

**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 підтримки прийняття управлінських рішень у виробничих проектах рослинництва ”**

Виконав: студент 6 курсу групи Іт-62  
Спеціальності 126 – „Інформаційні системи та технології”

(шифр і назва)

Пашкевич Роман Анатолійович

(Прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., в.о. доц. Падюка Р.І.

(Прізвище та ініціали)

Рецензенти: к.т.н., доц. Тимочко В.О.

(Прізвище та ініціали)

\_\_\_\_\_  
(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  
Спеціальність 126 "Інформаційні системи та технології"

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

Завідувач кафедри \_\_\_\_\_  
д.т.н., проф. А.М. Тригуба  
“ \_\_\_\_\_ ” \_\_\_\_\_ 2023 р.

## ***ЗАВДАННЯ***

на кваліфікаційну роботу студенту

Пашкевич Роман Анатолійович

1. Тема роботи: «Інформаційна система підтримки прийняття управлінських рішень у виробничих проектах рослинництва»

Керівник роботи Падюка Роман Іванович, к.т.н., в.о. доцент.

Затверджені наказом по університету від 28 квітня 2023 року № 133/к-с.

2. Строк подання студентом роботи 10.01.2024 р.

3. Початкові дані до роботи: 1. Характеристики посівних площ підприємства;  
2) Стан МТП у підприємстві; 3) Методи математичної статистики та  
кореляційно-регресійного аналізу; 4) Методика визначення показників  
економічної ефективності механізованих процесів у рільництві; 5) ДСТУ  
прикладної статистики.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки:

1. Аналіз стану питання в практиці та теорії

2. Обґрунтування, вибір та реалізація інструментарію вирішення задачі

3. Результати вирішення задачі

4. Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях

5. Оцінка втрат продукції в виробничих проектах рослинництва

Висновки та пропозиції.

Бібліографічний список.

Додатки.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень): Тема, автор, керівник магістерської роботи; Мета, завдання, об'єкт, предмет дослідження; Аналіз стану в практиці та теорії; Аналіз систем управління проектами; Системний підхід до управління ресурсами; Класифікація ресурсів у проектах; Визначення втрат проекту виробництва продукції рослинництва за заданих технічних ресурсів;

Планування потреби у технічних ресурсах; Формування бази даних системи управління виробничо-технічними ресурсами; Алгоритм комп'ютерної системи управління ресурсами; Результати моделювання та обґрунтування потреби у ресурсах для реалізації виробничих проєктів;

6. Консультанти з розділів:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
1, 2, 3, 5	<i>Падюка Р.І., в.о. доцента кафедри інформаційних технологій</i>		
4	<i>Городецький І.М., доцент кафедри управління проєктами та безпеки виробництва</i>		

7. Дата видачі завдання 01 травня 2023 р.

**КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН**

№ з/п	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Примітка
1	<i>Написання першого розділу та означення головних завдань роботи</i>	01.05.-30.05.23	
2	<i>Виконання другого розділу та формування головних показників для розрахунків</i>	01.06.-30.06.23	
3.	<i>Виконання третього розділу та формування початкових даних</i>	01.09.-30.09.23	
4.	<i>Виконання четвертого розділу та узагальнення отриманих результатів магістерської роботи</i>	01.10.-30.10.23	
6.	<i>Вартісне оцінення ефективності пропозицій роботи</i>	01.11.-30.11.23	
7.	<i>Завершення оформлення розрахунково-пояснювальної записки та аркушів графічної частини</i>	01.12.-30.12.23	
8.	<i>Завершення роботи в цілому</i>	01.01.-10.01.24	

Студент \_\_\_\_\_ Пашкевич Р.А.  
(підпис)

Керівник роботи \_\_\_\_\_ Падюка Р.І.  
(підпис)

УДК 658.41:632.2

Інформаційна система підтримки прийняття управлінських рішень у виробничих проектах рослинництва. – Пашкевич Р.А. Магістерська робота. Кафедра ІТ. – Дубляни, Львівський НУП, 2024.

93 с. текст. част., 14 рис., 9 табл., 10 арк. графічної частини, 65 літ. джерел, 3 додатки.

Проаналізовано стан досліджуваної галузі та існуючі варіанти систем автоматизації управління виробництвом та технологічними ресурсами виробництва.

Проведено системний аналіз принципів і завдань управління виробничо-технічними ресурсами, охарактеризовано види виробничо-технічних ресурсів та встановлено основні принципи моделі вибору доцільних видів ресурсів для виконання робіт.

Розроблено модель вибору раціональних видів ресурсів для виконання робіт, методику управління виробничо-технічними ресурсами проектів виробництва продукції рослинництва та методику формування бази даних для управління цими проектами.

Проведено вартісну оцінку втрат продукції внаслідок несвоєчасного виконання проектів рослинництва.



## ЗМІСТ

ВСТУП .....	7
1. АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ В ПРАКТИЦІ ТА ТЕОРІЇ.....	10
1.1. Аналіз поточного стану галузі рослинництва та конкретна реалізація виробничих проектів .....	10
1.2. Аналіз існуючих систем підтримки прийняття управлінських рішень у виробничих проектах.....	14
1.3. Загальний опис класифікації ресурсів проекту та процесів управління ними.....	17
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1.....	21
2. ОБҐРУНТУВАННЯ, ВИБІР ТА РЕАЛІЗАЦІЯ ІНСТРУМЕНТАРІЮ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧІ.....	23
2.1. Системний аналіз принципів і завдань управління виробничо-технічними ресурсами .....	23
2.2. Основні принципи створення моделі вибору відповідних видів ресурсів для виконання проектних робіт у рослинництві .....	28
2.3. Заходи з управління виробничо-технічними ресурсами для проектів рослинництва .....	35
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2.....	42
3. РЕЗУЛЬТАТИ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧІ.....	43
3.1. Структурна схема та алгоритми розробленої системи підтримки прийняття рішень з управління виробничо-технічними ресурсами.	43
3.2. Результати розробки структури бази даних управління ресурсами проекту виробництва продукції рослинництва.....	49
3.3. Результати валідації моделі використання технічних ресурсів при реалізації проекту виробництва продукції рослинництва.....	51
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 3.....	54
4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	56
4.1. Структурно функціональний аналіз технологічного процесу.....	56

	6
4.2. Моделювання процесу виникнення травм та аварій.....	56
4.3. Розробка логічно-імітаційної моделі травм.....	57
4.4. Розробка заходів щодо безпеки у надзвичайних ситуаціях.....	61
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 4.....	62
5. ОЦІНКА ВТРАТ ПРОДУКЦІЇ В ВИРОБНИЧИХ ПРОЕКТАХ РОСЛИННИЦТВА .....	63
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 5.....	68
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	70
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	73
ДОДАТКИ.....	81

## ВСТУП

Сьогодні український аграрний сектор є важливою стратегічною складовою продовольчої безпеки, і статистичні дані та прогнози його розвитку підтверджують це. У той же час в державі існує величезний потенціал природних ресурсів для забезпечення продовольством населення цієї та інших держав. З метою підвищення ефективності сільськогосподарської діяльності реалізовано декілька проектів щодо її розвитку. Крім того, сільськогосподарські підприємства (СП) реалізують низку виробничих проектів. Серед них велике значення має виробничий проект рослинництва (ВПр), реалізований в умовах обмежених ресурсів. Крім того, ВПр передбачає спільне використання сукупності виробничо-технічних ресурсів (підрядники, земля, техніка, майданчики та обладнання для первинної обробки та зберігання продукції тощо) за окремими проектами. Недостатнє або нерозумне використання цих ресурсів призведе до несвоєчасного виконання робіт з ВПр, що призведе до втрати кінцевої продукції та зниження ефективності реалізації проекту.

Невирішеним залишається питання мінімізації збитків від несвоєчасного виконання ВПр. Їх зниження може бути досягнуто на основі управління якістю ресурсів ВПр, що потребує розробки відповідних моделей, а також методів і алгоритмів прийняття якісних управлінських рішень. Це пояснюється тим, що існуючі методи управління ресурсами в проекті не враховують особливості сільськогосподарського виробництва, особливо виробництва продукції рослинництва.

*Метою роботи* є підвищення ефективності процесу управління сільськогосподарськими виробничо-технічними ресурсами шляхом розробки моделей і методів управління виробничими проектами рослинництва з урахуванням обмежень конкретного проекту та його ресурсів. Для досягнення поставленої мети слід виконати такі завдання:

➤ Провести аналіз стану досліджуваної галузі та провести аналіз стану діяльності та виробничих умов досліджуваного господарства, а також аналіз

існуючих автоматизованих систем ведення сільськогосподарського виробництва та управління технічними ресурсами виробництва;

➤ Провести системний аналіз принципів і завдань управління виробничо-технічними ресурсами, визначити особливості типів виробничо-технічних ресурсів, окреслити основні принципи створення моделі ефективності для раціонального вибору видів ресурсів і завантаженості виробничих проектів рослинництва. ;

➤ Розробити модель вибору відповідних видів ресурсів для виконання робіт, методику управління виробничо-технічними ресурсами проектів рослинництва та методику формування бази даних для управління цими проектами;

➤ Обґрунтувати бази даних і бази знань і розробити практичний інструментарій для управління ресурсами ВПП, обґрунтувати законну потребу в ресурсах ВПП у даному середовищі проекту та обґрунтувати модель використання технічних ресурсів під час реалізації проекту заводського виробництва.

➤ Вартісна оцінка втрат продукції внаслідок несвоєчасного будівництва в об'єктах рослинництва.

*Об'єктом дослідження є процеси управління виробничо-технічними ресурсами рільничого господарства.*

*Предметом дослідження є моделі, методи та засоби управління ресурсами у виробничих проектах, індикатори використання та втрат ресурсів у проектах рослинництва, а також їх зміна закономірностей через зміни в проектному середовищі.*

*Практичне значення результатів полягає у тому, що:*

– Розроблена система підтримки прийняття рішень з управління виробничо-технічними ресурсами дозволяє ефективно аналізувати використання наявних виробничо-технічних ресурсів під час виконання робіт і залучати додаткові ресурси, якщо необхідно, щоб уникнути втрат проектної продукції через запізнення з виконанням робіт.;

– Здійснено обґрунтування бази даних управління ресурсами проекту рослинництва, що дозволить організувати наявну землю, технології та людські ресурси та створити необхідні знання для подальшого моделювання проекту за допомогою розробленої системи підтримки прийняття рішень.

## РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ В ПРАКТИЦІ ТА ТЕОРІЇ

### 1.1. Аналіз стану галузі рослинництва та особливостей реалізації виробничих проєктів

Сфера рослинництва в сільськогосподарському виробництві відіграє надзвичайно важливу роль у формуванні продовольчої безпеки України [50]. Саме ця галузь забезпечує населення продуктами харчування, кормами для худоби, сировиною для переробної та легкої промисловості, забезпечує зовнішню торгівлю. Рослинництво охоплює кілька напрямів: вирощування зернових, виробництво цукрових буряків, олійних культур, картоплі, овочів, кормів та інших культур.

Сьогодні багато галузей сільськогосподарського виробництва перебувають у дуже скрутному становищі, а велика частка дрібних і середніх сільськогосподарських товаровиробників є збитковими. Це потребує реалізації ряду виробничих проєктів та розробки інструментів управління ними, що забезпечить підвищення ефективності рослинництва в малих і середніх сільськогосподарських підприємствах.

З кожним роком вартість сільськогосподарської продукції в Україні значно зростає, особливо продукції рослинництва. Значне зростання собівартості продукції зумовлене значним зростанням вартості ресурсів, які залучаються до реалізації виробничих проєктів (технічне обладнання, паливно-мастильні матеріали, мінеральні та органічні добрива, засоби захисту рослин, енергоносії, оплата праці). Тому кожне сільськогосподарське підприємство потребує якісного планування виробничих проєктів, особливо ресурсних витрат під час реалізації, щоб передбачити виконання робіт на кожному етапі та вартість отриманої продукції.

Економічна нестабільність сільськогосподарського виробництва в ринкових умовах проявляється не лише в ефективності, а й у ресурсоемності, що

визначає питому ефективність. Тому процес управління ресурсами відіграє важливу роль у якісному плануванні виробничих проектів. Це необхідно враховувати для досягнення вищих результатів з меншими витратами ресурсів (праці, технологій, матеріалів, фінансів тощо). Крім того, природні ресурси (земля та її ґрунт) відіграють важливу роль у формуванні вартості рослинницьких проектів, є основою для отримання високих урожаїв і характеризують цінність продукції, отриманої від цих проектів.

Для оцінки цінності продукту виробничих проектів у рослинництві спочатку необхідно визначити витрати на реалізацію, а також оцінити ринкову складову, що характеризується вартістю сільськогосподарської продукції відповідно до її якості. При цьому вагому роль відіграють виробничо-технічні ресурси сільськогосподарських підприємств, до яких належать виробничі площі (земельні ділянки) для вирощування сільськогосподарських культур, техніка, приміщення та обладнання для первинної переробки й зберігання продукції тощо. Динаміка площ посівів сільськогосподарських культур впродовж 2010-2019 рр. наведена на рис.1.1.

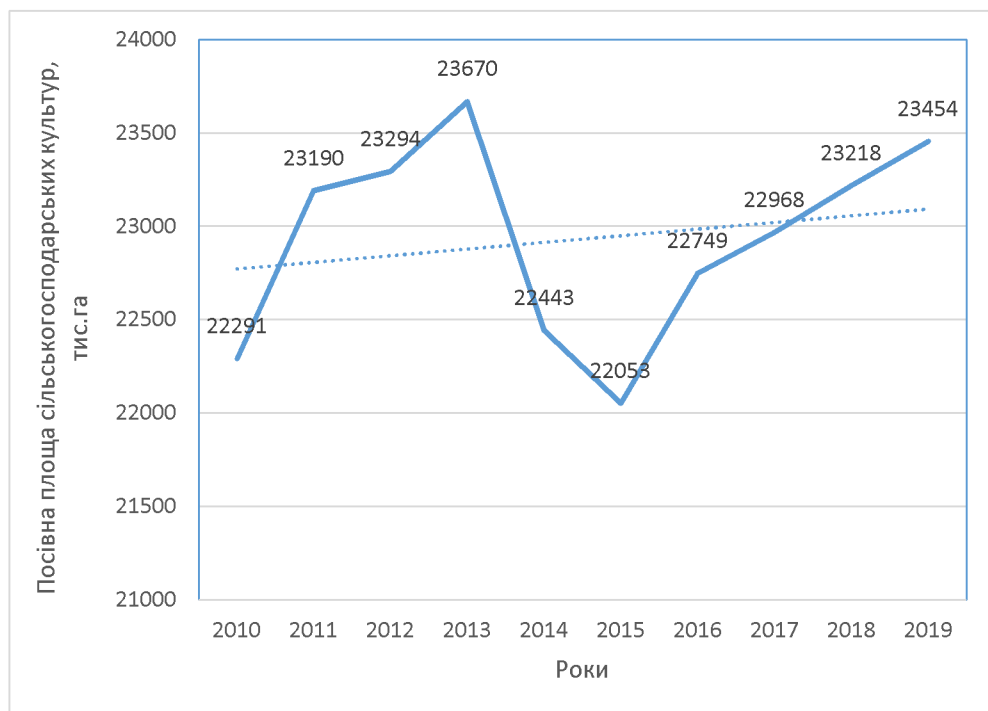


Рис. 1.1 Динаміка площ посівів сільськогосподарських культур впродовж 2010-2019 рр. (Дані Держкомстат України)

Оскільки виробничі площі (ділянки), на яких сільськогосподарські підприємства вирощують сільськогосподарські культури, здебільшого не змінюються суттєво протягом їхньої діяльності, як показано в даних на рисунку 1.1, основними ресурсами, якими управляють сільськогосподарські підприємства, є їхній машинно-тракторний парк (МТП). В основному це трактори, сільськогосподарська техніка та зернозбиральні комбайни.

Аналіз структури посівних площ сільськогосподарських культур у 2019 році (рисунок 1.2) показує, що в структурі переважають зернові та бобові (пшениця, озима та яра, кукурудза на зерно, ячмінь, гречка). Це є основою для вибору ресурсів для проектів рослинництва на основі технологій вирощування конкретних культур.

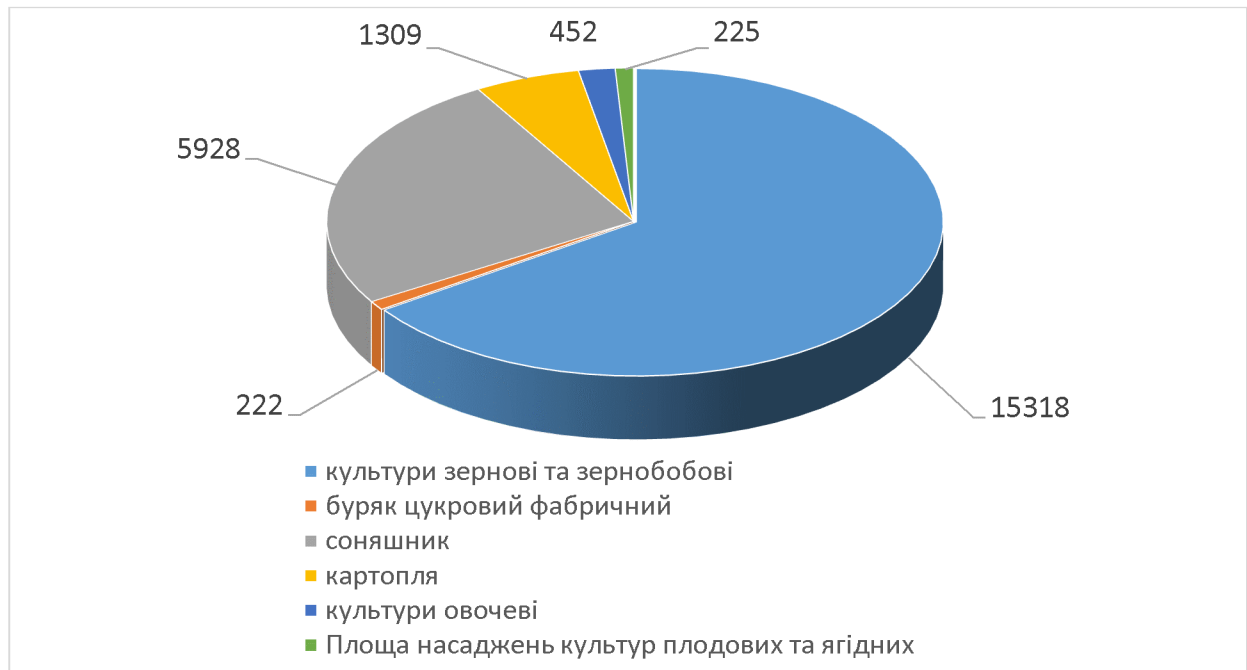


Рис. 1.2. Структура посівних площ під сільськогосподарськими культурами за 2019 рік (Дані Держкомстат України)

Для реалізації проектів у рослинництві на різних етапах виробництва (підготовка землі, посів, догляд за посівами, збирання врожаю тощо) використовується різноманітна сільськогосподарська техніка. Оцінити стан сільськогосподарських підприємств у забезпеченні цими ресурсами можна, вивчивши загальнодоступні дані Бюро статистики «Наявність сільськогосподарської техніки та енергетичних потужностей» за 2000-2019 рр.



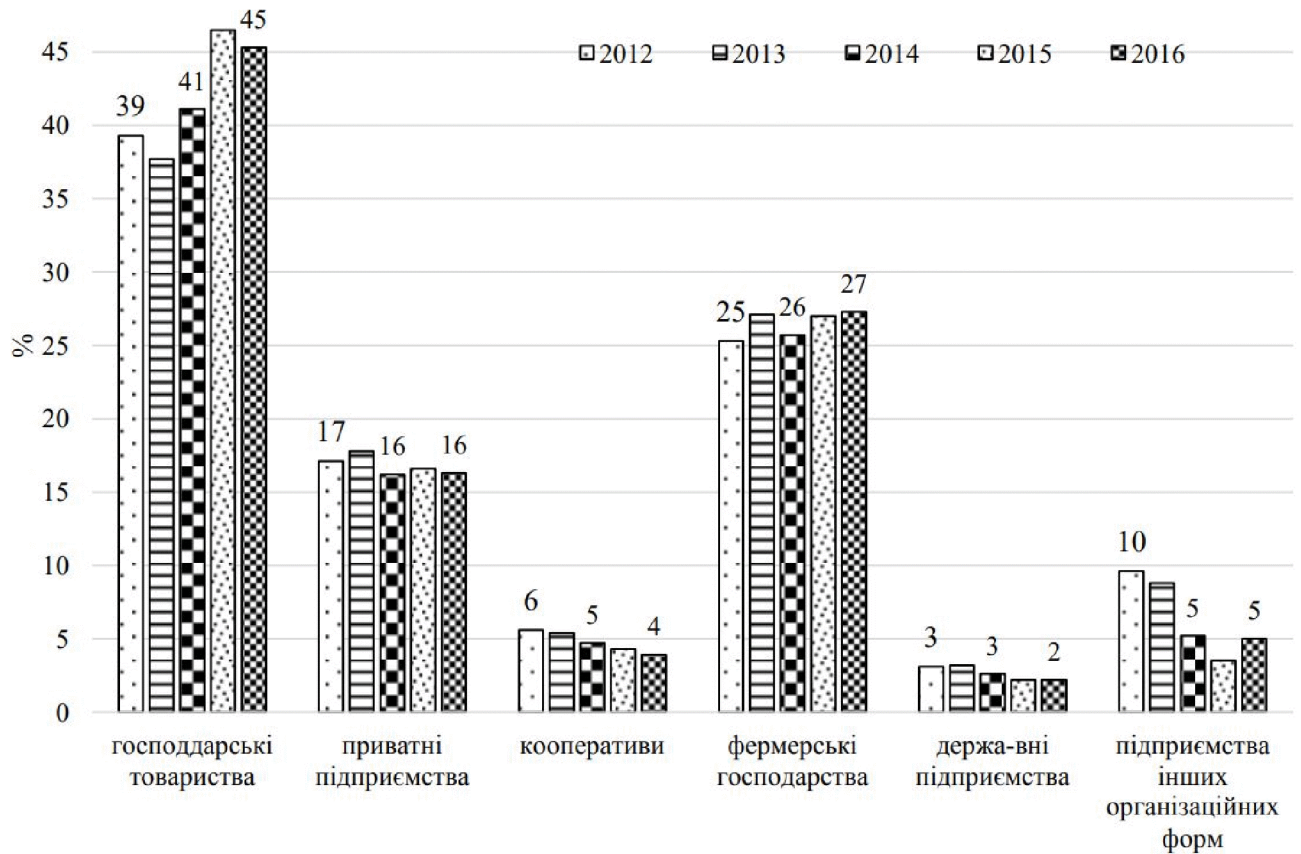


Рис. 1.3. Динаміка зміни наявності тракторів усіх марок у сільськогосподарських підприємствах різних форм власності впродовж 2012-2016 рр. (Дані Держкомстат України)

Динаміка зміни кількості тракторів різних марок у сільськогосподарських підприємствах та фермерських господарствах з 2012 по 2016 рік (рис. 1.3) показує, що кількість тракторів у власності малих підприємств та фермерських господарств дещо зростає. Водночас у всіх інших бізнесах усіх брендів він продовжував падати протягом періоду дослідження. Загалом кількість тракторів має тенденцію до зменшення. Подібні тенденції можна спостерігати і в динаміці зміни наявності різних марок зернозбиральних комбайнів в агробізнесі та фермерських господарствах.

Структура наявності сільськогосподарської техніки в агробізнесі також дуже різноманітна та неоднорідна. Як видно з діаграми (рисунок 1.4), в структурі переважають сівалки різних типів, вантажівки та фургони, тягачі.

