

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ**

**НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ЗАОЧНОЇ ТА
ПІСЛЯДИПЛОМНОЇ ОСВІТИ
КАФЕДРА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ**

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Другого (магістерського) рівня вищої освіти

**на тему: “ Розробка інформаційно-аналітичної системи управління
виробничими ресурсами сільськогосподарського підприємства ”**

Виконала: студентка 7 курсу групи Іт-713
Спеціальності 126 – „Інформаційні системи та
технології”

_____ (шифр і назва)

Смалюх Наталія Василівна

(Прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., в.о. доц. Падюка Р.І.
(Прізвище та ініціали)

Рецензенти: к.т.н., доц. Шарибура А.О.
(Прізвище та ініціали)

_____ (Прізвище та ініціали)

ДУБЛЯНИ-2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ЗАОЧНОЇ ТА
ПІСЛЯДИПЛОМНОЇ ОСВІТИ
КАФЕДРА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

Другий (магістерський) рівень вищої освіти
Спеціальність 126 "Інформаційні системи та технології"

“ЗАТВЕРДЖУЮ”

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

ЗАВДАННЯ

на кваліфікаційну роботу студенту

Смалюх Наталія Василівна

1. Тема роботи: «Розробка інформаційно-аналітичної системи управління виробничими ресурсами сільськогосподарського підприємства»

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

Затверджені наказом по університету від 17 лютого 2023 року № 33/к-с.

2. Строк подання студентом роботи 10.02.2024 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 під час реалізації виробничих проектів 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; Ідентифікації технічних ресурсів з використанням нейронних мереж; 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 фізики, інженерної механіки та безпеки виробництва</i>		

7. Дата видачі завдання 20 лютого 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>	20.02.-25.03.23	
2	<i>Виконання другого розділу та формування головних показників для розробки системи</i>	25.03.-25.05.23	
3.	<i>Виконання третього розділу та розробка системи</i>	25.05.-30.09.23	
4.	<i>Виконання четвертого розділу з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях</i>	30.09.-30.10.23	
6.	<i>Вартісне оцінення ефективності пропозицій роботи</i>	30.10.-30.11.23	
7.	<i>Завершення оформлення розрахунково-пояснювальної записки та аркушів графічної частини</i>	30.11.-30.12.23	
8.	<i>Завершення роботи в цілому</i>	30.12.-10.02.24	

Студент _____ Смальох Н.В.
(підпис)

Керівник роботи _____ Падюка Р.І.
(підпис)

УДК 658.51:631.1

Розробка інформаційно-аналітичної системи управління виробничими ресурсами сільськогосподарського підприємства – Смалюх Н.В. Магістерська робота. Кафедра ІТ. – Дубляни, Львівський НУП, 2024.

108 с. текст. част., 21 рис., 15 табл., 10 арк. графічної частини, 40 літ. джерел, 3 додатки.

Проведено ретельне дослідження, щоб оцінити поточний стан відповідної галузі, а також здійснено оцінку діяльності та умов виробництва, характерних для досліджуваного господарства. Крім того, проведено аналіз існуючих систем автоматизації, що використовуються для управління виробничо-технічними ресурсами.

Було проведено широку експертизу з метою аналізу принципів та відповідальності управління виробничо-технічними ресурсами. Визначено характеристики різноманітних виробничо-технічних ресурсів та окреслено фундаментальні принципи розробки моделі вибору оптимальних ресурсів для проектів рослинництва.

Розроблено комплексний підхід до вибору відповідних ресурсів та ефективного управління виробничо-технічними аспектами проектів рослинництва. Крім того, також було розроблено метод створення та керування базою даних, спеціально розробленою для цих проектів.

Завдяки обґрунтуванню бази даних та бази знань було створено практичний інструментарій для управління ресурсами у виробничих проектах, що дозволяє визначити раціональні потреби в ресурсах у конкретному проектному середовищі.

Було проведено оцінку для визначення фінансових наслідків втрат продукції в проектах рослинництва внаслідок затримок у виконанні необхідних завдань.

ЗМІСТ

ПЕРЕДМОВА	7
1. АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ В ПРАКТИЦІ ТА ТЕОРІЇ.....	10
1.1. Вивчення сучасного стану рослинництва та особливості реалізації виробничих проектів.....	10
1.2. Аналіз сучасного стану господарської діяльності та умов виробництва в ННДЦ ЛНУП	14
1.3. Дослідження сучасних систем автоматизації управління виробничо-технічними ресурсами на підприємствах	21
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 1.....	24
2. ОБҐРУНТУВАННЯ, ВИБІР ТА РЕАЛІЗАЦІЯ ІНСТРУМЕНТАРІЮ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧІ	26
2.1. Аналіз принципів і завдань управління виробничо-технічними ресурсами	26
2.2 Систематизація ресурсів проекту та організація процедур управління ними.....	31
2.2. Основні принципи розробки моделі відбору раціональних типів ресурсів для реалізації виробничих проектів у рослинництві.....	35
2.3. Нейромережна модель вибору раціональних типів ресурсів для виробничих проектів рослинництва	42
2.4. Процедура управління виробничо-технічними ресурсами виробничих проектів рослинництва сільськогосподарського підприємства	49
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 2.....	42
3. РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧІ	59
3.1. Алгоритм та структура роботи проектованої системи підтримки прийняття рішень для управління виробничо-технічними ресурсами...	59
3.2. Результати проведеного обґрунтування бази даних для системи підтримки прийняття рішень для управління виробничо-технічними ресурсами	65

3.3. Результати розробки нейромережної моделі використання технічних ресурсів під час реалізації виробничих проєктів рослинництва.....	68
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 3.....	71
4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	73
4.1. Структурно функціональний аналіз технологічного процесу.....	73
4.2. Моделювання процесу виникнення травм та аварій.....	73
4.3. Розробка логічно-імітаційної моделі травм.....	74
4.4. Розробка заходів щодо безпеки у надзвичайних ситуаціях.....	78
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 4.....	79
5. ОЦІНКА ВТРАТ ПРОДУКТУ ПІД ЧАС РЕАЛІЗАЦІЇ ВИРОБНИЧИХ ПРОЄКТІВ РОСЛИННИЦТВА.....	85
ВИСНОВКИ ДО РОЗДІЛУ 5.....	91
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	93
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	95
ДОДАТКИ.....	102

ПЕРЕДМОВА

Аграрний сектор в Україні відіграє важливу роль у забезпеченні продовольчої безпеки, про що свідчать статистичні дані та прогнози на майбутнє. Багаті природні ресурси країни ще більше сприяють її здатності не лише задовольняти потреби свого населення в їжі, але й постачати продовольство для інших країн. Для підвищення ефективності аграрної галузі вже реалізовано різноманітні проекти розвитку. Крім того, сільськогосподарські підприємства (СГП) реалізують виробничі проекти, зокрема в рослинництві (ВГР), які спрямовані на подолання ресурсних обмежень. Ці ініціативи передбачають спільне використання виробничих і технічних ресурсів, таких як підрядники, земельні ділянки, обладнання, приміщення для первинної обробки та зберігання тощо, для окремих проектів. Неадекватний розподіл або неналежне використання цих ресурсів призводить до несвоєчасного завершення проектів у ВГР, що призводить як до втрат продукту, так і до зниження ефективності реалізації проекту.

Невирішеним залишається питання щодо мінімізації втрат від передчасного виконання завдань у складі ВГР. Однак можна пом'якшити ці втрати шляхом впровадження ефективних стратегій управління ресурсами, які віддають пріоритет якості. Щоб досягти цього, необхідно розробити моделі, методи та алгоритми, які сприятимуть прийняттю обґрунтованих рішень в управлінні якістю. Сучасні інструменти та методи, що використовуються для управління ресурсами в проектах, не враховують унікальних характеристик сільськогосподарського виробництва, особливо щодо вирощування продуктів рослинного походження.

Метою цієї роботи є підвищення продуктивності сільськогосподарського виробництва та управління технічними ресурсами. Це буде досягнуто шляхом розробки моделей і методів, спеціально розроблених для управління проектами з виробництва сільськогосподарських культур. Ці моделі та методи

враховуватимуть обмеження ресурсів цих проектів, а також динамічне середовище проекту, в якому вони працюють.

Щоб успішно досягти мети, необхідно виконати наступні завдання:

➤ Для всебічної оцінки досліджуваної галузі та умов експлуатації та виробництва господарства необхідно провести аналіз обох. Крім того, необхідно провести оцінку поточних систем автоматизації, які використовуються для управління виробництвом і технічними ресурсами.

➤ Для ефективного управління виробничо-технічними ресурсами проектів рослинництва необхідно провести ретельний аналіз принципів і завдань. Цей аналіз має включати визначення характеристик різних типів ресурсів і встановлення ключових принципів для створення моделі, яка полегшує вибір раціональних типів ресурсів для виконання проекту.

➤ Створити комплексну модель, яка дозволяє підбирати раціональні ресурси для реалізації проекту, а також метод управління виробничо-технічними ресурсами проектів рослинництва. Крім того, ми прагнемо розробити метод формування бази даних для ефективного управління цими проектами.

➤ Для того, щоб підтримувати базу даних і базу знань, а також створити практичний інструментарій для управління ресурсами в ВПП, важливо підтвердити раціональну потребу в ресурсах ВПП у конкретному середовищі проекту.

➤ Здійснити ретельну оцінку фінансових наслідків, спричинених затримками у виконанні проекту, що є важливим для визначення масштабу втрат продукту проекту.

