].

Система підтримки прийняття рішень (СППР) (англ. Decision Support System – DSS) – інтерактивна комп'ютерна автоматизована система (програмний комплекс), що призначена для допомоги та підтримки різних видів діяльності людини при прийнятті рішень стосовно розв'язання структурованих або неструктурованих проблем у виробництві. Застосування СППР забезпечує об'єктивного аналізу предметної галузі під час прийняття рішень в умовах що змінюються, або характеризуються стохастичністю.

Серед сучасних напрямів розробки людино-машинних систем – системи автоматичного керування, експертні системи та системи підтримки прийняття рішень є пріоритетними та актуальними з різних міркувань. Найбільш придатними для розв'язання багатьох задач, зокрема задачі розподілу ресурсів, планування робочих та технологічних процесів в аграрному секторі лежать в площині завдань СППР [24]. Саме за допомогою СППР є можливість використовувати інформаційні технології (ІТ) та виконувати обчислювальні процеси, проектувати, порівнювати та обґрунтовувати альтернативні рішення щодо планування проектів аграрного виробництва [7].

За цих умов, цілком очевидним буде пояснення причин широкого впровадження інформаційних систем та технологій (ІСТ), оскільки їх роль зростає практично в кожній галузі суспільства. Однак розгляд практичних завдань галузі рільництва щодо планування проектів технічних систем (ТС) та технологічних процесів дає підстави стверджувати те, що сьогодні також

потрібно розвивати СППР на рівні елементарних технологічних систем «поле – технічний засіб – фонд часу».

Актуальність цієї кваліфікаційної роботи полягає у створенні основ СППР для узгодження часу запуску, виробничої площі та параметрів технічного забезпечення проектів збирання врожаю культур із врахуванням локальних агрометеорологічних умов.

Мета роботи – підвищення ефективності проектів збирання врожаю на підставі розвитку та застосування інформаційної системи завдяки якій узгоджуються час запуску, виробнича площа та технічне забезпечення.

Завдання дослідження: 1) проаналізувати систем підтримки прийняття рішень у проектах агровиробництва; 2) означити стратегії розвитку систем підтримки прийняття рішень; 3) розкрити предметну галузь та вимоги до інформаційно-аналітичної системи; 4) навести методіку формування початкових даних для розробки; 5) навести результати практичного застосування інформаційно-аналітичної системи.

Об'єктом роботи є інтелектуальна система підтримки прийняття рішень щодо узгодження складових ТС.

Предметом роботи є показники інформаційного аналізу щодо ефективності ТС із узгодженими складовими.

Новизна результатів:

- підтримка рішень у виробничих проектах реалізована завдяки використанню інформаційної системи;
- встановлено закономірності зміни функціональних показників ефективності робіт завдяки використанню методів моделювання;
- обґрунтовано складові проектів збирання врожаю.

Практичне значення одержаних результатів. Одержані результати дають змогу встановити вагомість впливу обсягів робіт із збирання врожаю цукрових буряків на показники ефективності проектів технологічних систем. Підтвердити доцільність пошуку такого змісту проектів за якого досягаються мінімальні сукупні витрати коштів на виконання сезонних робіт.

РОЗДІЛ 1

АНАЛІЗ СИСТЕМ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ У ПРОЕКТАХ АГРОВИРОБНИЦТВА

1.1. Процеси управління проектами та ризики агровиробництва

Невизначеність, пов'язана з можливістю виникнення в ході реалізації проекту несприятливих умов, ситуацій та наслідків, називається ризиком. Ризик являє собою складну економічно-управлінську категорію, при визначенні якої має місце ряд протиріч [5].

Управління ризиком – це процес реагування на події та зміни ризиків у процесі виконання проекту. При цьому важливим є проведення моніторингу ризиків. Моніторинг ризиків включає контроль ризиків протягом всього життєвого циклу проекту. Якісний моніторинг ризиків забезпечує управління інформацією, яка допомагає приймати ефективні рішення до настання ризикових подій.

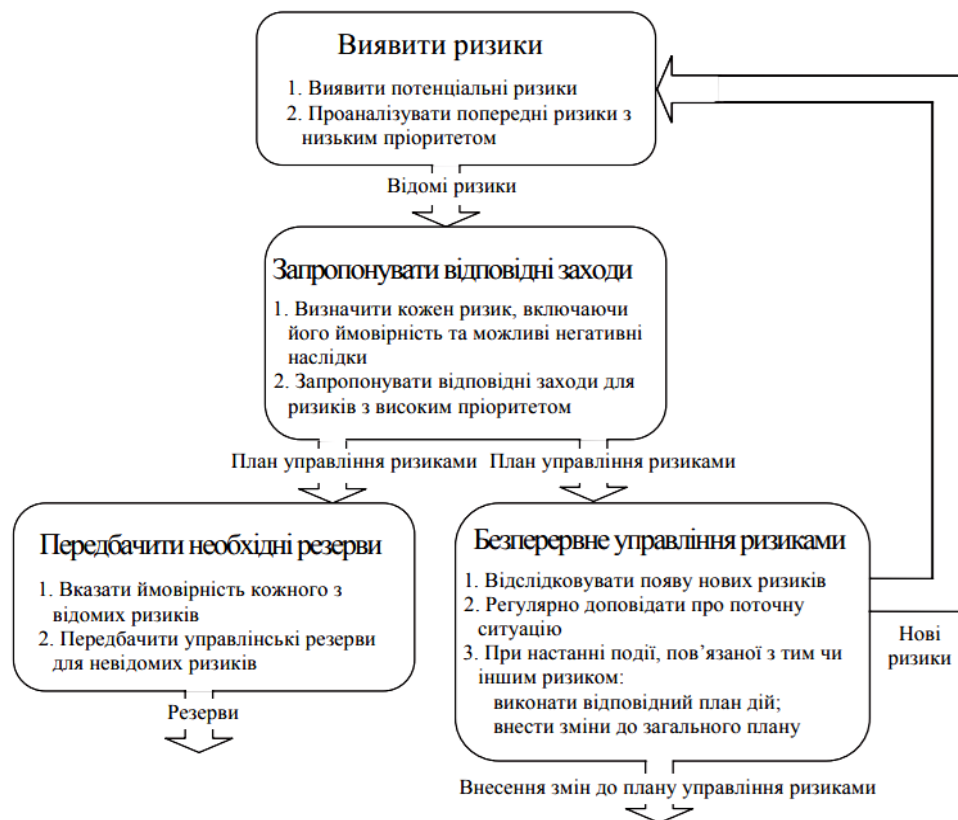


Рис. 1.1. Основні етапи управління ризиками виробничих систем

Найбільш розповсюдженою характеристикою ризику є загроза або небезпека виникнення невдач у тій чи іншій діяльності, небезпека виникнення несприятливих наслідків, змін зовнішнього середовища, які можуть викликати втрати ресурсів, збитки, а також небезпеку, від якої слід застрахуватися.

Під господарським ризиком розуміють загрозу, небезпеку виникнення збитків у будь-яких, видах діяльності, пов'язаних із виробництвом продукції, товарів, послуг та їх реалізацією, товарно-грошовими та фінансовими операціями, комерційною діяльністю, здійсненням соціально-економічних та науково-технічних програм.

В залежності від причин виникнення ризику класифікують на такі групи: зовнішні ризики, внутрішні та інші ризики.

Зовнішні ризики поділяються, в свою чергу, на [14]:

1. *Непередбачувані зовнішні ризики:*

- заходи державного впливу у сфері оподаткування, ціноутворення,
- землекористування, фінансово-кредитній сфері, охорони навколишнього середовища, вплив органів експертизи та ін.;
- природні катастрофи (землетруси, повінь та інші природні катаклізми);
- кримінальні та економічні злочини (тероризм, саботаж, рекет та ін.);
- зовнішні ефекти: політичні (заборона на діяльність та ін.), економічні (зрив– постачання, банкрутство партнерів, клієнтів), екологічні (аварії), соціальні (страйки) і т. п.

2. *Передбачувані зовнішні ризики:*

- ринковий ризик (зміна цін, валютних курсів, вимог споживачів, кон'юнктури,– конкуренція, інфляція та ін.);
- операційний ризик (відмова від цілей проекту, порушення правил експлуатації та– техніки безпеки, неможливість підтримки робочого стану обладнання, споруд і т. п.).

Внутрішні ризики поділяються на:

1. *Внутрішні організаційні ризики, а саме:*

- зриви робіт через нестачі робочої сили, матеріалів, затримки постачань, помилок у – плануванні та проектуванні, незадовільного оперативного управління, зміна раніше узгоджених вимог та поява додаткових вимог з боку замовників та партнерів та ін.;

- перевитрати, що виникли внаслідок: зриву планів робіт проекту, низької – кваліфікації розробників проекту, помилок у складанні кошторисів та бюджетів, неефективної стратегії постачання та збуту, виявлення претензій з боку партнерів, постачальників та споживачів.

2. *Внутрішні технічні ризики:*

- зміна технології виконання робіт, помилкові технологічні рішення, помилки в – проектній документації, невідповідність проектним стандартам, поломки техніки тощо.

До **інших ризиків** відносять транспортні, митні інциденти, ризики, пов'язані зі здоров'ям людей, пошкодженням майна, та правові, які виникають при придбанні ліцензій, патентів, авторських прав та ін.

1.2. Основи побудови систем підтримки прийняття рішень

СППР являє собою взаємодіючу з іншими системами комп'ютеризовану систему для надання допомоги менеджерам у процесі прийняття рішень. СППР допомагає менеджерам знаходити, обчислювати і аналізувати дані, що відносяться до рішення, яке приймається. Системи підтримки прийняття рішень (Decision Support Systems — DSS), належать до інформаційних систем нового покоління, головне призначення яких полягає в забезпеченні комп'ютерною підтримкою прийняття рішень зі слабоструктурованих та неструктурованих проблем організаційного управління на різних етапах підготовки рішень і моніторингу. Незважаючи

на те, що на даний час у світі розроблено сотні типів СППР, такі системи в Україні практично не використовуються.

Розмаїття пропонованих означень систем підтримки прийняття рішень відбиває широкий діапазон різних форм, розмірів та типів СППР. Але практично всі види цих комп'ютерних систем характеризуються чіткою структурою, яка містить три головні компоненти: 1) підсистему інтерфейсу користувача; 2) підсистему керування базою даних; 3) підсистему керування базою моделей (рис. 1.2).

В класичному розумінні СППР є інформаційною системою, котра має такі компоненти, які зображені на рис. 1.2: інтерфейс користувача, систему керування базами даних (СКБД), систему керування базами моделей (СКБМ), систему керування повідомленнями (СКП), причому підсистема СКП з'явилася лише останніми роками. Ця структура може бути основою для ідентифікації наявних СППР.

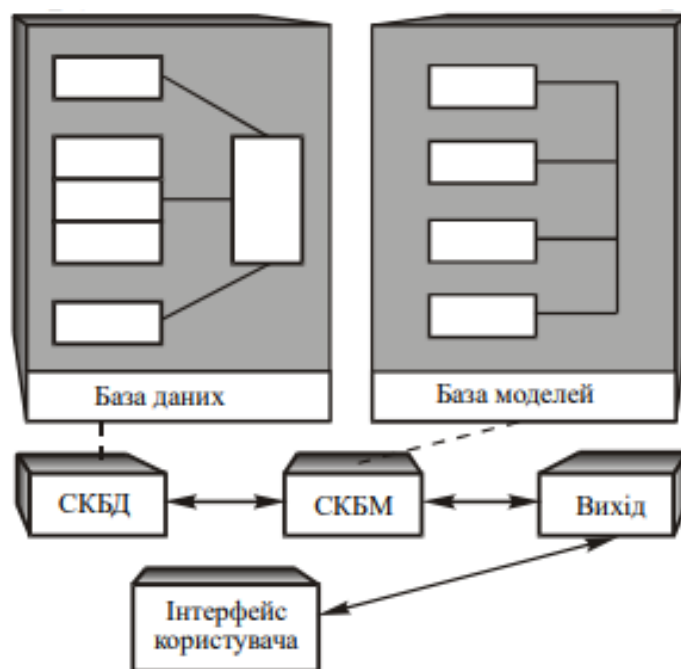


Рис. 1.2. Класична структура СППР: СКБД — система керування базою даних; СКБМ — система керування базою моделей

Ці три підсистеми утворюють основу класичної структури СППР, завдяки якій останні відрізняються від інших типів інформаційних систем.

Останнім часом з розвитком глобальної мережі Інтернет, корпоративних (Інтранет) та міжорганізаційних (Ентернет) мереж до СППР додають нову підсистему – систему керування повідомленнями (комунікаціями або зв'язком) – СКП. Окремі компоненти цих підсистем зображені на рис. 1.3.

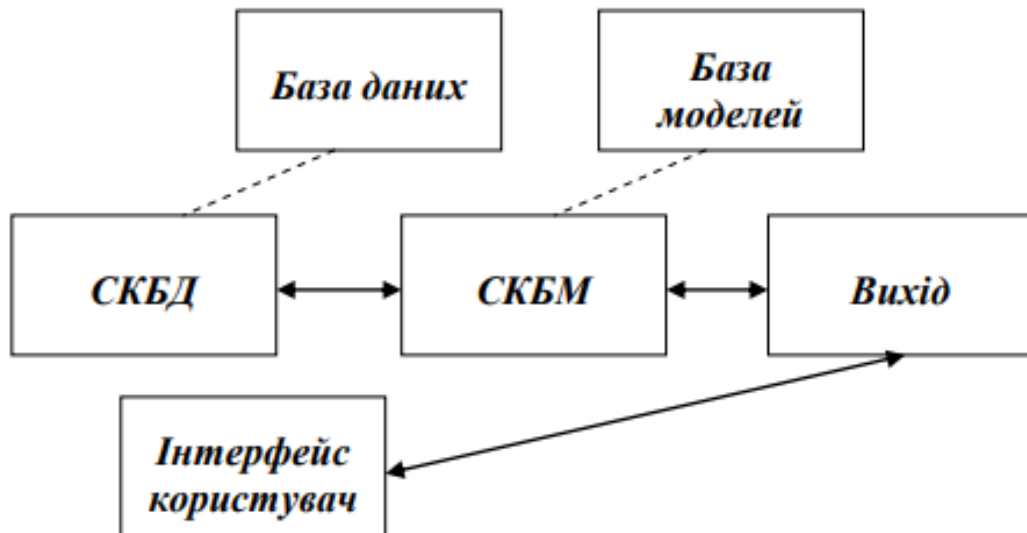


Рис. 1.3. Класична структура СППР: СКБД – система керування базою даних; СКБМ – система керування базою моделей

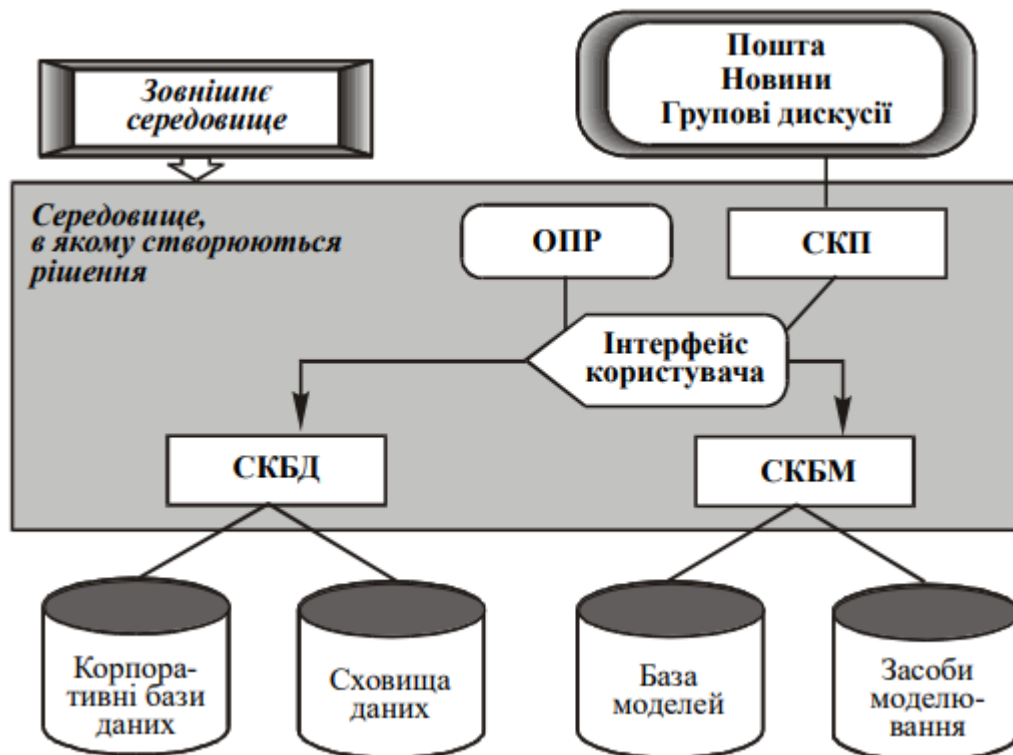


Рис. 1.4. Сучасна структура системи підтримки прийняття рішень

Компоненти СППР відображають скоріше функціональний, а не формальний поділ системи на окремі підсистеми з погляду її проектування, тобто на перший план виступає питання стосовно того, що буде робити дана СППР, зокрема, використовуючи поняття її архітектури, передусім База даних, База моделей, СКБД, СКБМ, Вихід, Інтерфейс, користувач, а створюють користувацький інтерфейс, систему керування даними і систему керування моделями.