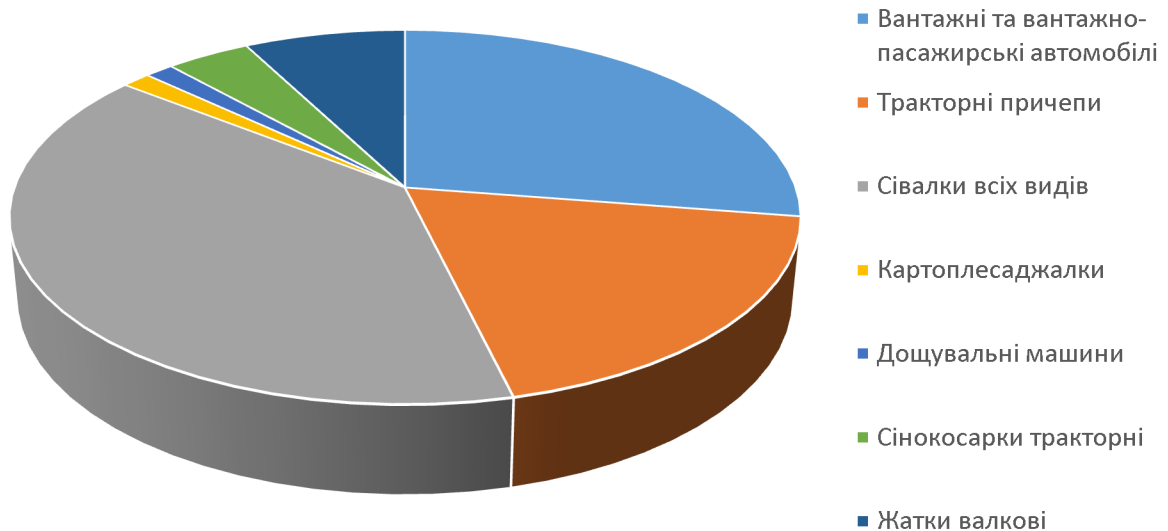


Рис. 1.4. Структура наявних видів сільськогосподарської техніки у сільськогосподарських підприємствах за 2019 рік (Дані Держкомстат України)

Загалом, згідно з аналізом ресурсозабезпеченості галузі рослинництва, структура земельних ресурсів в основному залишилася незмінною. При цьому кількість наявного технічного оснащення також змінилася. Зміна кількості і конструктивного складу сільськогосподарських машин зумовлені постійними змінами технології вирощування сільськогосподарських культур. Водночас зміна кількісного та марочного складу технічного обладнання для фіксованої площі посівів є важливою передумовою для проведення ресурсних досліджень проектів рослинництва, а вартість отриманої продукції значною мірою залежить від цього.

## 1.2 Аналіз існуючих систем автоматизації управління виробничо-технічними ресурсами виробництва

Що стосується програмного забезпечення розподілу ресурсів для окремого проекту, то воно, як правило, забезпечується розробленою системою підтримки прийняття рішень (DSS) для розподілу ресурсів і управління проектом, що допомагає керівникам проектів розподіляти ресурси.

Відоме програмне забезпечення для управління проектами включає:

Microsoft Office Project, Project Expert, Primavera, OpenProj тощо. Вони пропонують широкі можливості для автоматизованого керування проектами та дозволяють оцінювати показники проекту щодо конкретних розподілів ресурсів під час введення початкових даних.

Перший тип системи підтримки прийняття рішень - це система високого рівня, яка ідеально вирішує проблеми розподілу ресурсів. Але їх недоліком є те, що деякі компанії погодяться створити окремий план лише з метою розподілу ресурсів. Крім того, вони вимагають введення великої кількості даних у процес розподілу ресурсів. Друга група систем не відповідає безпосередньо на завдання розподілу ресурсів, де системи підтримки можуть виконувати це завдання, вводючи різні дані розподілу ресурсів і отримуючи або шукаючи дані про вплив на такі розподіли. Крім того, навіть цей розподіл ресурсів здійснюється за проектом, а не за виконавцем. Розподіл ресурсів між підрядниками більш ефективний, оскільки враховує досвід і особисті якості підрядника, від яких багато в чому залежить успіх роботи.

На жаль, управління проектами в галузі рослинництва має багато характеристик, які не враховуються існуючими системами управління проектами. У процесі планування ресурсів вищезгаданих проектів дуже важливим є розподіл земельних ресурсів між різними інженерними блоками.

Це дає змогу оцінити доцільність виробничого проекту за критеріями достатності наявних матеріально-технічних ресурсів (тракторів, сільськогосподарських машин, автомобілів тощо).

Відомі інформаційні системи управління проектами (MS Project та Primavera) не використовують таке поняття, як робоче навантаження, що унеможливило б планування робочих блоків проекту рослинництва за його навантаженням (тобто площею). Поля, зайняті різноманітними культурами. Правда, в системі є інші модулі, наприклад Open Plan – розширення Microsoft Project, де матеріали розподіляються як діапазони, але цього недостатньо, оскільки неможливо вказати споживане навантаження на одиницю матеріалу [24].

Виробництво сільськогосподарської продукції необхідно здійснювати за певних агротехнічних умов, що визначається біологічними особливостями розвитку культур і видом робіт. Невигідно реалізовувати проект занадто рано. Реалізація проекту поза агротехнічними умовами призведе до невідновлених втрат проектної продукції. Тому актуальним завданням є визначення ресурсів, необхідних для виконання проектних робіт у заданих агротехнічних умовах. Для цього використовуються такі показники, як погодинна продуктивність ресурсу. Можливість встановлення цього показника та технічних характеристик технічних ресурсів існує лише в пакеті проекту Spider [57].

Тільки в професійній версії Spider Project є можливість мультиресурсів - стабільних груп ресурсів (команд), які виконують роботу разом. Вказавши склад мультиресурсу, його можна призначити твору в цілому, а його склад можна змінити в будь-який момент так, щоб змінився склад виконавця твору, якому він призначений [34].

Такі важливі параметри, як змінне робоче навантаження ресурсів (тобто можливість видалення та перерозподілу ресурсів під час операцій), не моделюються в Microsoft Project і Primavera [34]. У досліджуваній системі управління проектами відсутня функція визначення ризиків у проектах рослинництва, таких як агрометеорологічні елементи, показники надійності обладнання тощо.

Таблиця 1.6. Основні показники і функції систем управління, що стосуються виробничих проєктах рослинництва та ступінь їх реалізації

Показники і функції	Інформаційна системи управління проєктами		
	Microsoft Project (MSP)	Primavera Enterprise (P3)	Spider Project
1	2	3	4
Планування витрат ресурсів від обсягу робіт	Ні	Ні	Так
Продуктивність ресурсу	Ні	Ні	Так
Мультиресурси (бригади ресурсів)	Ні	Ні	Тільки в редакції Professional
Змінне завантаження ресурсів	Ні	Ні	Так
Оцінка ймовірних ризиків пов'язаних з погодним умовами та надійністю техніки	Ні	Ні	Ні
Оцінка втрат продукту через несвоєчасне виконання робіт у проєкті	Ні	Ні	Ні

Основні показники, функції та рівень реалізації системи управління проєктами щодо проєктів рослинництва наведені в таблиці. 1.6.

Як видно, більшість існуючих автоматизованих інформаційних систем управління проєктами неспроможні забезпечити якісне та надійне управління ресурсами проєктів рослинництва. Лише програмний продукт Spider Project реалізує частину функцій, за допомогою яких можна керувати виробничими проєктами для рослинництва. Однак оцінка ризиків для таких проєктів з використанням цього програмного продукту не проводилася. Ось чому виникає потреба адаптувати існуючі програми або розробити нові програми управління проєктами рослинництва, за допомогою яких можна врахувати вищезгадані змінні.

### **1.3. Загальний опис класифікації ресурсів проекту та процесів управління ними**

Управління ресурсами у проєктах підтримує постійне постачання технічного оснащення та матеріалів, координує трудові ресурси, а також контролює дотримання рішень щодо використання ресурсів проєкту. Управління ресурсами є важливою складовою управління виробничими проєктами для отримання запланованих результатів. Управління ресурсами є важливою складовою управління виробничими проєктами, яка стосується процесів планування трудових, матеріально-технічних ресурсів, закупівель, постачання, розподілу, обліку та контролю.

Планування робіт з реалізації виробничих проєктів у галузі рослинництва, запланованих відповідно до регламентованих термінів, включає вимоги до ресурсів для кожного виду робіт.

Управління ресурсами проєкту передбачає участь у розробці та плануванні розкладу робіт щодо реалізації проєкту впродовж життєвого циклу, моніторингу виконання робіт, контролю за їх виконанням та підготовці пропозицій щодо необхідних змін використовуваних ресурсів.

За умови, що окремо розглядаються матеріально-технічні ресурси, то управління ресурсами передбачає їх придбання та постачання. При цьому процеси планування матеріально-технічних ресурсів допомогу, вибір постачальників, постачання матеріалів, управління контрактами від укладення до завершення.

У виробничих проєктах розглядаються такі типи ресурсів (рис. 2.3):

1. Природні ресурси - ресурси землі, води, атмосфери, космосу;
2. Виробничо-технічні - засоби виробництва, предмети праці тощо.
3. Трудові ресурси (розділені на групи);
4. Ресурси для кінцевих споживачів продукту проєкту;
5. Інформаційні ресурси - науковий потенціал, культура та освіта;
6. Фінансові ресурси - капітальні вкладення, кредитні ресурси тощо.

7. Зовнішні ресурси - валютні резерви, зовнішньоторговельні відносини тощо.

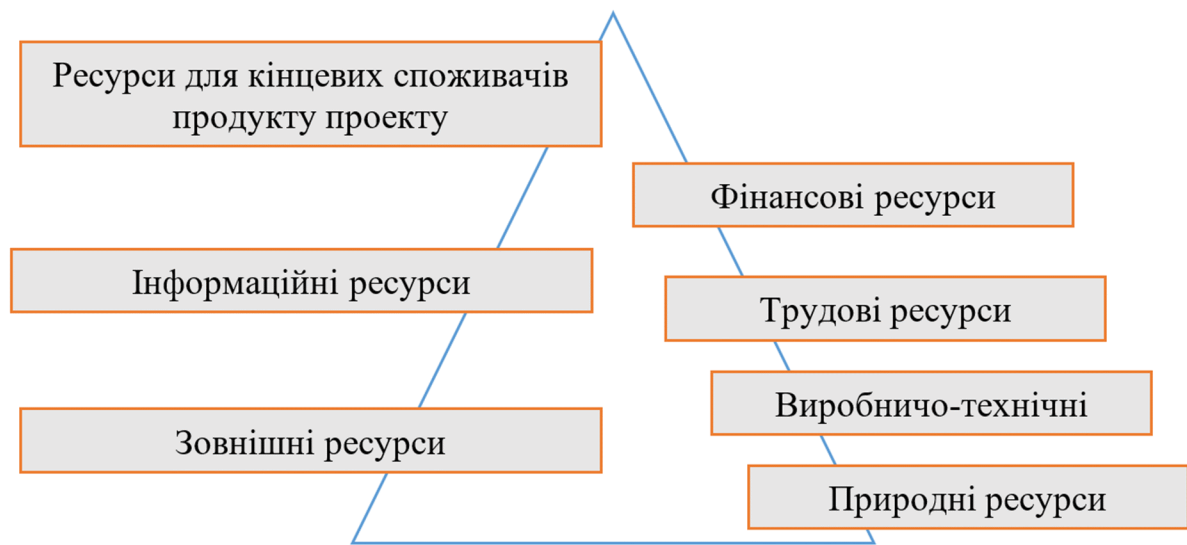


Рис. 1.5. Ресурсна піраміда виробних проєктів

Для зручності під час роботи над проєктом вищезазначені ресурси групуються таким чином[27]:

- матеріально-технічні ресурси - сировина: матеріали, конструкції, комплектуючі; енергетичні ресурси; паливо; технологічні ресурси: машини, механізми, обладнання.

- трудові ресурси, що працюють безпосередньо з матеріально-технічними ресурсами – виконавці робіт тощо.

Одночасно виділяються два основних типи ресурсів:

- невідновлювані ресурси, зберігаючі та накопичувальні;
- відновлювані, запаси, ненакопичувальні ресурси.

У процесі виконання проєктів невідновлювані ресурси, зберігаючі та накопичувальні ресурси повністю використовуються, що перешкоджає повторному використанню. Не використані в окремий даний період життєвого циклу проєкту ресурси, вони можуть бути використані в майбутньому [29]. Іншими словами, накопичення таких ресурсів можливо при подальшому використанні запасів. Тому їх часто називають ресурсами «енергетичного» типу.

Прикладами таких ресурсів є: паливо, робоча сила, наявна робоча сила та фінансові ресурси.

Відновлювані, запаси, ненакопичувальних ресурсів під час виконання робіт у проєктах зберігає свою природно-матеріальну форму і в результаті їх використання вони ще можуть бути використаними в інших роботах [63]. Якщо ці ресурси простоюють, то їх невикористана потужність не компенсується, тобто не накопичується. Тому ці ресурси також називають ресурсами «ємності». Прикладами таких ресурсів трудові ресурси та багаторазово використовуване технічне оснащення тощо.

У роботі [29] пропонується матеріально-технічне забезпечення виробничих проєктів здійснювати на підставі виконання низки процесів, які представлені на рис. 2.4.

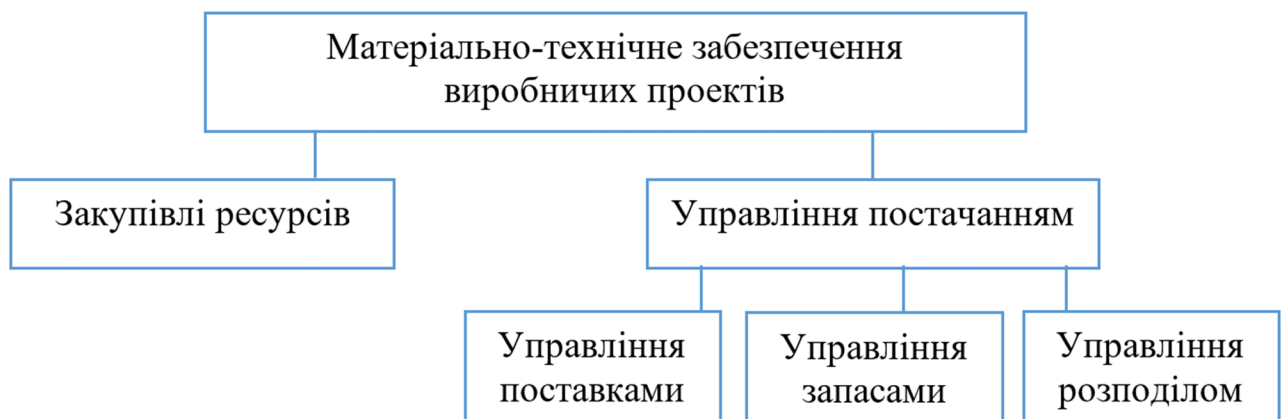


Рис. 1.6. Процеси матеріально-технічного забезпечення виробничих проєктів [29]

Результатом планування закупівель ресурсів за контрактом є формування закупівельної документації, яка визначає принципи закупівлі, терміни, суми витрат та інші деталі.

Проаналізуємо запропоновану у роботі [22] структурну модель управління ресурсами (рис. 2.5).





Рис. 1.7. Структурну модель управління ресурсами проєктів [29]

На підставі аналізу структурної моделі управління ресурсами проєктів можна сказати, що вона є вагомим орієнтиром для управління ресурсами у виробничих проєктах рослинництва. Однак використати зазначені процеси у повному обсязі для виробничих проєктах рослинництва неможливо, так як їх основою є придбання ресурсів. Водночас, у проєктах вартість виробничо-технічних ресурсів є значною і окремі сільськогосподарські підприємства не спроможні придбати на ринку потрібні ресурси. Виникають задачі та існує потреба у реалізації управлінських процесів оптимізації залучення існуючих ресурсів та пошуку раціональних сценаріїв їх використання із врахуванням мінливих виробничих та кліматичних складових проєктного середовища.

## Висновки до розділу 1

1. Аналіз стану галузі рослинництва показує, що аграрний сектор України переживає кризу, однією з причин якої є відсутність реалізації узгоджених та узгоджених виробничих проєктів. Одними з найактуальніших

виробничих проектів сьогодні є проекти в галузі рослинництва. Реалізація проектів рослинництва має багато власних особливостей, і врахування цих характеристик у процесі управління ресурсами збільшить економічні вигоди учасників за рахунок зменшення втрат кінцевої продукції.

2. Виробництво більшості сільськогосподарських культур у дослідному господарстві є прибутковим, але слід подбати про оновлення машинно-тракторного парку сучасними машинами. Якщо план оновлення машинної групи новою маркою буде реалізовано, ефективність вирощування всіх культур значно підвищиться.

3. Виявляється, що більшість існуючих автоматизованих інформаційних систем управління проектами неспроможні забезпечити якісне та надійне управління ресурсами у виробничих проектах рослинництва. Для реалізації проектів у рослинництві необхідно адаптувати існуючі або розробити нові пакети управління проектами в рослинництві, за допомогою яких можна врахувати характеристики конкретного проекту та його мінливе проектне середовище.

## РОЗДІЛ 2.

### ОБҐРУНТУВАННЯ, ВИБІР ТА РЕАЛІЗАЦІЯ ІНСТРУМЕНТАРІЮ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧІ

#### 2.1. Системний аналіз принципів і завдань управління виробничо-технічними ресурсами

Теорія систем вперше була створена в галузі точних наук і техніки і не почала застосовуватися до менеджменту до кінця 1950-х років. Відповідно до основних положень теорії систем процес управління слід розглядати як систему [22].

Система — це сукупність внутрішньо організованих взаємопов'язаних елементів, які утворюють єдине ціле та діють разом для досягнення визначеної мети. Елементи системи є частиною загальної автономної роботи, але призначені для досягнення заявлених цілей усієї системи.

Будь-яка система:

- Складається з двох або більше елементів;
- Кожен елемент системи має свої унікальні властивості;
- Між різними елементами системи існують зв'язки, і через ці зв'язки вони впливають один на одного;
- Не може існувати поза часом і простором.

Система має тимчасову природу (її стан може змінюватися в будь-який даний момент) і має обмежені межі та середовище.

Існує два типи систем: закриті системи та відкриті системи.

Системне управління виробничо-технічними ресурсами має певні характеристики, які відрізняють його від інших систем. Найважливіше це:

Мета – забезпечення виробництва необхідною кількістю, якістю та різноманітністю матеріальних ресурсів;

Відкритість – обмін інформацією та матеріальними потоками;

Комплексність – наявність великої кількості підсистем (елементів);

Результативність - здатність забезпечити виконання виробничого плану підприємства;

Гнучкість - здатність пристосовуватися до змін зовнішнього середовища та вимог ринку;

Надійність - стабільна робота і можливість взаємодії з іншими виробничими системами;

Керованість – можливість тимчасових змін у функціональності системи на основі потреб виробництва.

Управління соціально-економічним процесом підприємств АПК має свої особливості, які необхідно враховувати, застосовуючи менеджмент у практиці господарювання. Ці характеристики визначають побудову та особливості механізму функціонування системи управління сільським господарством і специфіку його застосування у сфері прийняття управлінських рішень, основні функції управління впровадженням: планування, організація, мотивація, контроль і координація, управління трудовими ресурсами. [36]

Особливості функціонування систем управління виробничо-технічними ресурсами впливають із особливостей агропромислового виробництва, а саме.

1. На виробництво сільськогосподарської продукції впливають не тільки праця та праця, а й природно-кліматичні умови, чого немає в інших галузях народного господарства. При цьому фактори навколишнього середовища мають у багатьох випадках найвизначальніший вплив на кінцеві результати діяльності сільськогосподарських і промислових організацій. Природно-кліматичні умови в різних регіонах країни сильно відрізняються, і ці умови необхідно враховувати для підвищення ефективності виробництва. Цей спосіб реалізується при районованій системі землеробства.

2. Земля в сільському господарстві є не тільки предметом праці, як і інші галузі народного господарства, а й предметом праці основного засобу виробництва. Сільськогосподарське виробництво характеризується географічною розпорошеністю та віддаленістю від центру структурних підрозділів, що ускладнює збір та обробку інформації. Це може призвести до

затримок у прийнятті оперативних рішень. Пряме управління з одного центру неможливе.

3. Виробничий цикл (посів, догляд за посівами, збирання врожаю) та його тривалість значною мірою пов'язані з природними біологічними процесами. Сезонний характер виробництва, різкі коливання у використанні матеріальних, трудових, фінансових та інших ресурсів у різні пори року вимагає від керівників підприємства пошуку шляхів збалансування їх використання, особливо робітників.

4. Прийняття управлінських рішень є надзвичайно складним процесом, залежним від погодних умов, з підвищеною невизначеністю та ризиком.

5. Виробничий цикл сільськогосподарських підприємств триває кілька років (при вирощуванні багаторічних насаджень), що впливає на тривалість їх виходу з кризових ситуацій (більше двох років) та складність управління ними.

6. На структуру організації управління великий вплив роблять різні форми власності та господарювання. Водночас розвиваються горизонтальні координаційні зв'язки для вирішення загальних загальногосподарських питань (загальні служби, соціально-культурні та сімейні сфери тощо). Фермерські господарства відіграють важливу роль у вирішенні продовольчих проблем і потребують всебічної підтримки.

7. Об'єктивні відмінності способу життя, традицій і звичаїв між містом і селом вимагають унікального вирішення багатьох проблем управління, в тому числі й соціальної сфери. [36]

Сільськогосподарське виробництво будь-якого господарства в основному характеризується його виробничим планом, тобто переліком сільськогосподарських культур і площею землі, на якій вирощуються сільськогосподарські культури. Виробничі плани в основному формуються виходячи з зовнішньої зовнішньої (ринкової) кон'юнктури та попиту на різноманітну продукцію. (Рис. 2.1)

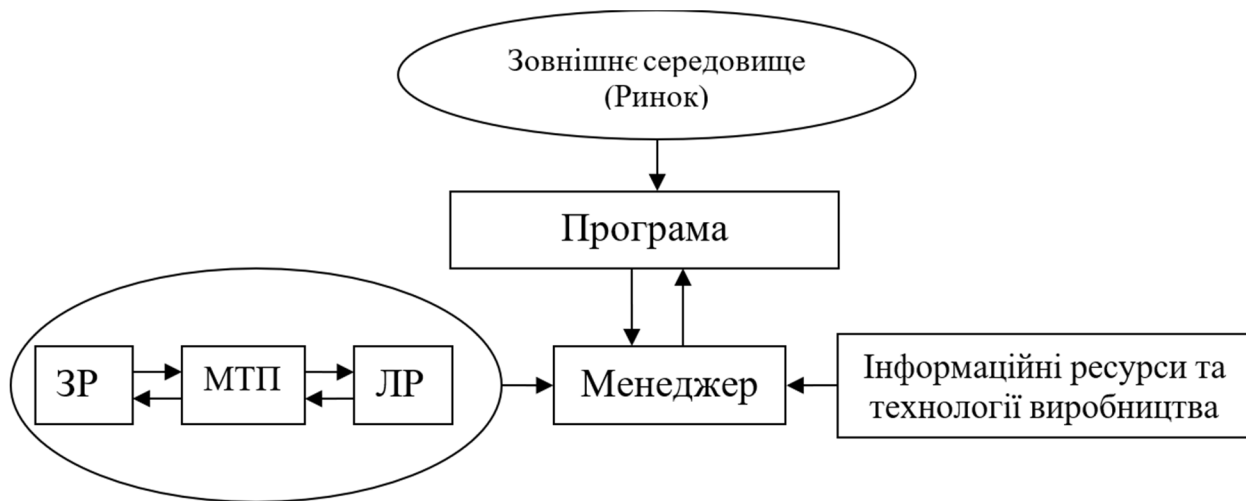


Рис. 2.1 Схема управління програмою виробництва

У свою чергу, економіка має певну кількість обмежених ресурсів: земельні ресурси (ЗР), технічні засоби (ТЗ) механічних тракторних парків і трудові ресурси (ТЗ) у вигляді працівників і операторів технічних засобів.

Виходячи з наявних інформаційних ресурсів (конкуренти, очікуваний урожай тощо) та технології виробництва, керівники господарств адаптують виробничі плани до вимог ринку (попиту). [34, 48, 57]

Управління виробничо-технічними ресурсами здійснюється в рамках відкритої системи, тобто пов'язане із зовнішнім середовищем і має здатність адаптуватися до змін зовнішнього середовища. Матеріальні ресурси у виробничому об'єднанні (підприємстві) поділяються на кілька самостійних процесів, як правило, різного характеру. Кожна функція діє відповідно до поставленого перед нею завдання, критеріїв збільшення прибутку та мінімізації витрат. У цих умовах потребують комплексної оптимізації виробництва, технології та системи управління матеріальними ресурсами. Цього можна досягти за допомогою системного підходу, суть якого полягає в інтеграції виробництва, логістики, транспорту, інформації та комунікацій. Тобто управління виробничо-технічними та матеріально-технічними ресурсами має базуватися на системному підході, спрямованому на стале функціонування господарства, забезпечення його необхідними матеріалами та сировиною з найменшими витратами.