Об'єктом дослідження є процедури управління сільськогосподарським виробництвом і раціональний розподіл його виробничо-технічних ресурсів.

Предмет дослідження зосереджено на вивченні різних моделей, методів і стратегій, що використовуються в управлінні ресурсами в рамках виробничих проектів. Він також досліджує показники використання та втрати ресурсів у ВПП, а також моделі змін, які відбуваються у відповідь на зміни в середовищі проекту.

Отримані результати мають наукову новизну, оскільки:

✓ Створено модель управління вибором відповідних ресурсів для ефективного виконання сільськогосподарських проектів у рослинництві.

✓ Було розроблено нові методи управління виробничими та технічними ресурсами, а також створення комплексної бази даних для ефективного нагляду за проектами рослинництва.

Наслідки цих досліджень мають практичне значення, оскільки:

✓ Впровадження комплексної системи підтримки прийняття рішень з управління виробничо-технічними ресурсами дозволяє ефективно аналізувати використання ресурсів під час виконання проекту. Ця система також сприяє своєчасному виділенню додаткових ресурсів, якщо це необхідно, щоб запобігти будь-яким потенційним втратам результатів проекту внаслідок затримок у завершенні робіт.

✓ Обґрунтовуючи базу даних для управління ресурсами в проектах рослинництва, стає можливим ефективно організувати наявні земельні, технічні та людські ресурси. Це, у свою чергу, дає змогу отримати необхідні знання, необхідні для майбутнього моделювання проектів шляхом використання розробленої системи підтримки прийняття рішень.

РОЗДІЛ 1.

АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ В ПРАКТИЦІ ТА ТЕОРІЇ

1.1. Вивчення сучасного стану рослинництва та особливості реалізації виробничих проектів

Значення рослинництва в аграрному секторі важко переоцінити, коли йдеться про забезпечення продовольчої безпеки України [31]. Саме ця галузь відповідає за забезпечення населення продуктами харчування першої необхідності, а також кормами для худоби, сировиною для переробки, підтримку легкої промисловості. Крім того, рослинництво відіграє вирішальну роль у сприянні зовнішній торгівлі. У галузі рослинництва виділяються різні напрямки, зокрема вирощування зернових, виробництво цукрових буряків, олійних культур, картоплі, овочів, кормових та інших культур.

Нині численні сектори сільськогосподарської галузі стикаються зі значними проблемами, особливо середні та малі сільськогосподарські виробники, які зазнають фінансових втрат. Як наслідок, існує нагальна потреба започаткувати різноманітні виробничі ініціативи та встановити ефективні стратегії управління для підвищення продуктивності вирощування сільськогосподарських культур на цих підприємствах.

Ціни на сільськогосподарську продукцію в Україні щорічно суттєво зростають, особливо у сфері рослинництва. Такий сплеск собівартості виробництва можна пояснити значним зростанням витрат на ресурси, такі як технічне обладнання, паливно-мастильні матеріали, мінеральні та органічні добрива, засоби захисту рослин, енергоносії та заробітна плата. Як наслідок, для кожного сільськогосподарського підприємства вкрай важливо брати участь у ретельному плануванні виробничих проектів, приділяючи особливу увагу розподілу ресурсів, щоб точно передбачити різні етапи роботи та кінцеву вартість кінцевого продукту.

Ефективність і ресурсомісткість відіграють значну роль в економічній нестабільності сільськогосподарського виробництва в ринкових умовах. Таким чином, під час планування виробничих проектів надзвичайно важливо визначити пріоритети процесів управління ресурсами. Завдяки цьому можна досягти вищих результатів, мінімізуючи витрати ресурсів, таких як робоча сила, технології, матеріали та фінанси. Значний вплив на цінність проектів рослинництва, які є основою для досягнення високих сільськогосподарських урожаїв, має наявність природних ресурсів, зокрема землі та її ґрунтів. Це, у свою чергу, визначає загальну вартість продукції, отриманої в результаті цих проектів.

Для того, щоб оцінити вартість виробничих проектів у рослинництві, важливо спочатку визначити витрати на реалізацію та оцінити ринкову складову, яка представляє вартість сільськогосподарської продукції на основі її якості. Значну роль відіграють і виробничо-технічні ресурси сільськогосподарських підприємств, зокрема земельні ділянки для вирощування сільськогосподарських культур, техніка, приміщення для переробки та зберігання продукції. Зміни площ посівів сільськогосподарських культур з 2010 по 2019 рік ілюструє мал. 1.1.

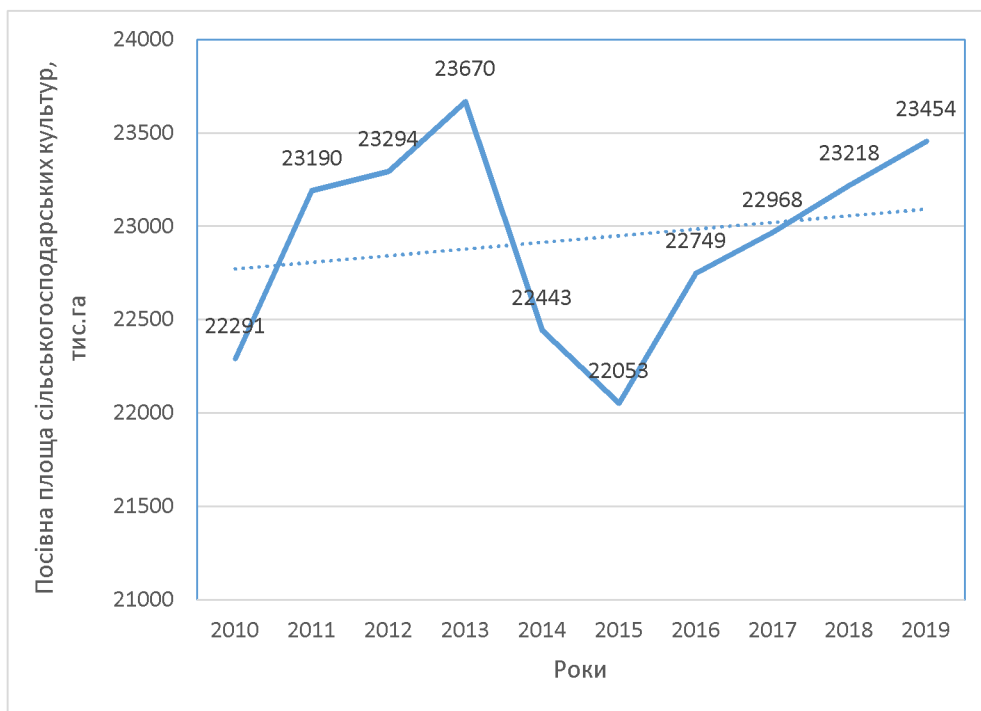


Рис. 1.1 Динаміка площ посівів сільськогосподарських культур впродовж 2010-2019 рр. (Дані Держкомстат України)

Основна увага сільськогосподарських підприємств, як правило, приділяється машинно-тракторному парку (МТП), оскільки виробничі площі для вирощування сільськогосподарських культур залишаються відносно стабільними протягом тривалого часу, як показано на рис. 1.1. Цей парк складається в основному з тракторів, сільськогосподарських машин і комбайнів, які є основними ресурсами управління цих підприємств.

За даними обстеження посівних земель у 2019 р. (рис. 1.2) видно, що більшість сільськогосподарських культур становлять зернові та зернобобові культури, такі як пшениця (як озима, так і яра), кукурудза на зерно, ячмінь, гречка. структура. Ця інформація служить основою для визначення відповідних ресурсів для ініціатив у сфері рослинництва, які відповідають конкретним методам вирощування цих культур.



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

Проекти рослинництва вимагають використання різних типів сільськогосподарської техніки на різних етапах виробництва, включаючи підготовку ґрунту, посів, догляд за посівами та збирання врожаю. Стан забезпечення цими ресурсами рільничих господарств ми зможемо оцінити дослідивши доступні назагал дані з бюлетенів Державної служби статистики, а

саме - «Наявність сільськогосподарської техніки та енергетичних потужностей у сільському господарстві» за період 2000-2019 років.