Аналіз різних поглядів на розроблення і застосування комп'ютерних систем підтримки прийняття рішень, на способи одержання, подання і структуризації інформації, на специфічні відмінності СППР від інших типів інформаційних систем дає змогу виділити для класифікації СППР ряд класифікаційних ознак-підходів для поділу всієї сукупності систем на класифікаційні групи (табл. 1.1).

Таблиця 1.1. Класифікація СППР

Категорії класифікації	Ознака (основа) класифікації	Класифікаційні групи (типи систем)
1	2	3
Концептуальна модель	Інформаційний підхід	Концептуальна модель Спрага Модель еволюціонуючої СППР
	Підхід, оснований на знаннях	Орієнтовані на знання СППР Орієнтовані на правила СППР
	Інструментальний підхід	Спеціалізовані (прикладні) СППР СППР-генератори СППР -інструментарії
Користувачі	Ієрархічний рівень управління	Вища ланка управління (виконавчі інформаційні системи) Середня ланка управління Нижча ланка управління
	Спосіб взаємодії користувача з системою	Термінальний режим Режим клерка Режим посередника Автоматизований режим
	Ступінь залежності осіб у процесі прийняття рішення	Персональна підтримка (персональні СППР) Групова підтримка (групові СППР) Організаційна підтримка (багатокористувацькі, інтер-організаційні, інтра-організаційні СППР)

Продовження табл. 1.1.

1	2	3
Завдання, що потребує прийняття рішень	Новизна завдання	Унікальні проблеми (СППР на даний випадок (ad hoc)) Повторювані проблеми (інституціональні СППР)
	Характер опису проблеми	Цілісний вибір Багатокритеріальний вибір (наприклад, СППР Decision Grid)
	Тип моделі	Об'єктивна модель Суб'єктивна модель
	Діапазон підтримуваних функцій	Функціонально-специфічні СППР СППР загального призначення
Забезпечуючі засоби	Рівень підтримки прийняття рішень	СППР, орієнтовані на дані СППР, орієнтовані на моделі СППР, орієнтовані на документи СППР, орієнтовані на комунікації Web-орієнтовані СППР
	Рівень мов користувацького інтерфейсу	Процедурні мови Командні мови Непроцедурні мови Природні мови
Галузі застосування	Професійна сфера	Мікроекономіка Макроекономіка Конторська діяльність (офісні СППР) Оцінювання розповсюдження технологій Юриспруденція Медицина і т. ін.
	Часовий горизонт	Стратегічне управління (довгострокові рішення) Тактичне управління (середньострокові рішення) Операційне управління (короткострокові рішення)

Інформаційний простір сучасних джерел переконує в тому, що СППР допомагають обирати маршрути, управляти портфелями акцій, вибирати напрямки інвестування, планувати подорожі. Перелік найвідоміших «комерційних» СППР містить сотні назв. Загальний обсяг продажу на ринку СППР перевищує 10 мільярдів доларів [23].

1.3. Аналіз архітектури СППР

Підвищена увага представників виробничої та ІТ галузі до методів розробки і впровадження СППР зумовила необхідність розробки програмних інструментів для створення СППР. Це вплинуло на появу нової концепції класифікації СППР – інструментального підходу. В залежності від специфіки розв'язуваних задач і використовуваних технологічних засобів процесу створення систем можна виділити три рівні СППР:

- спеціалізовані (прикладні) СППР;
- генератори СППР (СППР-генератори);
- інструментарій СППР (СППР-інструментарій).

Загалом, СППР розвиваються ще з початку 70-х років і містять в собі:

- мовну систему (МС), що забезпечує функції взаємодії користувача з системою;
- базу знань та даних (БЗД), яка складається з текстових файлів, що представляють собою інформацію для особи, яка приймає рішення (ОПР) – так звана електронна документація;
- систему обробки даних та генерування результатів (СОДГР), яка виконує різноманітні маніпуляції над текстовою документацією і включає програмне забезпечення (ПЗ), що полегшує користувачеві складання запитів;
- систему представлення результатів (СПР), яка складає всі можливі формати представлення текстової, табличної і графічної інформації та повідомлення, які полегшують користувачеві спілкування з СППР.

Текстова СППР (рис. 1.5) для інженера технолога. Якщо необхідно розпочати виробництво технічно складної деталі або вузла, то при цьому виникає необхідність прийняти множину рішень.

СППР, які орієнтовані на використання бази даних. Найбільш поширені – це реляційні бази даних, тобто в цьому випадку йде обробка строго структурованих знань у вигляді числових і описових даних (рис. 1.6).



Рис. 1.5. Структура текстової СППР

В такій системі СОДГР є три типи програмного забезпечення (ПЗ):

- ПЗ для СУБД;
- інтерактивне ПЗ для обробки запитів;
- спеціальне ПЗ, яке створюється для задоволення потреб користувача (включає, як правило, деяку логіку стосовно аналізу даних і формування відповідей на запити, а також необхідні обчислення: статистичні

користувача (включає, як правило, деяку логіку стосовно аналізу даних і формування відповідей на запити, а також необхідні обчислення: статистичні



Рис. 1.6 Структура СППР на основі БД

розрахунки, оцінювання параметрів моделей і прогнозів, порівняння отриманих результатів).

СППР на основі алгоритмічних процедур для розв'язання задач. Це може бути, наприклад, СППР для розв'язання задачі оптимізації інвестицій, або максимізації прибутку для конкретного виду виробництва, оптимального розміщення централізованих складів для торгової мережі і т.д. СППР такого типу містить множину алгоритмів для розв'язання вибраного класу задач.

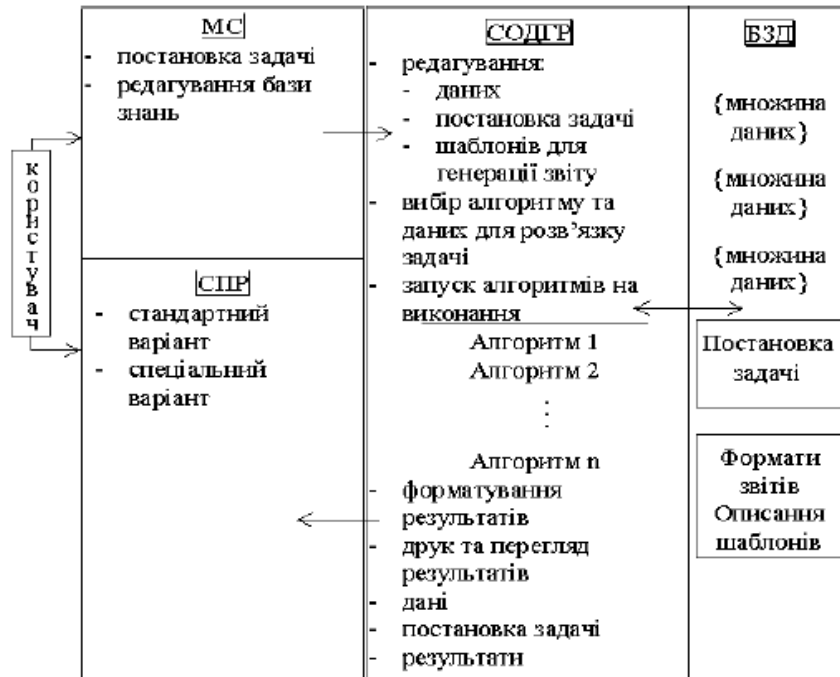


Рис. 1.7 Структура СППР з фіксованим використанням алгоритмів

Набори алгоритмів для розв'язання конкретних задач фокусуються на задачах таких класів:

- аналіз фінансово-економічних процесів;
- прогнозування процесів довільної природи;
- планування (оперативне, тактичне і стратегічне);
- статистичний аналіз даних в різних галузях;
- розв'язування статистичних і динамічних оптимізаційних задач.

Гібридні СППР. Якщо об'єднати кілька типів СППР в одну, то отримаємо гібридну систем. Часто об'єднують системи на основі БД та алгоритмічних процедур. Структура такої СППР наведена на рис. 1.7.

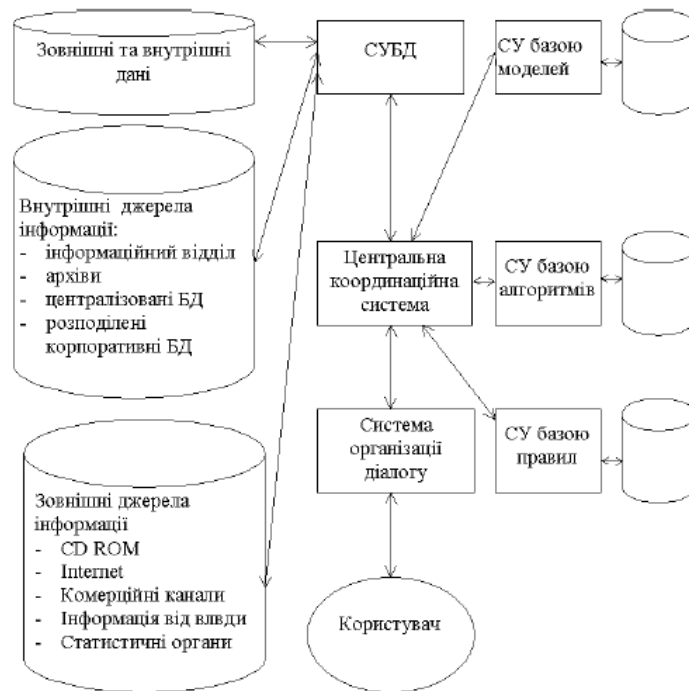


Рис. 1.8 Узагальнена архітектура гібридної СППР

Очевидно, що такі системи є функціонально універсальнішими і дають більше можливостей з точки зору запитів і отримуваних результатів. При цьому СППР може сама приймати рішення про те, який метод обробки знань вибирати.

1.4. Аналіз популярності сучасних мов програмування

На сьогоднішній день існує багато прикладних середовищ програмування. Усі вони мають різні інтерфейси, орієнтовані на різні мови програмування, мають різні набори можливостей. Всі вони мають як і плюси, так і мінуси.

Одним з найпопулярніших середовищ програмування сьогодні є оболонка Visual Studio, розроблена корпорацією Microsoft. Вона має широкий спектр можливостей, дозволяє створювати додатки для Windows, Android та Linux мовами програмування C, C++, C#, F#, JavaScript, Visual Basic та Python.



Рис. 1.9. Рейтинг популярності мов програмування 2024 рік

IntelliJ IDEA – середовище розробки, яке розробляється компанією JetBrains та орієнтоване на роботу з мовами програмування Java та Kotlin. Kotlin - це мова програмування, яка появилася відносно недавно та працює на віртуальній машині Java. Середовище IntelliJ IDEA дозволяє створювати додатки для багатьох операційних систем: Windows, Linux, MacOS та Android. Остання є найбільш популярною, оскільки IDEA має вбудовані інструменти для розробки додатків Android.

PyCharm - ще одне середовище від компанії JetBrains для розробки мовою програмування Python. Дана оболонка підтримує розробку звичайних додатків, web-додатків та проведення дослідень.

Eclipse – середовище розробки, розроблене Eclipse Foundation, яке в першу чергу орієнтоване на Java-розробників, але також вміє працювати із Javascript, Rust, Php, C, та C++. Перевагою цієї оболонки є легкість та невимогливість до системи.

Code::Blocks – безкоштовне середовище програмування з відкритим вихідним кодом для розробки мовами програмування C, C++ та Fortran. Перевагою цієї оболонки також є невимогливість до системи.

Отже, на сьогоднішній день існує дуже багато різноманітних засобів розробки програмного забезпечення, всі вони мають різні можливості та дозволяють працювати з різними мовами програмування.

РОЗДІЛ 2

ПОСТАНОВКА ЗАДАЧІ РЕАЛІЗАЦІЇ СИСТЕМИ ПІДТРИМКИ ПРИЙНЯТТЯ РІШЕНЬ

2.1. Тенденції розвитку ІТ-проектів в агробізнесі України

Кожна прогресивна країна світу (а яка має статус аграрної – і поготів) запроваджує у сільському господарстві так званий принцип «точного землеробства», тобто, управління кожним квадратним метром землі. Обробіток поля, посів, внесення добрив, боротьба із бур'янами та шкідниками – все це відбувається автоматично, заощаджується кількість посівного матеріалу, добрив, засобів захисту рослин тощо. Передумови комп'ютеризації, яку переживає аграрний сектор, аналогічні іншим рынкам: оптимізація затрат фінансів та часу, підвищення точності розрахунків та планування. Крім того, почали з'являтися програмні комплекси та устаткування для високої швидкості впровадження новацій. Аграрії пізніше за всіх розпочали, але наздоганяють фінансову, промислову та інші галузі економіки [14]. То ж які ІТ-сервіси сьогодні пропонують в Україні?

AgriChain – це багатомодульна платформа, яка об'єднує рішення для автоматизації бізнес-процесів та ефективного управління всіма напрямками діяльності агропідприємства: управління земельним банком, виробництвом, моніторингом посівів, управління складом, закупівлями і поставками ТМЦ, контроль роботи техніки і ремонтів, логістики ТМЦ і готової продукції.

Agri Chain вирішує завдання: 1) аудит та управління земельним банком; 2) моніторинг стану посівів; 3) погода, вологість та хімічний аналіз ґрунту; 4) сезонне планування та бюджетування операцій; 5) оперативний облік та планування робіт; 6) ремонти техніки та транспорту; 7) складські операції; 8) формування первинної документації; 9) відображення операцій в 1С; 10) конструктор бізнес-процесів та звітів.



Рис. 2.1. Система AgriChain та структура ІТ-рішень [14]

Компанія **Soft-Farm** створює – комплексне ІТ-рішення для агровиробників. Об'єднаємо дані з інших систем у єдиний формат та створимо прозору аналітичну систему сільгоспдіяльності для прийняття зважених управлінських рішень [19].



Рис. 2.2. ІТ-інструменти Soft-Farm

Сфери діяльності: 1) супутниковий моніторинг; 2) техніка точного висіву та диференційованого внесення; 3) Big Data; 4) автоматизація управлінського обліку; 5) датчики для сільського господарства; 6) агроІТ.

Hummingbird Technologies — компанія надає аналітичну інформацію, засновану на даних дистанційного зондування. Обробка даних здійснюється із застосуванням штучного інтелекту і запатентованих алгоритмів обробки зображень. Фірмова експертиза дозволяє нашим клієнтам досягти: підвищення врожайності, оптимізації внесення добрив і систем захисту рослин, більш успішному веденню сільського господарства і прийняття обміркованих рішень на ранніх етапах [21].



Рис. 2.3. Дистанційне зондування в ІТ-послугах Hummingbird Technologies

Сфери діяльності компанії Hummingbird Technologies: 1) БПЛА; 2) супутниковий моніторинг; 3) техніка точного висіву та диференційованого внесення; 4) Big Data. Просування такої діяльності да змогу забезпечувати наступні послуги: 1) оцінення сходів; 2) виявлення бур'янів; 3) планування та корегування норм внесення регуляторів росту рослин, азоту та гербіцидів тощо; 4) картографування ризиків; 5) планування осушувальних робіт.

SAS – сучасні технології для аграрних підприємств, що перетворюють підприємство в сучасний технологічний бізнес. Зокрема забезпечуються такі моніторингові ресурси: 1) структура посівних площ; 2) моніторинг

полів; 3) інформація про поле; 4) журнал агронома; 5) прогноз врожайності; 6) облік земельного банку; 7) пересування техніки; 8) контроль пального; 9) сповіщення про порушення; 10) додаткове обладнання; 11) статус робіт.

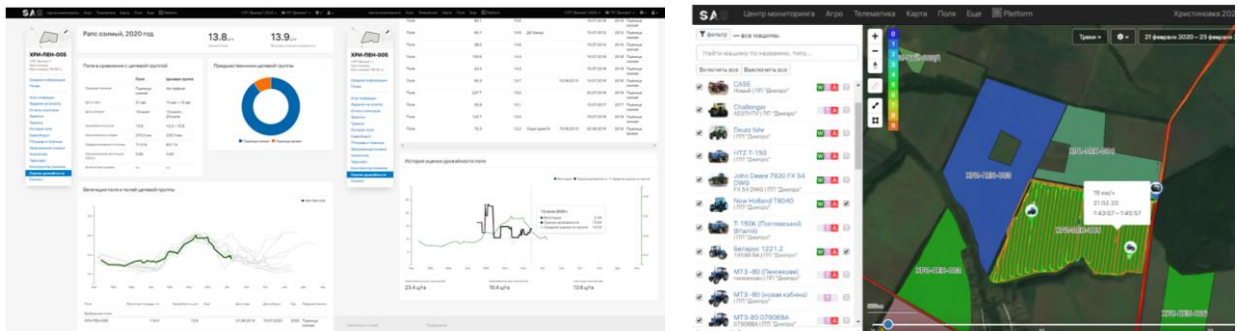


Рис. 2.4. SAS-технології для аграрних підприємств

Сфери діяльності: 1) БПЛА; 2) супутниковий моніторинг; 3) аналіз ґрунту; 4) датчики для сільського господарства; 5) агро-консалтинг; 6) агроІТ. Послуги які надає ІТ-сервіс: 1) автоматизація бізнесу; 2) інтеграція програмних продуктів; 3) послуги агро-консалтингу.