З точки зору системного підходу [8] дослідження систем управління виробничо-технічними ресурсами базується на виявленні закономірностей функціонування цієї системи, які зумовлені спільною дією її компонентів. До них належать: 1) площа оброблюваних земель; 2) склад машинно-тракторного парку (МТП); 3) трудові ресурси (робітники, механізатори).

До вхідного набору елементів системи (рисунок 2.2) слід віднести паливно-мастильні матеріали (x1), насіння сільськогосподарських і технічних культур (x2), хімічні добрива (x3), пестициди (x4), гербіциди (x5).

Крім того, до вхідних факторів системи управління входять інформаційні ресурси (x6), які представляють інформацію про ринок, попит або пропозицію та різні види продукції, конкуренцію в цьому сегменті відносно інших виробників.

У разі недостатності технологій і трудових ресурсів для виконання виробничого плану вхідними елементами системи можуть бути також додаткові трудові ресурси (x7) і додаткова сільськогосподарська техніка (x8).

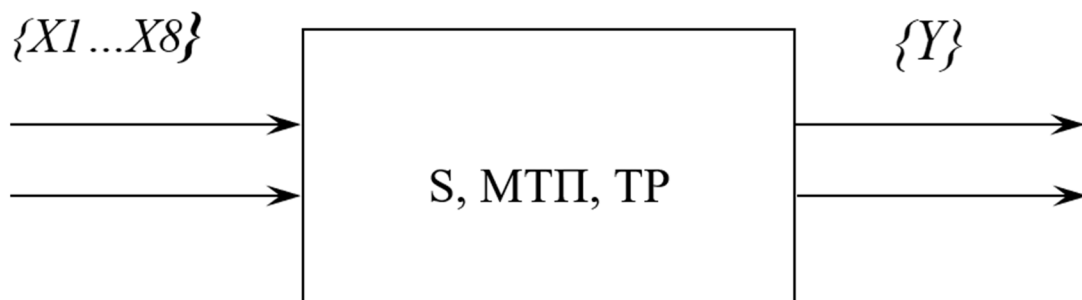


Рис. 2.2 Функціональні складники системи управління виробничо-технічними ресурсами: S – загальна земельна площа, га; МТР – склад тракторного парку сільськогосподарської техніки; TR – трудові ресурси; – сукупність вхідних факторів і характеристик.

Параметри СУВТР характеризують принципи будови та функціонування його складових частин. Характеристики системи відображають локальні та загальні результати її роботи. Виокремлення множин  $\{X\}, \{Z\}$  і  $\{Y\}$  у системі дозволяє вирішувати задачі її аналізу та синтезу [8]. Завданням аналізу є знаходження значень характеристик системи  $\{Y\}$  за її параметрами  $\{Z\}$  при постійному рівні зовнішніх факторів  $\{X\}$ :

$$\{Y\} = f\{Z\}, \text{ за умови } \{X\} = \text{const}. \quad (2.1)$$

Завданням синтезу є знаходження оптимальних значень параметрів системи за відомих зовнішніх факторів і найкращих показників (характеристик) системи:

$$\{Z\} \rightarrow \text{opt} \text{ за умови } \{X\} = \text{const}, \{Y\} \rightarrow \text{exstr}. \quad (2.2)$$

Системний підхід до розгляду СУВТР дозволяє уявити його розвиток як комплекс інженерних завдань, які разом утворюють проблему управління відповідною системою.

## **2.2. Основні принципи створення моделі вибору відповідних видів ресурсів для виконання проектних робіт у рослинництві**

З метою підвищення ефективності виробничої діяльності рослинництва рекомендується прийняти метод управління проектами ВПР. Виробництво продукції рослинництва має всі ознаки проекту [ ]: обмеженість часу, обмеженість ресурсів для реалізації проекту та унікальність, яка визначається специфікою виробництва та кліматичним складом середовища проекту. У зв'язку зі зміною випуску продукту, площі ділянки та планування під час планування ВПР, а також зміною погодних умов під час впровадження ВПР існує ризик втрати конкретного продукту проекту, що призведе до зміни термінів виконання проекту та попиту на ресурси.

Усі ці характеристики зумовлюють необхідність вирішення завдань, пов'язаних з обґрунтуванням видів і календарної потреби у виробничо-технічних ресурсах, необхідних ВПР на кожному етапі його реалізації. До виробничо-технічних ресурсів належать трактори, сільськогосподарські машини, комбайни, дільниці та обладнання для первинної обробки та зберігання продукції тощо.

раховуючи велику завантаженість технології ВПР, різноманітність ресурсів, часові обмеження календарної дати виконання робіт, а також необхідність прогнозування втрат проектної продукції через несвоєчасне



виконання робіт, необхідно розробити автоматичне календарно-сіткове планування даних проекту спеціалізованої моделі.

У процесі планування ВПР необхідно враховувати особливості використання комплексу матеріально-технічних ресурсів  $\{R_i\}$  відповідно до масштабу проекту  $S_i$ , а саме:

$$\{R_i\} = f(\{S_i\}). \quad (2.3)$$

Це дозволяє оцінити доцільність проекту за критерієм достатності наявних виробничо-технічних ресурсів. При цьому ВПР проводиться на окремій ділянці, тому основні роботи проекту можуть проводитися на ділянці лише послідовно і не можуть проводитися паралельно.

Формування календарного графіка виконання робіт з технічного регулювання у ВПР відбувається у два етапи. На першому етапі на основі технічного регламенту була розроблена технічна модель, яка визначала комплекс планових робіт з формування кінцевої продукції (виробництва рослинництва та сільськогосподарської продукції) та терміни календарного виконання, визначені агротехнологією.

Технологічний регламент є основною складовою проектного плану, він формує допустимі норми зміни робіт, часу та ресурсів, а також стандартизує послідовність виконання робіт у ВПР для забезпечення формування проектної продукції відповідної якості, умов безпеки проекту, впровадження та вимоги до охорони навколишнього середовища.

Кожна окрема робота ( $O_i$ ) у технологічному регламенті задається кортежем з такими атрибутами:

- вид робіт (землеробство, обробка ґрунту, хімзахист тощо);
- комплекс вимог до агротехнічних робіт  $\{AV_i\}$  (глибина обробітку, норми внесення тощо);
- агротехнічно-зумовлений час початку  $[\tau_i]$  і допустиму тривалість роботи  $[t_i]$ :

$$O_i = \langle VO_i, \{AV_i\}, [\tau_i], [t_i] \rangle. \quad (2.4)$$

Якщо всі роботи у ВПР проводити в терміни директивного календаря, визначеного агротехнікою, то можна буде отримати максимальний урожай ( $U_{\max}$ ) за заданих умов технології формування і, відповідно, максимальний вихід проектної продукції.

При плануванні витрат ресурсів певний масштаб виробництва  $Q$  задається у ВПР і відображається в проекті через площу ділянки. Тому виникає проблема створення календарного графіка для проекту  $P$  при обмежених виробничо-технічних ресурсах.

Кожна робота у ВПР має встановлений календарний час початку  $[\tau_{s_i}]$  та дозволена тривалість виконання  $[t_i]$ , визначену відповідною агротехнологією виробництва.

Після визначення календарних умов початку та завершення агротехнічних детермінацій для кожної роботи сформовано технологічну модель формування продукції ВПР під конкретні культури.

На другому етапі для кожної роботи ( $O_i$ ) вибирається така технічна підтримка з доступного набору  $\{M_i\}$ , яка забезпечить виконання заданого типу роботи  $VO_i$  відповідно до набору відповідних вимог агротехніки. Для несамохідної сільськогосподарської техніки необхідно за сукупною енергією  $\{T_i\}$  визначити засіб приводу машини, який забезпечить найбільш ефективну роботу на даній роботі у ВПР. Таким чином ми отримуємо технічні ресурси (машино-тракторні агрегати), необхідні для виконання заданої роботи [24].

Для цього технічного ресурсу, виходячи з його експлуатаційно-технічних характеристик і ряду факторів зовнішнього середовища проектного середовища (виробничих і кліматичних умов), основними є питомий опір ґрунту ділянки, середній кут нахилу, довжина ділянки та Стан об'єкта перетворення (заводу або матеріалу) визначається його змінною продуктивністю  $wv$  та питомою витратою палива  $g_p$ .

На підставі визначеної змінної продуктивності технічних ресурсів з урахуванням обсягу наявних технічних ресурсів визначити фактичну тривалість ті виконання робіт  $O_i$ :

$$t_i = \frac{q_i}{w_{di}} \quad (2.5)$$

$$w_{di} = w_v \cdot k_p \cdot k_v \cdot n, \quad (2.6)$$

де  $q_i$  – обсяг робіт, га (т, м<sup>3</sup>);  $w_{di}$  – добова продуктивність технічного засобу;  $w_v$  – продуктивність агрегату за зміну (норма виробітку агрегату), га/зміну;  $k_p$  – коефіцієнт погожості для даного виду робіт;  $k_v$  – коефіцієнт змінності,  $n$  – кількість залучених до роботи агрегатів з доступної множини  $\{M_i\}$  і  $\{T_i\}$ .

Коефіцієнт погожості характеризує кліматичні умови, в яких виконується ВПР, і для даного виду робіт визначає частку різної тривалості, протягом якої погодні умови дозволяють виконувати даний блок робіт виходячи з існуючих умов.

Календарний час початку робіт проекту  $\tau_{s_i}$ , якщо на нього не впливають попередні роботи та є відповідні технічні ресурси, визначається технічно допустимим календарним часом початку  $[\tau_{s_i}]$ . У свою чергу календарний момент часу завершення роботи  $\tau_{e_i}$  залежить від тривалості її виконання:

$$\tau_{s_i} = [\tau_{s_i}], \quad (2.7)$$

$$\tau_{e_i} = \tau_{s_i} + t_i. \quad (2.8)$$

У ВПР розрізняють два види робіт, які відносяться до окремих блоків - основний і допоміжний.

Основна робота — це дія або сукупність дій, спрямованих на зміну положення або властивостей засобу виконання роботи (оброблюваного матеріалу, виробу чи середовища), що характеризується об'єктом виконання роботи, технічним оснащенням виконання і виконавцем.

З іншого боку, допоміжна робота — це дія або набір дій, спрямованих на полегшення, покращення або забезпечення виконання основної роботи [48]. Це включає такі роботи, як завантаження добрив і транспортування добрив, води чи інших необхідних ресурсів до основного робочого місця.

Оскільки метою цієї групи допоміжних робіт  $\{O'_i\}$  є створення умов для виконання основної роботи, часові характеристики цих робіт, тобто їх початок  $\{\tau'_{s_i}\}$  і кінець  $\{\tau'_{e_i}\}$ , задаються відповідними часовими характеристиками основної роботи, а саме:

$$\{\tau'_{s_i}\} = \tau_{s_i}, \quad (2.9)$$

$$\{\tau'_{e_i}\} = \tau_{e_i}, \quad (2.10)$$

$$t_i = \max(t_i, \{t'_i\}). \quad (2.11)$$

При використанні високопродуктивного технічного обладнання і його достатньої кількості тривалість роботи  $t_i$  може бути меншою за її допустиму тривалість  $[t_i]$ . Тому може бути зарезервований період часу, протягом якого виконання цієї роботи може бути відкладено без втрати продукту ВПР (табл. 2.1, графа а):

$$t_r = [t_i] - t_i. \quad (2.12)$$

Якщо тривалість робіт у ВПР перевищує допустимий агротехнічно дозволений термін виконання такої роботи  $t_i > [t_i]$  (табл. 2.1, графа б), то порушуються директивні терміни робіт, що призводить до втрати продукції для визначеного проєкту.

Таблиця 2.1. Моделі розрахунку втрат продукту проєкту внаслідок несвоєчасної реалізації проєкту

Позначення	Назва ситуації	Графічне представлення ситуації	Характеристики роботи		
			Координата початку	Координата завершення	Модель розрахунку втрат продукту
1	2	3	4	5	6
а	Попередня робота не впливає на поточну		$\tau_{s_i} \geq [\tau_{s_i}]$	$\tau_{e_i} \leq [\tau_{e_i}]$ $\tau_{e_i} =$ $\tau_{s_i} + t_i$	Втрати відсутні $Z_i = 0$
б			$\tau_{s_i} = [\tau_{s_i}]$	$\tau_{e_i} > [\tau_{e_i}]$ $\tau_{e_i} =$ $\tau_{s_i} + t_i$	$Z_i = 0,5 \cdot U_{\max} \cdot q_{u_i} \cdot t_{u_i}$ $t_{u_i} = t_{e_i} - [t_{e_i}]$ $q_{u_i} =$ $q - w_{d_i} \cdot ([\tau_{e_i}] - \tau_{s_i})$
в	Попередня робота впливає на поточну		$\tau_{s_i} <$ $[\tau_{e_{i-1}}]$	$\tau_{e_i} =$ $\tau_{s_i} + t_i$	$Z_i = 0,5 \cdot U_{\max} \cdot q_{u_i} \cdot t_{u_i}$ $t_{u_i} = t_{e_i} - [t_{e_i}]$ $q_{u_i} =$ $q - w_{d_i} \cdot ([\tau_{e_i}] - \tau_{s_i})$

У разі несвоєчасного виконання робіт може бути змінений щоденний робочий час або кількість залучених технічних засобів.

Якщо жоден із цих двох заходів не може запобігти вчасному впровадженню проекту, збитки, спричинені продуктом ВПР через те, що проект не вдалося впровадити вчасно, будуть визначені згідно до відповідної моделі розрахунку збитків у таблиці. 2.1.

Враховуючи, що ВПР здебільшого проводиться на окремих ділянках землі та є технічне обладнання для виконання різноманітних робіт, це може призвести до впливу попередніх робіт над даним проектом на поточний проект.

У такому випадку початок поточної роботи відбувається лише після повного завершення попередньої роботи даного проекту (табл. 2.1, графа в):

$$\tau_{s_i} = \tau_{e_{i-1}}. \quad (2.13)$$

Якщо час початку роботи не перевищує встановленого агротехнікою терміну виконання робіт то, втрати  $\tau_{s_i} < [\tau_{e_i}]$  продукції ВПР від несвоєчасного виконання робіт розраховуються за зразком (табл. 2.1, графа в).

Відповідно до описаного алгоритму розраховуються часові характеристики всіх проектних робіт, визначаються очікувані втрати продукту та встановлюється календарний графік проекту.

Аналізуючи роботу у ВПР, можна виявити елементи проекту, які викликають найбільші втрати продукції та, відповідно, виявити брак технічних ресурсів, що призводить до цих втрат.

Для керівників проектів, які керують ВПР, ці процеси управління є основою для прийняття рішень щодо надання достатньої кількості технічних ресурсів для проекту шляхом співпраці, найму та додаткового придбання таких ресурсів. Якщо це неможливо, доцільно було б зменшити обсяг проекту, оскільки зменшення обсягу виробничих проектів призведе до зменшення навантаження на наявні технічні ресурси, що мінімізує втрати продукту проекту.

### **2.3. Заходи з управління виробничо-технічними ресурсами для проектів рослинництва**

Українські сільськогосподарські підприємства працюють у невизначених умовах виробництва, які постійно змінюються. Види та обсяги виробництва продукції рослинництва на окремих підприємствах необхідно щорічно пристосовувати до кон'юнктури аграрного ринку, яка значною мірою визначається неконтрольованими чинниками внутрішнього та світового попиту на продукцію. Постійно з'являються нові технології виробництва і нові високоефективні технічні засоби. Тому, щоб залишатися конкурентоспроможними, підприємства повинні щороку змінювати структуру сільськогосподарського виробництва та застосовувати новітні технології та технічні засоби.

Це потребує проектного управління ВПР для окремих сільськогосподарських підприємств. Проектно-орієнтований підхід передбачає розгляд виробництва продукції рослинництва як проекту. ВПР має чітку дату початку та закінчення, що вказує на його тимчасовий характер. Ініціація проекту залежить від моменту прийняття рішення щодо виробництва певної кількості та відповідної якості рослинної продукції. Проект вважається завершеним, коли вироблена продукція реалізована і підсумовано підсумок проекту – оцінка отриманої продукції.

Складність управління ВПР полягає в тому, що з кожним роком зі зміною структури виробництва та випуску продукції будуть змінюватися і ділянки, на яких реалізується проект. Зміна земельної ділянки веде до зміни виробничих умов обробітку і збирання врожаю, тобто місця розташування, площі, морфології, рельєфу поля, фізико-механічних властивостей ґрунту, вмісту в ньому поживних речовин тощо. .., зміни, що впливають на використання трудових і технічних ресурсів, витрату палива, добрив і пестицидів у конкретних умовах.

Важливу роль у ВПР відіграє технічне регулювання — ряд завдань, які необхідно виконувати в період вегетації сільськогосподарських культур. Кожна з цих робіт має сільськогосподарські технічно допустимі умови директиви, тобто час початку та визначену тривалість, протягом якої робота повинна виконуватися.

Кожна робота вимагає використання відповідних технічних ресурсів, які здебільшого є загальними та використовуються в різних роботах, тому, щоб забезпечити ефективність роботи в ВПР, керівник проекту повинен розподілити доступний пул технічних ресурсів між проектами. Недостатнє або необґрунтоване виділення цих ресурсів призведе до безповоротних втрат продукції через порушення умов директиви та несвоєчасне будівництво проекту.

Враховуючи, що існує велика кількість проектів ВПР, які використовують однотипні технічні ресурси, і є багато факторів, які змінюють інженерне середовище, і ці зміни факторів визначаються характером об'єкта перетворення та агрометеорологічними умовами, Рішення завдання цього плану вимагає використання сучасних інформаційних технологій. Для їх досягнення необхідно розробити методику управління виробничо-технічними ресурсами ВПР.

Масштаб виробництва визначає необхідний обсяг виробництва продукції протягом планового періоду, що відповідає найменуванню, сорту та якості, необхідним планом реалізації. Він визначає перелік та обсяг проекту ВПР, зміст, вимоги до виробничо-технічних ресурсів, чисельність персоналу тощо.

Для окремого сільськогосподарського підприємства масштаби виробництва ( $PP$ ) можна виразити через площі посівівд  $S_i$  культур:

$$PP = \{S_1, S_2, S_3, \dots, S_n\}. \quad (2.14)$$

Під час реалізації ВПР використовується сукупність виробничо-технічних ресурсів, а саме сукупність:

- Сільськогосподарських угідь  $\{P_l\}$ ;



- Сільськогосподарської техніки  $\{M\}$ ;
- Енергетичних засобів  $\{T\}$ ;
- Людських трудових ресурсів  $\{W\}$ .

Кожна ділянка землі ( $Pl_i$ ) має такі показники:

- 1) Площа ( $s_i$ );
- 2) середня довжина ( $l_i$ );
- 3) середній ухил місцевості ( $\alpha_i$ );
- 4) Питомий опір ґрунту ( $\rho_i$ ).

$$Pl_i = \{s_i, l_i, \alpha_i, \rho_i\}. \quad (2.15)$$

Масив «енергетичні засоби» ( $T_i$ ) характеризується наступними параметрами:

- 1) тягове зусилля ( $P_{H_i}$ );
- 2) тип рушія ( $TP_i$ );
- 3) характеристики пристроїв начіпки та гідравлічних систем ( $HC_i$ );
- 4) питома витрата палива ( $q_{ni}$ );
- 5) кількість доступних енергетичних засобів ( $n_i$ ).

$$T_i = \{P_{H_i}, TP_i, HC_i, q_{ni}, n_i\}. \quad (2.16)$$

Масив «Сільськогосподарська техніка» ( $M_i$ ) задається множиною характеристик:

- 1) технічне призначення ( $ТП_i$ );
- 2) робоча швидкість ( $V_{p_i}$ );
- 3) робоча ширина захвату ( $B_{p_i}$ );
- 4) тяговий опір ( $R_{H_i}$ );

- 5) характеристики пристроїв начіпної та гідравлічної систем ( $HC_i$ );
- 6) кількість виконавців ( $n_{on}$ );
- 7) кількість наявної сільськогосподарської техніки ( $n_i$ ).

Отже, множина параметрів  $i$ -ї сільськогосподарські машини ( $M_i$ ) матиме такий вигляд:

$$M_i = \{TP_i, V_{p_i}, B_{p_i}, R_{H_i}, HC_i, n_{on}, n_i\}. \quad (2.17)$$

Важливим завданням управління ресурсами ВПР є знаходження відповідності між масштабами виробництва та групами виробничо-технічних ресурсів:

$$PP \Leftrightarrow \{PI\} \Leftrightarrow \{T\} \Leftrightarrow \{M\}. \quad (2.18)$$

Необґрунтоване збільшення  $i$ -го виду продукції у ВПР призводить до недостатнього обсягу виробництва та технічних ресурсів, що веде до непоправної втрати продукції через несвоєчасну реалізацію проекту. У свою чергу, невиправдане скорочення  $j$ -о виду продукту у ВПР призводить до неефективного використання виробничо-технічних ресурсів і підвищує собівартість отриманої продукції.

Тому для вирішення поставленої задачі пропонується управлінський метод управління виробничо-технічними ресурсами у ВПР, структурна схема якого наведена на рис. 2.3.

На першому етапі методу аналізується сільськогосподарський ринок і визначаються обсяги продукції ВПР. Дані про кількість продукції ВПР є основою для обґрунтування розміру ВПР по окремих сільськогосподарських підприємствах і, зокрема, для визначення площі посіву окремих культур.

Наступний етап – формування технологічного регламенту виробництва сільськогосподарських культур ( $TR$ ) – це хронологічний набір робіт у межах ВПР:

$$TR = \left\{ \begin{array}{l} \{O_1\}, n_1 \\ \{O_1\}, n_2 \\ \vdots \\ \{O_k\}, n_k \end{array} \right\}, \quad (2.19)$$

де  $\{O_1\}, \{O_2\} \dots \{O_k\}$  – множина робіт у 1, 2, ...,  $k$ -му проєкті;  $k$  – кількість окремих проєктів, що реалізує сільськогосподарське підприємство,  $n_1, n_2 \dots n_k$  – кількість робіт у проєкті.

Кожна робота ( $O_i$ ) у ВПР має наступний набір характеристик:

- вид робіт (землеробство, обробіток ґрунту, хімзахист тощо);
- Комплекс агротехнічних вимог до робіт  $\{AV_i\}$  (глибина обробітку, норма внесення та ін.);
- заданим часом початку  $[\tau_i]$ ;
- заданою тривалістю виконання роботи  $[t_i]$ .

На четвертому етапі запропонованого методу управління виробничо-технічними ресурсами ВПР формується склад технічних ресурсів та розраховуються його техніко-економічні показники.

Нейронні мережі у вигляді багат шарових персептронів вигідно використовувати для вирішення завдань обґрунтованого типу для ресурсів, які виконують роботу у ВПР. Серед них перший рівень підбирає технічне обладнання за типом робіт, другий і третій шари підбирають технічне обладнання за нижньою межею і верхньою межею технічної налагодженості, а четвертий рівень підбирає серед вибраних сільськогосподарських машин енергетичний засіб за параметрами технічного оснащення.

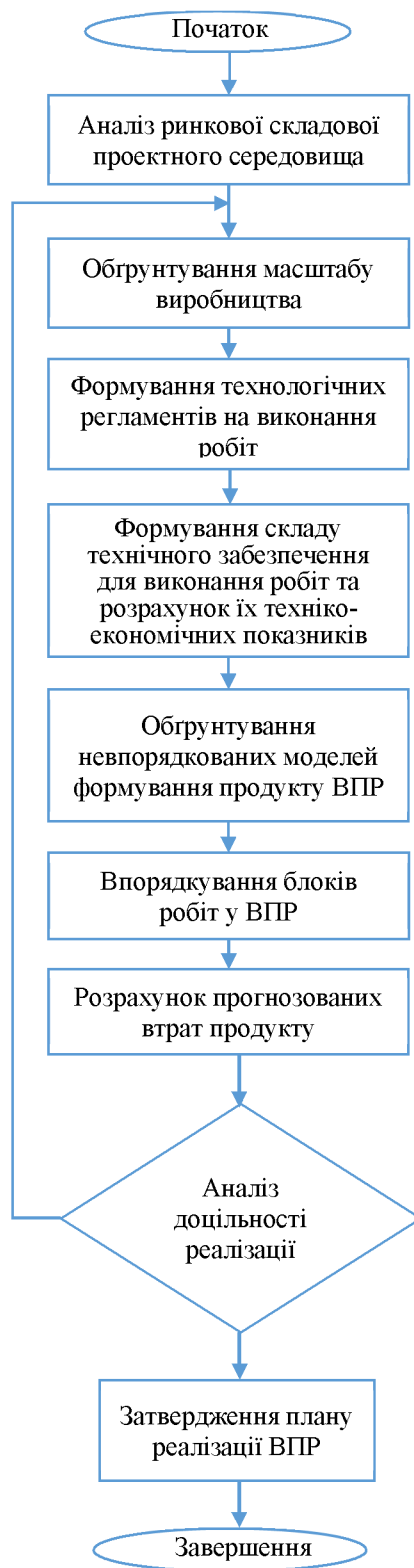


Рис. 2.3. Структурна схема методу управління виробничо-технічними ресурсами у ВПР

Вихідний нейрон за допомогою суматора здійснює вибір раціонального технічного оснащення в заданих умовах проектного середовища.