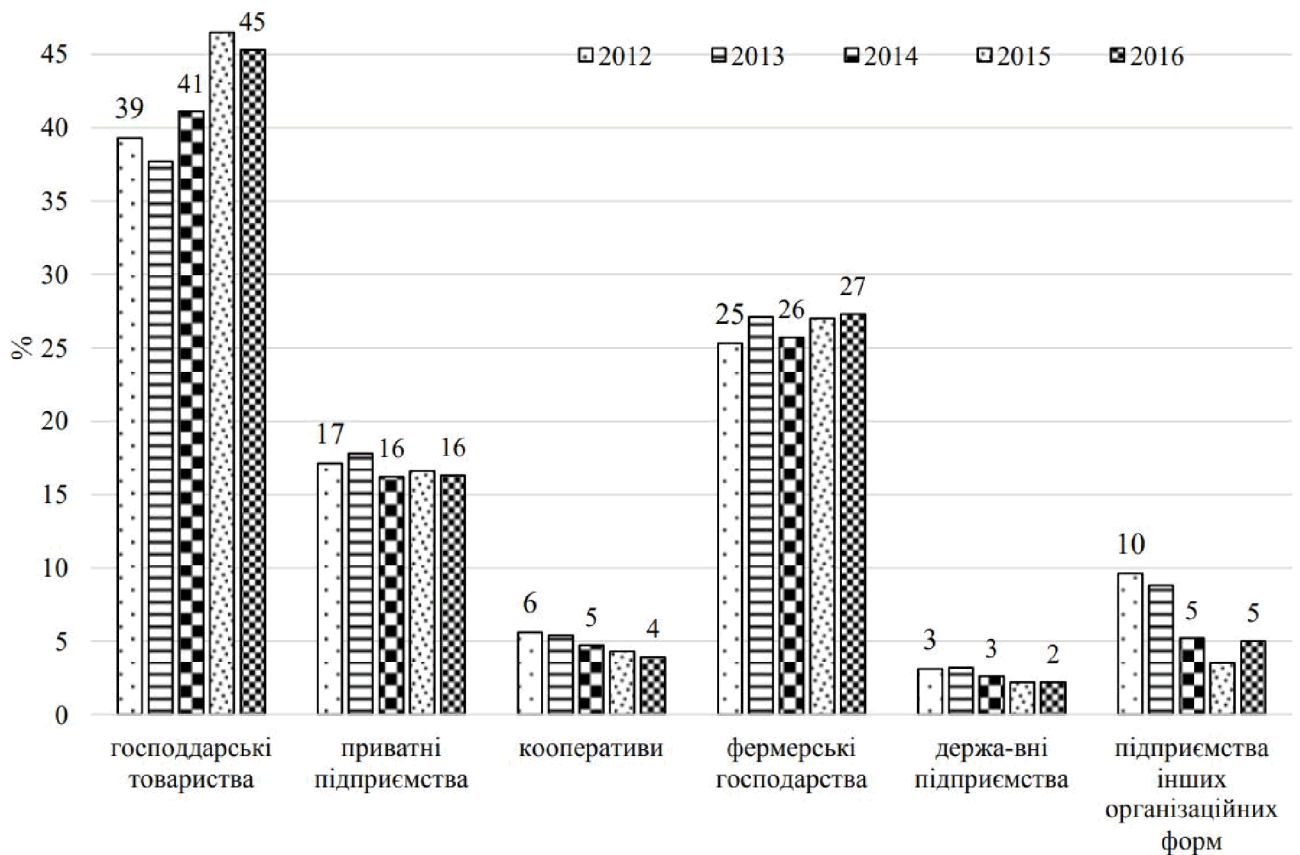


Рис. 1.3. Динаміка зміни наявності тракторів усіх марок у сільськогосподарських підприємствах різних форм власності впродовж 2012-2019 рр. (Дані Держкомстат України)

За період 2012-2019 рр. дослідження коливань наявності тракторів різних виробників у сільськогосподарських установах та фермерських господарствах (рис. 1.3) виявило незначну висхідну траєкторію наявності тракторів у малих господарських підприємствах та фермерських господарствах. Навпаки, наявність тракторів у всіх інших закладах, незалежно від марки, постійно знижувалася протягом усього дослідження. Загалом помітна тенденція до зменшення кількості тракторів в експлуатації. Відповідну закономірність можна спостерігати і в змінах наявності зернозбиральних комбайнів усіх виробників у сільськогосподарських підприємствах та фермерських господарствах.

Наявність і розповсюдження сільськогосподарської техніки в сільськогосподарських підприємствах відрізняються широким розмаїттям. Наочне зображення у вигляді діаграми (рис. 1.4) показує, що більшість техніки складають сівалки різних типів, вантажні автомобілі та тягачі.

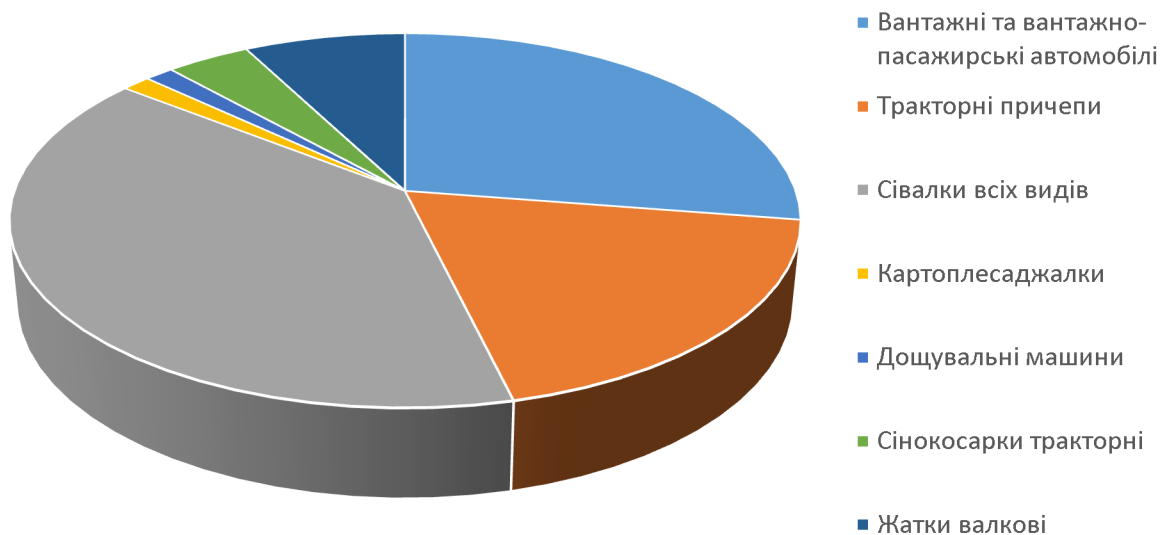


Рис. 1.4. Структура наявних видів сільськогосподарської техніки у сільськогосподарських підприємствах за 2019 рік (Дані Держкомстат України)

В цілому на підставі аналізу ресурсного забезпечення галузі рослинництва можна стверджувати, що структура земельних ресурсів залишається майже незмінною. Водночас спостерігається зміна кількості наявного технічного оснащення. Зміну кількості і структурного складу сільськогосподарської техніки зумовлює постійна зміна технологій вирощування сільськогосподарських культур. При цьому, зміна кількості та маркового складу технічного оснащення за сталих площ посівів сільськогосподарських є важливою передумовою для проведення досліджень щодо планування ресурсного забезпечення виробничих проєктів рослинництва, від якого значною мірою залежить цінність отриманого продукту.

1.2. Аналіз сучасного стану господарської діяльності та умов виробництва в ННДЦ ЛНУП

Навчально-науковий центр (ННЦ) створено на базі Львівського національного університету природокористування як навчально-виробничий підрозділ для підготовки студентів. Розташоване у Львівському районі, Львівської області, місті Дубляни, що за 7 км від обласного та районного центру.

Основними напрямками виробничої діяльності господарства є тваринництво та рослинництво.

Основні напрямки рослинництва — вирощування насіння сільськогосподарських культур — картоплі, зернових, бобових, а також вирощування нових сортів рослин.

До складу НДЦ входять машинно-тракторний парк, ремонтна майстерня, три тваринницькі приміщення та свиноферма. На фермі є також власна заправка та тік. У своїй виробничій діяльності НДЦ тісно співпрацює з відділом освіти ЛНУП, особливо в таких сферах, як насінництво та вирощування картоплі.

До складу НДЦ входять машинно-тракторний парк, ремонтна майстерня, три тваринницькі приміщення та свиноферма. На фермі є також власна заправка та тикове дерево.

Крім землі, виділеної господарству, орендує у землевласників 173 га орної землі. Взнявши в оренду додаткові землі, можна істотно збільшити виробництво продукції рослинництва.

В останні роки всі сільськогосподарські угіддя були зайняті посівами (табл. 1.1). Таблиця 1.1

Землекористування НДЦ ЛНУП

Показники	2019 р.	2020 р.	2021 р.	2022 р.	2019.до 2022р., +/-
1	2	3	4	5	6
Всього земельних угідь, га	1905	2078	2078	2169	264
з них – сільськогосподарські угіддя	1545	1718	1718	1731	186
в т.ч. ріллі	560	773	773	773	213

Продовження табл. 1.1

1	2	3	4	5	6
пасовища і сінокоси	981	941	941	954	-27
багаторічні насадження	4	4	4	4	0
Інші землі	360	360	360	438	78
Використання ріллі під посіви	560	773	773	772	312

Як видно з таблиці 1, орні землі та пасовища займають більшу площу і використовуються під культурні пасовища, заготовлені сіно та силос. Поля засівають і обробляють різними культурами в залежності від прийнятої сівозміни.

Збільшення посівних площ призвело до збільшення посівних площ основних сільськогосподарських культур. Дані культуральної таблиці 1.2 видно, що у 2020 році площа посіву всіх продовольчих культур зросла порівняно з 2017 роком (крім ярої пшениці та вівса). Суттєво зросли посівні площі у Швеції (у 2,5 раза), ячменю озимого (на 75,0%) та ячменю ярого (на 62,1%), овочів (на 66,7%), картоплі (на 14,3%) та гомогенізованих трав (40,0% зниження).

З точки зору структури посівних площ, за досліджуваний період зросла частка зернових та зернобобових культур, тобто збільшилася частка озимої пшениці, ярого та озимого ячменю та сої.