DroneUA – це найбільший системний інтегратор безпілотних рішень в Україні. У структурі компанії функціонують власні інженерні та виробничі підрозділи, відкритий центр з обробки даних. DroneUA виступає імпортером і дистриб'ютором найбільш популярних торгових марок в світі дронів.

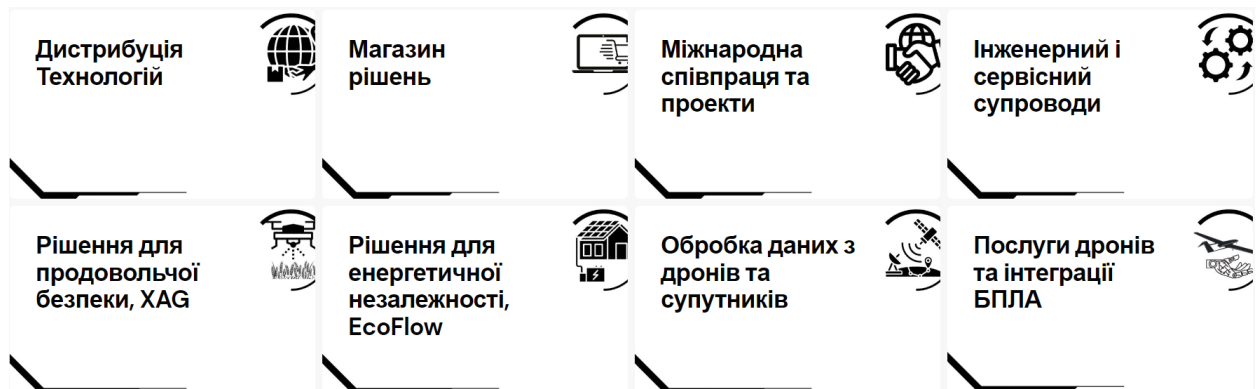


Рис. 2.5. Система ІТ-послуг DroneUA

Сфери діяльності: 1) БПЛА; 2) супутниковий моніторинг; 3) Big Data; 4) АгроІТ. Послуги які надає ІТ-сервіс – безпілотні технології і комплекси

рішень для точного землеробства.

2.2. Стратегії розвитку систем підтримки прийняття рішень

Загальні стратегії, які використовують СППР для прийняття рішень [12, 18]: 1) оптимізаційна; 2) перша прийнятна; 3) стратегія аспектного виключення; 4) інкрементна; 5) змішане сканування (перегляд); 6) аналітико-ієрархічний підхід.

Оптимізаційна стратегія передбачає використання математичних моделей і критерію оптимізації в явному вигляді. Особа, що приймає рішення, обирає ту альтернативу, яка є найкращою за деякого критерію: 1) оптимізація функції вигідності при різних варіантах розподілу ресурсів на споживання та розвиток виробництва; 2) оптимальне управління інфляцією шляхом регулювання грошової маси в обігу (оптимум грошової маси); 3) оптимальний вибір місця для розміщення складів постачання мережі магазинів (мінімізація витрат на перевезення); 4) оптимальне управління процесом трансформування власності.

Вибір першої прийнятної стратегії. В даному випадку приймають першу стратегію, яка дає суттєве покращення у порівнянні з існуючою ситуацією, або покращення за деяким нескладним критерієм. Ідея полягає в тому, щоб знайти будь-яку голку в копиці сіна, а не в тому щоб знайти саму гостру голку.

Альтернативи порівнюють (та відхиляють) у відповідності із визначеним правилом. Наприклад, якщо приймається рішення стосовно зміни місця роботи, то можуть бути такі прості критерії:

- неприйнятна відстань до місця роботи;
- неприйнятний час, необхідний для того щоб дістатися до місця.

Стратегія аспектного виключення. За цією стратегією кількість альтернативних варіантів рішень скорочують за рахунок їх виключення за деяким одним аспектом, потім виключають за другим аспектом і т.д.

Наприклад, при розміщенні нових підприємств на території України необхідно враховувати: 1) наявність трудових] ресурсів (кваліфікованих та некваліфікованих); 2) потреби в сировині та водопостачанні; 3) вплив підприємства на навколишнє середовище; 4) розв'язання проблеми транспортування і збуту готової продукції.

Інкрементна стратегія. Ця стратегія полягає у тому, що ОПР послідовно порівнює альтернативні шляхи розв'язання задачі по відношенню до поточної ситуації.

Задача прийняття рішення полягає у тому, щоб виключити знайдені поточні недоліки функціонування підприємства, установи і т.д. При цьому кожне нове рішення в більшій мірі є реакцією на попереднє.

Стратегія змішаного сканування (перегляду). Перегляд відноситься до збору, обробки, оцінювання та порівняльного аналізу інформації, яка відноситься до поставленої задачі. Спочатку збирають список можливих альтернатив і в результаті їх прискореного аналізу виключають ті, що явно не підходять. Ті, що залишились розглядають докладно та знову виключають неприйнятні за простими зрозумілими критеріями. І так до тих пір, поки не залишиться одна альтернатива.

Аналітико-ієрархічна стратегія полягає у декомпозиції загальної цілі рішення, що приймається, в ієрархічну структуру критеріїв, підкритеріїв та альтернатив. В результаті отримують матрицю результатів порівняння підкритеріїв. Для кожної матриці попарних порівнянь математичними методами отримують шкалу відносних значень, що виражені через пріоритетні одиниці. Аналітико-ієрархічна стратегія надає можливість включити в критерії, що розглядаються, якісні критерії.

2.3. Вимоги предметної галузі до системи підтримки прийняття рішень

Аналіз предметної галузі збирання врожаю цукрових буряків переконує в тому, що СГП зацікавлені починати технологічні процеси (ТП) збирання врожаю цукрових буряків (ЗЦБ) у пізні календарні терміни за яких середня маса (m) коренеплодів цукрових буряків є максимальною – $m \rightarrow max$, а також збирати врожай цієї культури за якомога коротший термін. Однак, зміщення $\tau_{пз}$ у пізні календарні терміни підвищує вірогідність запізнення із збиранням, ураження коренеплодів заморозками, а відтак зниження ефективності ТП. З іншого боку, скорочення тривалості ($t_{зб}$) збирання коренеплодів потребує потужного парку комбайнів та призводить до значних експлуатаційних витрат [9]. Для вирішення цього завдання необхідно узгоджувати $\tau_{пз}$ ТП ЗЦБ та обсяг виробничої площі цукрових буряків із параметрами їх технічного забезпечення.

Для забезпеченні відповідності між фактичною тривалістю ($t_{зб}$) ТП ЗЦБ та природно дозволеним фондом часу ($t_{пд}$) за якого цей ТП виконуватиметься вчасно необхідно врахувати сукупний вплив ймовірнісних складових. До цих ймовірнісних складових відносимо тривалість погожих ($t_{пг}$) та непогожих ($t_{нп}$) проміжків, час виникнення заморозків (τ^5), що уражають коренеплоди, час завершення ($\tau_{ф}^3$) фізичної стиглості, добовий природно дозволений фонд часу ($t_{пд,д}$) на роботу бурякозбиральних комбайнів, поточну врожайність коренеплодів ($U_{п}$) та керованих складових – часу початку збирання ($\tau_{пз}$) коренеплодів, площа збирання (S) культури і годинна продуктивність ($W_{год}$) комбайна на своєчасність ТП ЗЦБ, що дасть змогу забезпечити мінімальні обсяги біологічних ($Q_б$) та технологічних ($Q_{т}$) втрат. Зазначені некеровані складові відображають вплив агрометеорологічної та біологічно-предметної складових на своєчасність та функціональні показники ефективності цих ТП. Зокрема, за незмінної $t_{зб}$ (коли $S = const$ і $W_{год} = const$) та різного часу початку

$\tau_{пз}$ ($\tau_{пз} = var$) ТП ЗЦБ функціональні показники ефективності їх виконання формуватимуться по різному (рис. 2.6):

$$\begin{aligned} \tau_{пз1} &< \tau_{пз2} < \tau_{пз3}; \\ t_{зб1} &= t_{зб2} = t_{зб3}; \\ m_1 &< m_2 < m_3; \\ Q_{б1} &> Q_{б2} > Q_{б3}; \\ Q_{т1} &< Q_{т2} < Q_{т3}. \end{aligned} \quad (2.1)$$

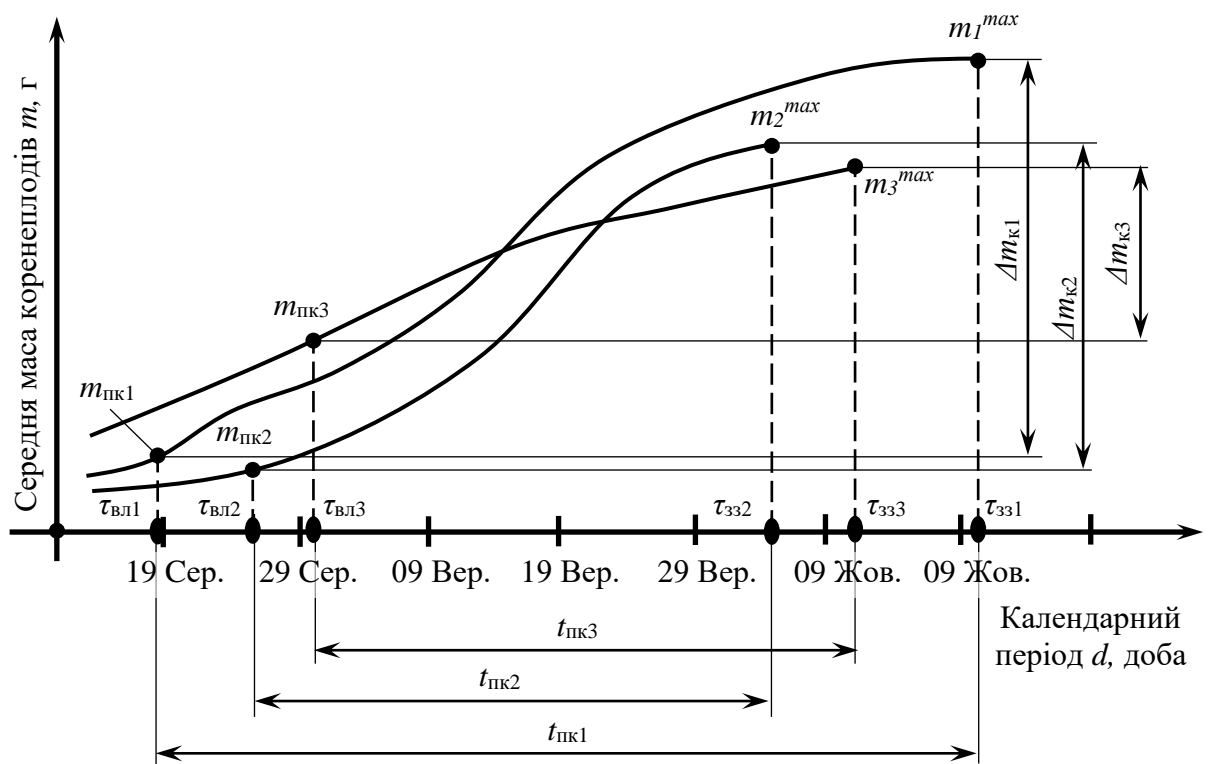


Рис. 2.6. Календарні терміни приросту маси коренеплідів цукрових буряків: m^{max} – максимальна маса коренеплідів

Аналогічно, за незмінного $\tau_{пз}$ ($\tau_{пз} = const$) та різної тривалості $t_{зб}$ (за $S = var$ або $W_{год} = var$) виникатимуть різні функціональні показники ефективності ТП ЗЦБ (рис. 2.8):

$$\begin{aligned} \tau_{пз1} &= \tau_{пз2} = \tau_{пз3}; \\ t_{зб1} &< t_{зб2} < t_{зб3}; \\ m_1 &< m_2 < m_3; \\ Q_{б1} &> Q_{б2} > Q_{б3}; \\ Q_{т1} &< Q_{т2} < Q_{т3}. \end{aligned} \quad (2.2)$$

Відповідно до рис. 2.6 та рис. 2.7, обсяг технологічних втрат Q_T відображає обсяг втраченого врожаю коренеплодів внаслідок невиконання ТП ЗЦБ до моменту настання заморозків нижче -5°C (τ^3), або до завершення фізичної стиглості (τ_ϕ^3) ґрунту в осінній період:

$$Q_T = f(S, W_{\text{доб}}, t_{\text{пл}}, U_{\text{цб}}), \quad (2.3)$$

де $W_{\text{доб}}$ – добова продуктивність технічного забезпечення ТП, га/добу;
 $U_{\text{цб}}$ – середня урожайність цукрових буряків, ц/га.

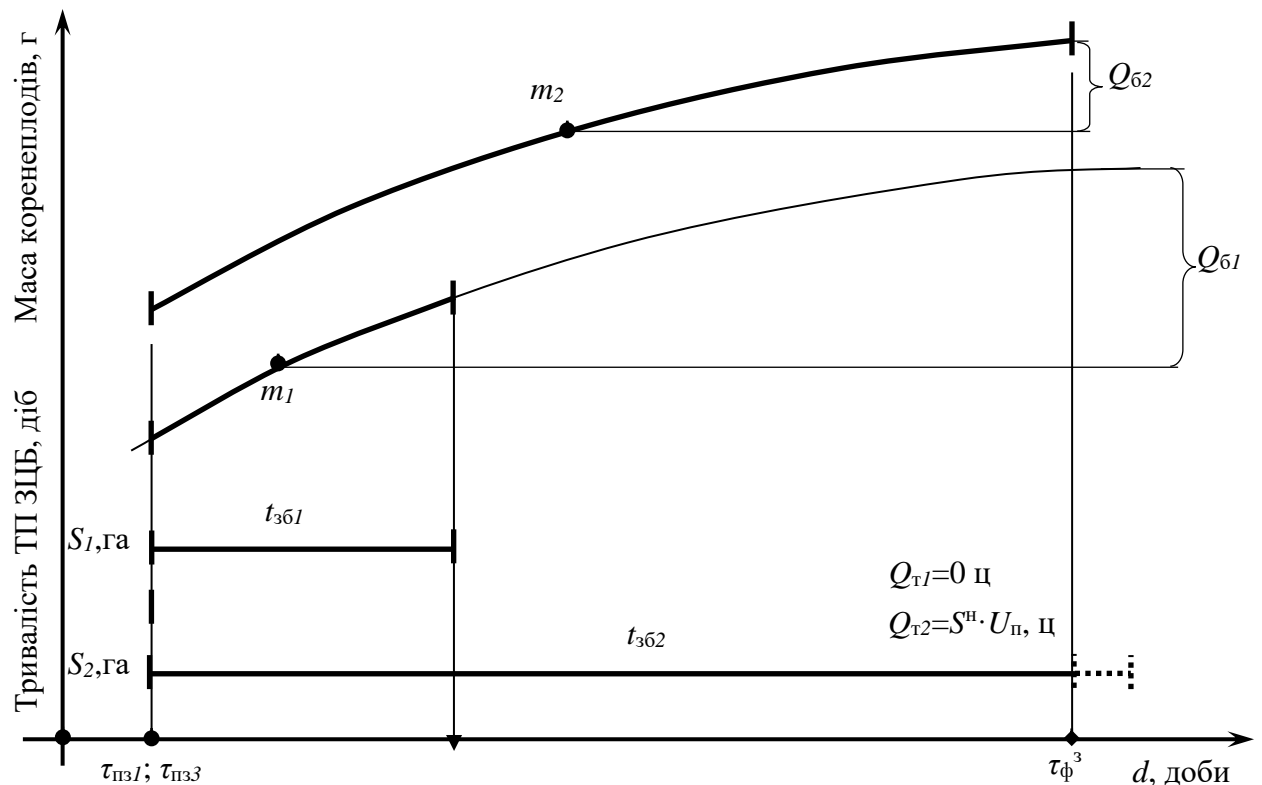


Рис. 2.7. Вплив тривалості ТП ЗЦБ на обсяги біологічних та технологічних втрат врожаю коренеплодів

Обсяг біологічних втрат Q_b , як уже зазначалося, відображає обсяг втрат потенційного врожаю через збирання коренеплодів у яких ще відбувається приріст маси:

$$Q_b = f(S, W_{\text{доб}}, U_{\text{нд}}, U^{\text{max}}), \quad (2.4)$$

де U^{max} – максимальна урожайність коренеплодів в межах окремого сезону виконання ТП, ц/га.