На п'ятому етапі методу управління виробничо-технічними ресурсами ВПР продемонстровано невпорядковану модель формування окремих проектних продуктів рослинництва ( $TP$ ), яка задана для виконання у вигляді календарного плану робіт:

$$TP = \left\{ \begin{array}{l} VO_{1,1}, \{AV_{1,1}\}, [\tau_{1,1}], [t_{1,1}], s_{1,1}, f_{1,1} \\ VO_{1,2}, \{AV_{1,2}\}, [\tau_{1,2}], [t_{1,2}], s_{1,2}, f_{1,2} \\ \vdots \\ VO_{i,nk}, \{AV_{i,nk}\}, [\tau_{i,nk}], [t_{i,nk}], s_{i,nk}, f_{i,nk} \end{array} \right\}, \quad (2.20)$$

де  $s_{1,1}, s_{1,2} \dots s_{i,nk}$  – відповідно початок виконання робіт у невпорядкованій моделі формування окремих проектних продуктів;  $f_{1,1}, f_{1,2} \dots f_{i,nk}$  – відповідно завершення виконання робіт у невпорядкованій моделі формування окремих проектних продуктів.

На шостому етапі способу управління виробничо-технічними ресурсами у ВПР організовується робота в конкретних проектах. Метою такої роботи є ідентифікація типів технічних ресурсів, які використовуються одночасно в різних проектах, і, отже, перенесення терміну виконання цих робіт з урахуванням пріоритетів проекту.

На наступному етапі запропонованої методики управління виробничо-технічними ресурсами у ВПР розраховуються очікувані втрати проектного продукту при виконанні робіт кожного окремого проекту, що виникають внаслідок порушення заданих директивних термінів.

Після розрахунку очікуваних втрат розраховуються параметри оптимізаційної моделі та визначається поточне значення цільової функції:

$$\sum_{i=1}^{n_k} S_i \cdot U_i \cdot C_i - \sum_{i=1}^{n_k} B_i \cdot C_i \Rightarrow \max, \quad (2.21)$$

де  $S_i$  – площа  $i$ -ї культури, га;  $U_i$  – прогнозована урожайність  $i$ -ї культури, т/га;  $C_i$  – ринкова вартість отриманого продукту із  $i$ -ї культури;  $B_i$  – обсяг втрат продукту із  $i$ -ї культури, т.

Наявність значних втрат продукту від  $i$ -ої культури є підставою для розгляду можливості створення альтернативних варіантів реалізації ВПР, а також для обґрунтування організаційно-технологічних рішень щодо ресурсного забезпечення конкретних проектів.

Поправки на зменшення масштабу ВПР проводяться для тих сільськогосподарських культур, у яких втрати продукції найбільші. Потім вони ітеративно переглядають можливі варіанти забезпечення ресурсами таких проектів і на основі заданої цільової функції вибирають раціональні сценарії розгортання. Раціональним вважається сценарій, який забезпечує максимальне досягнення цільової функції (3.15).

## Висновки до розділу 2

1. Проведено системний аналіз принципів і завдань управління виробничо-технічними ресурсами. Визначено специфіку функціонування системи управління виробничо-технічними ресурсами в умовах сільськогосподарського виробництва та принципи формування виробничої програми господарства.

2. Аналіз існуючих класифікацій ресурсів у проектах та структури процесів управління ними дозволив зробити висновок, що вони мають свої особливості у проектах заводського виробництва, що потребує розробки специфічних інструментів управління ними.

3. Обґрунтовані основні принципи створення моделі вибору раціональних видів ресурсів для виконання робіт у проектах рослинництва включають розрахунок часових характеристик усіх проектних робіт, побудову календарного графіка виконання проекту та визначення очікуваних втрат його продукції. Конкретні процеси управління є основою для прийняття рішень щодо оснащення проекту достатньою кількістю технічних ресурсів.

## РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧІ

### 3.1. Структурна схема та алгоритми розробленої системи підтримки прийняття рішень з управління виробничо-технічними ресурсами.

На основі розроблених і вдосконалених методів і моделей ми розробили структурну схему системи підтримки прийняття рішень управління ресурсами виробничих проектів. Вона включає методи автоматичного побудови календарних графіків виконання робіт у ВПР, а також методи аналізу ефективності використання технічних, людських і матеріальних ресурсів для конкретного проекту.

Система підтримки прийняття рішень з управління ресурсами системи ВПР складається з наступних підсистем, що дозволяють: (рис. 3.1):

- Вводити та зберігати дані;
- Розробити впорядкований календарний графік виконання робіт у ВПР;
- Проводити аналіз та звітність використання ресурсів ВПР.

Підсистема введення та зберігання даних базується на СУБД Microsoft Access і складається з модулів баз даних:

- Технологія формування ВПР;
- Сільськогосподарська техніка та її характеристика;
- Енергетичні засоби та самохідні машини і їх характеристики.

База даних технології формування продукту ВПР складається з кортежів з такими атрибутами:

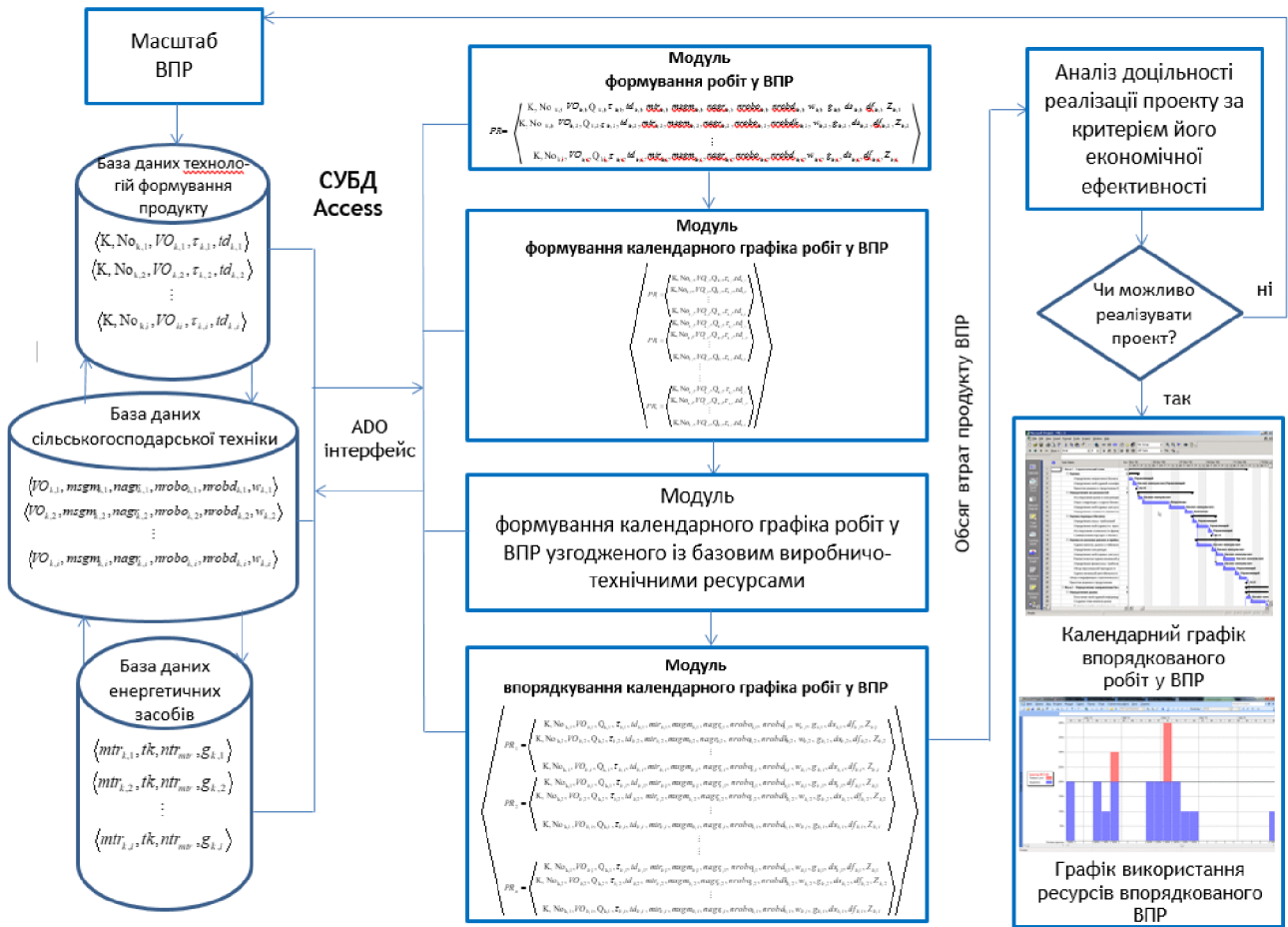


Рис. 3.1. Структурна схема системи підтримки прийняття рішень з управління ресурсами виробничих проектів

$$\left\{ \begin{array}{l} \langle K, No_{k,1}, VO_{k,1}, \tau_{k,1}, td_{k,1} \rangle \\ \langle K, No_{k,2}, VO_{k,2}, \tau_{k,2}, td_{k,2} \rangle \\ \langle K, No_{k,3}, VO_{k,3}, \tau_{k,3}, td_{k,3} \rangle, \\ \vdots \\ \langle K, No_{k,i}, VO_{k,i}, \tau_{k,i}, td_{k,i} \rangle \end{array} \right. \quad (3.1)$$

де  $K$  – вид сільськогосподарської культури;  $No_{k,i}$  – порядковий номер роботи;  $i$  – вид роботи;  $VO_{k,i}$  – обсяг  $i$ -ї роботи;  $\tau_{k,i}$  – директивний агротехнічно-зумовлений час початку  $i$ -ї роботи;  $td_{k,i}$  – агротехнічно допустима тривалість  $i$ -ї роботи.



База даних сільськогосподарської техніки складається з наступних кортежів:

$$\left\{ \begin{aligned} & \langle VO_{k,1}, msgm_{k,1}, nagr_{k,1}, nrobo_{k,1}, nrobd_{k,1}, w_{k,1} \rangle \\ & \langle VO_{k,1}, msgm_{k,1}, nagr_{k,1}, nrobo_{k,1}, nrobd_{k,1}, w_{k,1} \rangle \\ & \langle VO_{k,1}, msgm_{k,1}, nagr_{k,1}, nrobo_{k,1}, nrobd_{k,1}, w_{k,1} \rangle, \\ & \quad \quad \quad \vdots \\ & \langle VO_{k,1}, msgm_{k,1}, nagr_{k,1}, nrobo_{k,1}, nrobd_{k,1}, w_{k,1} \rangle \end{aligned} \right. \quad (3.2)$$

де  $VO_{k,i}$  – вид роботи;  $msgm_{k,i}$  – марка сільськогосподарської машини, що використовується на  $i$ -й роботі;  $nagr_{k,i}$  – кількість залучених технічних засобів на  $i$ -й роботі;  $nrobo_{k,i}$ ,  $nrobd_{k,i}$  – кількість залучених основних і допоміжних виконавців на  $i$ -й роботі проекту;  $w_{k,i}$  – змінна продуктивність технічних засобів на  $i$ -й роботі.

База даних енергетичних засобів і самохідних машин, у свою чергу формується з кортежів з такими атрибутами:

$$\left\{ \begin{aligned} & \langle mtr_{k,i}, tk_1, ntr_{mtr}, g_{k,i} \rangle \\ & \langle mtr_{k,i}, tk_2, ntr_{mtr}, g_{k,i} \rangle \\ & \langle mtr_{k,i}, tk_3, ntr_{mtr}, g_{k,i} \rangle, \\ & \quad \quad \quad \vdots \\ & \langle mtr_{k,i}, tk_i, ntr_{mtr}, g_{k,i} \rangle \end{aligned} \right. \quad (3.3)$$

де  $mtr_{k,i}$  – марка енергетичного засобу або самохідної машини;  $tk_i$  – тяговий клас енергетичного засобу;  $ntr_{mtr}$  – кількість енергетичних засобів

окремої марки та самохідних машин, які доступні для реалізації ВПР,  $g_{k,i}$  – питома витрата палива енергетичним засобом чи іншою самохідною машиною.

Підсистема введення та зберігання даних підключена до підсистеми у VPR, яка формує впорядкований календарний план виконання робіт через інтерфейс доступу до даних ADO (ActiveX Data Object), забезпечуючи зворотний зв'язок між підсистемами для управління ресурсами системи підтримки прийняття рішень.

Підсистема у ВПР, яка формує впорядкований календарний план виконання робіт, створена на основі мови програмування Delphi і складається з чотирьох виконавчих модулів, які дають змогу:

- Розробити регламент робіт у ВПР;
- Підбати відповідні технічні засоби;
- Розрахувати календарний графік роботи у ВПР;
- Скласти графік роботи у ВПР.

За допомогою модуля формування робочого плану у ВПР забезпечується формування кожним окремим блоком комплексу робіт за заданою технологією формування продукту ВПР з урахуванням масштабу зазначеного проекту. При цьому система підтримки прийняття рішень підбирає найкраще поєднання виробничо-технічних ресурсів для кожного робочого місця.

Модуль вибору технічних засобів системи підтримки прийняття рішень для системно-ресурсного управління ВПР здійснює вибір із доступних технічних засобів раціональний склад комплексу техніки (машинно-тракторного агрегату) для кожної роботи у зазначеному проекті. Формування календарного графіка робіт у ВПР забезпечує побудову їх календарного графіка на основі агротехнічно-допустимих часу початку та тривалості заданих робіт. Дані для виконання цього етапу беруться з бази даних технологій формування продукту ВПР.

Модуль розрахунку календарного графіка робіт у ВПР формує календарний графік проекту на основі агротехнічно прийнятних моментів початку та тривалості робіт, дані про які беруться з бази даних Технології

формування продукції ВПР. Він забезпечує розподіл виробничо-технічних ресурсів між проектними роботами відповідно до заданого навантаження.

Модуль планування робочих календарів у ВПР забезпечує узгодження наявних виробничо-технічних ресурсів у конкретному проекті. При цьому здійснюється перерозподіл ресурсів між роботами за пріоритетністю та визначаються загальні очікувані втрати продукції ВПР через затримку виконання робіт у цих проектах.

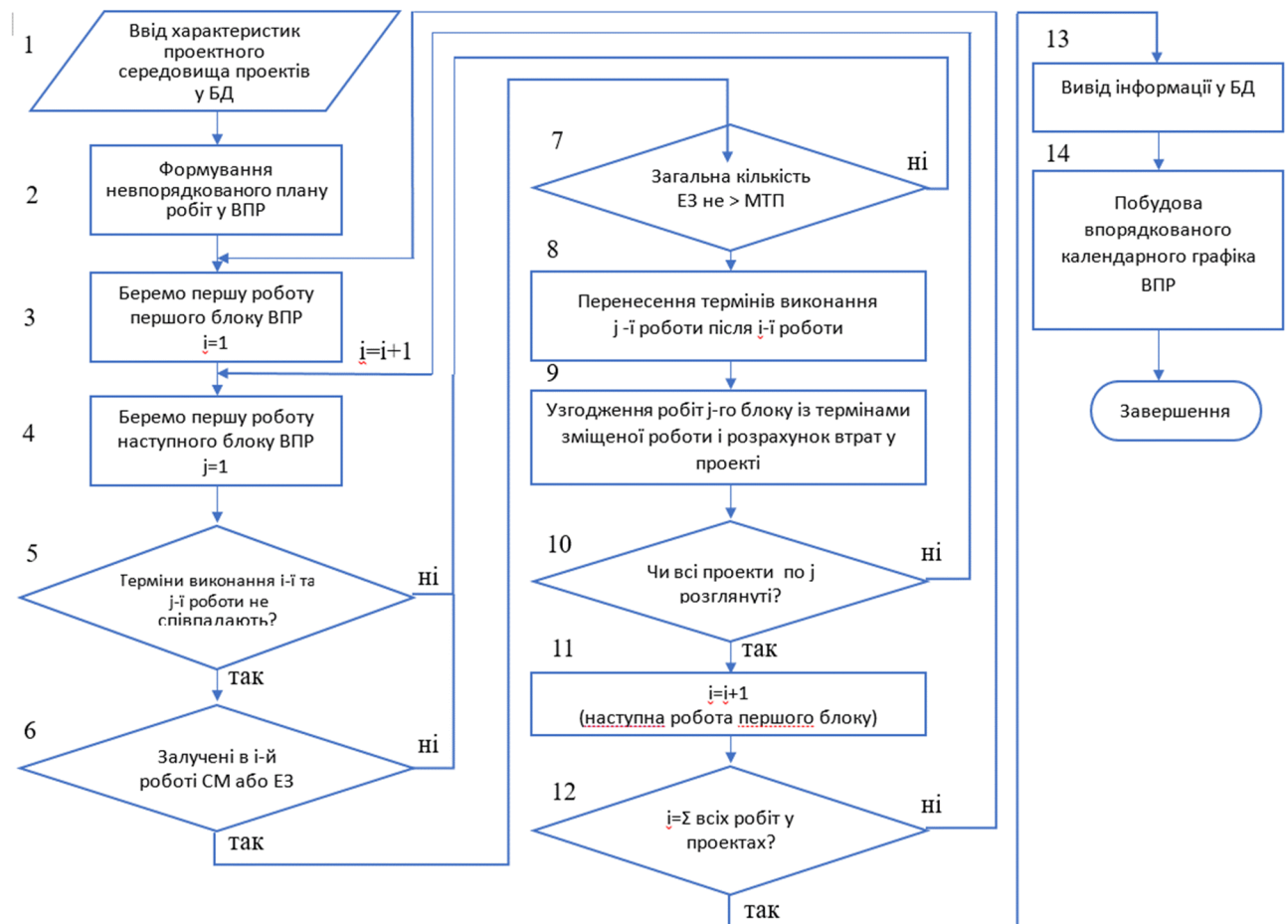


Рис. 4.2. Алгоритм роботи системи підтримки прийняття рішень з управління ресурсами ВПР

Загальна втрата продукції ВПР є основою для аналізу доцільності реалізації конкретного проекту за нормативами економічної вигоди. У той же час, відповідно до характеристик проектного середовища, масштабу та наявних

ресурсів, якщо реалізація таких проектів неможлива, вона буде скоригована та повторно змодельована.

У разі отримання проекту, який узгоджується з середовищем і ресурсами проекту, використовуючи систему MS Office Project і розроблену систему підтримки прийняття рішень управління ресурсами виробничих проектів ми можемо отримати графічну побудову календарного графіку проекту, замовити проект і виконати план використання ресурсів. Це дає можливість керівникам проектів ефективно аналізувати використання наявних виробничо-технічних ресурсів при впровадженні ВПР і, при необхідності, залучати додаткові ресурси, щоб уникнути втрат продукції при цьому.

➤ Розроблена система підтримки прийняття рішень управління ресурсами системи ВПР може виконувати наступні задачі управління:

➤ Побудувати та зафіксувати склад і характеристику робіт, ресурсів, доходів і витрат для формування бюджету ВПР;

➤ Розміщувати технічне обладнання (механічні агрегати та трактори) за видами робіт та об'єктами праці (культурами) на різних земельних ресурсах (полях) з урахуванням втрат проектної продукції внаслідок несвоєчасного виконання робіт;

➤ Планувати та контролювати витрати матеріальних ресурсів (палива, добрив, пестицидів тощо) при реалізації проектів ВПР;

➤ Визначити проекти ВПР та відповідне технічне обладнання, що спричинило значні збитки продукції проекту через несвоєчасну реалізацію проекту;

➤ Обґрунтування робочих блоків у ВПР забезпечує підвищення продуктивності, оскільки зменшуються втрати продукції через несвоєчасне виконання робіт у проекті.

➤ Розробити графік виконання робіт ВПР з урахуванням обмежень використання наявних технічних ресурсів;

➤ Проаналізувати ризики та визначити резерви технічного оснащення (механічного тягача), необхідні для надійного виконання ВПР;

➤ Визначити очікувані втрати продукції ВПР через порушення директивних показників (агротехнічних умов праці) в очікуваних умовах проекту;

➤ Отримувати необхідні звіти про виконання ВПР.

### **3.2. Результати розробки структури бази даних управління ресурсами проекту виробництва продукції рослинництва**

База даних щодо технологій формування продукції ВПР формується на основі технологічних карт, взятих у ННДЦ ЛНУП. Вони відображають основні технічні регламенти проведення робіт, пов'язаних з окремими культурами. Для прикладу наведемо базу даних щодо виробництва озимої пшениці (табл. 3.1), яка складається з таких основних полів:

Таблиця 3.1. Приклади бази даних, що стосуються технології формування продукту ВПР

<b>Озима пшениця</b>					
<b>Key1</b>	Вид роботи	Обсяг роботи	Час початку роботи	Допустима тривалість роботи	Коефіцієнт втрат
<b>1</b>	Лущення	50	243	5	0,0048

- ключове поле (Key 1);
- поле «Вид роботи», в якому вказується назва технологічної операції;
- поле «Обсяг роботи», яке зазначає обсяг роботи для даної культури (в гектарах);
- поле «Час початку роботи» містить порядковий номер календарного дня початку даної роботи;
- поле «Допустима тривалість» містить директивну агротехнічно допустиму тривалість виконання роботи;

➤ поле «Коефіцієнт втрат» містить кількісне значення коефіцієнта, що визначає обсяг продукту проекту, втраченого через затримку виконання даної роботи. Кількісні значення вказаних коефіцієнтів отримані з технічних документів [41].

Наступним є формування бази даних сільськогосподарських машин, яка містить такі основні поля (табл. 3.2):

- два ключові поля «Key1» і «LinkKey» використовуються для зв'язку з іншими таблицями бази даних;
- поле «Тяговий клас», яке визначає потрібний тяговий клас енергетичного засобу для приводу в дію даної сільськогосподарської техніки;
- поле «Вид роботи», яке визначає вид роботи, що може виконувати задане технічне обладнання;
- поле «Марка» містить марку заданого технічного засобу;
- у полі «Кількість» вказується кількість техніки даної марки в парку сільськогосподарської техніки досліджуваного підприємства.

Таблиця 3.2. Приклад бази даних сільськогосподарських машин

Сільськогосподарські машини								
Key 1	Link Key	Тяговий клас	Вид роботи	Марка	Кількість	Змінна продуктивність	Кількість основних виконавців	Кількість допоміжних виконавців
2	0	4	Культиваци я	КПС-4	1	18,6	1	0

Поле «Змінна продуктивність» містить значення змінної продуктивності (га/м) техніки (машино-тракторних агрегатів) у складі окремих сільськогосподарських машин. Це кількісне значення отримано емпіричним шляхом шляхом вивчення та обробки статистики руху машин окремих сільськогосподарських підприємств (тобто добова продуктивність та витрата палива під час виконання відповідних робіт).

Поля «Кількість основних виконавців» і «Кількість допоміжних виконавців» містять кількісні значення відповідно потреби в основних і

допоміжних виконавцях, задіяних у процесі експлуатації з даним технічним обладнанням (машино-тракторним агрегатом).

База даних енергетичних засобів (тракторів) і самохідних машин містить такі основні поля, як показано в таблиці. 3.3.

Таблиця 3.3. Структура бази даних енергетичних засобів (тракторів) та інших самохідних машин

<b>Енергетичні засоби (трактори) та інші самохідні машини</b>				
<b>LinkTK</b>	Тяговий клас	Марка трактора	Кількість	Питома витрата палива
<b>3</b>	3	MT3-80	5	100

Формування бази даних енергетичних засобів та самохідних машин передбачає заповнення наступних полів (табл. 3.3):

- ключове поле «LinkTK»;
- поле «Тяговий клас» визначає рівень зчеплення силових знарядь, що приводять в рух окремі сільськогосподарські машини;
- поле «Марка трактора» містить марку трактора (енергетичного засобу);
- поле «Питома витрата палива» – відображає кількісне значення питомої витрати палива для даного енергетичного засобу.