Таблиця 1.2

Розміри і структура посівних площ НДЦ

Культури	2020 р.		2021 р.		2022 р.		2020 р. до 2022 р.,%
	площа, га	структура, %	площа, га	структура, %	площа, га	структура, %	
1	2	3	4	5	6	7	8
Зернові і бобові	362	46,8	375	48,5	402	52,1	111,0

Продовження таблиці 1.2

1	2	3	4	5	6	7	8
в т.ч.озимі	228	29,5	252	32,6	286	37,0	125,4
з них - пшениці	183	23,7	205	26,5	225	29,1	123,0
жито	29	3,8	30	3,9	33	4,3	113,8
ячмінь	16	2,1	17	2,2	28	3,6	175,0
ярі	134	17,3	123	15,9	116	15,0	86,6
з них - пшениці	65	8,4	51	6,6	25	3,2	38,5
ячмінь	29	3,8	19	2,9	47	6,1	162,1
овес	22	2,8	30	3,9	13	1,7	59,1
гречка	12	1,6	14	1,8	12	1,6	100
Викосуміші	6	0,8	9	1,1	15	1,9	250
Зернобобові (горох)	-	-	-	-	4	0,5	
Соя	25	3,2	37	4,8	45	5,8	180
Озимий ріпак	150	19,4	100	12,9	147	19,0	98
Олійна редька	-	-	27,6	3,6	4	0,5	x
Цукові буряки	0,5	0,1	1	0,1	1	0,1	200
Картопля	7	0,9	9,8	1,3	8	1,0	114,3
Овочі	0,6	0,1	0,6	0,1	1	0,1	166,7
Кукурудза на силос та зелений корм	30	23,9	28	3,6	17	2,2	56,7
Інші силосні культури	19	2,5	23	3,0	-	-	-
Однорічні трави	45	5,8	38	4,9	63	8,2	140,0
Багаторічні трави	134	17,3	133	17,2	84	10,9	62,7
Разом	773,1	100,0	773,0	100,0	772,0	100,0	99,9

Як бачимо, у табл. 1.2, що у структурі посівних площ основними є зернові, багаторічні трави та сіножаті, які є міцною кормовою базою для відгодівлі худоби. Порівнюючи посівні та зібрані площі в НДЦ 2021 (табл. 1.3), необхідно

констатувати факт загибелі 116 га посівів. У НДЦ загибель посівів зростає на 84 га порівняно з 2019 роком. Це стало однією з причин зниження загальної врожайності сільськогосподарських культур. Значну частину становила загибель врожаю вівса та гречки. Кожна така ситуація повинна мати пояснення, а якщо врожай загинув через стихійне лихо, потрібно отримати страхове відшкодування.

Таблиця 1.3

Аналіз розмірів уточнених і зібраних площ посівів
сільськогосподарських культур за 2022 р., га

Культури	Уточнена посівна площа	Загальна площа збирання	Загинуло, відхилення, +/-
Зернові і бобові - всього	402	310	92
в т.ч. озимі	286	232	54
з них - пшениці	225	199	26
жито	33	10	23
ячмінь	28	23	5
ярі	116	78	38
з них - пшениця	25	22	3
ячмінь	47	42	5
овес	13	4	9
гречка	12	7	5
викосуміші	15	1	14
зернобобові	4	2	2
Соя	45	35	10
Озимий ріпак	147	135	12
Олійна редька	4	4	-
Цукрові буряки	1	0,5	0,5
Картопля	8	6,5	1,5
Овочі	1	1	-

Продовження таблиці 1.3

1	2	3	4
Кукурудза на силос та зелений корм	17	17	-
Однорічні трави	63	63	-
Багаторічні трави посіву минулих років	84	84	-
Р а з о м	772	656	116

Негативною тенденцією в підприємстві є зниження врожайності основних сільськогосподарських культур (табл. 1.4). Таким чином, середня врожайність зернових у 2022 році буде на 21,0% нижчою за 2020 рік та на 5,5% нижчою за попередній рік у 2019 році. Крім того, відзначимо значне зниження виробництва ячменю ярого (на 31,2%), гречки (на 73,2%) та картоплі (на 50,3%). Виробництво ярої пшениці залишається низьким. Виробництво озимого ріпаку трохи зросло порівняно з попереднім роком, і загальна ситуація хороша. На врожайність продовольчих культур негативно впливають несприятливі погодні умови.

Водночас можна вважати, що врожайність та зелені якості кукурудзи знаходяться на належному рівні. У 2022 році технічна ефективність виробництва вирощуваної продукції значно покращилася порівняно з попередніми роками. Говорячи про продуктивність сільськогосподарських культур, слід зазначити, що урожайність зернових на землях НДЦ (28,8 ц/га) на 1,2 ц/га нижча, ніж на орендованих землях області. Протилежну ситуацію маємо стосовно урожайності озимого ріпаку.

Таблиця 1.4

Аналіз урожайності основних сільськогосподарських культур НДЦ ЛНАУ, ц/га

Культура	2019 р.	2020 р.	2021 р.	2022 р.	2022 р. у % до	
					2019 р.	2021 р.
1	2	3	4	5	6	7

Продовження табл. 1.4

1	2	3	4	5	6	7
Зернові і бобові – всього	36,7	35,9	30,7	29	79,0	94,5
в т.ч. озимі	41,8	51,1	34,8	31,7	75,8	91,1
з них пшениця	43,2	54,0	34,9	31,8	73,6	91,1
жито	40,3	39,3	35,3	30,1	74,7	85,3
ячмінь	31,2	37,3	32,7	30,8	98,7	94,2
ярі	27,3	29,8	23,2	21,2	77,7	91,4
з них пшениця	29,7	23,4	23,4	20,7	69,7	88,5
ячмінь	29,8	38,8	34,3	23,6	79,2	68,8
овес	23,5	37,2	20,3	28,0	119,1	137,9
гречка	8,3	19,0	15,3	4,1	49,4	26,8
викосуміші	19,6	40,7	20,2	31,0	158,2	153,5
зернобобові	-	-	-	22,0	х	х
Соя	-	12,0	9,5	9,8	х	103,2
Озимий ріпак	26	29,5	25,5	26,6	102,3	104,3
Картопля	177,9	152,0	222,2	110,5	62,1	49,7
Зелена маса кукурудзи	354	300,0	482,1	681,0	192,4	141,3

Важливим фактором, який суттєво впливає на вибір технічних засобів, є вимоги до якості та умов агротехніки виконання технічних операцій.

Ці фактори мають вирішальний вплив на вибір типу ходової частини (рушії) енергетичного засобу та робочих органів сільськогосподарських знарядь. Машини характеризуються різними властивостями дії на ґрунт або рослини, тому правильна збірка машинно-тракторного агрегату дуже важлива для забезпечення його максимальної продуктивності та якісного виконання технологічного процесу науково обґрунтованим способом. Тому для більшості видів робіт сільськогосподарські вимоги визначають склад агрегату (трактор,

зчіпка, марка сільськогосподарської машини) і режим його роботи (робочу швидкість). Склад тракторного парку господарства (табл. 1.5)

Таблиця 1.5

Склад МТП господарства

Марка	Рік випуску	Витрата пального після останнього ремонту	Технічний стан
T-150	2002	11600	Справний
T-150К	1987	12350	Справний
T-150К	1992	11900	Справний
ЮМЗ-6Л	1990	6780	Справний
T-25	1986	3520	Підлягає ремонту
МТЗ-80	1987	6530	Справний
МТЗ-80	1989	6440	Підлягає ремонту
МТЗ-82	1990	6920	Справний
МТЗ-80	1992	6431	Справний
МТЗ-80	1992	6423	Справний
МТЗ-82	1992	6894	Справний
МТЗ-82	2007	6843	Справний
К-701	1990	25060	Підлягає ремонту

Парк сільськогосподарської техніки господарства досить великий (Додаток А). Ці машини дозволяють механізувати практично всі технологічні операції виробництва с.г. культури, однак окремі засоби застаріли як фізично, так і морально, мають низьку продуктивність. У підприємстві, на жаль, відсутні комбіновані агрегати, що дозволяють поєднувати ряд споріднених операцій.

1.3 Дослідження сучасних систем автоматизації управління виробничо-технічними ресурсами на підприємствах

Розроблені системи підтримки прийняття рішень (СППР) пропонують програмні рішення для розподілу ресурсів в окремих проектах, допомагаючи

керівникам проектів у їхньому загальному розподілі ресурсів і зусиль з управління проектами.

Існує кілька загальновизнаних варіантів програмного забезпечення для керування проектами, таких як Microsoft Office Project, Project Expert, Primavera та OpenProj тощо. Ці програмні рішення пропонують широкі можливості для автоматизації процесів управління проектами та дозволяють користувачам оцінювати показники проекту на основі розподілу ресурсів, визначеного на етапі початкового введення даних.

У початковому кластері СППР існують передові системи, які ефективно вирішують питання розподілу ресурсів. Однак недоліком є те, що кілька компаній можуть вирішити розробити окремі програми, присвячені виключно розподілу ресурсів. Крім того, ці системи вимагають введення великої кількості даних для процесу розподілу. З іншого боку, друга група систем безпосередньо не займається розподілом ресурсів, оскільки СППР може виконати це завдання, отримуючи дані щодо впливу розподілу. Крім того, навіть такий розподіл ресурсів є розподілом відповідно до проекту, а не за виконавцями. Розподіл ресурсів за підрядниками є більш ефективним, оскільки враховує досвід та особисті якості підрядників, від яких насамперед залежить успіх роботи.

Управління виробничими проектами рослинництва має ряд особливостей, які, на жаль, існуючими системами управління проектами не враховуються. Під час планування ресурсів у зазначених проектах важливим є розподіл земельних ресурсів між окремими блоками робіт.