Узагальнюючи ці положення з позиції загальної теорії систем [9] та розгляду ТП ЗЦБ як елементарної замкнутої системи приходимо до висновку, що задача аналізу зводиться до встановлення залежності показників ефективності (E) від керованих складованих:

$$E = f(\tau_{пз}, S, П_к), \quad (2.5)$$

Задача синтезу ж зводиться до визначення оптимальних параметрів елементарної системи, за яких $\{E\}$ сягатимуть екстремуму своїх значень – $\{\tau_{пз}, S, П_к\} \rightarrow opt$, за умови $\{\tau_{пз}\}, \{S\} = var, П_к = const$ та $E \rightarrow extr$.

Виконання комп'ютерного моделювання та встановлення закономірностей зміни $Q_б$ та $Q_т$ за різних $\tau_{пз}$, S і $W_{доб}$ дає змогу знайти поєднання таких їх значень за яких використання технічного забезпечення ТП ЗЦБ, із заданими параметрами, дасть змогу досягнути мінімальне значення критерію ефективності – B , грн/га.

2.4. Вибір мови програмування

Microsoft Visual Studio — Серія продуктів фірми Майкрософт, які включають інтегроване середовище розробки програмного забезпечення та низку інших інструментальних засобів. Ці продукти дозволяють розробляти як консольні програми, так і програми з графічним інтерфейсом, в тому числі з підтримкою технології Windows Forms, а також веб-сайти, веб-застосунки, веб-служби як в рідному, так і в керованому кодах для всіх платформ, що підтримуються Microsoft Windows, Windows Mobile, Windows Phone, Windows CE, .NET Framework, .NET Compact Framework та Microsoft Silverlight.

Visual Studio включає один або декілька з наступних компонентів:

- Visual Basic .NET, а до його появи — Visual Basic
- Visual C++
- Visual C#

- Visual F# (входить до складу Visual Studio 2010);
- Visual Studio Debugger

Багато варіантів постачання також включають:

- Microsoft SQL Server або
- MSDE Visual Source Safe — файл-серверна система управління

версіями

У минулому, до складу Visual Studio також входили продукти:

- Visual InterDev
- Visual J++
- Visual J#
- Visual FoxPro
- Visual Source Safe – файл-серверна система управління версіями.

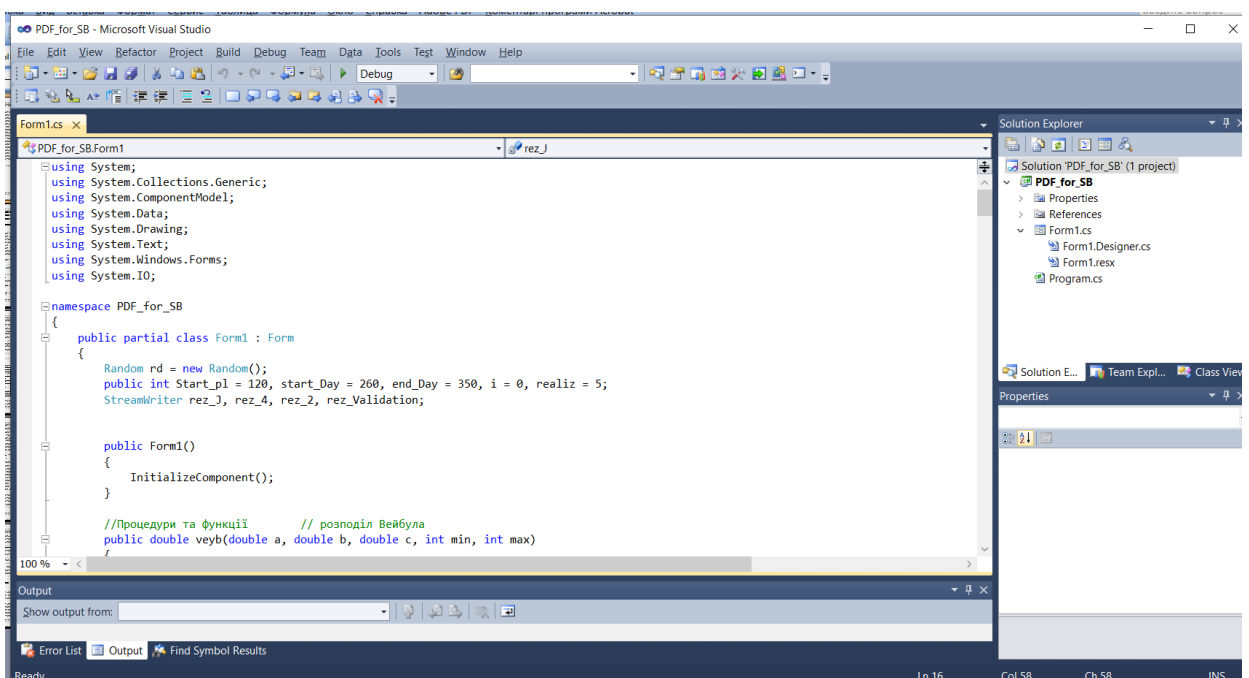


Рис. 2.3. Робоче вікно Microsoft Visual Studio

Для побудови програми у Visual Studio широко використовують засоби, які надає система. Є дві частини побудови: перша – проектування інтерфейсу з використанням стандартних елементів (компонент) та маніпулювання їхніми розмірами й розташуванням; друга – написання фрагментів програмного коду для виконання завдання. Visual Studio

самостійно записує деякі частини програми без зовнішнього втручання, розробникові треба кодувати лише суто свою задачу. Крім того, Visual Studio формує для майбутньої програми потрібну інформацію в файлах. На всіх етапах розробки програми можна бачити її інтерфейс, перевіряти програму шляхом виконання, змінювати властивості компонент, на яких побудована програма, вилучати чи додавати візуальні компоненти.

На початку роботи з системою Visual Studio доцільно виконати її мінімальне налаштування.

По-перше, треба підготувати папку (каталог), де будуть зберігатися всі файли майбутньої програми. Це ліпше робити до запуску Visual Studio.

Нову папку створити за звичайними правилами операційної системи Windows. Наприклад, запустити інструмент Мій комп'ютер (MyComputer), розташований на робочому столі системи, відшукати потрібний диск та вже наявну папку, відкрити її, після чого через меню вибрати команди Файл→Створити→Папка. Ввівши з клавіатури потрібне ім'я папки та натиснути на клавішу Enter, матимемо готову порожню папку.

Свою папку можна створити і пізніше, під час побудови програми. У разі першого запам'ятовування відшукати у стандартному вікні запам'ятовування файлів потрібні диск та папку і за допомогою кнопки вікна Створення нової папки так само, як і в попередньому випадку, ввести з клавіатури ім'я папки.

Подруге, потрібно вибрати і налаштувати деякі важливі параметри Visual Studio, які постійно впливають на подальшу роботу. Вище зазначено, що в меню треба послідовно вибрати пункти Tools→EnvironmentOptions...→закладку Preferences і за допомогою мишки поставити позначку в поля Showcompiler та Minimizeonrun. Таку ж позначку потрібно поставити в полі Breakonexception.

РОЗДІЛ 3

ПРОЕКТУВАННЯ ІНФОРМАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНОЇ СИСТЕМИ

3.1. Методика відображення імітаційною моделлю процесів збирання врожаю

Відображення ТП ЗЦБ в імітаційній моделі та розроблення програмного додатку моделі дає змогу врахувати вплив агрометеорологічних умов та процеси досягання врожаю культури в розрізі певного календарного періоду. Методика відображення моделлю впливу цих природно процесів ґрунтується на загальновідомому підході генерування потоку вимог [9] на виконання відповідних технологічних операцій та його обслуговування заданим технічним оснащенням ТП ЗЦБ.

Зокрема, відображення ТП ЗЦБ передбачає відтворення часових характеристик настання базових та наслідкових подій на календарній осі часу, приріст маси коренеплодів та врожаю культури загалом, роботу бурякозбиральних комбайнів на заданих обсягах площ та втрати врожаю через невідповідність часу початку і тривалості ТП природно зумовленому фондові часу на їх виконання. Це здійснюється завдяки відомим статистичним закономірностям (табл. 3.1) [9], які відображають часові характеристики настання агрометеорологічно та біологічно зумовлених подій ТП ЗЦ.

Для того, щоб сформувавши у чисельному виразі календарну вісь на якій зазначено базові події виконували генерування псевдовипадкових величин в кожній із N_p ітерацій статистичної імітаційної моделі. Зокрема, для генерування цих імовірнісних подій у статистичній імітаційній моделі використано стандартний для програмного середовища MS Visual Studio 2010 C# [] генератор псевдовипадкових величин від 0 до 1 та оберненої функції відповідних теоретичних розподілів:

$$- \text{Вейбулла-Гніденка: } x = c + a \cdot \exp \left[\left(\frac{1}{b} \right) \cdot (\ln(-\ln(\text{rnd}))) \right], \quad (3.1)$$

- нормального закону:

$$x = \sqrt{-2 \cdot \ln(\text{rnd}) \cdot \sin(2 \cdot \pi \cdot \text{rnd})} \cdot \sigma[x] + \bar{M}[x], \quad (3.2)$$

де a, b, c – відповідно параметри мірила, форми та зміщення теоретичного розподілу випадкової величини x ; rnd – рівномірно розподілені на інтервалі $0, \dots, 1$ псевдовипадкові числа; $\sigma[x], \bar{M}[x]$ – відповідно середньоквадратичне відхилення та математичне сподівання випадкової величини x .

Таблиця 3.1. Статистичні закономірності природно зумовлених подій у ТП ЗЦБ (умови Вол.-Волинського р-ну Волинської обл.) [9]

№ п/п	Назва показника	Диференціальна функція та рівняння закономірності
1	Розподіл тривалості погожих ($t_{\text{пн}}$) проміжків осіннього періоду (Вейбулла)	$f(t_{\text{пн}}) = 0,23 \cdot \left(\frac{t_{\text{пн}} - 1}{5,665} \right)^{0,148} \cdot \exp \left[- \left(\frac{t_{\text{пн}} - 1}{5,665} \right)^{1,148} \right]$
2	Розподіл тривалості не погожих ($t_{\text{нп}}$) проміжків осіннього періоду (Вейбулла)	$f(t_{\text{нп}}) = 0,427 \cdot \left(\frac{t_{\text{нп}} - 1}{2,531} \right)^{0,08} \cdot \exp \left[- \left(\frac{t_{\text{нп}} - 1}{2,531} \right)^{1,08} \right]$
3	Розподіл часу початку (τ^{-5}) заморозків (Вейбулла)	$f(\tau^{-5}) = 0,06 \cdot \left(\frac{\tau^{-5} - 286}{33,796} \right)^{1,033} \cdot \exp \left[- \left(\frac{\tau^{-5} - 286}{33,796} \right)^{2,033} \right]$
4	Розподіл часу завершення (τ_{ϕ}^3) фізичної стиглості ґрунту (Нормальний)	$f(\tau_{\phi}^3) = 0,024 \cdot \exp \left[- \frac{(\tau_{\phi}^3 - 319,452)^2}{539,002} \right]$

Відповідно до сформованої календарної осі часу та зафіксованих на ній базових подій (рис. 3.1, а) наступними відображалися початкова маса коренеплодів $m_{\text{пк}}$ та їх приріст $\Delta m_{\text{к}}$ в розрізі осіннього періоду. Це дає змогу визначати поточну врожайність $U_{\text{п}}$ коренеплодів та виконати моделювання роботи бурякозбиральних комбайнів на площі S [7, 11].

Початкові дані формувалися для перевалочної технології збирання коренеплодів: 1) площу цукрових буряків S , на якій необхідно виконати ТП; 2) тип та технічні характеристики бурякозбирального комбайна; 3) кількість операторів (трактористів та комбайнерів).

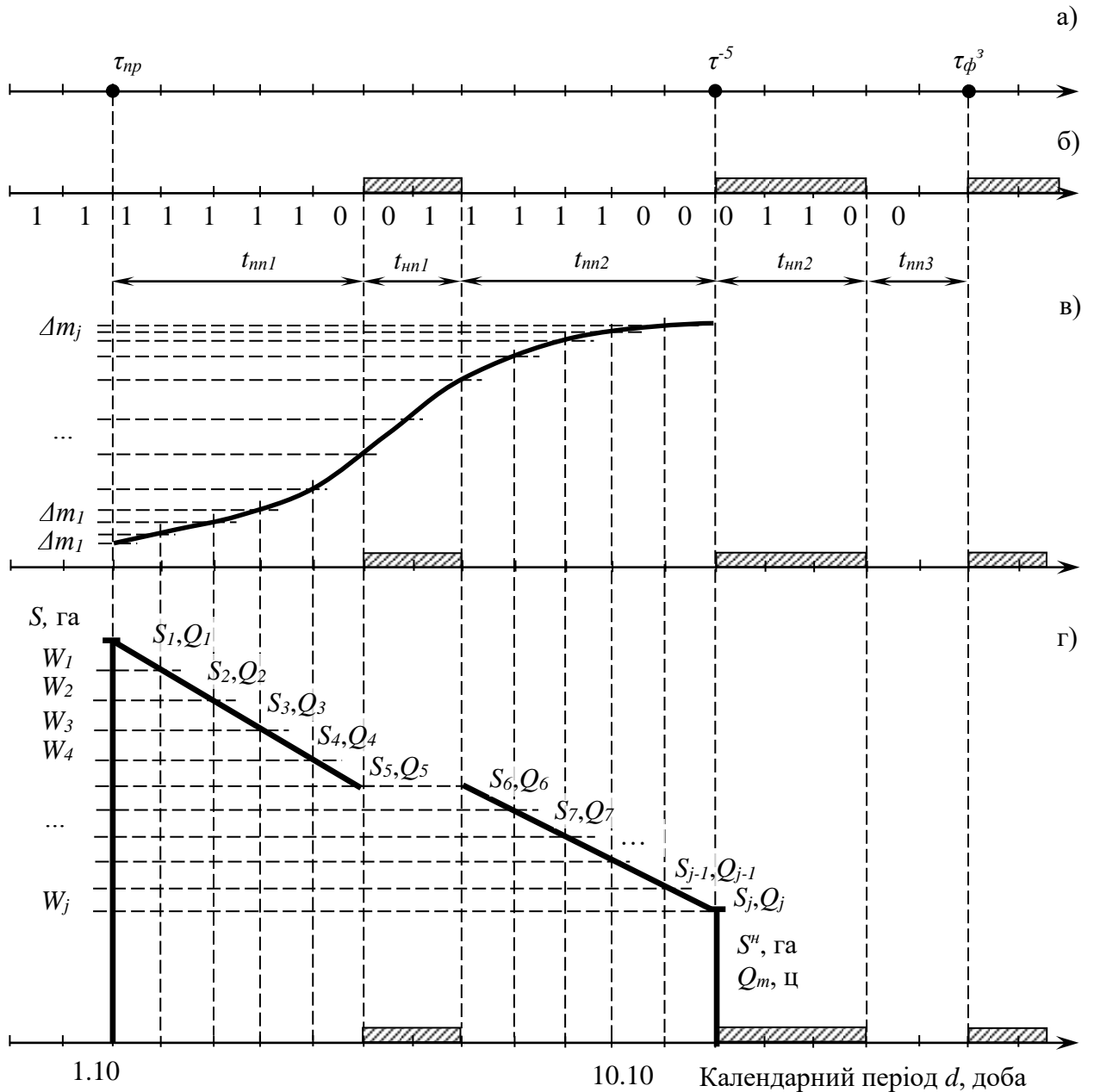


Рис. 3.1. Графічна інтерпретація методу відображення процесів збирання врожаю буряків: а) календарні терміни початку та завершення робіт; б) погожі та непогожі проміжки; в) календарний приріст маси коренеплодів цукрових буряків; г) перебіг робіт у проектах; S_j – площа культури, що зібрана в j -у добу, га; $Q_{\phi j}$ – обсяг врожаю цукрових буряків, що зібраний в j -у добу, ц; S^n – площа, на якій врожай культур уражено заморозками, га; Q_m – обсяг технологічних втрат врожаю цукрових буряків, ц.

Відображення у статистичній імітаційній моделі процесу обслуговування потоку замовлень на збирання врожаю коренеплодів відбувається із моменту настання відповідної події – часу початку $\tau_{пз}$ ТП. Зокрема, обсяг площі яку зібрано комбайном в j -ту добу відповідає його добовій продуктивності – $S_j = W_{добр}^j$, тоді площа, яка залишилася незібраною на кінець j -ї доби визначалась:

$$S_j^H = S_{j-1}^H - W_{добр}^j, \quad (3.3)$$

де S_{j-1}^H – площа, яка залишилась незібраною в попередню $j-1$ добу, га.

Незібрана площа S_j^H залишається на наступну $j+1$ добу і т.д. У разі виникнення непогожих проміжків ТП ЗЦБ призупиняють, тоді $S_j^H = S_{j-1}^H$. Аналогічні кроки в імітаційній моделі виконують до моменту збирання усєї площі цукрових буряків – $S = 0$ га.