### **3.3. Результати валідації моделі використання технічних ресурсів при реалізації проекту виробництва продукції рослинництва**

На основі моделювання підтверджено показники використання технічних ресурсів під час реалізації виробничих проектів в умовах ННДЦ ЛНУП у визначених проектах з урахуванням тенденцій зміни кліматичної тривалості робіт. Для візуалізації отриманих даних щодо продуктивності технічного обладнання, що використовується у ВПР, використовувалися бібліотеки matplotlib, numpy та scipy мови програмування Python 3.8. Для прикладу наведемо результати перевірки розподілу продуктивності агрегату MT3-82+КПС-4, функція та щільність розподілу якого наведені на рисунку 3.5.

На основі проведених досліджень з урахуванням впливу кліматичних факторів (рис. 3.5) визначено розподіл продуктивності технічного обладнання (агрегати МТЗ-82+КПС-4), який має такі статистичні характеристики:

- математичне сподівання –  $M(W_{\text{МТЗ-82+КПС-4}}) = 11,9 \text{ га / зміню}$ ;
- середньоквадратичне відхилення  $\sigma(W_{\text{МТЗ-82+КПС-4}}) = 6,3 \text{ га / зміню}$ ;
- коефіцієнт варіації  $v(W_{\text{МТЗ-82+КПС-4}}) = 0,52$ .

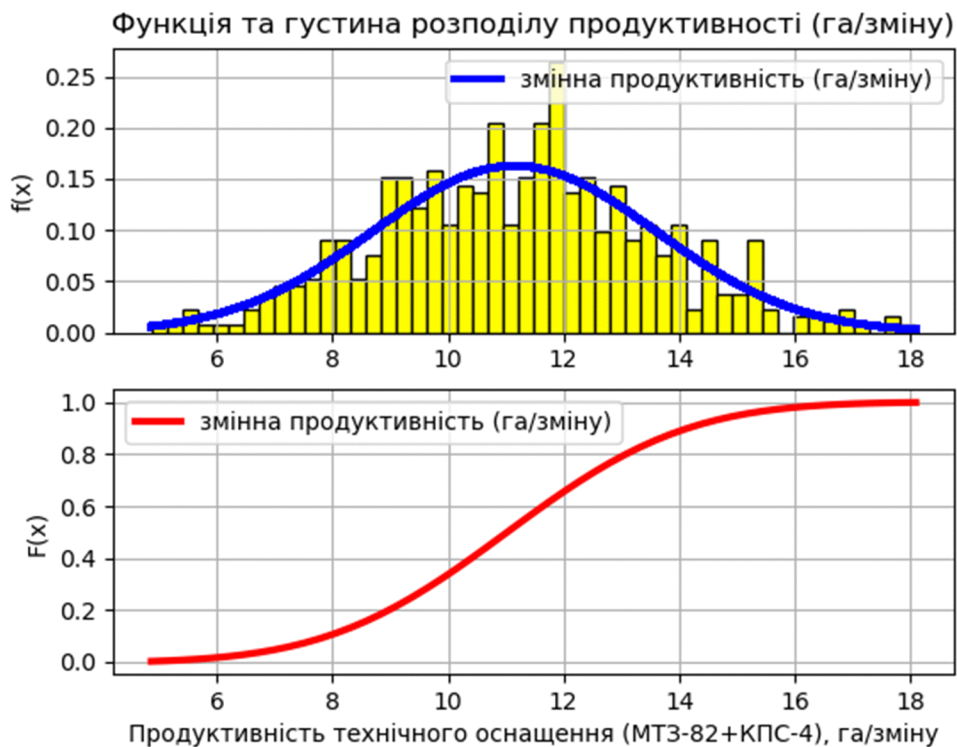


Рис. 3.5. Густина та функція розподілу продуктивності (агрегату МТЗ-82+КПС-4) із врахуванням впливу кліматичної складової проєктів, га/зміню

Густина та функція розподілу продуктивності (агрегату МТЗ-82+КПС-4) із врахуванням впливу кліматичної складової проєктів візуалізується рівняннями:

$$f(W_{\text{МТЗ-82+КПС-4}}) = 0,063 \cdot \exp\left[-\frac{(W_{\text{МТЗ-82+КПС-4}} - 5,1)^2}{79,4}\right], \quad (4.1)$$

$$F(W_{\text{МТЗ-82+КПС-4}}) = 0,063 \cdot \int_{-\infty}^{\infty} \exp\left[-\frac{(W_{\text{МТЗ-82+КПС-4}} - 5,1)^2}{79,4}\right] dW_{\text{МТЗ-82+КПС-4}}, \quad (4.2)$$



Результати оцінки ризику функціонування технічного обладнання (агрегати МТЗ-82+КПС-4) з урахуванням впливу кліматичної складової ВПР наведені в таблиці. 3.4.

Таблиця 3.4. Результати оцінки ризиків впливу кліматичного складника ВПР на роботу технічного обладнання (агрегат МТЗ-82+КПС-4)

<b>Задане кількісне значення продуктивності технічного обладнання, га/зміну</b>	<b>Ймовірність отримання заданого кількісного значення продуктивності</b>	<b>Ризик неотримання заданої продуктивності</b>
<b>6</b>	0,996	мінімальний
<b>8</b>	0,891	мінімальний
<b>10</b>	0,654	допустимий
<b>12</b>	0,372	допустимий
<b>14</b>	0,167	високий
<b>16</b>	0,093	критичний
<b>18</b>	0,0	критичний

На підставі відомих досліджень [ ], прийнято що:

- $R(W_v) = 0 \div 0,2$  – мінімальний ризик;
- $R(W_v) = 0,2 \div 0,5$  – допустимий ризик;
- $R(W_v) = 0,5 \div 0,8$  – високий ризик;
- $R(W_v) = 0,8 \div 1,0$  – критичний ризик.

На підставі виконаного аналізу результатів оцінення продуктивності технічного оснащення (агрегату МТЗ-82+КПС-4) із врахуванням впливу кліматичної складової ВПР (рис. 4.5), побудовано гістограму зміни ризику прийнятої продуктивності під час планування виконання робіт, яка представлена на рис. 3.6.

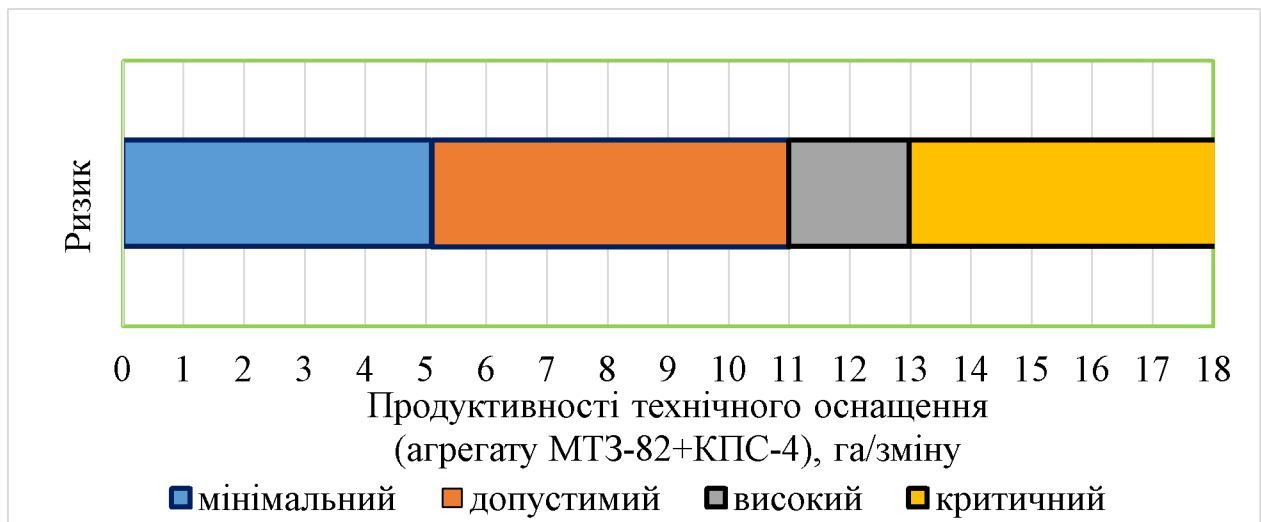


Рис. 3.6. Гістограма зміни ризику планової продуктивності технічного обладнання (агрегату МТЗ-82+КПС-4) для заданого середовища проекту (умов ННДЦ ЛНУП)

На основі гістограми зміни ризику планової продуктивності технічного обладнання (агрегати МТЗ-82+КПС-4) в заданому проектному середовищі (умови ННДЦ ЛНУП) можна зробити висновок, що під час виконання запланованих робіт даним технічним обладнанням, ризики в урожайності визначається заданою технологією виробництва в межах 5,11...11,0 га/зміну.

Результати дослідження впливу кліматичних факторів середовища проекту ВПР на продуктивність технічного обладнання є основою для якісного планування виконання окремих блоків робіт з урахуванням ризиків, що призводять до їх виникнення. Не своєчасне виконання, призводить до втрати продукту для призначеного проекту.

### Висновки до розділу 3

1. Структурна схема та алгоритм запропонованої системи підтримки прийняття рішень з управління виробничо-технічними ресурсами. Система складається з двох підсистем: зберігання даних та формування впорядкованого календарного плану виконання робіт, дозволяє ефективно аналізувати підтримку прийняття рішень з управління виробничо-технічними ресурсами. система.

Використання наявних виробничо-технічних ресурсів при виконанні робіт, а також необхідність залучення додаткових ресурсів дозволяє уникнути втрат проектної продукції через несвоєчасне виконання робіт, що в свою чергу є основою для прискорення та забезпечення якості управлінських рішень.

2. Отримана база даних управління ресурсами для проектів рослинництва дозволить упорядкувати наявну землю, технології та людські ресурси та створити необхідні знання для подальшого моделювання проекту за допомогою розробленої системи підтримки прийняття рішень.

3. Виходячи з обґрунтованої моделі ризику зміни планової продуктивності технічного обладнання (агрегати МТЗ-82+КПС-4) у заданому проектному середовищі (умови ННДЦ ЛНУП) можна констатувати, що допустимий ризик продуктивності під час планування робіт цим технічним обладнанням забезпечується в межах 5,11...11,0 га/зміну.

## **4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА У НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ**

### **4.1. Структурно функціональний аналіз технологічного процесу**

Умови в яких перебуває виконавець технологічних операцій на полі характеризуються певною травмо- та аварійною небезпекою. Охорона праці безпосередньо на робочому місці - в кабіні трактора та біля нього, значним чином впливає на показники використання робочого часу, а відтак і на продуктивність агрегату загалом.

Таким чином, створення безпечних умов праці є одним із важливих шляхів підвищення ефективності виконання процесу механізованого вирощування сільськогосподарської культури.

Для окреслення груп чинників, котрі характеризуються тією особливістю, що зумовлюють виникнення травмонебезпечних та аварійно небезпечних умов розглянемо види технологічних фаз і операцій, що мають місце в процесі механізованого вирощування культури. Технологічні фази: 1) переїзд агрегату на поле; 2) робота агрегату на полі; 3) переїзд агрегату з поля. Технологічні операції: 1) робочий хід машини; 2) холостий хід машини (розворот, переїзд в іншу загінку); 3) зупинка.

Можливими травмонебезпечними чинниками є: 1) ураження обертовими частинами машини; 2) несправність органів керування, гальм, муфти; 3) перевищення швидкості руху; 4) відмова одного з вузлів агрегату; 5) аварійно-небезпечний стан доріг; 6) недотримання правил пожежної безпеки; 7) алкогольне сп'яніння [45].

### **4.2. Моделювання процесу виникнення травм та аварій**

Використання методу, що розроблений Д.Хенлі і Х.Кумамото, дає можливість шляхом побудови “дерева” відмов і помилок операторів різних

систем вести математичну обробку моделі з метою одержання ймовірності виникнення таких випадкових подій, як аварія, травма, катастрофа [45].

Наведемо основні принципи побудови логічно-імітаційної моделі. Окреслюється досліджувана технологічна операція, під час виконання якої вже були раніше або можуть статися аварії, виробничі травми чи катастрофи. В графічній інтерпретації, модель за своєю формою нагадує крону дерева, тому вона і одержала назву “дерево відмов і помилок”. В свою чергу кінцеві події називають базовими.

Для окреслення та характеризування тієї чи іншої події в побудові логіко-імітаційних моделей застосовують різні символи. Як правило, побудова моделі починається з головної події, а наступні розміщують зверху вниз, аж до базових подій.

Кожен блок рисунку, позначений відповідним номером, означає подію або окремий етап побудови моделі: 1 – відмова (аварія, травма) системи – головна подія; 2 – послідовність подій, що приводять до відмови системи; 3 – послідовність подій зображується за допомогою логічних операторів; 4 – усі вхідні і вихідні події, що входять до моделі, зображуються у вигляді прямокутників з відповідними написами всередині; 5 – послідовний підхід до базових подій, частоти виникнення яких відомі; 6 – базові події зображують у вигляді кружечків з написами всередині, вони є межею аналізу побудованої моделі.

### **4.3. Розробка логічно-імітаційної моделі травм**

Шляхом проведення аналізу, кожний із логічних процесів формування та можливого виникнення травмонебезпечних та аварійних ситуацій, можна виокремити та знайти подію з якої починається небезпечний процес, ще до виникнення небезпечних наслідків.

Методикою оцінки рівня безпеки робочих місць, машин, виробничих процесів та окремих виробництв передбачено пошук об’єктивного критерію

рівня небезпеки для конкретного об'єкта [23]. Таким показником вибрана ймовірність виникнення аварії, травми залежно від явища що досліджується.

Наведемо методику побудови логічно-імітаційної моделі.

За даними виробництва визначаємо ймовірність базових подій. Наприклад, базова подія “стан контролю з охорони праці”. Для визначення ймовірності ми повинні встановити, наскільки (у відсотках) від ідеального рівня здійснюється відповідний контроль на об'єкті. Якщо буде встановлено, що такий рівень контролю становить 50% або 30%, то ймовірність відповідно дорівнює 0,5 і 0,3. При відсутності контролю ймовірність “не здійснення контролю” становитиме 1, якщо контроль ідеальний, то відповідно ймовірність дорівнює 0.

Після обчислення ймовірності всіх подій, розміщених у ромбах, і базових подій, починаючи з лівої нижньої гілки “дерева”, позначаємо номерами всі випадкові події, що увійшли до моделі.

На цьому можна вважати, що певна модель підготовлена до математичних обчислень ймовірностей випадкових подій логічно-імітаційної моделі

Отже, для побудови логіко-імітаційної моделі процесу, формування і виникнення аварії та травми в процесі вирощування культури складемо перелік базових подій. Вони лежатимуть в основі даної моделі. Кожній події (пункту) присвоїмо певне значення ймовірності його виникнення:

Стан контролю з охорони праці .....	$P_1 = 0,25;$
Несерйозне відношення до проходження ТО.....	$P_2 = 0,05;$
Відсутність комплектуючих .....	$P_3 = 0,1;$
Невисока міцність .....	$P_4 = 0,03;$
Застарілі технічні засоби .....	$P_6 = 0,3;$
Виникнення перешкод на полі під час робочого ходу .....	$P_7 = 0,2;$
Досвід роботи .....	$P_{12} = 0,5.$
Професійний рівень тракториста .....	$P_{13} = 0,5;$
Психофізіологічний стан тракториста .....	$P_{14} = 0,3;$

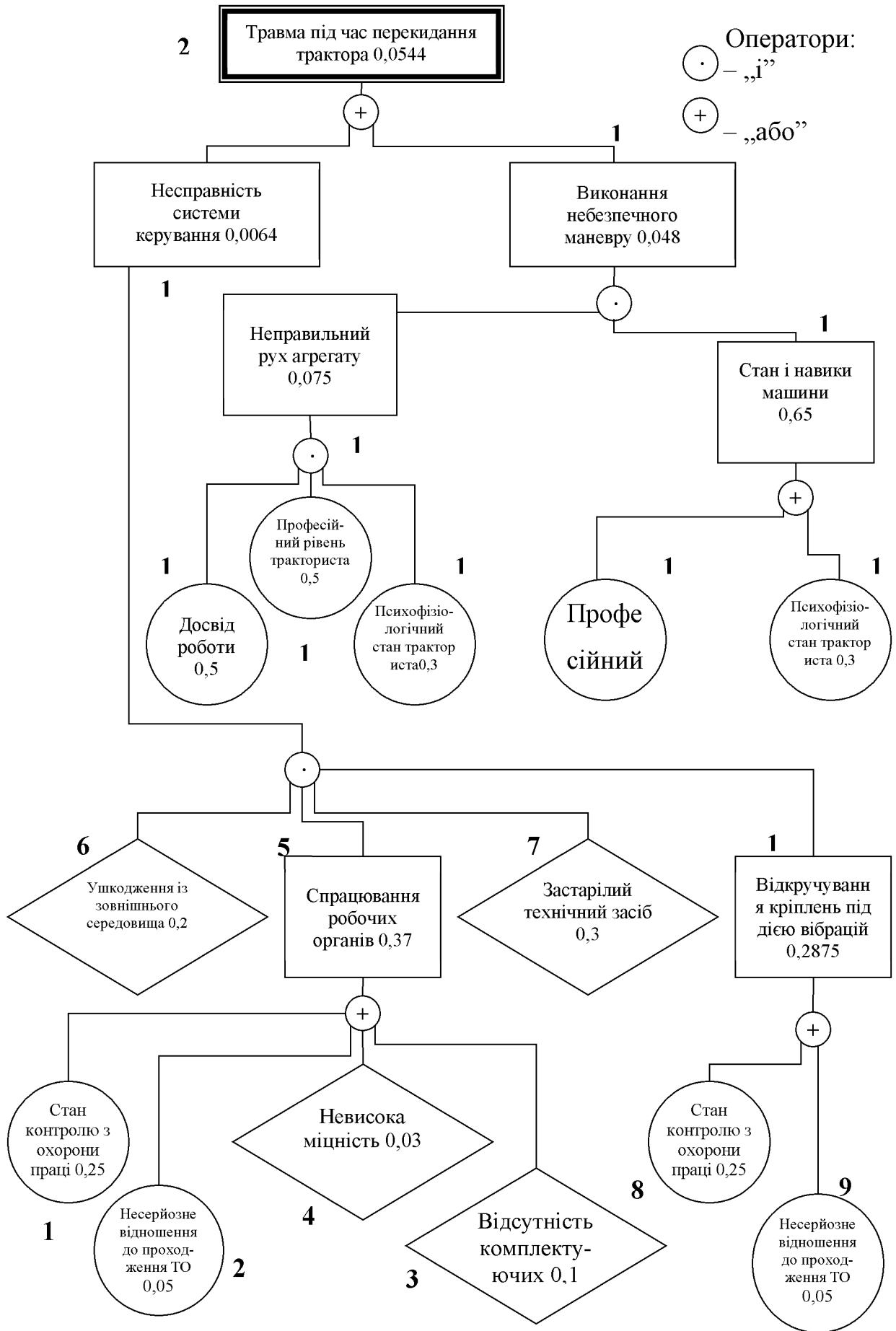


Рис.4.1. - Матриця логічних взаємозв'язків між окремими подіями травмонебезпечної ситуації [23]

На основі наведених подій будемо матрицю логічних взаємозв'язків між окремими пунктами, графічна інтерпретація якої зображено на рис. 4.1.

Розрахуємо ймовірності виникнення подій, що формують логіко-імітаційну модель технологічного процесу механізованого вирощування картоплі. Розглянемо травмонебезпечну ситуацію, що виникає за умови роботи машини на значних ухилах поля, близько ярів чи при їх об'їзді, котра може призвести до перекидання машини. Ймовірність виникнення події  $P_5$  визначаємо наступним чином:

$$P_5 = 0,25 + 0,05 + 0,03 + 0,1 - 0,25 \cdot 0,05 - 0,25 \cdot 0,03 - 0,25 \cdot 0,1 - 0,05 \cdot 0,03 - 0,05 \cdot 0,1 - 0,03 \cdot 0,1 + 0,25 \cdot 0,05 \cdot 0,03 \cdot 0,1 = 0,37$$

Ймовірність виникнення події  $P_{10}$  визначаємо так:

$$P_{10} = 0,25 + 0,05 - 0,25 \cdot 0,05 = 0,2875$$

Ймовірність виникнення події  $P_{11}$  визначаємо:

$$P_{11} = 0,2 \cdot 0,37 \cdot 0,3 \cdot 0,3 = 0,0064$$

Ймовірність виникнення події  $P_{15}$  визначаємо наступним чином:

$$P_{15} = 0,5 \cdot 0,5 \cdot 0,3 = 0,075$$

Ймовірність події  $P_{18}$ :

$$P_{18} = 0,5 + 0,3 - 0,5 \cdot 0,3 = 0,65$$

Ймовірність події  $P_{19}$ :

$$P_{19} = 0,075 \cdot 0,65 = 0,0488$$

Ймовірність події  $P_{20}$ :

$$P_{20} = 0,0064 + 0,0488 = 0,0544$$

Таким чином, ймовірність виникнення травми працівника під час перекидання агрегату є досить мала і становить  $P_{20} = 0,0544$ .

Використання логіко-імітаційних моделей для дослідження аварій і травм та обґрунтування заходів охорони праці, дають можливість знизити ймовірність виникнення аварійних та травмонебезпечних ситуацій.



#### 4.4. Розробка заходів щодо безпеки у 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 невпинно зростає, тому питання захисту цивільного населення від надзвичайних ситуацій на сьогодні є дуже важливе.

Заходи щодо зниження ступеня впливу негативних наслідків аварійних ситуацій здійснюються з метою завчасної підготовки підприємств від надзвичайних ситуацій, та створення умов для підвищення стійкості їх роботи, та проведення своєчасних робіт щодо рятувальних заходів [45].

Відповідальність за організацію цивільної оборони згідно із Законом “Про цивільну оборону України” лягає на керівника підприємства. Керівництво підприємств повинно забезпечити працівників засобами захисту (індивідуального та колективного), створює загони для ліквідації наслідків надзвичайних ситуацій.

У системі цивільного захисту окремого господарства необхідно забезпечити захист населення таким чином:

- можливість укриття населення у захисних спорудах;
- використання засобів індивідуального і медичного захисту;
- будівництво захисних споруд, насадження лісосмуг.

Укриття в захисних спорудах, якому підлягає усе населення відповідно до приналежності, досягається за рахунок створення 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.

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 [45].

#### **Висновки до розділу 4.**

1. Як вказують результати досліджень, аналіз умов, обставин та причин різних аварій, виробничих травм та деяких катастроф показує, що процеси формування та виникнення цих явищ можна заздалегідь моделювати, застосовуючи метод побудови “дерева відмов” та помилок оператора людино-машинних систем у сільському господарстві

2. Розглянули травмонебезпечну ситуацію, що виникає за умови роботи машинного агрегату на значних ухилах поля, близько ярів чи при їх об'їзді котра може призвести до перекидання машини і встановили, що ймовірність виникнення травми виконавця під час перекидання агрегату є досить мала і становить  $P_{20} = 0,0544$ .

3. Ризик надзвичайних ситуацій природного та техногенного характеру невпинно зростає, тому питання захисту цивільного населення від надзвичайних ситуацій на сьогодні є дуже важливе.

## РОЗДІЛ 5. ОЦІНКА ВТРАТ ПРОДУКЦІЇ В ВИРОБНИЧИХ ПРОЕКТАХ РОСЛИННИЦТВА

Ми протестували розроблену систему підтримки прийняття рішень з управління ресурсами системи ВПР та проаналізували її використання виробничо-технічних ресурсів у різних сценаріях впровадження. Зокрема, розглянуто три сценарії планування ВПР, що формують склад виробничо-технічних ресурсів за такими умовами:

1. Плановий масштаб та обсяг робіт ВПР;
2. Запланований масштаб ВПР, обсяг робіт та їх послідовність, оскільки визначаються види технічних засобів, які одночасно використовуються в різних робочих блоках, і відповідно коригуються терміни виконання цих робіт з урахуванням пріоритетності робіт.
3. Запланований обсяг плану обсяг проекту, заходи, зміни в призначеному масштабі проекту та залучені додаткові ресурси.

Базовий обсяг ВПР базується на умовах ННДЦ ЛНУП, а саме на наявних земельних ресурсах на яких планується вирощувати такі культури::

1. Осимий ріпак 172 га;
2. Жито 40 га;
3. Осимий ячмінь 51 га;
4. Осима пшениця 225 га;
5. Ярий ячмінь 32 га;
6. Овес 14 га;
7. Соя 32 га.

Робоче вікно розробленої системи підтримки прийняття рішень з управління ресурсами системи ВПР показано на рисунку 5.1.