Це уможливорює оцінку здійсненності виробничих проектів за критерієм достатності наявних матеріально-технічних ресурсів (тракторів, сільськогосподарської техніки, автомобілів, тощо).

У відомих інформаційних системах управління проектами (MS Project і Primavera) не використовується таке поняття, як обсяг робіт, що унеможливорює планування блоків робіт виробничих проектів рослинництва від їх обсягу, а саме – площ полів зайнятих множиною сільськогосподарських культур. Дійсно, система пропонує додаткові модулі, такі як відкритий план, що є розширенням

для проекту Microsoft. У цьому модулі матеріали виділяються відповідно до сфери проекту. Однак одного цього недостатньо, оскільки не дозволяє точно визначити матеріаломісткість одиниці обсягу роботи [24].

Вирощування сільськогосподарської продукції вимагає дотримання певних агротехнічних термінів, які базуються на біологічних особливостях розвитку культур і характері поставлених завдань. Раніше починати роботи недоцільно, а перевищення встановлених агротехнічних термінів призводить до безповоротних збитків для проекту. Таким чином, важливою метою є оцінка вимог до ресурсів для проектних завдань відповідно до встановлених агротехнічних термінів. Щоб досягти цього, погодинна продуктивність кожного ресурсу використовується як ключовий показник. Є змога задати такий показник, як і норму виробітку техніки наявна лише у Spider Project [18].

Функція кількох ресурсів (мультиресурси), ексклюзивна для професійної версії Spider Project, дозволяє використовувати стабільні групи ресурсів, також відомі як команди, які спільно працюють над завданнями. Визначаючи членів групи з багатьма ресурсами, стає можливим призначати всю групу для конкретних завдань і змінювати її склад за потреби, тим самим змінюючи осіб, призначених для виконання завдань [34]. Застосування цього параметра в сільськогосподарських проектах сприятиме швидкому перерозподілу ресурсів, що спеціалізуються на певних операціях, між різними робочими ділянками у випадках недостатнього використання.

Моделювання робочого навантаження зі змінними ресурсами, яке передбачає можливість видаляти та перепризначати ресурси під час роботи, не включено в Microsoft Project і Primavera [6]. Досліджувані системи управління проектами не володіють необхідною функціональністю для оцінки ризиків у сільськогосподарських проектах, включаючи агрометеорологічні фактори та показники надійності обладнання.

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

Показники і функції	Інформаційна системи управління проектами		
	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 проекті	Ні	Ні	Ні

У таблиці наведено огляд ключових показників і функцій, пов'язаних із системами управління проектами в проектах рослинництва, а також ступінь їх впровадження.

Очевидно, що більшості поточних автоматизованих інформаційних систем управління проектами бракує можливостей для ефективного та надійного управління ресурсами в проектах рослинництва. Серед цих систем Spider Project є єдиним програмним забезпеченням, яке пропонує певні функції для управління проектом у рослинництві. Тим не менш, це програмне забезпечення не включає оцінку ризиків для таких проектів. Таким чином, існує необхідність або модифікувати існуючі системи, або створити нові пакети програмного забезпечення, спеціально призначені для управління проектами рослинництва. Ці пакети повинні враховувати вищезазначені динамічні фактори.

Висновки до розділу 1

1. Проведена оцінка поточного стану галузі рослинництва показує, що аграрний сектор України зараз переживає кризу. Одним із факторів, що сприяє цій кризі, є неспроможність реалізувати взаємоузгоджені та скоординовані

виробничі проекти. Серед найбільш значущих проектів у сучасному аграрному ландшафті є проекти, спрямовані на рослинництво. Успішна реалізація цих проектів з виробництва сільськогосподарських культур вимагає ретельного розгляду конкретних факторів, зокрема в управлінні ресурсами, щоб мінімізувати втрати та максимізувати фінансові вигоди для всіх залучених сторін.

2. Більшість культур, які вирощуються в досліджуваному господарстві, дають прибуткові результати; однак вкрай важливо визначити пріоритетність модернізації машинно-тракторного парку. Завдяки реалізації програми заміни застарілої техніки на нову вдосконалену продуктивність і ефективність вирощування всіх сільськогосподарських культур, безсумнівно, значно підвищиться.

3. Більшість автоматизованих інформаційних систем управління проектами, які зараз використовуються, не мають можливості ефективно та надійно керувати ресурсами в 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. Аналіз принципів і завдань управління виробничо-технічними ресурсами

Поняття теорії систем спочатку виникло в галузях точних наук і техніки. Однак лише наприкінці 1950-х років його почали застосовувати й до менеджменту. Відповідно до фундаментальних положень теорії систем, процес управління розглядається як система [16].

Поставлена мета досягається, коли система, що складається з взаємопов'язаних елементів, які функціонують як єдине ціле, внутрішньо організується. Кожен окремий елемент у системі працює незалежно, але працює для досягнення спільних цілей усієї системи.

Кожна система:

Композиція утворена поєднанням двох або більше різних елементів.

Кожен компонент системи має унікальні властивості, притаманні тільки йому.

Елементи всередині системи взаємопов'язані, що дозволяє їм взаємно впливати один на одного.

Концепція існування невіддільна від вимірів часу та простору.

З її постійно мінливим станом і обмеженими межами система має часову сутність, на яку впливає оточення.

У сфері систем існують дві різні категорії: закриті системи та відкриті системи.

Є певні відмінні риси, які відрізняють управління виробничо-технічними ресурсами від інших систем. Найбільш помітні функції включають:

Цілеспрямованість полягає в забезпеченні виробництва матеріальних ресурсів у необхідній кількості, якості та асортименті.

Поняття відкритості охоплює вільний потік інформації та обмін матеріалами.

Складність відноситься до існування значної кількості підсистем або елементів у системі.

Ефективність підприємства полягає в його здатності успішно виконувати свої виробничі програми.

Гнучкість — це цінна навичка здатності пристосовуватися та реагувати на зміни зовнішнього середовища та вимог ринку.

Надійність виробничої системи полягає в її здатності функціонувати послідовно й ефективно, а також у здатності бездоганно співпрацювати з іншими системами.

Керованість означає здатність функціонування системи тимчасово змінюватися відповідно до вимог виробництва.

При впровадженні практики управління в агропромисловому комплексі вкрай важливо враховувати унікальні характеристики, які притаманні управлінню соціально-економічними процесами. Ці відмінні атрибути відіграють ключову роль у формуванні структури та функціонування системи управління сільським господарством [36].

Унікальність агропромислового виробництва зумовлює особливість функціональності системи управління виробничо-технічними ресурсами.

Виробництво продукції в сільському господарстві унікальне тим, що на нього впливають не тільки праця та ресурси, а й природно-кліматичні умови. На відміну від інших секторів економіки, ці екологічні фактори відіграють вирішальну роль у визначенні кінцевих результатів агропромислової діяльності. Важливо враховувати значні відмінності природно-кліматичних умов у різних регіонах країни для забезпечення ефективності сільськогосподарського виробництва.

Земля в галузі сільського господарства має подвійне призначення: вона, як і в інших галузях господарства, виступає не тільки предметом праці, а й основним засобом виробництва. Унікальний характер сільськогосподарського

виробництва з його розосередженими та географічно віддаленими одиницями створює проблеми з точки зору збору та обробки інформації. Як наслідок, це може призвести до затримок у прийнятті своєчасних операційних рішень.3. Виробничі цикли (посів, догляд за культурами, збирання урожаю), їх тривалість в значній мірі пов'язані з природними біологічними процесами. Сезонний характер виробництва, різкі коливання у використанні матеріальних, трудових, фінансових та інших ресурсів по періодам року потребує від менеджерів пошуку шляхів вирівнювання їх використання, особливо робітників.

Процес прийняття управлінських рішень є дуже складним, на нього впливають різні погодні умови та характеризується підвищеним рівнем невизначеності та ризику.

Управління кризовою ситуацією в сільськогосподарських підприємствах ускладнюється розширеною тривалістю їх виробничого циклу, який може охоплювати кілька років, особливо це стосується багаторічних насаджень. Ця подовжена тривалість також впливає на тривалість часу, необхідного цим підприємствам для відновлення після кризи, який часто перевищує два роки.

На склад суб'єктів управління сильно впливає різноманітність структур власності та управління. Одночасно відбувається встановлення горизонтальних координаційних зв'язків для вирішення колективних питань у аграрному секторі, таких як загальні послуги, соціальні та культурні аспекти, побутові справи. Приватні селянські господарства відіграють вирішальну роль у вирішенні продовольчих проблем і повинні отримувати всебічну підтримку.

Особливий спосіб життя в містах і селах, а також відповідні традиції та звичаї зумовлюють потребу в особливих підходах до вирішення різноманітних питань управління, особливо тих, що стосуються соціальної сфери [23].