Методика визначення продуктивності ($W_{добр}$) бурякозбиральних комбайнів відома. Зокрема, моделювання ТП ЗЦБ у кваліфікаційній роботі виконано для технічного забезпечення (одиночного комплексу машин), який сформовано із комбайна ([дод. Е.1](#)), що обслуговується відповідним тракторним причепом-перевантажувачем ([дод. Е.2](#)).

Визначення добової продуктивності ($W_{добр}$) бурякозбирального комбайна у статистичній імітаційній моделі ТП ЗЦБ виконували із врахуванням поточної врожайності ($U_{п}$) культури, типу полів [7] та природно зумовленого добового фонду часу $t_{пдд}$ на виконання цих ТП:

$$W_{добр} = W_{год} \cdot t_{пдд}. \quad (3.4)$$

Зокрема, годинну продуктивність $W_{год}$ бурякозбирального комбайна визначали із врахуванням приросту поточної врожайності $U_{п}$ коренеплодів цукрових буряків для тої чи іншої d -ї календарної доби осіннього періоду (рис. 3.2).

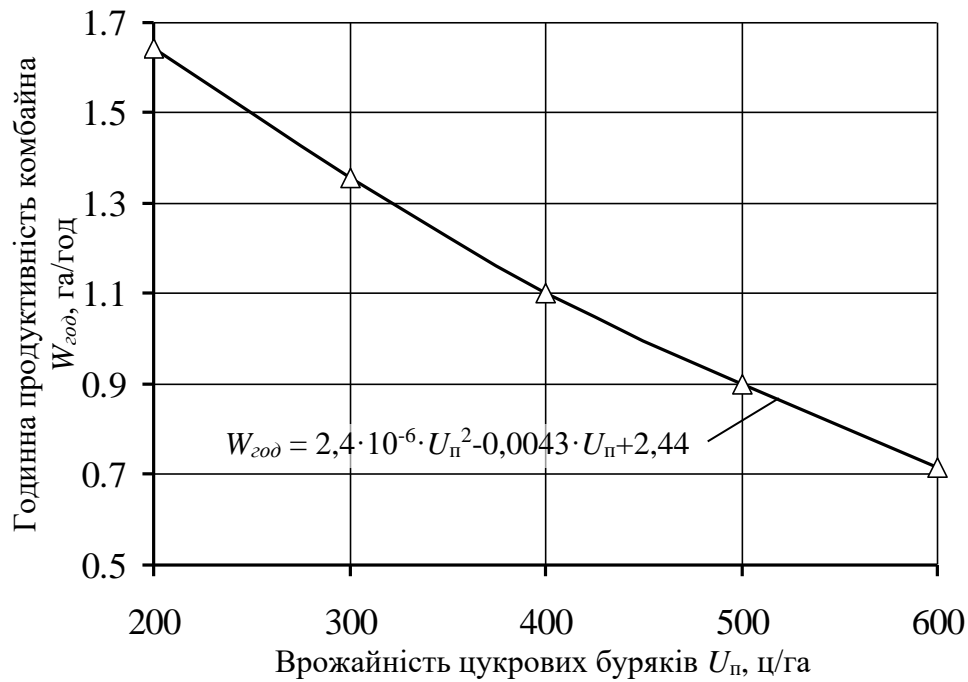


Рис. 3.2. Залежність годинної продуктивності бурякозбирального комбайна СКС-624 «Палессе BS624-1» від врожайності цукрових буряків

Для визначення обсягів біологічних (Q_b) та технологічних втрат (Q_t) коренеплодів використано відому методику [9]. Зокрема, обсяг технологічних втрат у ТП ЗЦБ оцінюють відповідно до незібраної площі культури – S^H :

$$Q_t = U_p \cdot S^H, \quad (3.5)$$

де U_p – поточна урожайність коренеплодів цукрових буряків на момент виникнення S^H , ц/га.

Для визначення Q_b та Q_t , а також їх закономірностей зміни за різного $\tau_{пз}$ ТП ЗЦБ та S необхідно виконати комп'ютерне моделювання із відповідною статистичною імітаційною моделлю. Комп'ютерне моделювання включало підготовчі етапи, аналіз та математичне опрацювання результатів моделювання: 1) сформулювати початкові дані та статистичні закономірності для відображення базових подій в імітаційній моделі; 2) розробити блок-схему алгоритму статистичної імітаційної моделі та її програмний код для ПК; 3) виконати попереднє моделювання ТП, валідацію моделі та перевірку її адекватності; 4) встановити мінімально потрібну кількість ітерацій моделі

для відтворення впливу імовірнісних чинників ТП ЗЦБ; 5) виконати комп'ютерні експерименти із цією статистичною імітаційною моделлю; 6) опрацювати результати, встановити закономірності зміни функціональних показників ефективності та їх статистичні характеристики.

3.2. Методика вартісного оцінення витрат на виконання робіт

Узгодження часу початку збирання, виробничої площі та технічного забезпечення (бурякозбиральних комбайнів) ТП ЗЦБ здійснюється на підставі вартісного критерію ефективності (E) – мінімальних питомих сукупних витрат коштів (B) на виконання ТП ЗЦБ:

$$E = f(B) \rightarrow \min. \quad (2.6)$$

Мінімальні питомі сукупні витрати коштів (B) ТП визначають із відомої формули [9]:

$$B = B_{\text{тн}} + B_{\text{тл}}, \quad (2.7)$$

де $B_{\text{тн}}$ - питомі експлуатаційні витрати, грн/га; $B_{\text{тл}}$ - питомі технологічні втрати, грн/га.

Визначення $B_{\text{тн}}$ та $B_{\text{тл}}$ здійснюється на підставі відповідних початкових даних (див. [дод. Е](#) та [дод. Є](#)), а також обсягів технологічних втрат ($Q_{\text{т}}$).

Питомі експлуатаційні витрати ($B_{\text{тн}}$, грн./га) на виконання ТП визначають із формули:

$$B_{\text{тн}} = C_1 + C_2 + C_3 + C_4, \quad (2.8)$$

де C_1 – оплата праці оператора (комбайнера, тракториста), грн/га; C_2 – вартість паливно-мастильних матеріалів, грн/га; C_3 – відрахування на амортизацію технічного забезпечення, грн/га; C_4 – відрахування на поточний ремонт і то, грн/га.

Питомі технологічні втрати ($B_{\text{тл}}$, грн./га) коштів через підмороження коренеплодів визначимо із наступних формул:

$$B_{\text{гп}} = \frac{Q_m \cdot V_k}{S}, \quad (2.28)$$

$$Q_{\text{г}} = U_{nd} \cdot S^h, \quad (2.29)$$

де U_{nd} – поточна врожайність коренеплодів в d -у добу виникнення S^h , ц/га;
 V_k – ринкова вартість коренеплодів, грн/ц; S – виробнича площа цукрових буряків, га.

Встановлення цих показників дає змогу розробляти рекомендації щодо прийняття рішень стосовно термінів бурякозбиральних робіт, доцільності використання того чи іншого комбайна на відповідній площі із достиглим врожаєм.

3.3. Розробка алгоритму імітаційної моделі

З метою виконання вищеописаних етапів моделювання нами розроблено блок-схему алгоритму статистичної імітаційної моделі ТП ЗЦБ, який складається із 20 блоків (рис. 3.3). На підставі цього алгоритму створено комп'ютерну програму (див. [дод. А](#)) у середовищі MS Visual Studio 2010 C# [13], яка складається із 330 рядків та займає 380 кБ фізичної пам'яті.

Перший елемент блок-схеми алгоритму імітаційної моделі призначений для її запуску із завданням процедури резервування місця в оперативній пам'яті для змінних та масивів, означення констант, формування масивів та їх типів, змінних, а також компіляції стандартних і розроблених процедур та функцій. Цей блок також ініціює введення початкових даних і присвоєння кількісних значень відповідним змінним у пам'яті ПК.

Другий блок запускає зовнішній цикл із приросту виробничої площі (S) цукрових буряків для якої необхідно змоделювати ТП ЗЦБ. Приріст площі S відбувається із кроком 20 га в межах від 60 до 300 га. Для кожного значення S в моделі передбачено визначення оцінок статистичних характеристик

функціональних показників ефективності ТП. Це дає змогу побудувати їх залежності від виробничої площі цукрових буряків.

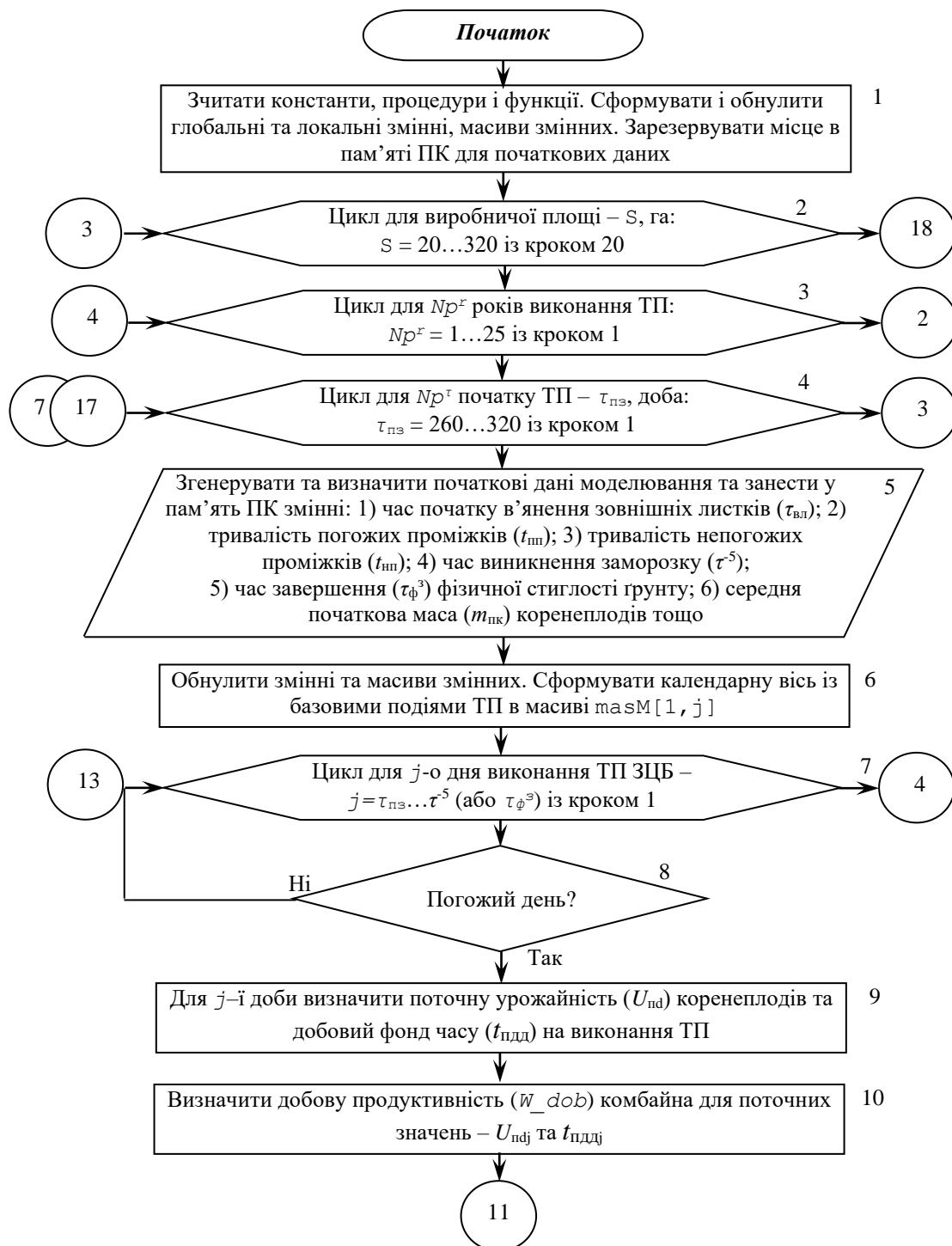


Рис. 3.3. Блок-схема алгоритму статистичної імітаційної моделі технологічних процесів збирання цукрових буряків

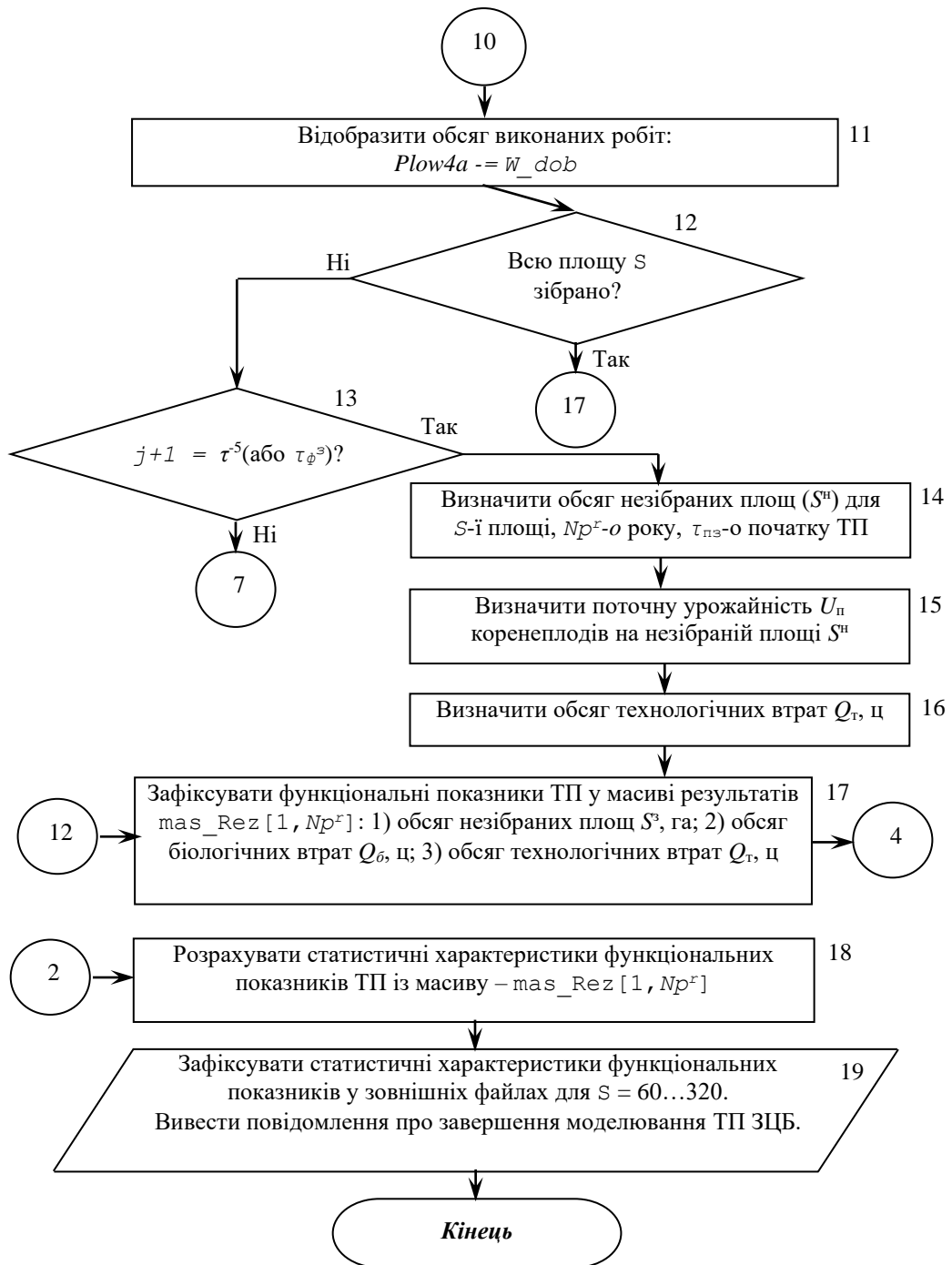


Рис. 3.3. Блок-схема алгоритму статистичної імітаційної моделі технологічних процесів збирання цукрових буряків (продовження)

Третій та четвертий блоки також запускають вкладені цикли для Np^r реалізацій моделі ТП ЗЦБ та Np^r варіантів часу початку $\tau_{пз}$ ТП ЗЦБ.

Блок 5 призначений для запуску внутрішніх процедур з генерування та визначення початкових даних моделювання, які заносять у пам'ять ПК та

викликають у наступних блоках.

Блок 6 призначений для обнулення масивів та змінних, що використовують у тілах циклів. Обнулення відповідних величин призначене для усунення можливих похибок між Np ітераціями. У цьому ж блоці формується масив $masM[1, j]$, який використовує процедури формування календарної осі із означеними в п. 2.3 базовими подіями ТП ЗЦБ.

Блок 7 запускає внутрішній цикл для виконання ТП впродовж кожної j -ї доби осіннього календарного періоду. Передбачено, що ТП ЗЦБ можуть виконуватися в таких часових рамках – $j = \tau_{пс} \dots \tau^{-5}$ (або τ_{ϕ}^s залежно від того яка подія настане швидше).

У блоці 8 виконується перевірка чи поточна j -а доба є погожою. Якщо "так" то компілятор переходить до 9 блоку. У разі коли умова не виконується ініціюється наступний крок циклу для наступної $j+1$ доби виконання відповідних ТП.