В результаті моделювання отримано фактичну тривалість роботи у ВПР та величину втрат продукту для кожної виконаної роботи. Потім ці дані вводяться в систему MS Project, на основі якої будується графік використання та

календарний графік робіт проекту (діаграма Ганта) для кожного ресурсу в проекті.

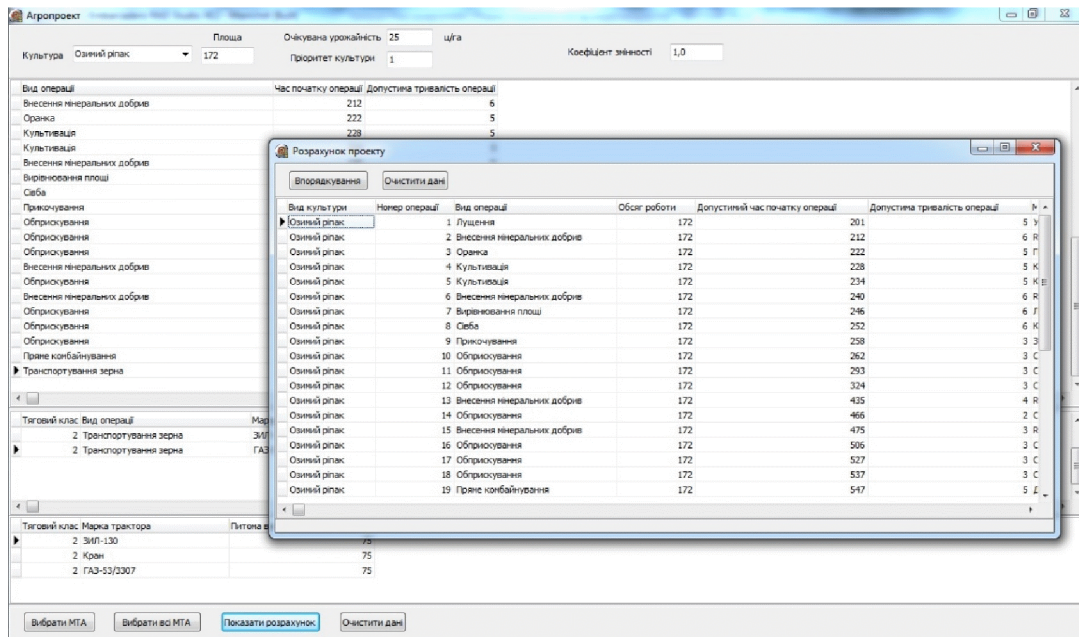


Рис. 5.1. Вікно роботи системи підтримки прийняття рішень системно-ресурсного управління виробничими проектами

Після цього план використання для кожного ресурсу було проаналізовано щодо надлишкової доступності (див. Додаток В). На малюнку В.1 наведено графік використання культиваторів КПС-3 та КПС-4 у періоді перевантаження під час впровадження ВПР. Аналізуючи графік, можна сказати, що у серпні та жовтні спостерігалось перевищення ресурсної забезпеченості. Це пояснюється тим, що в цей період усі культури, які входять до ВПР виконують осінню. Перевантаження можна уникнути, змінивши графік роботи або додавши культиватор на встановлений період часу.

На малюнку. В.2 (Див. Додаток В) наведено графік використання сівалки КСМ-4 у періоді перевантаження під час впровадження ВПР. Аналізуючи графік, ми також знаходимо надлишкову доступність під час посіву. Цю роботу також проводять на посівах озимих з першої по третю декаду вересня і в дуже короткий термін, технічно допустимий для землеробства, тому, щоб уникнути перевантаження сівалки, рекомендується використовувати додаткову.

Також спостерігався значний надлишок розкидачів мінеральних добрив Rodger, які активно використовуються під час внесення мінеральних добрив та

підживлення посівів (березень-квітень), а також значний надлишок обприскувачів ОП-2000 (дві одиниці) (рис. В.3). , див. Додаток В), інтенсивно використовується в період догляду за посівами з квітня по червень. Дозволений період робіт для цього проекту також дуже обмежений і значною мірою залежить від кліматичних умов під час їх виконання, тому неможливо внести суттєві зміни в період виконання цих проектів.

На малюнку. В.4 (див. Додаток В) наведено графік використання трактора МТЗ-80 при перевантаженні. Аналіз цієї діаграми показує надлишок ресурсів на кінець вересня. Це пов'язано з тим, що протягом цього періоду всі посіви ВПР залишаються за озимими культурами. Перевантаження можна уникнути, змінивши план роботи або залучивши додаткі трактори у необхідний час.

Таблиця 5.1. Прогнозовані результати втрат продукції ВПР через несвоєчасне виконання (на основі сценарію 1)

№ з/п	Назва культури	Загальна площа, га	Загальний обсяг втрат продукту, т	Валовий збір врожаю, ц	Ринкова вартість продукту, \$/тону*	Загальний обсяг втрат продукту в еквіваленті, \$*
1	2	3	4	5	6	7
1	Озимий ріпак	172	226	4300	340,4	7694
2	Жито	40	0	1720	255,3	0
3	Озимий ячмінь	51	19	1690	265,5	505
4	Озима пшениця	225	1909	10604	272,3	51990
5	Ярий ячмінь	33	342	988	265,5	9081
6	Овес	14	0	355	170,2	0
7	Соя	35	0	455	706,4	0
<b>Всього</b>						<b>69269</b>

На малюнку. В.5 (див. Додаток В) наведено графік використання зернозбирального комбайна «Дніпро» в періоди перевантажень при виконанні ВПР. Аналізуючи цей графік, також виявляємо надлишкову готовність під час збирання врожаю, але оскільки не завжди є можливість змінити графік роботи під час збирання врожаю, уникнути перевантаження ресурсу без залучення додаткових комбайнів неможливо.

Результатом моделювання є те, що залежно від першого сценарію реалізації (запланованого розміру ВПР та обсягу виконуваних у ньому робіт) величина загальних втрат продукції ВПР внаслідок несвоєчасного виконання робіт для зазначеного проекту (табл. 5.1).

Таблиця 5.2. Результати, які демонструють потребу в додаткових ресурсах, щоб уникнути втрати продукту ВПР (за сценарієм 3)

№ з/п	Назва блоку робіт	Необхідно додатково залучити		Разом, \$*
		Марка технічного засобу	Ринкова вартість за одиницю, \$*	
1	2	3	4	5
1	Обприскування	ОП-2000	12681	29532
		МТЗ-82	16851	
2	Внесення мінеральних добрив	МВУ-6	5021	21872
		МТЗ-82	16851	
3	Сівба	Червона зірка ASTRA 3,6T	15728	32579
		МТЗ-82	16851	
4	Збирання врожаю	Дніпро-350	49950	49950
Всього				<b>133933</b>

Щоб уникнути втрат продукту через несвоєчасну реалізацію проекту ВПР, для реалізації проекту необхідно залучати додаткові види ресурсів, характеристики та бюджет закупівель яких наведені в таблиці. 4.6.

На основі моделювання та відповідних розрахунків ми кількісно оцінили випадкові характеристики вартості втрат продукції ВПР за різних сценаріїв реалізації (табл. 5.3).

Таблиця 5.3. Вартісна характеристика втрат продукції ВПР при різних сценаріях впровадження, тис. дол

Показник	Сценарій		
	I	II	III
Математичне сподівання вартості втрат продукту	<b>69,269</b>	<b>46,23</b>	<b>21,23</b>
Середньоквадратичне відхилення ринкової вартості втрат продукту	<b>20,1</b>	<b>16,4</b>	<b>8,45</b>

На основі встановлених характеристик вартості втрат продукту у різних сценаріях реалізації (табл. 5.3) та візуалізації на мові програмування Python 3.8 з використанням бібліотек matplotlib, numpy та scipy було побудовано розподіл вартості для розрахунку продукту у вищезгаданих сценаріях впровадження (рис. 5.2).

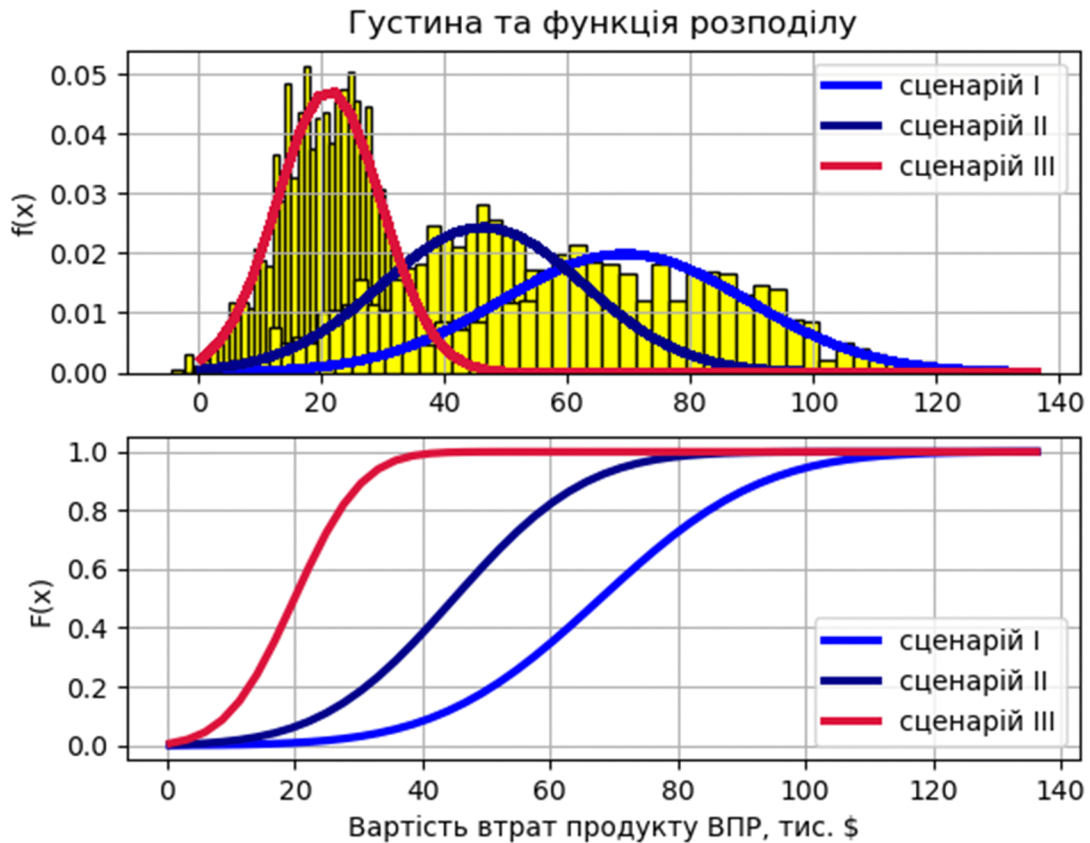


Рис. 5.2. Густина та функція розподілу вартості втрат продукту проекту за різних сценаріїв реалізації

Отримані густини та функції розподілу витрат продукту ВПР показують, що залежно від запланованого розміру ВПР, обсягів робіт, їх послідовності, зміна розміру даного проекту та залучення додаткових ресурсів може підвищити якість управління ресурсами. для конкретного проекту.

### Висновки до розділу 5.

1. На основі розробленої системи підтримки прийняття ресурсних рішень для проектних систем рослинництва встановлено раціональні типи та характеристики використання ресурсів технології виробництва в проектному середовищі (ННДЦ ЛНАУ).



2. Водночас втрати продукту зазначеного проекту були зведені до мінімуму, досягнувши 21 230 доларів США. Цей сценарій являє собою скорочення на 69% порівняно з базовим сценарієм, який не передбачає управління ресурсами, зміни обсягу проекту та залучення додаткових ресурсів.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Аналіз стану галузі рослинництва показує, що український аграрний сектор переживає кризу, однією з причин якої є відсутність реалізації узгоджених та скоординованих виробничих проектів. Одними з найактуальніших виробничих проектів сьогодні є проекти в галузі рослинництва. Реалізація проектів рослинництва має багато власних особливостей, і врахування цих характеристик у процесі управління ресурсами збільшить економічні вигоди учасників за рахунок зменшення втрат кінцевої продукції.

2. Виробництво більшості сільськогосподарських культур у дослідному господарстві є рентабельним, але слід звернути увагу на оновлення механіко-тракторного парку сучасними машинами. Завдяки впровадженню плану оновлення техніки нового бренду ефективність посіву всіх культур буде значно покращена

3. Проведено системний аналіз принципів і задач управління виробничо-технічними ресурсами. Означено специфіку функціонування системи управління виробничо-технічними ресурсами в умовах сільськогосподарського виробництва та принципи формування виробничої програми господарства.

4. Основні принципи вибору обґрунтованого типу моделі ресурсоутворення для виконання робіт виробничого проекту рослинництва включають розрахунок часових характеристик усіх проектних робіт, визначення очікуваних втрат при побудові проекту та його продукти. Зазначений процес управління є основою для прийняття рішень щодо забезпечення відповідних технічних ресурсів для проекту.

5. Запропонована модель вибору раціональних видів ресурсів для виконання робіт у проектах рослинництва базується на розробці та використанні штучних нейронних мереж, які є багат шаровими перцептронами з функцією активації нейронів «жорстких кроків». Забезпечити врахування виробничо-кліматичних умов у регіоні реалізації проекту рослинництва, наявних на ринку технічних засобів, а також повне забезпечення прогнозування та раціонального

вибору показників ефективності використання ресурсів для даного середовища проекту. Розроблені метод управління виробничо-технічними ресурсами у виробничих проєктах рослинництва лежать в основі визначення раціональної потреби у ресурсах, уможливорює підвищення ефективності реалізації зазначених проєктів та мінімізує втрати їх продукту, а також адекватно забезпечує прогнозування показників ефективності використання ресурсів та вибору з-поміж них раціональних для заданого проєктного середовища.

6. Методика формування БД ресурсного менеджменту базується на аналізі наявності виробничо-технічних ресурсів для реалізації проєкту, що дозволяє повноцінно врахувати вплив змін компонентів проєктного середовища на реалізацію проєкту. Якість отриманих знань щодо наявності ресурсів під час планування конкретного проєкту

7. Структурна схема та алгоритм запропонованої системи підтримки прийняття рішень з управління виробничо-технічними ресурсами Система складається з двох підсистем: зберігання даних та формування впорядкованих календарних планів виконання робіт, дозволяє ефективно аналізувати продуктивність виробничо-технічних ресурсів. Використання виробничо-технічних ресурсів, наявних при виконанні робіт, а також необхідність залучення додаткових ресурсів, щоб уникнути втрат проєктної продукції через несвоєчасне виконання робіт, є в свою чергу основою для прискорення та забезпечення якісних управлінських рішень.

8. Сформована база даних для управління ресурсами у виробничих проєктах рослинництва дозволить впорядкувати доступні земельні, технічні та людські ресурси та встановити потрібні знання для подальшого моделювання проєктів за допомогою розробленої системи підтримки прийняття рішень для системно-ресурсного управління зазначеними проєктами.

9. Результати досліджень показують, що аналіз умов, ситуацій і причин різноманітних аварій, виробничих травм і деяких катастроф показує, що процес формування та виникнення цих явищ можна моделювати заздалегідь

шляхом побудови моделей. «Дерево відмов» та помилки функціонування людино-машинних систем у сільському господарстві.

10. На основі розробленої системи підтримки прийняття рішень щодо управління проектами в рослинництві створено Раціональні види та характеристики використання виробничо-технічних ресурсів у проектному середовищі (ННДЦ ЛНУП). У той же час втрати продукту для визначених проектів були мінімізовані до 21 230 доларів США. Цей сценарій являє собою скорочення на 69% порівняно з базовим сценарієм, який не передбачає управління ресурсами, зміни обсягу проекту та залучення додаткових ресурсів.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Анишин В. М. Моделі керування портфелем проектів в умовах невизначеності. М.: МАТИ, 2007. 137с.
2. Арчібальд Р. Управління високотехнологічними програмами та проектами / Пер. з англ. К., 2004. 472 с.
3. Арчібальд Рассел. Моделі життєвого циклу високотехнологічних проектів. [Електронний ресурс]: Режим доступу: <http://manager.net.ua/content/view/552/52/>
4. Арютов Б. А. Важенін А. Н. Пасін А. В. Методи підвищення ефективності механізованих виробничих процесів за умовами їх функціонування в рослинництві [Електронний ресурс]: Режим доступу: <https://monographies.ru/ru/book/view?id=81>.
5. Бабаев И. А. Методология управления проектами. Баку: Изд-во «Наука». 2002. 300 с.
6. Баркалов П.С. Буркова І. В. Глаголев А. В. Колпачов. В. Н. Завдання розподілу ресурсів в управлінні проектами. К., 2002. 65 с.
7. Блауберг И.В., Юдин Э.Г. Сущность и становление системного подхода. М.: Наука, 1973. 270 с.
8. Богданов В. В. Управління проектами в Microsoft Project 2002: Навчальний курс — К., 2003. — 640 з.: іл.
9. Богданов В. В. Богданов В. В. Управління проектами в Microsoft Project 2003: Навчальний курс — К., 2006. — 604 з.: іл.
10. Бодянский Е. В. Рябова Н. В. Золотухин О. В. Классификация текстовых документов с помощью нечеткой вероятностной нейронной сети Восточно-Европейский журнал передовых технологий. *Научный журнал. Харьков: Технологический центр*. 2011. №6/2 (54). С. 16-18.
11. Бондаренко А. Н. Кацук А.В. Адаптивный двухступенчатый метод классификации изображений. *Научно-теоретический журнал "Искусственный интеллект"*. Донецк: ИПИИ. 2006. № 4. С. 676-680.

12. Борян Л. О. Використання пакету Microsoft Project для розрахунків календарних планів виконання робіт в сільському господарстві. *Вісник аграрної науки Причорномор'я. Вип. 2(40)*. Миколаїв: МДАУ. 2007. С. 126-131.
13. Бровкова М. Б. Системы искусственного интеллекта в машиностроении: Учеб. пособие. Саратов: Саратов. гос. техн. ун-т, 2004. – 119 с.
14. Бурков, В.Н. Новиков Д. А. Как управлять проектами [Текст]: научно-практическое издание. М.: СИНТЕГ-ГЕО.1997. 188 с.
15. Вайсман В.А. Модели, методы и механизмы создания и функционирования проектно-управляемой организации: монографія. К. : Наук. Світ. 2009. 146 с.
16. Ванюшкин А. С. Особенности сценарного планирования портфеля проектов. *Управління розвитком складних систем : Зб. наук. праць КНУБА*. К.: 2012. Вип. 10. С. 22-29.
17. Ванюшкин А. С. Проблематика управления портфелями проектов. *Интегрированное стратегическое управление, управление проектами и программами развития предприятий и территорий*. Харьков. 2013. №1/10 (61). С.46-49.
18. Воропаев В.И. и др. Методические рекомендации по ресурсному анализу календарных планов на основе обобщенных сетевых моделей. М.: ЦНИИЭС. 1990. 86 с.
19. Горохов В.Г. Методологический анализ системотехники. М. : Радио и связь.1982. 92 с.
20. Дружинин В.В., Контров Д.С. Системотехника. – М.: Радио и связь, 1985. – 200с.
21. Довідник з охорони праці в сільському господарстві: Запитання і відповіді /С.Д. Лехман, В.П. Целинський, С.М. Козирев та ін.: За ред. С.Д. Лехмана. – К.: Урожай, 1990
22. Ільченко В. Ю. Експлуатація машино-тракторного парку в аграрному виробництві. Київ : Урожай. 1993. 288 с.

23. Кийко С. Моделирование процессов управления ресурсными потоками проектов. *Вестник Национального технического университета "ХПИ". Серия: Стратегическое управление, управление портфелями, программами и проектами.* 2014. № 2. С. 96-100.
24. Ковалев С.А. Проекты совершенствования и развития деятельности предприятия – инициация и планирование – шаг за шагом [Электронный ресурс]: Режим доступа: <http://www.betec.ru/index.php?id=6&sid=18>
25. Колесникова Е. В. Моделирование слабо структурированных систем проектного управления. *Тр. Одес. политехн. ун-та.* 2013. № 3 (42). С. 127 – 131.
26. Колесникова Е. В. Развитие теории проектного управления: закон Ю.Л. Воробьева о влиянии риска на успешность портфеля проектов. *Управління розвитком складних систем.* 2014. № 18. С. 62–67.
27. Колодяжный. В.В., Куев А.И. Оптимизация рационального использования ресурсов в фермерском хозяйстве. *Вест. Адыгейского гос. ун-та.* 2005. Вып. № 1. [Электронный ресурс]: Режим доступа: [vestnik.adygnet.ru/files/2005.1/21/kolodyajniy2005\\_1.pdf](http://vestnik.adygnet.ru/files/2005.1/21/kolodyajniy2005_1.pdf).
28. Крап Н. П. Юзевич В. М. Нейронні мережі як засіб управління конфігураціями проектів туристичних потоків. *Управління розвитком складних систем : Зб. наук. праць.* К.: КНУБА. 2013. № 14. С. 37-40.
29. Кучер Л. Ю. Концептуальний підхід до економічного управління інноваційними проектами аграрних підприємств. *Вісник економічної науки України.* 2016. № 2. С. 103–106.
30. Кулішов В. В. Економіка підприємства: теорія і практика : [навч. посіб.] / В. В. Кулішов. - К: Ніка-Центр, 2002.-216 с
31. Кушнир Д. А. Радиально-базисная нейронная сеть встречного распространения. *Научно-теоретический журнал "Искусственный интеллект".* Донецк: ИПИИ.2005. № 4. С. 364-370.
32. Либерзон В. Основные отличия пакета Spider Project от западных систем. [Электронный ресурс]. Режим доступа: <http://www.spiderproject.ru/library/rus/difference.ppt>

33. Мармел Элейн. Microsoft Office Project 2007. Библия пользователя.: Пер. с англ. – М. : ООО «И.Д. Вильямс», 2008 – 800 с. :ил. – Парал. тит. англ.
34. Матвеев А. А. Новиков Д. А. Цветков А. В. Моделі та методи управління портфелями проектів. К., 2005. 206 с.
35. Методичні положення та норми продуктивності і витрат палива на сівбі, садінні та догляді за посівами. К.: ТОВ «Дорадо-Друк». 2013. 192 с.
36. Методичні положення та норми продуктивності і витрати палива на збиранні сільськогосподарських культур. К.: ТОВ «Дорадо-Друк». 2013. 264 с.
37. Мельник І.І. Тиворенко І.Г. Фришев С .Г. та ін. Інженерний менеджмент /За ред. І.І. Мельника. Навчальний посібник. – Вінниця: Нова книга, 2007. –536с;
38. Морозов, В. В. Чумаченко І. В. Доценко Н. В. Чередніченко А. М. Управління проектами: процеси планування проектних дій: підручник. К.: Університет економіки та права «КРОК». 2014. 673 с.
39. Надвиничний С. А. Економічний розвиток аграрної сфери регіонів України в умовах глобалізації: теорія, методологія, практика : монографія. Тернопіль : Економічна думка ТНЕУ. 2018. 344 с.
40. Назимко В. В. Питання побудови системи автоматизованого управління проектом. *Управління розвитком складних систем : Зб. наук. праць*. К.: КНУБА, 2013. № 14. С. 61-67.
41. Нечволода Л. В., Пилипенко К. В., Удосконалення календарного планування виконання ІТ-проекту. *Економічний вісник Донбасу*. № 1(51). 2018. С. 87-91.
42. Ногин, В. Д. Принятие решений в многокритериальной среде: количественный поход. М.: Физматлит, 2002. 176 с.
43. Основи баз даних: [Навч. посіб.] / І.О. Завадський. К.: Видавець І.О. Завадський, 2011. 192 с. :іл.
44. Охорона праці у сільському господарстві. Збірник нормативних актів /Гайовий О.Є., Куксенюк П.Н., Левченко В.І. та ін. – К.: «Ватра», 1996



45. Охорона праці: практикум /І.П. Пістун, Ю.В. Кіт, А.П.Березовецький – Суми: Університетська книга, 2000. –205с
46. Павлов Б. В. Пушкарева П. В. Щеглов П. С. Проектирование комплексной механизации сельскохозяйственных предприятий. 2-е изд., перераб. и дополн. Москва : Колос. 1982. 288 с.
47. Петриченко В.Ф., Лихочвор В.В. Рослинництво. Нові технології вирощування польових культур: підручник. 5-те вид., виправ., допов. Львів: НВФ "Українські технології". 2020. 806 с.
48. Присяжнюк О., Плотнікова М. Удосконалення моделі управління аграрними проектами. *Agricultural and resource economics: international scientific e-journal*. 2017. Vol. 3, № 1. С. 164–172.
49. Про затвердження Методики обчислення 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/>.
50. Ресурси матеріальні вторинні. Терміни та визначення : ДСТУ 2102-92. - [Чинний від 1993-07-01]. - К.: Держстандарт України, 1996. - 25 с - (Національний стандарт України).
51. Руководство к Своду знаний по управлению проектами (Руководство РМВОК®). Project Management Institute. Шестое издание. 2017. 978с.
52. Руководство к Своду знаний по управлению проектами (Руководство РМВОК®). Пятое издание. *Американский национальный стандарт ANSI/PMI 99-001-2013*. Project Management Institute, Inc., Four Campus Boulevard, Newtown Square, PA 19073-3299 USA, 614 с.
53. Руководство по управлению инновационными проектами и программами P2M: т. 1, версия 1.2. пер. на рус. язык под ред. С.Д. Бушуева. К. : Наук. Світ, 2009. 173 с.
54. Семко І.Б. Управління портфелями енергетичних проєктів сучасного підприємства в програмному середовищі MS Project [Електронний ресурс].