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)

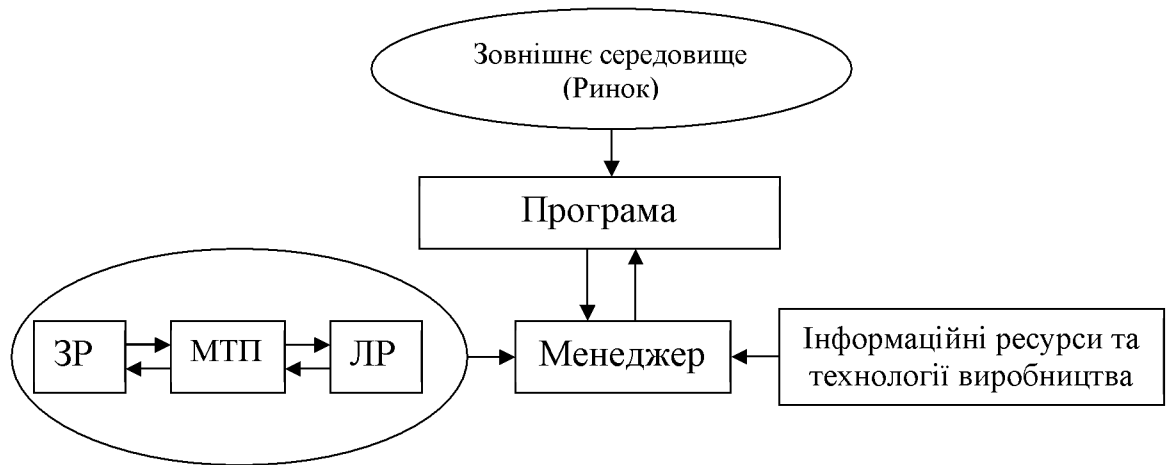


Рис. 2.1 Схема управління виробничою програмою.

Економіка базується на обмеженій кількості ресурсів, включаючи земельні ресурси (ЗР), технічні можливості машинно-тракторного парку (МТП), кадри (ТР) у вигляді робітників і операторів технічного обладнання.

На основі інформації, наданої з різних джерел, як-от конкурентів і прогнозованого врожаю, а також доступних технологій виробництва, керівник ферми змінює план виробництва відповідно до вимог ринку [13, 20, 24].

У межах відкритої системи управління виробництвом і технічними ресурсами процвітає завдяки динамічному зв'язку із зовнішнім середовищем, що дозволяє йому ефективно адаптуватися до будь-яких змін, які можуть виникнути.

Управління виробничо-технічними і матеріальними ресурсами виробничих об'єднань (підприємств) складається з різних процесів, кожен з яких має свої особливості. Кожен функціональний підрозділ працює на основі заздалегідь визначених цілей, спрямованих на максимізацію прибутку та мінімізацію витрат.

Аналіз системи виробництва та управління технічними ресурсами, відповідно до системного підходу [28], передбачає вивчення закономірностей функціонування всередині системи. Ці закономірності є результатом сукупного

впливу різних складових, таких як розмір сільськогосподарських угідь, склад машинно-тракторного парку (МТП), наявність трудових ресурсів (у тому числі робітників і механізаторів).

Щоб правильно працювати з системою (як показано на малюнку 2.2), необхідно врахувати певний набір вхідних факторів. Ці фактори складаються з паливно-мастильних матеріалів (x1), насіння як сільськогосподарських, так і технічних культур (x2), добрив (x3), пестицидів (x4), гербіцидів (x5).

Вхідні фактори системи управління охоплюють ряд інформаційних ресурсів (x6), які стосуються динаміки ринку, попиту та пропозиції, різноманітності продукції, конкуренції в сегменті ринку та порівняльного аналізу з іншими виробниками.

Якщо виробнича програма не має необхідних технічних і трудових ресурсів, система також може розглянути включення додаткових трудових ресурсів (x7) і сільськогосподарської техніки (x8) як вхідні фактори. (x8).

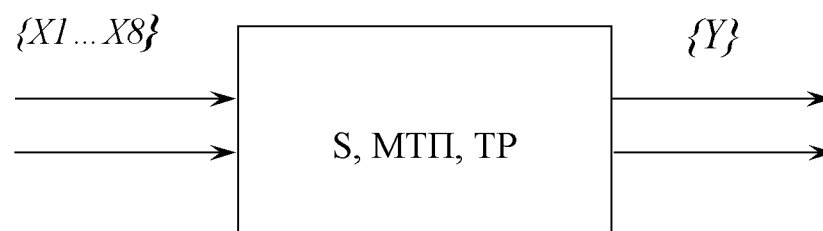


Рис. 2.2 Функціональні складові системи управління виробничо-технічними ресурсами

Система управління виробничо-технічними ресурсами складається з кількох функціональних компонентів, як показано на рис. 2.2. До таких складових належать загальна площа земель (S) у гектарах, склад машинно-тракторного парку господарства (МТП), трудові ресурси (ТР), комплекси вхідних факторів і характеристик $\{X\}$ та $\{Y\}$.

Структура та принципи функціонування компонентів СУВТР визначаються його параметрами. Характеристики системи представляють загальні та часткові результати її функціонування. Ізолюючи набори в системі, стає можливим вирішення завдань аналізу та синтезу [28]. Завдання аналізу

передбачає визначення характерного значення системи $\{Y\}$ на основі її параметрів $\{Z\}$ при незмінності зовнішніх факторів $\{X\}$:

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

Для досягнення максимально можливої продуктивності системи завдання синтезу передбачає визначення оптимальних значень параметрів системи з урахуванням відомих зовнішніх факторів і ключових показників системи:

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

Прийнявши системний підхід до вивчення систем управління виробничими проектами, стає можливим окреслити серію інженерних завдань, пов'язаних з його розробкою, що становить завдання ефективного управління пов'язаною системою.

2.2. Систематизація ресурсів проекту та організація процедур управління ними

Управління ресурсами в рамках проектів забезпечує постійне забезпечення технічним обладнанням і матеріалами, а також координацію трудових ресурсів. Він також контролює дотримання рішень щодо використання ресурсів проекту. Управління ресурсами відіграє вирішальну роль в управлінні виробничим проектом, оскільки воно має важливе значення для досягнення запланованих результатів. Він охоплює різні процеси, такі як планування праці, матеріально-технічних ресурсів, закупівлі, постачання, розподіл, облік і контроль.

Реалізація виробничих проектів у галузі рослинництва потребує ретельного планування, щоб забезпечити належний розподіл ресурсів для кожного виду робіт відповідно до визначених часових рамок.

Участь у розробці та плануванні робочого графіка проекту, контроль за виконанням завдань і пропозиція необхідних змін у розподілі ресурсів є

невід'ємними аспектами управління ресурсами проекту протягом усього його життєвого циклу.

Говорячи про управління ресурсами, важливо розрізняти матеріальні та технічні ресурси. Управління ресурсами охоплює придбання та надання цих ресурсів. Одночасно процеси планування матеріально-технічних ресурсів допомагають у виборі постачальника, постачанні матеріалів і управлінні контрактами від початку до кінця.

У виробничих проектах враховуються різні види ресурсів (рис. 2.3):

1. Земля, вода, атмосфера та космос є прикладами природних ресурсів.
2. Техніко-виробнича сторона - знаряддя виробництва, предмети, що використовуються для праці, тощо.

Трудові ресурси поділяються на різні групи.

4. Матеріали, доступні особам, які використовують кінцевий результат проекту;
5. Науковий потенціал, культура, освіта є цінними джерелами інформації.
6. Грошові активи - вкладення капіталу, кредитні ресурси тощо.
7. Ресурси із зовнішніх джерел - такі як резерви валюти, зовнішньоторговельні зв'язки тощо.

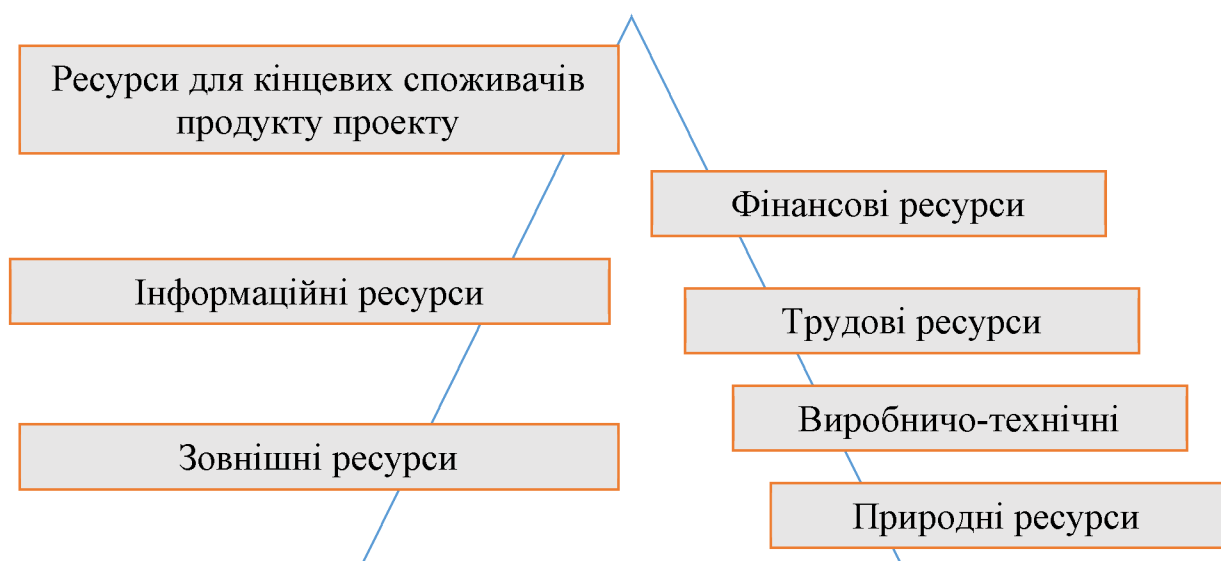


Рис. 2.3. Ресурсна піраміда виробних проектів

Наявні ресурси можна розділити на два основних типи: матеріально-технічні ресурси. Матеріальні ресурси охоплюють сировину, таку як матеріали, конструкції та компоненти, а також енергетичні ресурси та паливо. З іншого боку, технологічні ресурси складаються з машин, механізмів і обладнання [23].