У блоці 9 для кожної j -ї доби визначають поточну урожайність (U_p) коренеплодів та добовий фонд часу ($t_{пдд}$) на виконання ТП (відповідно до методики описаної в п. 3.2).

Блок 10 призначений для визначення добової продуктивності (W_{dob}) комбайна відповідно до попередньо згенерованих значень – $U_{пj}$ та $t_{пддj}$. Це здійснюється завдяки генератору псевдовипадкових величин, що разом із оберненими функціями відповідних розподілів (див. табл. 3.4) дає змогу відобразити вплив природних складових (агrometeorологічної та біологічно-предметної) на W_{dob} і зафіксувати отримане значення в основному масиві статистичної імітаційної моделі – $masM[1, j]$.

У блоці 11 відображаються обсяги виконаних робіт в j -у добу – $Plow4a$ $:= W_{dob}$.

Блок 12 перевіряє умову, чи всю виробничу площу цукрових буряків зібрано? Якщо збирання площі S завершено то переходять до блоку 17 для запису функціональних показників ТП у масив результатів моделювання

$mas_Rez [1, Np^x]$. Якщо умова не виконується то компілятор переходить до наступного блоку 13.

У цьому блоці відбувається перевірка умови – " $j+1 = \tau^5$ (або τ_{ϕ^3})?" чи наступний день не відповідає календарному дню виникнення заморозків нижче -5°C , або дню завершення фізичної стиглості ґрунту після якого починається зимовий період. Якщо умова не виконується то компілятор переходить до блоку 7, який ініціює моделювання ТП ЗЦБ для наступного календарного дня. Коли умова блоку 13 виконується то компілятор послідовно виконує блоки 14, 15 та 16. В результаті цього у чисельному виразі визначаються функціональні показники ефективності – обсяг незібраних площ (S^H) для S -ї площі, Np^x -о року, $\tau_{пз}$ -о початку ТП, поточна урожайність $U_{п}$ коренеплодів на незібраній площі S^H та обсяг технологічних втрат Q_T .

Блок 17 призначений для запису функціональних показників ТП ЗЦБ масиві результатів $mas_Rez [1, Np^x]$: 1) обсяг незібраних площ S^3 , га; 2) обсяг біологічних втрат Q_b , ц; 3) обсяг технологічних втрат Q_T , ц. Виконання цього блоку є завершальним для циклу Np^x варіантів початку ТП, що зумовлює перехід до наступного Np^x і т.д. Коли буде виконано Np^x циклів для відповідних меж $\tau_{пз} = 260...320$ із кроком 1 то компілятор повернеться до блоку 3 і т.д.

Аналогічно для завершення циклів у блоках 3 та 2. Останній блок переводить компілятор до блоку 18 в якому запускаються процедури розрахунку статистичних характеристик функціональних показників ТП із масиву – $mas_Rez [1, Np^x]$.

Останнім виконується блок 19, яким фіксуються статистичні характеристики функціональних показників ефективності ТП ЗЦБ у зовнішніх файлах для $S = 60...320$ га. Наступним на екран монітору виводиться повідомлення про завершення моделювання.

РОЗДІЛ 4

ПРАКТИЧНЕ ВИКОРИСТАННЯ ІМІТАЦІЙНО-АНАЛІТИЧНОЇ СИСТЕМИ ЗБИРАННЯ ВРОЖАЮ

4.1. Результати імітаційного моделювання робіт

Використання розробленої статистичної імітаційної моделі ТП ЗЦБ здійснювалося за певною послідовністю, що лежить в основі розроблення рекомендацій у СППР для ефективного виконання робіт у технологічній системі. За допомогою моделі отримано множину функціональних показників ефективності ТП.

Багаторазова реалізація (ітерація) комп'ютерної програми та опрацювання результатів дали змогу побудувати закономірності зміни функціональних показників ТП ЗЦБ, що є підставою для узгодження часу їх початку, виробничої площі культури та параметрів технічного забезпечення. На цій підставі СППР реалізовує свої головні функції щодо інформаційного супроводу рішень під час управління проектами виробничих систем.

Для встановлення впливу часу початку $\tau_{пз}$ ТП ЗЦБ на відповідні функціональні показники ефективності імітаційне моделювання виконано для різних варіантів часу початку цих ТП (від 260 до 300 доби, тобто 18 вересня – 28 жовтня), виробничої площі цукрових буряків (в межах 60-300 га із кроком приросту 20 га) та технічного забезпечення (див. [дод. Е](#)).

Опрацювання результатів моделювання ТП ЗЦБ (для $Np=50$ ітерацій моделі) дало змогу встановити вплив $\tau_{пз}$ на закономірності зміни наступних показників: 1) ймовірності виникнення технологічних ($p[Q_T]$) втрат (рис. 4.1); 1) питомих обсягів технологічних втрат (Q_T) (рис. 4.2).

У кваліфікаційній роботі нами отримано закономірності для варіанту використання бурякозбирального комбайна – СКС-624 «Палессе BS624-1» [9] і агрегату тракторна із причепом-перевантажувачем –

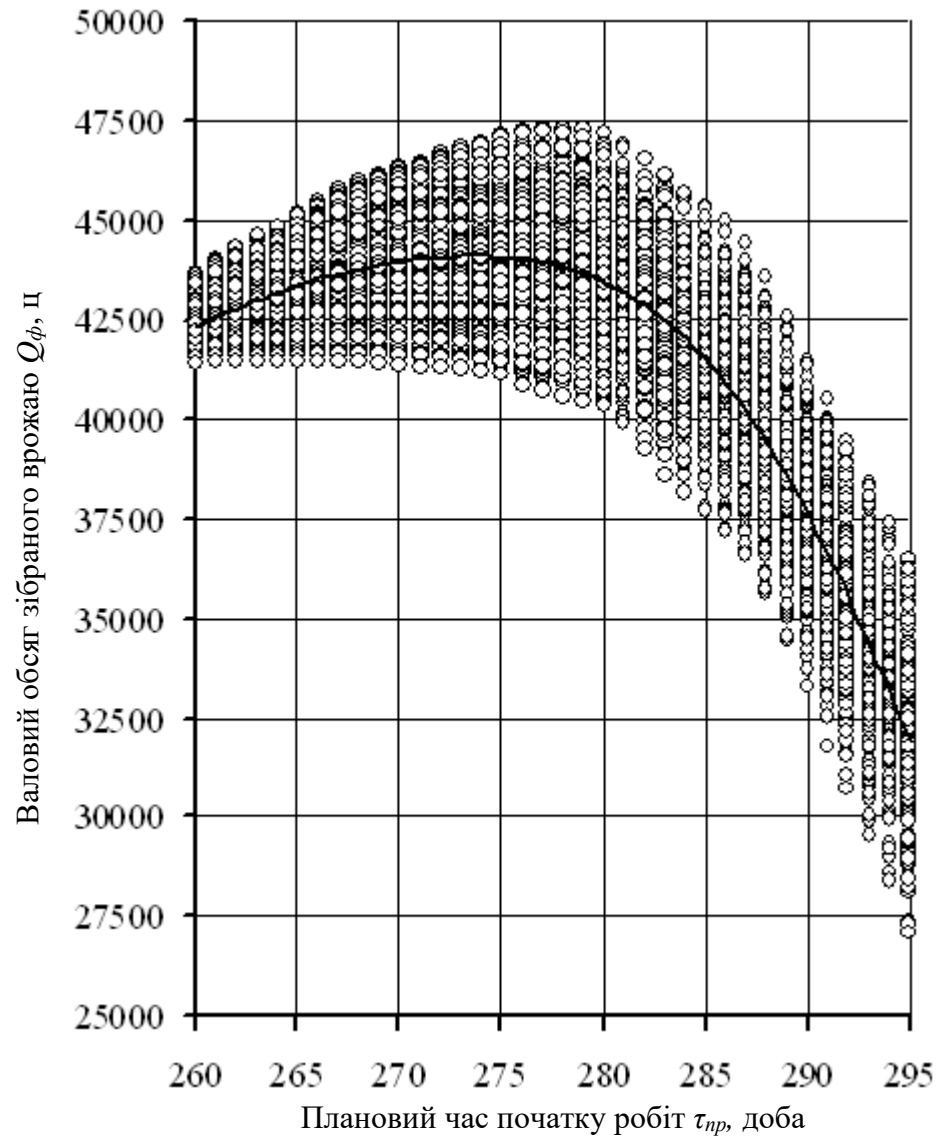


Рис. 4.1 Залежність валового обсягу зібраного врожаю цукрових буряків від часу початку збирання

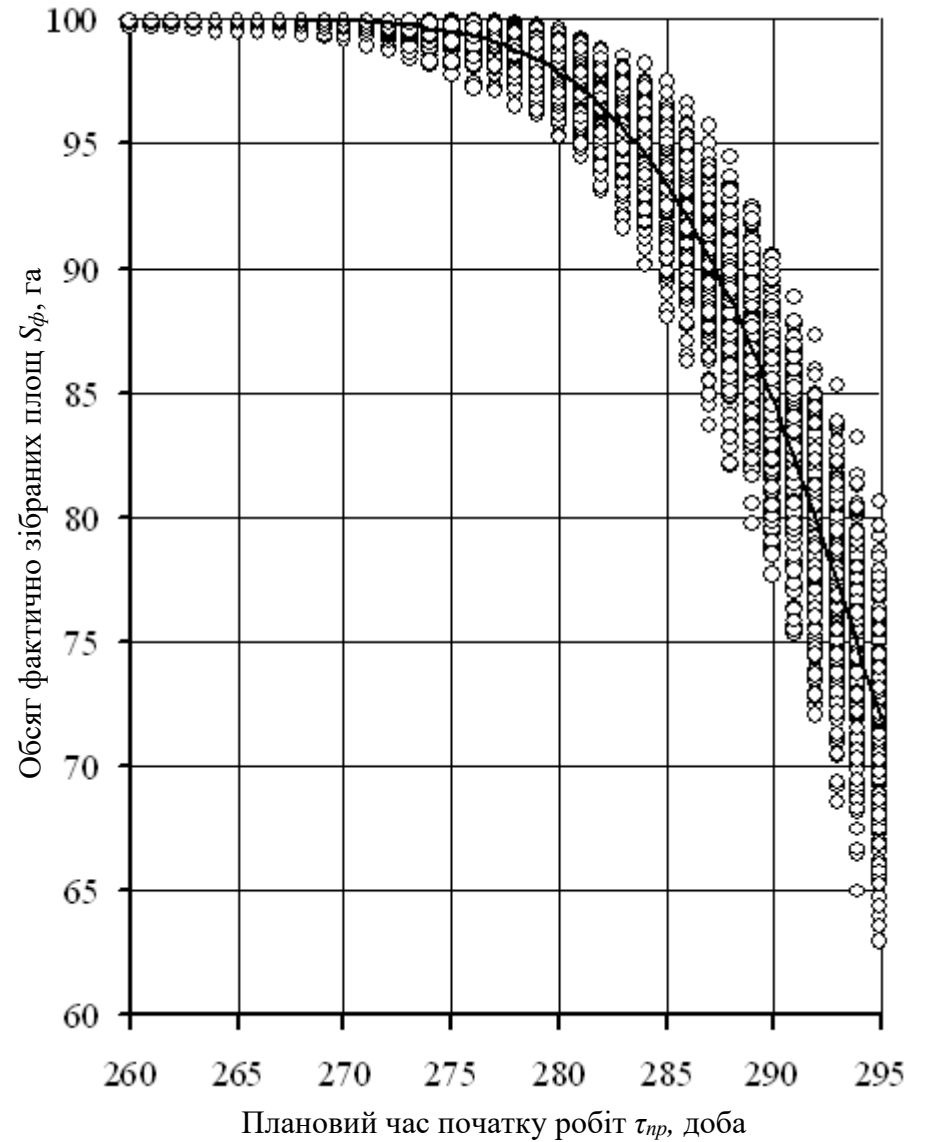


Рис. 4.2. Залежність обсягів фактично зібраних площ від часу початку збирання

ХТЗ-243К.20+Hawe Ruw 2500Т (див. [дод. Е](#)) на площі – $S = 120$ га. Встановлення цих нелінійних залежностей (табл. 4.1) виконано за методами кореляційно-регресійного аналізу.

Як видно із встановлених закономірностей, для будь-якого $\tau_{пз}$ в ТП ЗЦБ виникатимуть втрати із відповідною ймовірністю (рис. 4.1), що є підставою використання вартісного критерію для узгодження відповідних складових ТС. Це також підтверджує цінність розробки інформаційної системи – СППР для узгодження $\tau_{пз}$ та виробничої площі S цукрових буряків із технічним забезпеченням за якого питомі сукупні витрати коштів ТП будуть мінімальними.

Таблиця 4.2. Рівняння залежності функціональних показників ТП ЗЦБ (СКС-624 «Палессе BS624-1»+ХТЗ-243К.20+Hawe Ruw 2500Т, виробнича площа – $S=120$ га)

Функціональний показник	Рівняння залежності	Кореляц. віднош-ня, n
Питомі обсяги технологічних втрат, ц/га	$Q_T = 8,826 \cdot 10^{-4} \cdot \tau_{пз}^3 - 0,4756 \cdot \tau_{пз}^2 + 66,256 \cdot \tau_{пз} - 580,87$	0,872

Відповідно до отриманих залежностей, початок ТП у більш пізні терміни зумовлює збирання врожаю коренеплодів цукрових буряків із порівняно більшою їх масою, однак характеризується високою вірогідністю виникнення технологічних втрат. Ця вірогідність спричинена скороченням природно дозволеного фонду часу на виконання ТП, а також впливом агрометеорологічної складової.

Таким чином, моделювання робіт у проектах на підставі розробленої статистичної імітаційної моделі ТП ЗЦБ та опрацювання їх результатів дає змогу встановити статистичні закономірності зміни функціональних показників ефективності цих ТП. На цій підставі, виконується вартісне оцінення робіт та досягається наша мета – узгодити час початку та виробничу площу культури із технічним забезпеченням ТП ЗЦБ.

4.2. Результати моделювання процесів збирання врожаю

Критерієм узгодження складових ТП є питомі сукупні витрати коштів. Для визначення цих вартісних показників встановлюються закономірності зміни функціональних показників ТП ЗЦБ за різного часу початку збирання, обсягів виробничої площі культури та технічного забезпечення. Ці закономірності отримано на підставі відповідних початкових даних [7, 9] та моделювання робіт завдяки розробленій статистичній імітаційній моделі. Такий підхід дає змогу визначити час початку $\tau_{пз}$ ТП та площу S культури для того чи іншого бурякозбирального комбайна.

Імітаційне моделювання виконано для заданого варіанту технічного забезпечення ТП ЗЦБ (див. [дод. Б](#)) бурякозбирального комбайна – СКС-624 «Палессе BS624-1», який обслуговується тракторним причепом-перевантажувачем ХТЗ-243К.20+НАВЕ RUW 2500Т.

Отже, встановлення функціональних показників ТП ЗЦБ та використання відомих методик їх вартісного оцінювання дало змогу визначити питомі сукупні витрати B , встановити раціональні значення $\tau_{пз}$, S та технічного забезпечення ТП ЗЦБ. Розрахунки виконувалися на підставі чисельного методу, яким передбачалося для кожного значення аргумента (виробничої площі цукрових буряків – S , га) розрахунок питомих експлуатаційних витрат ($B_{тн}$, грн./га) та питомих технологічних втрат ($B_{тл}$, грн./га) ТП ЗЦБ (рис. 4.3).

Оптимальну виробничу площу для відповідного технічного забезпечення ТП визначено графоаналітичним методом: 1) графічно відображали залежності питомих експлуатаційних витрат $B_{тн}$, питомих технологічних втрат $B_{тл}$ та питомих сукупних витрат B коштів; 2) визначали площі за яких досягаються мінімальні значення функції питомих сукупних витрат B^{min} ; 3) визначали оптимальне значення (S^{opt}) виробничої площі культури для відповідного часу початку $\tau_{пз}$ ТП та технічного забезпечення.