*Управління розвитком складних систем.* 2011. Вип. 8. Режим доступу: [http://archive.nbu.gov.ua/portal/natural/Urss/2011\\_8/50-54.pdf](http://archive.nbu.gov.ua/portal/natural/Urss/2011_8/50-54.pdf)

55. Сравнительная таблица возможностей пакетов управления проектами [Электронный ресурс]. Режим доступу: [www.spiderproject.ru/Library/comparemod.xls](http://www.spiderproject.ru/Library/comparemod.xls)

56. Стоянець Н.В. Розвиток малих форм господарювання як запорука сталого розвитку аграрної економіки. *Міжнародний науковий журнал «Інтернаука».* Серія: «Економічні науки. № 1(9), 2018. С. 46-53.

57. Тарасюк Г. М. Управління проектами: Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. 2-е вид. К.: Каравела, 2006. 320 с

58. Теленик С. Ф. Метод распределения ресурсов между проектами. *Вестник НТУУ "КПИ": Информатика, управление и вычислительная техника.* 2008. №. 48. С. 33-40.

59. Шлапак М. А. Розвиток асоціаційних форм використання сільськогосподарської техніки, дис. ... канд. екон. наук : 08.00.04. Житомирський національний агроекологічний університет. Житомир. 2018. 224 с.

60. Copeland L. Keeping Farm in Family requires strategy. [Електронний ресурс]. Режим доступу: <http://usatoday30.usatoday.com/money/smarv/2012-06-28/keeping-farms-in-the-familv/56117782/1>

61. Gry Agnete Alsos, S. Carter, E. Ljunggren. The Handbook of Research on Entrepreneurship in Agriculture and Rural Development. Edward Elgar Publishing, 2011.336 p.

62. ISO 21500:2012. Guidance on Project Management [Електронний ресурс]. Режим доступу: URL: [www.mosaicprojects.com.au/PDF/ISO\\_21500\\_Communique\\_No1.pdf](http://www.mosaicprojects.com.au/PDF/ISO_21500_Communique_No1.pdf).

63. Parviz R. Ginger L. Project Portfolio Management. New York, IIL Publishing. 2006. 143 p.

64. Practice Standard for Project Configuration Management [Text]. *Project Management Institute. Four Campus Boulevard.* Newton Square, PA 19073-3299, USA, 2007. 53 p.

65. Robert John Stimson, Roger Stough, Maria Salazar. Leadership and Institutions in Regional Endogenous Development. Edward Elgar Publishing, 2009. 151 p.

# Додатки

## Додаток А.

## Склад парку с.-г. машин станом на 01.01.2022 рік

Ідентифікаційний номер	Назва с.-г. машини	Марка	Рік випуску	Балансова вартість, грн	Річна амортизація
1	2	3	4	5	6
757	Плуг	ПЛН-3-35	1987	303-19	12.5
758		ПЛН-3-35	1987	303-19	12.5
764		ПЛН-3-35	1987	200-53	12.5
790		ПЛН-3-35	1988	578-11	12.5
823		ПЛН-3-35	1989	640-15	12.5
844		ПЛН-3-35	1989	641-89	12.5
845		ПЛН-5-35	1989	641-89	12.5
869		ПЛН-4-35	1991	418-82	12.5
822		ПЛН-5-35	1989	640-15	12.5
756		ПЛН-5-35	1987	303-19	12.5
752		ПЛН-5-35	1987	330-95	12.5
847	Культиватор	УСМК-5,4	1989	2721-79	12.5
821		УСМК-5,4	1989	1450-64	12.5
876		КФН-2,8	1990	5409-49	12.5
874		КПС-4	1990	711-14	12.5
851		КОН-2,8	1989	727-75	12.5
891	КПСН-4	1993	139-16	12.5	
895	Косарка	РОСЬ-2	1995	7140-60	14.3
787	Борона	БЛШ	1988	298-76	16.7
802				110-0.5	12.5
780		БДТ-3,0	1988	1209-91	12.5
780		БДТ-3,0	1988	1209-91	12.5
788	БДПС-7,0	1988	3277-12	12.5	
840	Сівалка	ССТ-12Б	1989	2526-13	11.0
842		СУПН-8	1989	2281-40	11.0
791		СЗ-3,6	1990	3014-72	11.0
894		КЛЕН-4,5	2008	1148-30	10.0
879		СЗГ-3,6	2005	3014-72	11.0
868	Картоплеса-джалка	КСМ-6	1990	4778-74	12.5
770	Гноє-розкидач	РОУ-6	1987	1702-85	16.7
832		РОУ-6	1989	1682-06	16.7
863		Розкидач мін. добрив	МВУ-0,5	1990	850-42
	ROGER				

Продовження табл. Дод. А

1	2	3	4	5	6
864	Копнувач	ПК-1,4	1990	1023-20	14.3
831	Навантажувач	ПЕФ-1,4	1991	32730-62	14.3
		Карпатець	1992	42730-61	15.3
889	Скирдосклад	ПФ-0,5-08	1993	715-31	16.7
890		ПФ-0,5-08	1993	715-31	16.7
896	Буртоукладач		1989	369-14	20.0
809	Оприскувач	ОП-2000	1992	3743-26	20.0
877		ОП-2000-201	2007	4620-31	16.7
805	Граблі	ГВР-6	1989	2601-39	16.7
768	Сінажний комплекс	Е-281, Е-303	1998	6295-06	14.3
888		КСС-2,6	1992	6539-18	14.3
717	Комбайн	Дон-1500	1990	8776-47	10.0
855		Дніпро КЗС-350	2005	13478-21	10.0
820		Форшріт Е-514	1992	13749-39	10.0
854		САМРО-500	1990	13478-21	10.0
898	Фуражир	ФН-1-9А	1995	1723-34	16.7

**Додаток Б.**  
**Результати моделювання виробничих проєктів рослинництва**

Пріоритет	Вид культури	Номер роботи	Вид роботи	Обсяг роботи	Допустимий час початку роботи	Допустима тривалість роботи	Марка СПМ	Марка ЕЗ	Кількість залучених МТА	Доступно МТА	Доступно ЕЗ	Кількість основних робітників	Кількість допоміжних робітників	Змінна продуктивність	Питома витрата палива	Час початку виконання роботи	Час завершення виконання роботи	Коефіцієнт втрат	Розрахункова тривалість виконання роботи	Обсяг втрат продукту
1	Озимий ріпак	1	Лушення	172	201	5	УДА-4.2	К-700	1	1	1	1	0	16	350	203	214	0,0048	11	60
1	Озимий ріпак	2	Внесення мінеральних добрив	172	212	6	Rodger	МТЗ-80	1	1	5	1	0	77	100	215	217	0,001	2	0
1	Озимий ріпак	3	Оранка	172	222	5	ПЛН-8-35	К-700	1	1	1	1	0	50	350	222	225	0,009	3	0
1	Озимий ріпак	4	Культивація	172	227	5	КПС-4	ХТЗ-150К	1	1	2	1	0	32	250	227	232	0,006	5	0
1	Озимий ріпак	5	Культивація	172	232	5	КПС-4	МТЗ-80	1	1	5	1	0	32	100	232	237	0,006	5	0
1	Озимий ріпак	6	Внесення мінеральних добрив	172	237	6	Rodger	МТЗ-80	1	1	5	1	0	77	100	237	239	0,001	2	0
1	Озимий ріпак	7	Вирівнювання площі	172	237	6	ЛК-6	К-700	1	1	1	1	0	36	350	240	245	0,002	5	3
1	Озимий ріпак	8	Сівба	172	237	6	Клен-4,5	МТЗ-80	1	1	5	1	0	46	100	246	250	0,008	4	217
1	Озимий ріпак	9	Прикочування	172	244	3	ЗКВТ-1.4	ХТЗ-150К	1	1	2	1	0	25	250	251	258	0,002	7	75
1	Озимий ріпак	10	Обприскування	172	247	3	ОП-2000	МТЗ-80	2	2	5	1	0	56	100	259	261	0,001	2	93
1	Озимий ріпак	11	Обприскування	172	293	3	ОП-2000	МТЗ-80	2	2	5	1	0	56	100	293	295	0,001	2	0
1	Озимий ріпак	12	Обприскування	172	324	3	ОП-2000	МТЗ-80	2	2	5	1	0	56	100	324	326	0,001	2	0
1	Озимий ріпак	13	Внесення мінеральних добрив	172	435	4	Rodger	МТЗ-80	1	1	5	1	0	77	100	435	437	0,001	2	0
1	Озимий ріпак	14	Обприскування	172	466	2	ОП-2000	МТЗ-80	2	2	5	1	0	56	100	466	468	0,002	2	0
1	Озимий ріпак	15	Внесення мінеральних добрив	172	475	3	Rodger	МТЗ-80	1	1	5	1	0	77	100	475	477	0,001	2	0
1	Озимий ріпак	16	Обприскування	172	506	3	ОП-2000	МТЗ-80	2	2	5	1	0	56	100	506	508	0,002	2	0
1	Озимий ріпак	17	Обприскування	172	527	3	ОП-2000	МТЗ-80	2	2	5	1	0	56	100	527	529	0,002	2	0
1	Озимий ріпак	18	Обприскування	172	537	3	ОП-2000	МТЗ-80	2	2	5	1	0	56	100	537	539	0,002	2	0
1	Озимий ріпак	19	Пряме комбайнування	172	547	5	Дніпро	Дніпро	1	1	1	1	1	16	450	547	558	0,03	11	207
1	Озимий ріпак	20	Транспортування зерна	172	547	5	ЗИЛ-130	ЗИЛ-130	4	4	4	1	0	29	75	559	560	0	1	0
2	Жито	1	Лушення	40	191	3	УДА-4.2	К-700	1	1	1	1	0	16	350	193	195	0,004	2	2
2	Жито	2	Внесення мінеральних добрив	40	212	5	Rodger	МТЗ-80	1	1	5	1	0	77	100	212	213	0,001	1	0

2	Жито	3	Оранка	40	219	5	ПЛН-8-35	К-700	1	1	1	1	0	50	350	219	220	0,008	1	0
2	Жито	4	Культивація	40	226	5	КПС-4	ХТЗ-150К	1	1	2	1	0	32	250	226	227	0,0055	1	0
2	Жито	5	Протруювання насіння	40	232	2	Фермер	Фермер	1	1	1	0	0	50	0	232	233	0,001	1	0
2	Жито	6	Культивація	40	252	5	КПС-4	ХТЗ-150К	1	1	2	1	0	32	250	252	253	0,0055	1	0
2	Жито	7	Сівба	40	257	5	Клен-4,5	МТЗ-80	1	1	5	1	0	46	100	257	258	0,007	1	0
2	Жито	8	Прикочування посівів	40	262	5	ЗК-6	МТЗ-80	1	1	5	1	0	24	100	262	264	0,002	2	0
2	Жито	9	Обприскування	40	287	2	ОП-2000	МТЗ-80	2	2	5	1	0	56	100	287	287	0,01	0	0
2	Жито	10	Обприскування	40	318	2	ОП-2000	МТЗ-80	2	2	5	1	0	56	100	318	318	0,01	0	0
2	Жито	11	Внесення мінеральних добрив	40	429	2	Rodger	МТЗ-80	1	1	5	1	0	77	100	429	430	0,01	1	0
2	Жито	12	Боронування	40	432	5	БДТ-3	МТЗ-80	1	1	5	1	0	34	100	432	433	0,002	1	0
2	Жито	13	Обприскування	40	466	2	ОП-2000	МТЗ-80	2	2	5	1	0	56	100	466	466	0,01	0	0
2	Жито	14	Підживлення посівів	40	476	5	Rodger	МТЗ-80	1	1	5	1	0	77	100	476	477	0,01	1	0
2	Жито	15	Обприскування	40	499	2	ОП-2000	МТЗ-80	2	2	5	1	0	56	100	499	499	0,01	0	0
2	Жито	16	Обприскування	40	510	2	ОП-2000	МТЗ-80	2	2	5	1	0	56	100	510	510	0,02	0	0
2	Жито	17	Обприскування	40	536	2	ОП-2000	МТЗ-80	2	2	5	1	0	56	100	536	536	0,02	0	0
2	Жито	18	Пряме комбайнування	40	558	5	Дніпро	Дніпро	1	1	1	1	1	16	450	558	560	0,019	2	0
2	Жито	19	Транспортування зерна	40	558	5	ЗИЛ-130	ЗИЛ-130	4	4	4	1	0	29	75	561	561	0	0	0
2	Жито	20	Перша очистка зерна	40	561	5	ОВП-20	ОВП-20	1	1	1	1	0	10	0	561	565	0	4	0
2	Жито	21	Друга очистка зерна	40	566	5	Пектус	ОВП-20	1	1	1	1	0	10	0	566	570	0	4	0
3	Озимий ячмінь	1	Лущення	51	222	3	УДА-4.2	К-700	1	1	1	1	0	16	350	224	227	0,0043	3	5
3	Озимий ячмінь	2	Внесення мінеральних добрив	51	232	5	Rodger	МТЗ-80	1	1	5	1	0	77	100	232	233	0,001	1	0
3	Озимий ячмінь	3	Оранка	51	252	5	ПЛН-8-35	К-700	1	1	1	1	0	50	350	252	253	0,002	1	0
3	Озимий ячмінь	4	Культивація	51	259	4	КПС-4	ХТЗ-150К	1	1	2	1	0	32	250	259	261	0,003	2	0
3	Озимий ячмінь	5	Протруювання насіння	51	261	3	Фермер	Фермер	1	1	1	0	0	50	0	261	262	0	1	0
3	Озимий ячмінь	6	Культивація	51	263	4	КПС-4	ХТЗ-150К	1	1	2	1	0	32	250	263	265	0,003	2	0
3	Озимий ячмінь	7	Сівба	51	267	4	Клен-4,5	МТЗ-80	1	1	5	1	0	46	100	267	268	0,012	1	0
3	Озимий ячмінь	8	Прикочування посівів	51	267	4	ЗК-6	МТЗ-80	1	1	5	1	0	24	100	269	271	0,002	2	0



3	Озимий ячмінь	9	Обприскування	51	283	5	ОП-2000	МТЗ-80	2	2	5	1	0	56	100	283	283	0,001	0	0
3	Озимий ячмінь	10	Обприскування	51	314	5	ОП-2000	МТЗ-80	2	2	5	1	0	56	100	314	314	0,001	0	0
			Внесення мінеральних добрив																	
3	Озимий ячмінь	11	добрив	51	435	5	Rodger	МТЗ-80	1	1	5	1	0	77	100	435	436	0,001	1	0
3	Озимий ячмінь	12	Боронування	51	461	5	БДТ-3	МТЗ-80	1	1	5	1	0	34	100	461	463	0,0027	2	0
3	Озимий ячмінь	13	Обприскування	51	496	5	ОП-2000	МТЗ-80	2	2	5	1	0	56	100	496	496	0,001	0	0
			Підживлення посівів																	
3	Озимий ячмінь	14	посівів	51	489	5	Rodger	МТЗ-80	1	1	5	1	0	77	100	497	498	0,001	1	19
3	Озимий ячмінь	15	Обприскування	51	501	5	ОП-2000	МТЗ-80	2	2	5	1	0	56	100	501	501	0,002	0	0
3	Озимий ячмінь	16	Обприскування	51	511	5	ОП-2000	МТЗ-80	2	2	5	1	0	56	100	511	511	0,002	0	0
3	Озимий ячмінь	17	Обприскування	51	517	5	ОП-2000	МТЗ-80	2	2	5	1	0	56	100	517	517	0,002	0	0
			Пряме комбайнування																	
3	Озимий ячмінь	18	зерна	51	547	3	Дніпро	Дніпро	1	1	1	1	1	16	450	547	550	0,0178	3	0
			Транспортування зерна																	
3	Озимий ячмінь	19	зерна	51	547	9	ЗИЛ-130	ЗИЛ-130	4	4	4	1	0	29	75	551	551	0	0	0
			Перша очистка зерна																	
3	Озимий ячмінь	20	зерна	51	547	9	ОВП-20	ОВП-20	1	1	1	1	0	10	0	552	557	0	5	0
			Друга очистка зерна																	
3	Озимий ячмінь	21	зерна	51	567	5	Пектус	ОВП-20	1	1	1	1	0	10	0	567	572	0	5	0
4	Озима пшениця	1	Луцання	225	243	5	УДА-4.2	К-700	1	1	1	1	0	16	350	245	259	0,0048	14	210
			Внесення мінеральних добрив																	
4	Озима пшениця	2	добрив	225	248	10	Rodger	МТЗ-80	1	1	5	1	0	77	100	260	263	0,001	3	43
			Оранка																	
4	Озима пшениця	3	Оранка	225	254	10	ПЛН-8-35	К-700	1	1	1	1	0	50	350	264	268	0,009	4	182
			Культивација																	
4	Озима пшениця	4	Культивација	225	259	5	КПС-4	ХТЗ-150К	1	1	2	1	0	32	250	269	276	0,006	7	624
			Протруювання насіння																	
4	Озима пшениця	5	насіння	225	261	5	Фермер	Фермер	1	1	1	0	0	50	0	277	281	0	4	0
			Культивација																	
4	Озима пшениця	6	Культивација	225	262	10	КПС-4	ХТЗ-150К	1	1	2	1	0	32	250	282	289	0,006	7	1251
			Сівба																	
4	Озима пшениця	7	Сівба	225	262	10	Клен-4,5	МТЗ-80	1	1	5	1	0	46	100	290	295	0,008	5	4359
			Прикочування посівів																	
4	Озима пшениця	8	посівів	225	267	10	ЗК-6	МТЗ-80	1	1	5	1	0	24	100	296	305	0,002	9	858
			Обприскування																	
4	Озима пшениця	9	Обприскування	225	283	5	ОП-2000	МТЗ-80	2	2	5	1	0	56	100	306	308	0,001	2	555
			Обприскування																	
4	Озима пшениця	10	Обприскування	225	314	5	ОП-2000	МТЗ-80	2	2	5	1	0	56	100	314	316	0,001	2	0
			Внесення мінеральних добрив																	
4	Озима пшениця	11	добрив	225	454	5	Rodger	МТЗ-80	1	1	5	1	0	77	100	454	457	0,001	3	0
			Боронування																	
4	Озима пшениця	12	Боронування	225	461	5	БДТ-3	МТЗ-80	1	1	5	1	0	34	100	461	468	0,002	7	5
			Обприскування																	
4	Озима пшениця	13	Обприскування	225	466	5	ОП-2000	МТЗ-80	2	2	5	1	0	56	100	469	471	0,001	2	0
			Підживлення посівів																	
4	Озима пшениця	14	посівів	225	489	5	Rodger	МТЗ-80	1	1	5	1	0	77	100	489	492	0,001	3	0

4	Озима пшениця	15	Обприскування	225	505	5 ОП-2000	МТЗ-80	2	2	5	1	0	56	100	505	507	0,002	2	0
4	Озима пшениця	16	Обприскування	225	511	5 ОП-2000	МТЗ-80	2	2	5	1	0	56	100	511	513	0,002	2	0
4	Озима пшениця	17	Обприскування	225	517	5 ОП-2000	МТЗ-80	2	2	5	1	0	56	100	517	519	0,002	2	0
4	Озима пшениця	18	Пряме комбайнування	225	557	5 Дніпро	Дніпро	1	1	1	1	1	16	450	557	571	0,019	14	558
4	Озима пшениця	19	Транспортування зерна	225	557	5 ЗИЛ-130	ЗИЛ-130	4	4	4	1	0	29	75	572	574	0	2	0
4	Озима пшениця	20	Перша очистка зерна	225	557	10 ОВП-20	ОВП-20	1	1	1	1	0	10	0	575	597	0	22	0
4	Озима пшениця	21	Друга очистка зерна	225	578	10 Пектус	ОВП-20	1	1	1	1	0	10	0	598	620	0	22	0
5	Ярий ячмінь	1	Лущення	33	267	3 УДА-4.2	К-700	1	1	1	1	0	16	350	269	271	0,0043	2	1
5	Ярий ячмінь	2	Оранка	33	273	3 ПЛН-8-35	К-700	1	1	1	1	0	50	350	273	274	0,002	1	0
5	Ярий ячмінь	3	Культивація	33	445	2 КПС-4	ХТЗ-150К	1	1	2	1	0	32	250	445	446	0,003	1	0
5	Ярий ячмінь	4	Внесення мінеральних добрив	33	445	10 Rodger	МТЗ-80	1	1	5	1	0	77	100	447	447	0,001	0	0
5	Ярий ячмінь	5	Протруювання насіння	33	445	5 Фермер	Фермер	1	1	1	0	0	50	0	448	449	0	1	0
5	Ярий ячмінь	6	Сівба	33	445	10 Клен-4,5	МТЗ-80	1	1	5	1	0	46	100	450	451	0,012	1	0
5	Ярий ячмінь	7	Боронування	33	480	5 БДТ-3	МТЗ-80	1	1	5	1	0	34	100	480	481	0,027	1	0
5	Ярий ячмінь	8	Обприскування	33	466	2 ОП-2000	МТЗ-80	2	2	5	1	0	56	100	482	482	0,002	0	343
5	Ярий ячмінь	9	Пряме комбайнування	33	558	5 Дніпро	Дніпро	1	1	1	1	1	16	450	558	560	0,0178	2	0
5	Ярий ячмінь	10	Транспортування зерна	33	558	5 ЗИЛ-130	ЗИЛ-130	4	4	4	1	0	29	75	561	561	0	0	0
5	Ярий ячмінь	11	Перша очистка зерна	33	561	5 ОВП-20	ОВП-20	1	1	1	1	0	10	0	561	564	0	3	0
5	Ярий ячмінь	12	Друга очистка зерна	33	566	5 Пектус	ОВП-20	1	1	1	1	0	10	0	566	569	0	3	0
6	Овес	1	Лущення	33	263	2 УДА-4.2	К-700	1	1	1	1	0	16	350	265	267	0,0043	2	4
6	Овес	2	Внесення мінеральних добрив	33	277	3 Rodger	МТЗ-80	1	1	5	1	0	77	100	277	277	0,01	0	0
6	Овес	3	Оранка	33	282	10 ПЛН-8-35	К-700	1	1	1	1	0	50	350	282	283	0,0018	1	0
6	Овес	4	Боронування	33	445	2 БДТ-3	МТЗ-80	1	1	5	1	0	34	100	445	446	0,0028	1	0
6	Овес	5	Протруювання насіння	33	435	4 Фермер	Фермер	1	1	1	0	0	50	0	447	448	0	1	0
6	Овес	6	Культивація	33	449	4 КПС-4	ХТЗ-150К	1	1	2	1	0	32	250	449	450	0,0032	1	0
6	Овес	7	Сівба	33	449	3 Клен-4,5	МТЗ-80	1	1	5	1	0	46	100	451	452	0,0122	1	0