Водночас існує відмінність між двома основними категоріями ресурсів.

Невідновлювані ресурси характеризуються нездатністю до поповнення, а також здатністю до зберігання та накопичення.

Відновлювані ресурси – це такі, які не накопичуються і мають запаси, які можна поповнювати.

Під час реалізації проекту відбувається повна утилізація невідновлюваних ресурсів, ресурсів зберігання та самого сховища, що перешкоджає їх повторному використанню. Однак будь-які невикористані ресурси в рамках життєвого циклу проекту можна зберегти для майбутнього використання [21]. Це означає, що резерви можна накопичувати та використовувати пізніше, заробляючи на них етикетку «енергетичних» ресурсів. Деякі приклади цих ресурсів включають паливо, робочу силу, наявну робочу силу та фінансові ресурси.

Ресурси, які є відновлюваними та ненакопичувальними, зберігають свій природний і матеріальний стан протягом усього терміну реалізації проектів. Навіть після використання ці ресурси все ще можуть бути використані в інших справах [24]. Коли ці ресурси не використовуються, їхній невикористаний потенціал не зберігається та не накопичується. Тому їх зазвичай називають ресурсами «ємності».

Для полегшення матеріально-технічного забезпечення виробничих проектів пропонується впровадження різноманітних процесів, зображених на рис. 2.4 [21].



Рис. 2.4. Процеси матеріально-технічного забезпечення виробничих проектів [32]

Завдяки ретельному плануванню стратегії придбання ресурсів, як зазначено в контракті, результатом є створення закупівельної документації, яка охоплює принципи, терміни, витрати та додаткові деталі процесу закупівель.

Тепер ми розглянемо запропоновану структурну модель управління ресурсами, як описано в [21] (рис. 2.5).



Рис. 2.5. Структурну модель управління ресурсами проектів [21]

Структурна модель управління ресурсами в проектах служить надійною основою для ефективного управління ресурсами в проектах рослинництва. Однак неможливо повністю застосувати ці процеси до проектів рослинництва через їхню природу, орієнтовану на отримання ресурсів. Виникають виклики, що потребують впровадження процесів управління для максимального використання наявних ресурсів і визначення практичних стратегій з урахуванням динамічного виробництва та кліматичних факторів у проектному середовищі.

2.3. Основні принципи розробки моделі відбору раціональних типів ресурсів для реалізації виробничих проектів у рослинництві

Для оптимізації ефективності виробництва продукції рослинництва рекомендовано використовувати проектно-орієнтовані методи управління ВПР. Виробництво рослинної продукції демонструє всі характеристики проекту: воно обмежене в часі, потребує певних ресурсів і є унікальним завдяки чітким виробничим і кліматичним факторам у проектному середовищі. Оскільки обсяг виробництва, площа землі та конфігурація ділянок коливаються під час планування ВПР, а погодні умови постійно змінюються під час впровадження, існує потенційний ризик втрати продукції. Відповідно, визначені терміни реалізації проекту можуть бути скориговані, а вимоги до ресурсів можуть відповідно змінитися.

Різноманітні зазначені характеристики зумовлюють необхідність вирішення завдань, пов'язаних із визначенням відповідних типів і часових вимог до основних виробничо-технічних ресурсів ВПР на різних його етапах. Ці ресурси охоплюють серед іншого трактори, сільськогосподарську техніку, комбайни, обладнання та обладнання для первинної обробки та зберігання продукції.

Для вирішення багатьох технологічних робіт і типів ресурсів, залучених до ВПР, а також часових обмежень і потенціалу втрат продукту проекту, стає

необхідною розробка спеціалізованих моделей для автоматизованого календарно-сіткового планування даних проекту.

Розробляючи стратегію для проекту, важливо враховувати унікальні характеристики використання низки матеріально-технічних активів, які змінюються залежно від масштабу проекту S_i , тобто:

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

Оцінивши достатність наявних виробничо-технічних ресурсів, стає доцільним визначити перспективність даного проекту. Однак, через окреме розташування ВПР, стає обов'язковим виконання основних завдань проекту послідовно на цій конкретній земельній ділянці, що запобігає одночасному виконанню.

Процес організації календарного графіка виконання технологічно регламентованих завдань у ВПР відбувається двоетапно. Спочатку створюється технологічна модель на основі існуючого технологічного регламенту. Ця модель окреслює послідовні завдання, необхідні для виробництва кінцевого продукту (наприклад, рослинної та сільськогосподарської продукції), і встановлює конкретні календарні терміни, визначені агротехнічними вмогами для виконання цих завдань.

План проекту значною мірою спирається на технологічне регулювання, яке служить основою для встановлення допустимих меж для модифікацій роботи, часу та ресурсів. Крім того, він встановлює керівні принципи виконання завдань у рамках ВПР, гарантуючи розробку проектного продукту належної якості, безпечних умов реалізації та відповідності стандартам охорони навколишнього середовища.

Технологічний регламент складається з окремих робіт (O_i), кожна з яких визначається кортежем, що містить певні атрибути:

- характер завдань (оранка, культивування, хімічний захист тощо);
- набір агротехнічних вимог до робіт $\{AV_i\}$ (глибина обробітку, норма внесення тощо);

- директивний час початку $[\tau_i]$ та допустима для цієї операції тривалість виконання робіт $[t_i]$:

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

Якби роботи в рамках ВПР виконувались згідно з агротехнічними календарними рекомендаціями, можна було б досягти максимально високої врожайності сільськогосподарських культур, а отже, максимізувати вихід проектної продукції (U_{\max}) за вказаною технологією.

При визначенні витрат, пов'язаних з ресурсами, встановлюється конкретний обсяг виробництва, позначений як Q , яка потім переводиться в проект через розмір земельної ділянки. Отже, виникає проблема розробки календарного розкладу для проекту P , враховуючи обмеження як виробничих, так і технічних ресурсів. Кожне конкретне завдання в рамках ВПР відрізняється заздалегідь визначеним часом початку $[\tau_{s_i}]$ і допустимою тривалістю $[t_i]$, яка визначається агротехнічними факторами.

Встановлюючи конкретні календарні терміни початку та завершення кожного сільськогосподарського завдання, ми будемо комплексну модель, яка описує технологічний процес виробництва продукту ВПР для конкретної культури.

Під час другої фази вибирається відповідна технічна підтримка з доступних варіантів $\{Mi\}$ для кожного завдання, гарантуючи, що конкретна робота VO_i виконується відповідно до відповідних агротехнічних вимог. У випадку несамохідної сільськогосподарської техніки важливо вибрати джерело енергії $\{Ti\}$, яке буде рухати машину та оптимізувати її продуктивність у конкретному завданні проекту. Цей процес дозволяє отримати необхідний технічний ресурс, наприклад машинно-тракторний агрегат, для успішного виконання поставленого завдання [24].

Визначення технічного ресурсу передбачає врахування його експлуатаційно-технічних характеристик, а також різноманітних зовнішніх факторів, таких як виробничі умови, кліматичні умови, опір ґрунту, кут ухилу,

довжина земельної ділянки, стан об'єкта перетворення (рослин або матеріалу) . Ці фактори спільно впливають на змінну продуктивність і питому витрату палива ресурсу.

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

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

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

де q_i – обсяг робіт, га (т, м³); w_{d_i} – 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 $\{T_{ij}\}$.

Коефіцієнт погожості відіграє вирішальну роль у визначенні доцільності виконання ВПР і стосовно конкретного виду робіт визначає відсоток часу, протягом якого погодні умови дозволяють виконати ту чи іншу задачу відповідно до існуючих агротехнічних вимоги.

Відповідний час для початку робіт визначається агротехнічно допустимим календарним часом $[\tau_{s_i}]$ за умови відсутності зовнішніх факторів або обмежень попередніх завдань і наявності необхідних технічних ресурсів. І навпаки, завершення роботи τ_e залежить від її тривалості, що диктує конкретний момент у календарі, коли вона буде завершена:

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

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

У межах ВПР існує чітке розмежування між двома окремими видами робіт, кожен з яких віднесено до відповідних блоків — основного та допоміжного.

Основне завдання передбачає серію дій з наміром змінити положення або атрибути об'єкта, над яким працюють, будь то обробка матеріалів, продуктів або середовища. Цей процес визначається метою роботи, технічним обладнанням, яке використовується для її виконання, і особами, які виконують завдання.

І навпаки, допоміжна робота відноситься до ряду дій, які виконуються з метою сприяння, покращення або гарантування виконання основного завдання [48]. Деякі завдання, пов'язані з цим проектом, охоплюють обробку та транспортування добрив, доставку основних ресурсів, таких як вода, та полегшення загальної логістики основної роботи.

Часові параметри допоміжних робіт $\{O'_i\}$, які призначені для полегшення виконання основної роботи, визначаються часовими параметрами самої основної роботи. Іншими словами, початок $\{\tau'_{s_i}\}$ і закінчення $\{\tau'_{e_i}\}$ допоміжних робіт узгоджуються з відповідними часовими рамками основних робіт:

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

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

$$t_i = \max(t_i, \{\tau'_{e_i}\}). \quad (2.11)$$

Використовуючи достатню кількість сучасного технічного обладнання, можна виконати роботу за менший термін, ніж вважається допустимим. Отже, створюється надлишок часу, що дає змогу гнучко відкласти початок виконання завдання без будь-яких втрат для продукту проекту (таблиця 2.1, стовпець а). (табл. 2.1, графа а):

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

Якщо тривалість робіт у ВПП перевищить агротехнічно дозволений термін $t_i > [t_i]$ (табл. 2.1, графа б), це призведе до порушення умов директиви та в кінцевому підсумку призведе до втрати продукту, пов'язаного з проектом.