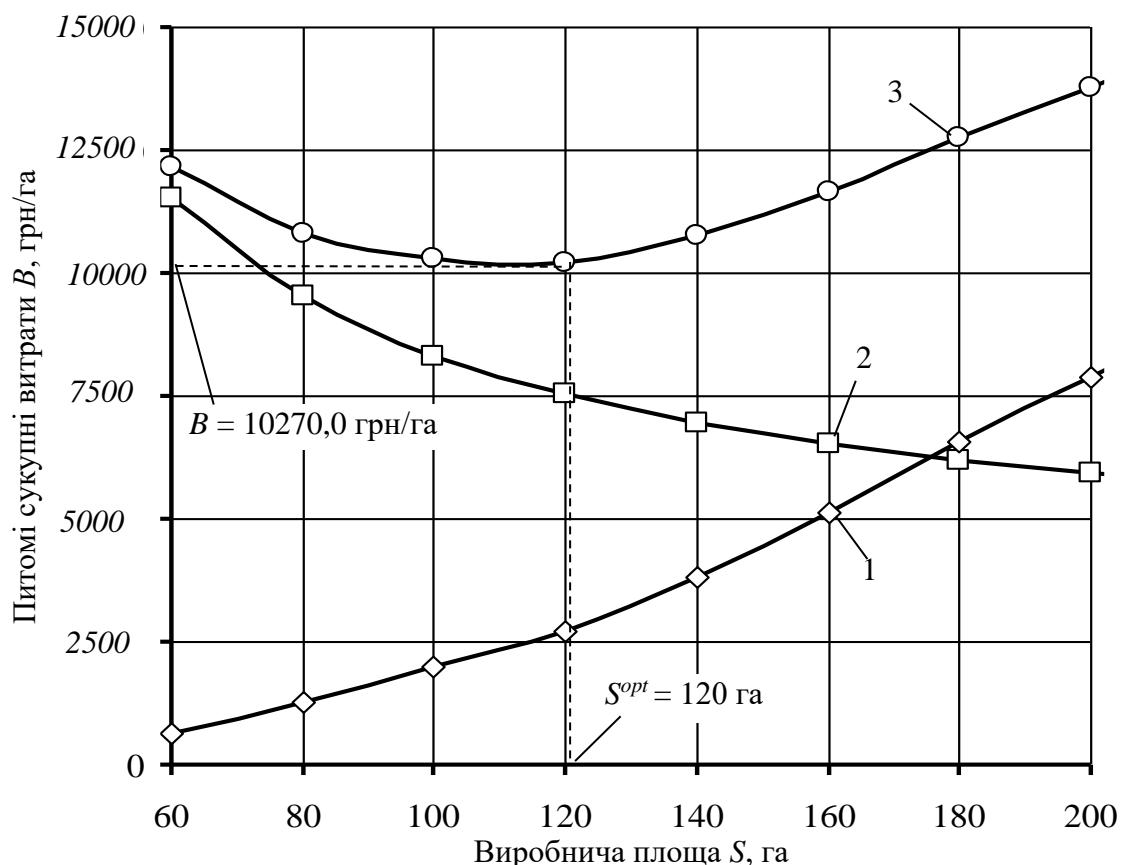


Рис. 4.3. Обґрунтування оптимальної виробничої площі цукрових буряків для комбайна СКС-624 «Палессе BS624-1» (час початку робіт – $\tau_{пз}=275$ доба):
 1 – питомі технологічні втрати врожаю; 2 – питомі експлуатаційні витрати;
 3 – питомі сукупні витрати

Таблиця 4.2. Результати узгодження складових ТП ЗЦБ

Технічне забезпечення ТП	Час початку ТП ЗЦБ $\tau_{пз}$, доба	Оптимальна виробнича площа S^{opt} , га	Питомі сукупні витрати коштів B , грн/га
СКС-624 «Палессе BS624-1»+ + ХТЗ-243К.20 + +Hawe Ruw 2500T	3 жовтня (275 доба)	120	10270,0

Отримані результати показують практичну можливість такого узгодження часу початку $\tau_{пз}$ ТП ЗЦБ, виробничої площі цукрових буряків S та параметрів технічного забезпечення за якого забезпечуються мінімальні питомі сукупні витрати коштів (табл. 4.2).

РОЗДІЛ 5

ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1. Розробка логіко-імітаційної моделі виникнення травм і аварій

Методикою оцінки рівня небезпеки робочих місць, машин, виробничих процесів та окремих виробництв передбачено пошук об'єктивного критерію рівня небезпеки для конкретного об'єкта [6]. Таким показником вибрана ймовірність виникнення аварії, травми залежно від явища, що досліджується.

Для побудови логіко-імітаційної моделі процесу, формування і виникнення аварії та травми в процесі створення мікрокліматичних умов у приміщенні оцінюють відповідні небезпечні події. Кожній із них присвоїмо ймовірність виникнення:

Шифр	Назва події	Ймовірність
P ₁	Відсутність захисного заземлення	0,02
P ₂	Пошкодження захисного заземлення	0,04
P ₃	Спрацювання складових захисту	0,1
P ₄	Неправильна експлуатація захисту	0,02
P ₅	Відсутність профілактичних заходів	0,2
P ₆	Відсутність захисного щита	0,12
P ₇	Недотримання правил вибору взуття	0,15
P ₈	Незнання правил техніки безпеки	0,1
P ₉	Відсутність засобів індивідуального захисту	0,2
P ₁₀	Легковажність	0,08

На основі наведених подій будемо матрицю логічних взаємозв'язків між окремими пунктами, графічна інтерпретація якої зображено на рис. 5.1.

Розрахуємо ймовірності виникнення подій, що формують логіко-імітаційну модель процесів створення мікрокліматичних умов. Розглянемо травмонебезпечну ситуацію, що виникає за умови роботи працівників із електронебезпекою.

Підставивши дані ймовірностей базових подій у формулу, отримаємо ймовірність події 13: $P_{13} = 0,2 + 0,4 - 0,2 \cdot 0,4 = 0,0592$.

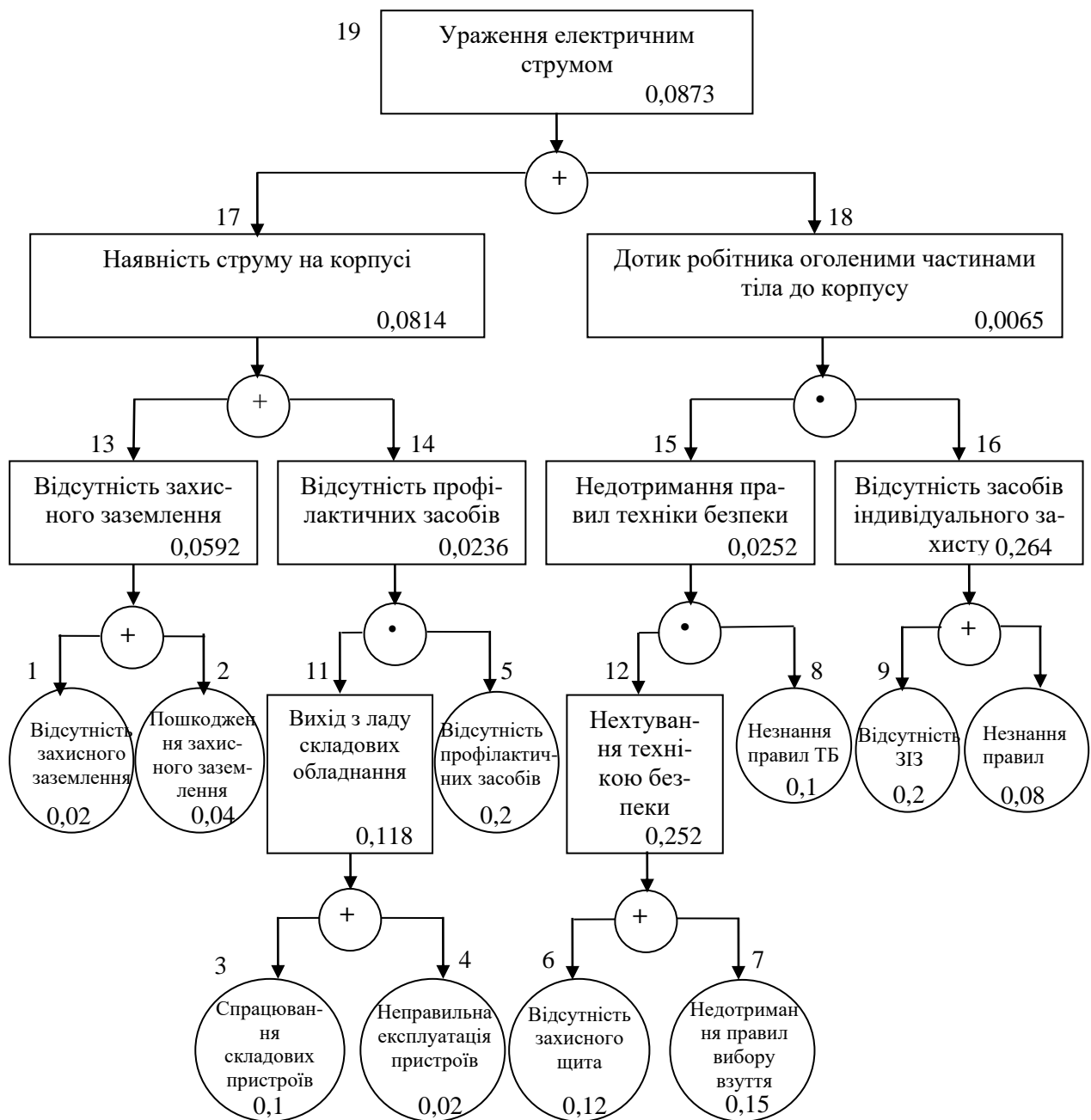


Рис. 5.1. Матриця логічних взаємозв'язків між окремими подіями травмонебезпечної ситуації [6]

Аналогічно визначаємо ймовірність інших подій:

$$P_{11} = P_4 + P_5 - P_4P_5 = 0,3 + 0,4 - 0,3 \cdot 0,4 = 0,118.$$

$$P_{12} = P_6 + P_7 - P_6P_7 = 0,3 + 0,5 - 0,3 \cdot 0,5 = 0,252.$$

$$P_{16} = P_9 + P_{10} - P_9P_{10} = 0,2 + 0,15 - 0,2 \cdot 0,15 = 0,264.$$

$$P_{14} = P_{11} \cdot P_5 = 0,118 \cdot 0,2 = 0,0236.$$

$$P_{15} = P_{12} \cdot P_8 = 0,252 \cdot 0,1 = 0,0252.$$

$$P_{17} = P_{13} + P_{14} - P_{13} \cdot P_{14} = 0,592 + 0,0236 - 0,0592 \cdot 0,0236 = 0,0814.$$

$$P_{18} = P_{15} \cdot P_{16} = 0,264 \cdot 0,0252 = 0,0065.$$

$$P_{19} = P_{17} + P_{18} - P_{17} \cdot P_{18} = 0,0065 + 0,0814 - 0,0065 \cdot 0,0814 = 0,0873.$$

Таким чином, ймовірність перекидання машини та наслідкового виникнення травми працівника є досить мала і становить – $P_{19} = 0,0873$.

5.2. Планування заходів із покращення умов праці

До заходів щодо покращення умов праці належать всі види діяльності, спрямовані на попередження, нейтралізацію або зменшення негативної дії шкідливих і небезпечних виробничих факторів на працівників.

Рівень умов праці оцінюють порівнянням за фактичними і нормативними значеннями узагальнених (групових) показників.

Заходи щодо поліпшення умов праці здійснюють з метою створення безпечних умов праці шляхом:

- доведення до нормативного рівня показників виробничого середовища за елементами умов праці;
- захисту працівників від дії небезпечних і шкідливих виробничих факторів.

До показників ефективності заходів щодо поліпшення умов праці належать:

- а) зміни стану умов праці:
 - зміна кількості засобів виробництва, приведених у відповідність до вимог стандартів безпеки праці;
 - покращання санітарно-гігієнічних показників;
 - покращання психофізичних показників, зменшення фізичних і нервово-психічних навантажень, в т.ч. монотонних умов праці;
- б) соціальні результати заходів:
 - збільшення кількості робочих місць, що відповідають нормативним вимогам;

- зниження рівня виробничого травматизму;
- престиж та задоволення працею.

Отже, на покращення охорони праці потрібно виділити кошти на відновлення вентиляційних систем у ремонтних майстернях, естетично оформити приміщення офісу, відновити кабінет з охорони праці, поновити протипожежний інвентар.

5.3. Безпека в надзвичайних ситуаціях

Актуальність проблеми природно-техногенної безпеки для населення і території, зумовлена зростанням втрат людей, що спричиняється небезпечними природними явищами, промисловими аваріями та катастрофами. Ризик надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру невинно зростає, тому питання захисту цивільного населення від надзвичайних ситуацій на сьогодні є дуже важливе [6]. У системі цивільної оборони окремого господарства необхідно забезпечити захист населення таким чином:

Укриття в захисних спорудах, якому підлягає усе населення відповідно до приналежності, досягається створенням фонду захисних споруд.

Евакуаційні заходи, які проводяться в містах та інших населених пунктах, які мають об'єкти підвищеної небезпеки, а також у воєнний час, основним способом захисту населення є евакуація і розміщення його у позаміській зоні.

Медичний захист проводиться для зменшення ступеня ураження людей, своєчасного надання допомоги постраждалим та їх лікування, забезпечення епідеміологічного благополуччя в районах надзвичайних ситуацій.

Радіаційний і хімічний захист включає заходи щодо виявлення і оцінки радіаційної та хімічної обстановки, організацію і здійснення дозиметричного та хімічного контролю, розроблення типових режимів радіаційного захисту, забезпечення засобами індивідуального захисту, організацію і проведення спеціальної обробки.

ВИСНОВКИ І РЕКОМЕНДАЦІЇ

Система підтримки прийняття рішень (СППР) (Decision Support System – DSS) – інтерактивна комп'ютерна автоматизована система (програмний комплекс), що призначена для допомоги та підтримки різних видів діяльності людини під час прийняття рішень стосовно розв'язання структурованих, або неструктурованих проблем у виробництві.

СППР являє собою взаємодіючу з іншими системами комп'ютеризовану систему для надання допомоги менеджерам у процесі прийняття рішень. СППР допомагає менеджерам знаходити, обчислювати і аналізувати дані, що відносяться до рішення, яке приймається.

Підвищена увага представників виробничої та ІТ галузі до методів розробки і впровадження СППР зумовила необхідність розробки програмних інструментів для створення СППР. Це вплинуло на появу нової концепції класифікації СППР – інструментального підходу. В залежності від специфіки розв'язуваних задач і використовуваних технологічних засобів процесу створення систем можна виділити три рівні СППР.

На сьогоднішній день існує багато прикладних середовищ програмування. Усі вони мають різні інтерфейси, орієнтовані на різні мови програмування, мають різні набори можливостей. Всі вони мають як і плюси, так і мінуси. Одним з найпопулярніших середовищ програмування сьогодні є оболонка Visual Studio, розроблена корпорацією Microsoft. Вона має широкий спектр можливостей, дозволяє створювати додатки для Windows, Android та Linux мовами програмування C, C++, C#, F#, JavaScript, Visual Basic та Python.

Аналіз предметної галузі збирання врожаю цукрових буряків переконує в тому, що СГП зацікавлені починати технологічні процеси збирання врожаю цукрових буряків у пізні календарні терміни за яких середня маса (m) коренеплодів цукрових буряків є максимальною – $m \rightarrow max$, а також збирати врожай цієї культури за якомога коротший термін.

Розроблення програмного додатку моделі для відображення ТП ЗЦБ в імітаційній моделі дає змогу врахувати вплив агрометеорологічних умов та процеси досягання врожаю культури в розрізі певного календарного періоду. Відображення моделлю впливу цих природно процесів ґрунтується на загальновідомому підході генерування потоку вимог на виконання відповідних технологічних операцій та його обслуговування заданим технічним оснащенням відповідних процесів.

Керуючись завданням реалізації комп'ютерної програми імітаційної моделі технологічних процесів збирання врожаю нами розроблено блок-схему алгоритму цієї моделі, яка складається із 20 блоків. За розробленим алгоритмом побудовано програму у інтегрованому середовищі розробки MS Visual Studio 2022 C#, яка складається із 330 рядків та займає 380 кБ фізичної пам'яті.

Завдяки комп'ютерним експериментам із статистичною імітаційною моделлю (для комбайна СКС-624 «Палессе BS624-1») встановлено залежність функціональних показників Q_T від $\tau_{пз}$. Ці залежності переконують в тому, що за будь-якого $\tau_{пз}$ виникатимуть втрати в ТП ЗЦБ із відповідною ймовірністю, що є підставою використання вартісного критерію для узгодження часу початку збирання врожаю, площі збирання та технічного забезпечення ТП.

Використання коду програми імітаційної моделі, дало змогу виконати завдання кваліфікаційної роботи, а саме узгодити час початку ТП, виробничу площу цукрових буряків та технічне забезпечення.

Встановлено, що за початку бурякозбиральних робіт 3 жовтня (275 доба) із застосуванням технічного забезпечення – СКС-624 «Палессе BS624-1» та ХТЗ-243К.20+ +Нawe Ruw 2500Т слід планувати площу збирання культури в обсязі – 120 га. У цьому разі питомі сукупні витрати коштів становитимуть – 10270,0 грн/га.