6	Овес	8	Пряме комбайнування	33	547	10	Дніпро	Дніпро	1	1	1	1	1	16	450	547	549	0,0169	2	0
7	Соя	1	Лущення	35	181	4	УДА-4.2	К-700	1	1	1	1	0	16	350	183	185	0,0038	2	0
7	Соя	2	Оранка	35	283	3	ПЛН-8-35	К-700	1	1	1	1	0	50	350	283	284	0,0023	1	0
7	Соя	3	Внесення мінеральних добрив	35	445	5	Rodger	МТЗ-80	1	1	5	1	0	77	100	445	445	0,001	0	0
7	Соя	4	Вирівнювання площі	35	450	3	ЛК-6	К-700	1	1	1	1	0	36	350	450	451	0,0045	1	0
7	Соя	5	Культивація	35	486	6	КПС-4	ХТЗ-150К	1	1	2	1	0	32	250	486	487	0,0021	1	0
7	Соя	6	Вирівнювання площі	35	491	5	ЛК-6	К-700	1	1	1	1	0	36	350	491	492	0,0045	1	0
7	Соя	7	Сівба	35	491	5	Клен-4,5	МТЗ-80	1	1	5	1	0	46	100	493	494	0,0125	1	0
7	Соя	8	Обприскування	35	527	5	ОП-2000	МТЗ-80	2	2	5	1	0	56	100	527	527	0,001	0	0
7	Соя	9	Обприскування	35	619	5	ОП-2000	МТЗ-80	2	2	5	1	0	56	100	619	619	0,002	0	0
7	Соя	10	Обприскування	35	624	5	ОП-2000	МТЗ-80	2	2	5	1	0	56	100	624	624	0,002	0	0
7	Соя	11	Пряме комбайнування	35	629	3	Дніпро	Дніпро	1	1	1	1	1	16	450	629	631	0,0193	2	0
7	Соя	12	Транспортування зерна	35	629	10	ЗИЛ-130	ЗИЛ-130	4	4	4	1	0	29	75	632	632	0	0	0
7	Соя	13	Перша очистка зерна	35	629	10	ОВП-20	ОВП-20	1	1	1	1	0	10	0	633	637	0	4	0
7	Соя	14	Друга очистка зерна	35	649	10	Пектус	ОВП-20	1	1	1	1	0	10	0	649	653	0	4	0

## Додаток В.

## Результати моделювання та обґрунтування потреби у ресурсах для реалізації виробничих проєктів рослинництва

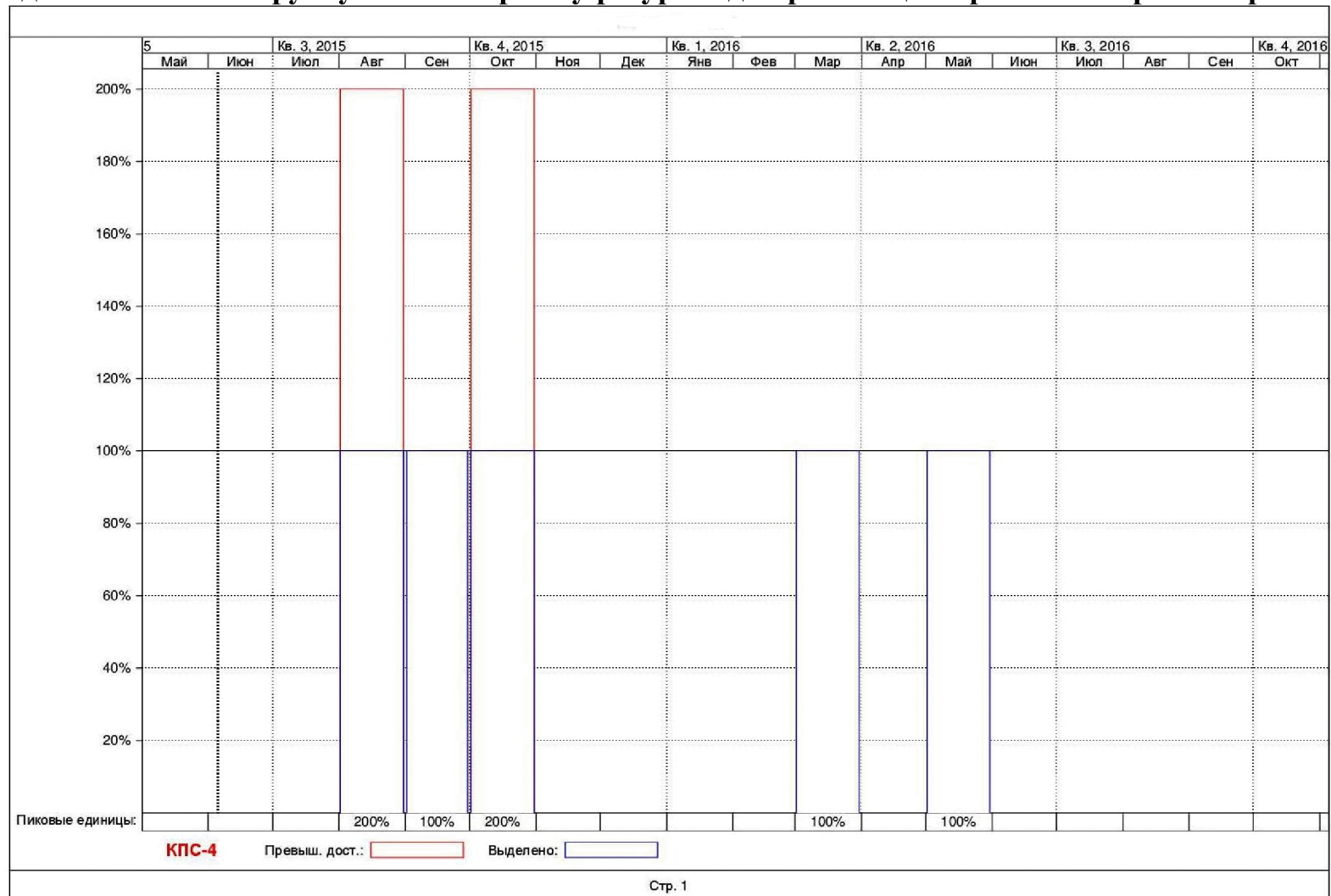


Рис. В.1. Графік використання культиваторів КПС-3/4 в періоди перевищення доступності

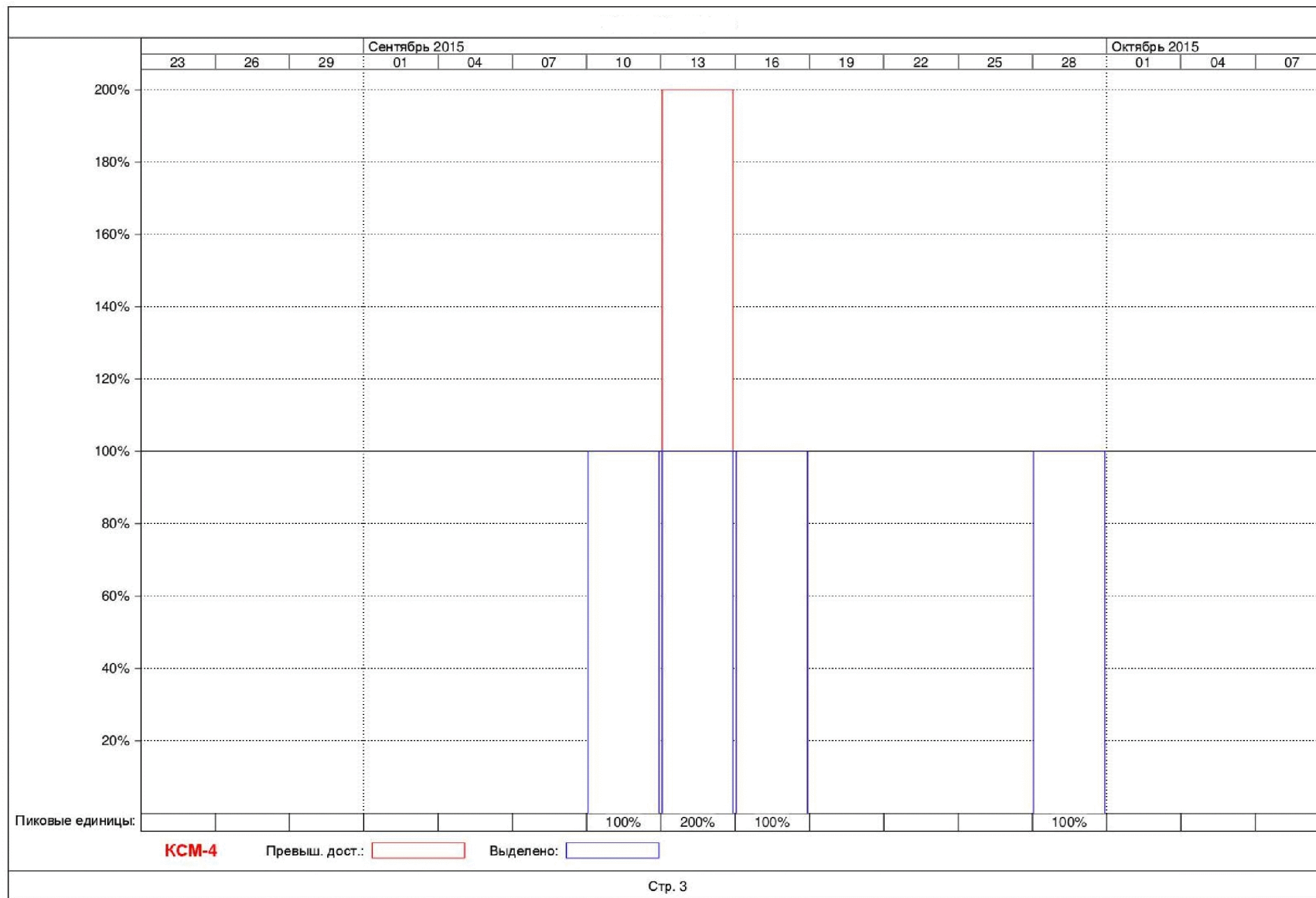


Рис. В.2. Графік використання сівалки КСМ-4 в періоди перевищення доступності

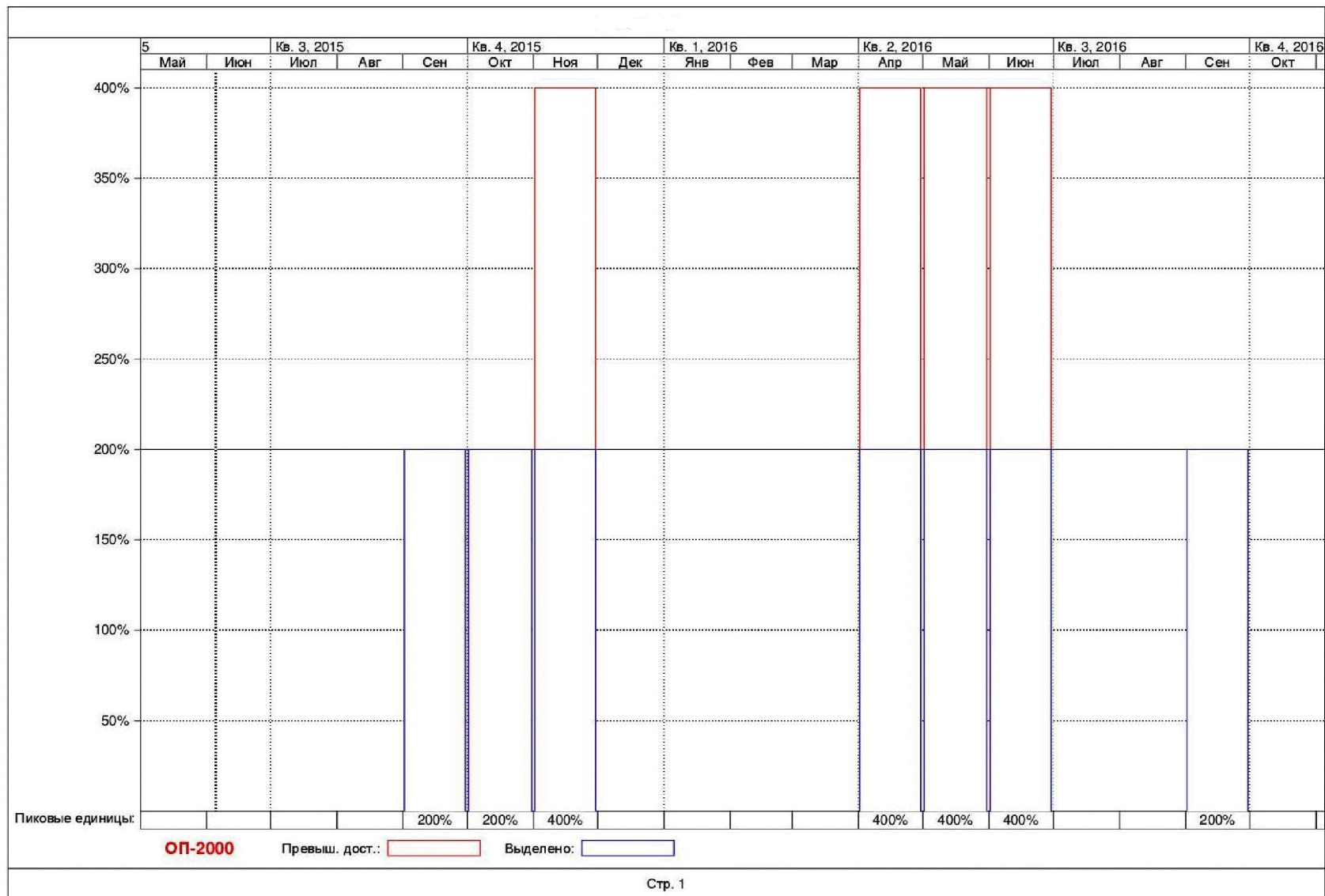


Рис. В.3. Графік використання оприскувача ОП-2000 в періоди перевищення доступності



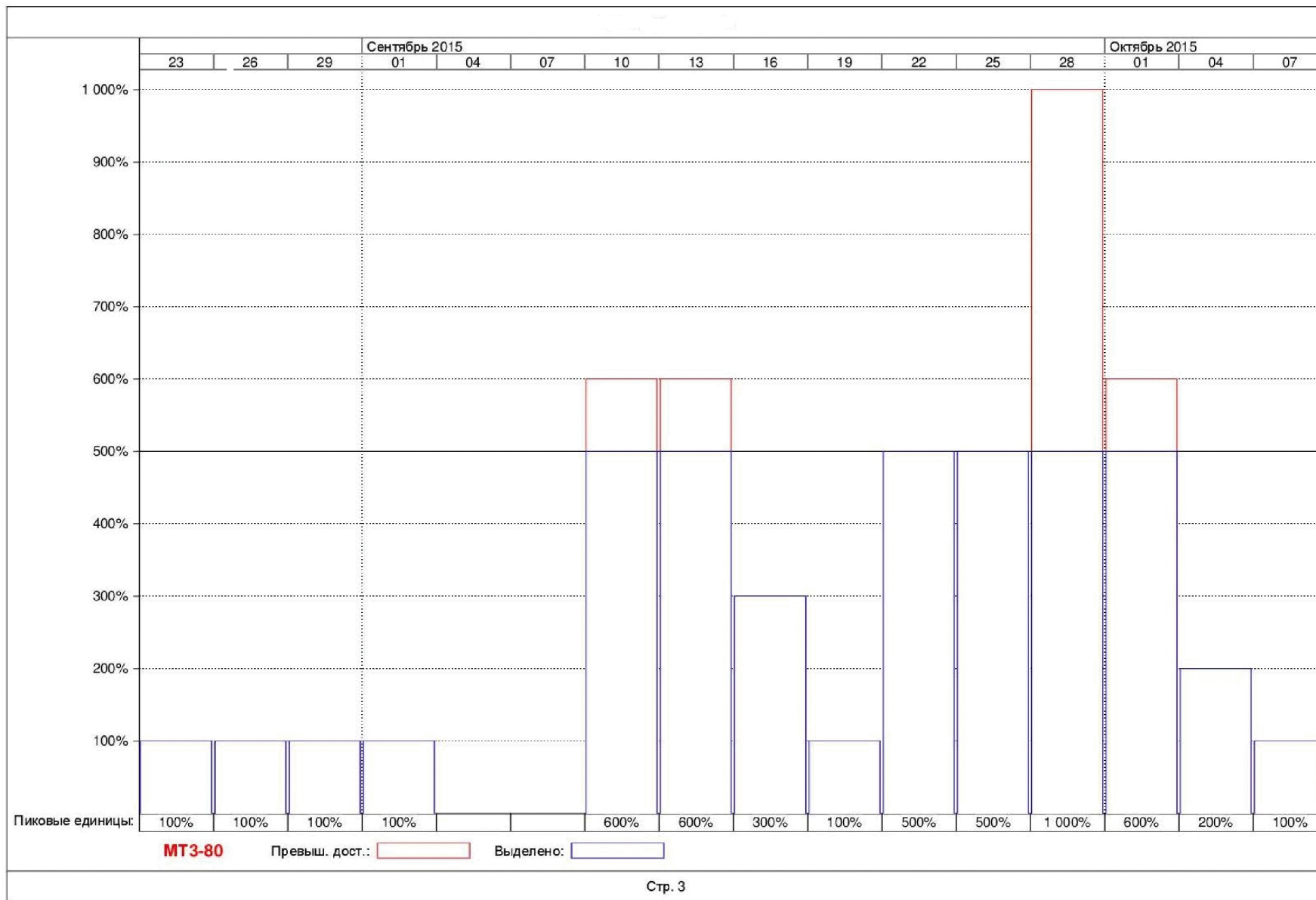


Рис. В.4. Графік використання трактора МТЗ-80 в періоді перевищення доступності

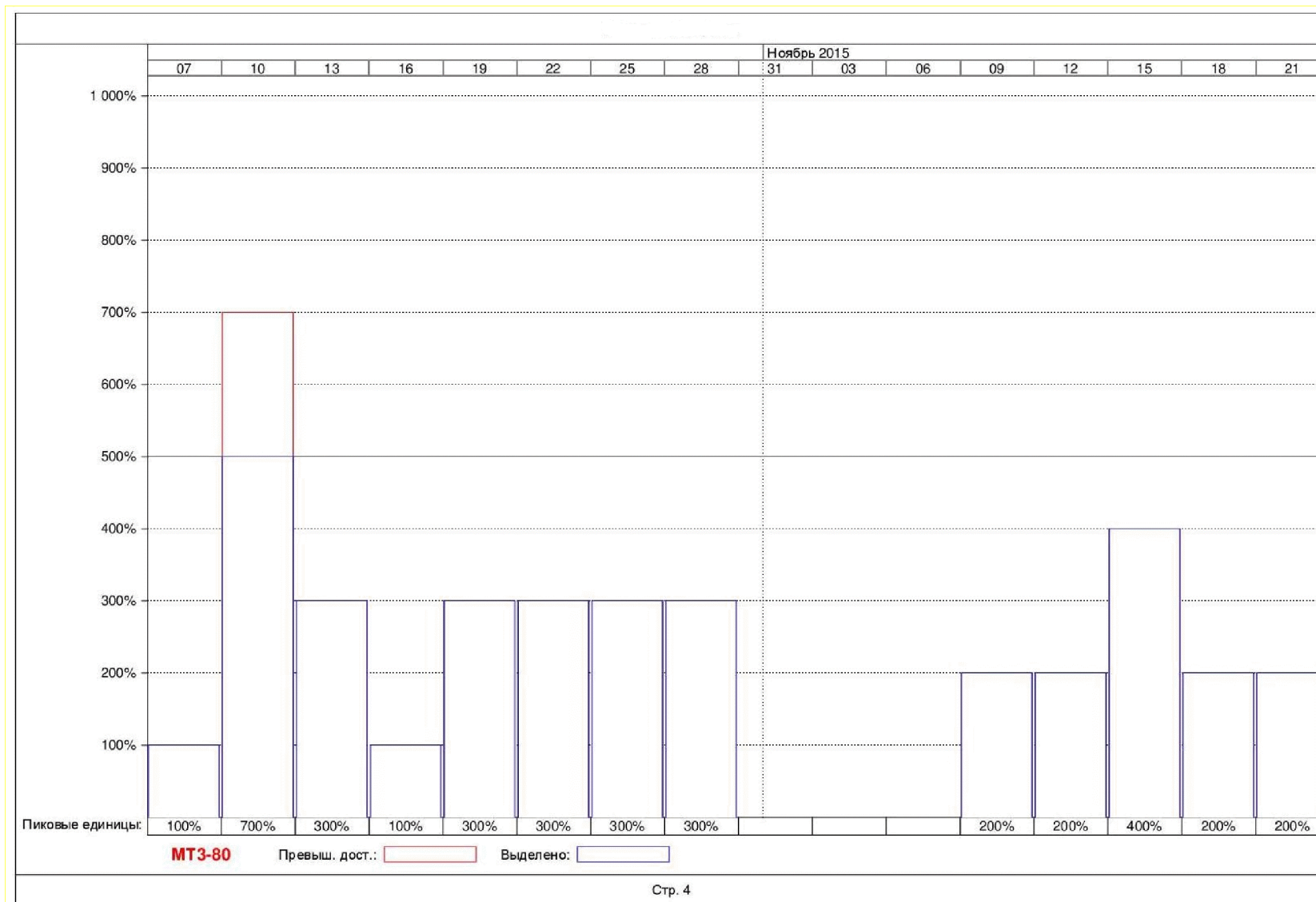


Рис. В.5. Графік використання трактора МТЗ-80 в періоді перевищення доступності



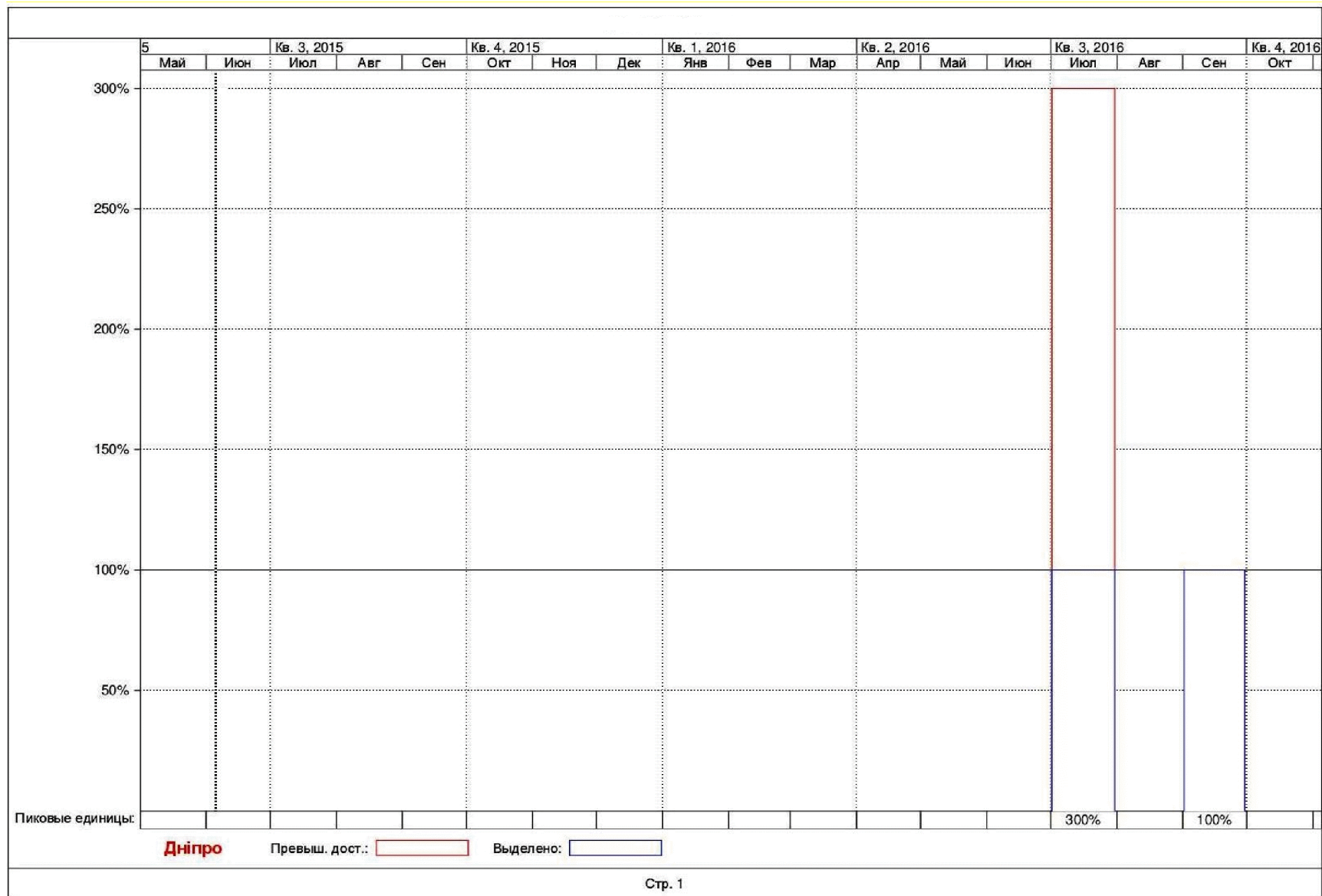


Рис. В.6. Графік використання зернозбирального комбайна «Дніпро» в періоди перевищення доступності