БІБЛІОГРАФІЧНИЙ СПИСОК

1. Бідюк П.І. Моделювання та прогнозування нелінійних динамічних процесів / Бідюк П.І., Баклан І.В., Баклан Я.І., Коршевнік Л.О. та ін. – К.:ЕКМО, 2004. – 120 с.
2. Бондар Є. С. Хмарні обчислення та їх застосування / Є. С. Бондар, М. М. Глибовець, С. С. Гороховський // Вісник КНУ ім. Т. Шевченка., Вип. №1. К.: КНУ, 2019. 74-82 с.
3. Вакалюк Т. А. Вітчизняний досвід проектування хмарно зорієнтованого навчального середовища для закладів освіти / Т.А. Вакалюк // Новітні комп'ютерні технології. Кривий Ріг : Видавничий центр ДВНЗ «КНУ», 2014. Том XII : спецвипуск «Хмарні технології в освіті». С. 20-24.
4. Голуб Б.М. С#. Концепція та синтаксис. Навч. посібник / Б.М. Голуб, Львів: Видавничий центр ЛНУ імені Івана Франка, 2006. 136 с.
5. Жалдак М. І. Основи теорії і методів оптимізації : [навч. посіб. для студ. 246 мат. спец. вищ. навч. закл.] / М. І. Жалдак, Ю. В. Триус. Черкаси: Брама-Україна, 2005. 607 с.
6. Лехман С.Д. та ін. Запобігання аварійності і травматизму у сільському господарстві / С.Д. Лехман, В.І. Рубльов, Б.І. Рябцев. – К.: Урожай, 1993. – 272 с.
7. Лихочвор В.В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур. – Львів: НВФ “Українські технології”, 2002. – 800 с.
8. «Переваги та недоліки використання хмарних технологій підприємствами України». URL: <http://www.bsfa.edu.ua/files/konf2013/62.pdf>. (Дата доступу: 20.10.2024)
9. Пукас В.Л. Обґрунтування параметрів технічного забезпечення технологічних процесів збирання цукрових буряків: автореф. дис. ... канд. техн. наук: 05.13.22. Львів, 2020. – 22 с.
10. Рамський Ю. С. Вивчення інформаційно-пошукових систем мережі Інтернет : навч.-метод. посіб. / Ю. С. Рамський, О. В. Резіна ; Нац. пед.

унт ім. М. П. Драгоманова. К. : 2004. 60 с.

11. Спирін О. М. Зміст навчального матеріалу спецкурсу "Хмарні інформаційно-аналітичні технології у науково-дослідному процесі". Інформаційні технології і засоби навчання. – 2016. – Т. 52, вип. 2. – С. 108-120.
12. Сучасні інформаційні системи і технології: конспект лекцій / В. Г. Іванов, С. М. Іванов, В. В. Карасюк та ін.; за заг. ред. В. Г. Іванова, В. В. Карасюка. Х.: Нац. юрид. ун-т ім. Ярослава Мудрого, 2014. 347 с.
13. Шилдт Г. С# 4.0: повне керівництво. М.: ТЗОВ "І.Д. Вільямс", 2011. 1056 с.
14. «Управління проектами». URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Управління_проектами (Дата доступу: 10.11.2024)
15. «Хмарні обчислення». URL: http://uk.wikipedia.org/wiki/Хмарні_обчислення (Дата доступу: 06.10.2024)
16. «Хмарні технології» . URL: <http://j.parus.ua/ua/358> (Дата доступу: 12.10.2024)
17. Юрченко І.В., Сікора В.С. Інформатика та програмування. Частина 2. Чернівці: Видавець Яворський С.Н., 2015. 210 с.
18. Alter S. L. Decision support systems: current practice and continuing challenges / Alter S. L. – Reading, Mass.: Addison-Wesley Pub. 1980.
19. Artificial Intelligence-Based Decision-Making in Cyber-Physical Production Systems // MDPI. URL: <https://www.mdpi.com> (дата звернення: 12.11.2024)
20. Benefits of cloud computing. URL: <http://www.verio.com/resource-center/articles/cloud-computing-benefits> (Дата доступу: 28.10.2024)
21. Bratushka, S. M., Novak S. M., Khailuk S. O. (2010). Decision support systems [Systemy pidtrymky pryiniattia rishen], DVNZ «UABS NBU», Sumy, 265 s.
22. Bonczek R.H. Foundations of Decision Support Systems / Bouczek R.H.. Holsapple C. Whinston A.B. – New York: Academic Press, 1981.
23. Decision Support Systems and Project Management // PMI. URL:

<https://www.pmi.org> (дата звернення: 12.11.2024).

24. Holsapple C. W. Decision Support Systems (a knowledge based approach) / Holsapple C.W., Whinston A.B. – New York: West Publishing Company. – pp. 860.
25. Google Таблиці. URL: https://uk.wikipedia.org/wiki/Google_%D0%A2%D0%B0%D0%B1%D0%BB%D0%B8%D1%86%D1%96 (Дата доступу: 11.11.2024)
26. Sytnyk, V. F (2004). Decision support systems [Systemy pidtrymky pryiniattia rishen], KNEU, Kyiv, 614 s.

ДОДАТКИ

Додаток А

Фрагмент коду комп'ютерної програми статистичної імітаційної моделі технологічних процесів збирання цукрових буряків

(програмане середовище – C#, оболонка – *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 = 120, start_Day = 260, end_Day = 350, i = 0, realiz = 10;
        StreamWriter rez_J, rez_4, rez_2, rez_Validation;

        public Form1()
        {
            InitializeComponent();
        }

        //Процедури та функції // розподіл Вейбула
        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
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;
}

double bio_Vtr(int Doba, int end_FSG, double t_gr, double sum_t_pov, double
Masa_k)
{
    double t_pov = 0, bio_masa = 0;
    {
        for (int ii = Doba; ii < end_Day; ii++)
        {
            if (ii >= end_FSG | t_gr <= -5)//визначити недобір біологічного
врожая
            {
                double Masa_kor = 0;
                Masa_kor = Masa_k + (-0.0002 * Math.Pow(sum_t_pov, 2) + 0.588 *
sum_t_pov - 0.5122); // визначили масу кореня від приросту Sum_T_pov
                bio_masa = Start_pl * ((Masa_kor * 90000) / 100000);

                break; // завершення роботи якщо поч.зимми або заморозок
            }
            t_pov = ((0.0000084 * Math.Pow(ii, 3) - 0.007139 * Math.Pow(ii, 2)
+ 1.838 * ii - 130.43)
                + norm(0.356, 3.885, -17.3, 11.5));
            t_gr = (-0.0056 * Math.Pow(t_pov, 2) + 0.9306 * t_pov - 3.5335);
            if (t_pov > 6) sum_t_pov += (t_pov - 6);// обмеження за низькими
температурами в Sum_T_pov
        }
    }
    return bio_masa;
}

//МОДЕЛЬ
void model()
{

```

```

rez_J = new StreamWriter("rez_J.txt");
rez_4 = new StreamWriter("rez_4.txt");
rez_2 = new StreamWriter("rez_2.txt");
rez_Validation = new StreamWriter("rez_Validation.txt");

int[] GoodDay = new int[30];
int[] MalDay = new int[30];
int[] Pogoda = new int[150];

try
{
    for (int i = start_Day; i < end_Day; i++) // для кожного початкового
дня ТП
    {
        pogoda.Value = 0;
        double Jmov_Vtr = 0, Jmov_Vtr_bio = 0, Matsp_VZ = 0, Matsp_ZP = 0,
Matsp_ZV = 0, Matsp_VB = 0;

        for (int pogG = 0; pogG < realiz; pogG++) // 25 масивів погожих
днів
        {
            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++) // 25 масивів
непогожих днів
            {
                for (int M = 0; M < MalDay.Length; M++)
                {
                    MalDay[M] = (int)veyb(2.531, 1.080, 1, 1, 14); // !!!
                }
                Pogoda = FormPogodu(GoodDay, MalDay, Pogoda.Length);
                double Sum_Val_Zbir = 0, SumZ_P1 = 0, Sum_Z_Val = 0,
Sum_Vtr_bio = 0;

                int end_FSG=0;//визначення часу поч. ТП ЗЦБ

                for (int j = 0; j < realiz; j++) // 25 варіантів end_FSG
                {
                    end_FSG = (int)norm(319.452, 16.416, 281, 356);

                    for (int zamor = 0; zamor < realiz; zamor++) // 25
варіантів еф. температур, приросту кореня, заморозку
                    {
                        int Doba = 210, //start_Day-1,початок приросту ЦБ
p = 0, Den_Zamorozy_5 = 0;
                        double Plow4a = Start_pl, W_god = 0, k_zm = 1.5,
T_grynty = 0, T_povitrja = 0, Sum_T_pov = 0,
Val_Zbir = 0, Z_P1 = 0, Z_Val = 0, Vtr_bio =
0,
                        Sx_Sun = 0, Zx_Sun = 0, Tr_Sun = 0,
                        Masa_k = veyb(153.34, 1.681, 74, 74, 426);

                        do
                        {
                            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);

```

```

        if (T_povitrja > 6) Sum_T_pov += (T_povitrja -
6); // обмеження низьких температур в Sum_T_pov
        double Masa_kor = 0;
        Masa_kor = Masa_k + (-0.0002 *
Math.Pow(Sum_T_pov, 2) + 0.588 * Sum_T_pov - 0.5122); // визначили масу кореня від
приросту Sum_T_pov

        //+Тривалість Добового фонду часу на ТП
        Sx_Sun = -0.000021 * Math.Pow(Doba, 2) + 0.0457
* Doba - 4.46; //6.725 - 2.295 * Math.Sin(((Doba - 81) / 365) * 2 * Math.PI);
        Zx_Sun = 0.000099 * Math.Pow(Doba, 2) - 0.0929
* Doba + 35.998; //Math.Sin(((Doba - 81) / 365) * 2 * Math.PI) * 3.33 + 18.88;

        //-Тривалість Добового фонду часу на ТП

        if (Doba >= end_FSG | T_grynty <= -5) //чи немає
завершення ФСГ, або заморозку
        {
            Z_Pl = Plow4a; // незібрана площа
            Z_Val = (Plow4a * ((Masa_kor * 90000) /
100000)); // Втрачений Валовий врожай

            if (T_grynty <= -5) Den_Zamorozy_5 = Doba;

            break; // завершення роботи якщо поч.зимы,
            або заморозок
        }

        Tr_Sun = (Sx_Sun < 8) ? Zx_Sun - 8 : Zx_Sun -
Sx_Sun;

        if (Pogoda[p + 1] == 0) //якщо завтра непогож.
тоді визначити Tr_Sun із випаданням дощу посеред дня
        {
            double rnd = rd.NextDouble(); //час
            double Dosh4 = 682.05 * Math.Pow(rnd, 6) -
2028.7 * Math.Pow(rnd, 5) + 2245.6 * Math.Pow(rnd, 4) - 1100.4 * Math.Pow(rnd, 3) +
192.19 * Math.Pow(rnd, 2) + 31.86 * rnd + 1.7662;
            if (Dosh4 > ((Sx_Sun < 8) ? 8 : Sx_Sun) &
Dosh4 < Zx_Sun) Tr_Sun = Dosh4 - ((Sx_Sun < 8) ? 8 : Sx_Sun); //якщо дощ до Sx_Sun чи
після Zx_Sun то ігнор.

            if (Tr_Sun < 1) Tr_Sun = 0; //роботи
невиконуються коли фонд часу <1год.

            if (Pogoda[p] > 0 & Doba >= i) // щоденне
збирання
            {
                if (((Masa_kor * 90000) / 100000) < 200)
                W_god = 1.67; //врахувати вплив Masa_kor на W_god
                if (((Masa_kor * 90000) / 100000) > 600)
                {
                    W_god = 0.71;
                }
                else W_god = 0.000024 *
Math.Pow(((Masa_kor * 90000) / 100000), 2) - 0.0043 * ((Masa_kor * 90000) / 100000) +
2.4371;

                if (Plow4a < (W_god * Tr_Sun))
                {
                    Val_Zbir += (Plow4a * ((Masa_kor *
90000) / 100000));

                    Plow4a = 0;
                }
            }
        }
    }
}

```

```

else
{
    Plow4a -= (W_god * Tr_Sun);
    Val_Zbir += ((W_god * Tr_Sun) *
((Masa_kor * 90000) / 100000));
}
}

if (Doba >= i) p++; // підрахунок діб для
Pogoda[p], ще відображає тривалість роботи техніки на полі
Doba++;
if (Plow4a <= 0) break; // завершення роботи
якщо поле зібране
} while (true);

Sum_Val_Zbir += Val_Zbir; // валовий збір, ц
SumZ_P1 += Z_P1; // втрачена площа, га
Sum_Z_Val += Z_Val; // валова втата, ц
Vtr_bio = bio_Vtr(Doba, end_FSG, T_gryntu,
Sum_T_pov, Masa_k)- Val_Zbir - Z_Val;
Sum_Vtr_bio += Vtr_bio; // біологічні втрати ЦБ, ц

rez_4.WriteLine("{0,-5}{1,-18}{2,-18}{3,-18}{4,-
18}", i, Math.Round(Val_Zbir, 3), Math.Round(Z_P1, 3), Math.Round(Z_Val, 3),
Math.Round(Vtr_bio, 3));

if (Z_P1 > 0) Jmov_Vtr++;
if (Vtr_bio > 0) Jmov_Vtr_bio++;
}
}

Sum_Val_Zbir = Math.Round((Sum_Val_Zbir / Math.Pow(realiz,
2)), 3);

SumZ_P1 = Math.Round((SumZ_P1 / Math.Pow(realiz, 2)), 3);
Sum_Z_Val = Math.Round((Sum_Z_Val / Math.Pow(realiz, 2)),
3);

Sum_Vtr_bio = Math.Round((Sum_Vtr_bio / Math.Pow(realiz,
2)), 3);

rez_2.WriteLine("{0,-7}{1,-10}{2,-10}{3,-10}{4,-15}", i,
Sum_Val_Zbir, SumZ_P1, Sum_Z_Val, Sum_Vtr_bio);

Matsp_VZ += Sum_Val_Zbir; // матем. сподівання
Matsp_ZP += SumZ_P1;
Matsp_ZV += Sum_Z_Val;
Matsp_VB += Sum_Vtr_bio;
}
pogoda.PerformStep();
}
Jmov_Vtr = Math.Round((Jmov_Vtr / Math.Pow(realiz, 4)), 3);
Jmov_Vtr_bio = Math.Round((Jmov_Vtr_bio / Math.Pow(realiz, 4)), 3);

Matsp_VZ = Matsp_VZ / Math.Pow(realiz, 2); Matsp_VZ =
Math.Round(Matsp_VZ, 3); //матем.спод. валового збору, ц
Matsp_ZP = Matsp_ZP / Math.Pow(realiz, 2); Matsp_ZP =
Math.Round(Matsp_ZP, 3); //матем.спод. втраченої площі, га
Matsp_ZV = Matsp_ZV / Math.Pow(realiz, 2); Matsp_ZV =
Math.Round(Matsp_ZV, 3); //матем.спод. валової втрати, ц
Matsp_VB = Matsp_VB / Math.Pow(realiz, 2); Matsp_VB =
Math.Round(Matsp_VB, 3); //матем.спод. біологічні втрати, ц

rez_J.WriteLine("{0,-7}{1,-7}{2,-7}{3,-15}{4,-15}{5,-
15}{6,-15}", i, Jmov_Vtr, Jmov_Vtr_bio, Matsp_VZ, Matsp_ZP, Matsp_ZV, Matsp_VB);

```



```
        PDF.PerformStep();
    }
}
finally
{
    rez_1.Close();
    rez_2.Close();
    rez_4.Close();
    rez_Validation.Close();
}

//masaKor = veyb(156.044, 1.622, 74, 74, 426);
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, 2);
    pogoda.Value = 0;
    pogoda.Step=1;
    PDF.Maximum=end_Day-start_Day;
    PDF.Value=0;
    PDF.Step=1;
    model();
}
}
}
```

Додаток Б.
Характеристики технічних засобів та початкові дані

Таблиця Б.1. Технічні характеристики бурякозбиральних комбайнів

Марка комбайна	Ширина міжрядь, см	К-ть рядків, шт	Потужність двигуна, кВт./к.с.	Середня питома витрата палива, кг/га	Місткість бункера, м ³	Висота вивантаження, м	Маса, кг
СКС-624 «Палессе BS624-1»	45, 50	6	290/395	31	24	1,7-4	25000

Таблиця Б.2. Технічні характеристики тракторних причепів-перевантажувачів для цукрових буряків

Марка причепа-перевантажувача	Агрегується із трактором, кВт./к.с.	Марка трактора	Місткість бункера, м ³	Максимальна швидкість переїздів, км/год	Висота вивантаження, м	Швидкість вивантаження, т/хв
Hawe Ruw 2500T	184/250	ХТЗ-243К.20	27	до 20	2,6-3,5	13-18

Таблиця Б.3. Початкові дані для вартісного оцінення питомих сукупних витрат коштів у ТП ЗЦБ

Назва показника	СКС-624 «Палессе BS624-1»
Вартість комбайна (<i>B</i>) (станом на січень 2024 р.), грн	3847225
Коефіцієнт амортизаційних відрахувань (<i>a</i>) на реновацію	0,10
Коефіцієнт відрахувань (<i>p</i>) на ТО і поточний ремонт	0,12
Годинна оплата праці (<i>З</i>) комбайнера, грн/год	140
Нормативне річне напрацювання (<i>T_н</i>), год	180
Середня годинна продуктивність комбайна (<i>W_{год}</i>), га/год	1,22
Витрата ПММ (<i>C_п</i>), кг/га	52
Вартість пального (<i>Ц_п</i>), грн/кг (станом на вересень 2024 р.), грн./кг	25
Ринкова вартість врожаю (станом на вересень 2024 р.), грн./ц	61,699