Таблиця 2.1. Моделювання розрахунку втрат продукту проекту через порушення термінів виконання технологічних операцій

Позначення	Назва ситуації	Графічне представлення ситуації	Характеристики роботи		
			Координата початку	Координата завершення	Модель розрахунку втрат продукту
1	2	3	4	5	6
а	Попередня операція 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					

Продовження табл. 2.1

В	Попередня операція впливає на поточну		$\tau_{s_i} <$ $[\tau_{e_{i-1}}]$	$\tau_{e_i} =$ $\tau_{s_i} + t_i$	$Z_i = 0,5 \cdot U_{\max} \cdot q_{u_i} \cdot t_{u_i}$ $t_{u_i} = t_{e_i} - [t_{e_i}]$ $q_{u_i} =$ $q - w_{d_i} \cdot ([\tau_{e_i}] - \tau_{s_i})$
Г	Попередня операція впливає на поточну		$\tau_{s_i} \geq$ $[\tau_{e_{i-1}}]$	$\tau_{e_i} =$ $\tau_{s_i} + t_i$	$Z'_i =$ $q_{u_i} \cdot t'_u \cdot U_{\max} \cdot \kappa_{l_i}$ $t'_u = \tau_{s_i} - [\tau_{e_i}]$ $q_{u_i} =$ $q - w_{d_i} \cdot ([\tau_{e_i}] - \tau_{s_i})$

Щоб уникнути передчасного виконання робіт, вносяться корективи або в щоденну тривалість робочого часу, або в кількість використовуваних технічних засобів.

Якщо жоден із цих заходів не вдасться запобігти передчасному завершенню завдань, продукт ВПР зазнає збитків. Обсяг цих втрат можна визначити, звернувшись до моделей розрахунку втрат, наведених у табл. 2.1.

Враховуючи той факт, що ВПР зазвичай проводиться на окремій ділянці землі та що технічне обладнання можна використовувати для кількох завдань, це потенційно може вплинути на хід поточного проекту через вплив попередньої роботи проекту.

Початок поточного завдання відбувається після завершення попереднього завдання (табл. 2.1, графа в):

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

У випадку, якщо початок виконання завдання потрапляє в агротехнічно затверджені терміни, будь-які збитки, понесені від затримки виконання робіт, будуть оцінені за визначеною моделлю (табл. 2.1, графа в).

Дотримуючись алгоритму, можна розрахувати часові характеристики всіх завдань проекту, оцінити передбачувані втрати продукту та побудувати календарний графік проекту.

Проводячи аналіз робіт у ВПР, стає доцільним виявити зміст проекту, що призводить до найбільших втрат продукції. Отже, це дозволяє ідентифікувати технічні ресурси, яких бракує та які спричиняють ці втрати.

Описані тут процеси управління служать основою для прийняття обґрунтованих рішень щодо розподілу технічних ресурсів для керівника проекту, який контролює проект. Це може передбачати співпрацю, наймання чи отримання додаткових ресурсів, як матеріальних так і трудових. Однак, якщо ці варіанти неможливі, необхідно розглянути можливість зменшення обсягу проекту. За рахунок зменшення обсягу ВПР зменшиться потреба в технічних ресурсах, що призведе до мінімізації збитків для проекту.

2.3. Нейромережна модель вибору раціональних типів ресурсів для виробничих проєктів рослинництва

У виробничих проєктах рослинництва виконуться численні систематичні завдання, кожне з яких сприяє створенню частини кінцевого продукту проекту за допомогою різноманітних дій, таких як перетворення, переміщення та зміни стану об'єктів. Для виконання цих завдань проект використовує різноманітні ресурси, включаючи персонал, потужну техніку, таку як трактори, сільськогосподарські машини, які можуть бути причіпними або напівпричіпними, а також самохідні сільськогосподарські машини та комбайни.

При плануванні виконання робіт у ВПР вкрай важливо ретельно підібрати раціональні ресурси. Це включає визначення відповідних технічних ресурсів та енергоносіїв, необхідних для виконання завдання, а також визначення необхідної кількості виконавців. Додатково оцінюються основні показники ефективності обраного технічного ресурсу, такі як продуктивність і питома витрата палива.

Розподіл виконавців по кожному виду технічного засобу керується встановленим технологічним регламентом.

Завдяки ряду дій, таких як зміна, переміщення та модифікація стану об'єктів, виконує численні систематичні обов'язки, які відіграють певну роль у створенні різних компонентів кінцевого результату проекту. Для виконання цих обов'язків проект використовує різноманітні ресурси, включаючи персонал, надійне обладнання, як-от трактори, сільськогосподарську техніку, яку можна буксирувати або напівпричепом, а також самохідні сільськогосподарські машини та комбайни.

Розробляючи стратегію реалізації проектів у ВПР, вкрай важливо ретельно вибирати логічні ресурси. Це передбачає визначення відповідних технічних та енергетичних ресурсів, необхідних для виконання роботи, а також визначення необхідної кількості персоналу. Крім того, оцінюються ключові показники ефективності обраного технічного ресурсу, такі як продуктивність і витрата палива на одиницю. Розподіл персоналу за кожним видом технічного засобу керується встановленим технологічним регламентом.

Методи штучного інтелекту, зокрема нейронні мережі, широко використовуються в усьому світі для дослідження та маніпулювання величезними наборами даних. Принципи нейронних мереж відіграють значну роль в оцінці та маніпулюванні різними формами даних, включаючи мультимодальні зображення, категоризацію зображень, класифікацію текстових документів, ідентифікацію неоднозначних сценаріїв тощо.

Нейронні мережі виявилися цінними інструментами для вирішення завдань управління проектами. Наприклад, Крап Н.П. та Юзевич В.М. [13] використовували нейронні мережі для ефективного керування конфігураціями в проектах туристичних потоків. Так само Назимко В.В. [23] використовували оптимальний регулятор нейронної мережі для вибору найефективнішого керуючого сигналу в проекті, дозволяючи ідентифікувати рішення, яке тісно відповідає оптимальному результату, дотримуючись обмежень проекту та

часових обмежень. Проте автоматизація визначення параметрів технічних засобів у складних ВПР ще потребує подальших досліджень і розробок.

Як уже зазначалося раніше, один ВПР забезпечує виконання комплексу технічних робіт $\{O_i\}$, кожна з яких спрямована на перетворення об'єкта (грунту, рослини, матеріалу тощо). Щоб ідентифікувати окремі завдання у ВПР, окремі завдання можна вказати як кортежі з такими властивостями:

$$O_i = \langle VO_i, \{AV_i\}, \tau_i, [t_i] \rangle, \quad (2.14)$$

де VO_i – вид роботи (оранка, луцення, культивація, обприскування, тощо); $\{AV_i\}$ – множина агротехнічних вимог до робіт (глибина обробітку, норма внесення тощо); τ_i – агротехнічно-зумовлений час початку роботи; $[t_i]$ – допустима тривалість виконання роботи.

На ефективність кожної роботи, що виконується в ВПР, впливають різні фактори середовища проекту, представлені у вигляді вхідних нейронів $\{x_1, x_2, x_3, x_4\}$. До цих факторів належать питомий опір ґрунту (x_1), середній кут нахилу поля (x_2), довжина поля (x_3), стан об'єкта перетворення (x_4), чи є він рослиною, або матеріал. Кожному з цих факторів присвоюється вага (ω), що впливає на ефективність виконання роботи.

На етапі планування ВПР найважливішим завданням є вибір відповідного технічного обладнання $\{CM_i\}$ з наявних варіантів на підприємстві або на ринку. Цей вибір повинен гарантувати успішне виконання бажаної трансформації при дотриманні всіх відповідних агротехнічних вимог $\{AV_i\}$. У випадку несамохідної сільськогосподарської техніки важливо визначити найбільш прийнятне джерело енергії для приводу машини $\{EЗ_i\}$, забезпечуючи оптимальну ефективність виконання поставлених завдань.

При створенні нового парку технічного обладнання або реінжинірингу нового сільськогосподарського підприємства вибирайте окремі технічні засоби з безлічі представленої на ринку обладнання. Якщо в діючому сільськогосподарському підприємстві формується календарний план роботи, то

технічне оснащення (загальна кількість) формується за рахунок сукупності сільськогосподарської техніки $\{C_{Mi}\}$ та енергозасобів $\{E_{Zi}\}$, наявних у підприємства.

Під час виконання роботи ВПР, щоб вибрати обґрунтований тип ресурсу, необхідно враховувати багато з перерахованих вище факторів, що визначає зручність використання теорії нейронних мереж.

Основу кожної нейронної мережі в більшості випадків складають відносно прості однотипні елементи (клітини), які імітують роботу нейронів мозку.

Далі нейрон буде означати штучні нейрони, клітини нейронних мереж. Кожен нейрон характеризується своїм поточним станом, подібним до нервових клітин головного мозку, які можуть збуджуватися або гальмуватися. Він має набір синапсів - односторонніх входних з'єднань з виходами інших нейронів, а також має аксони - вихідні з'єднання даного нейрона, з яких сигнали (збуджуючі або гальмівні) надходять до синапсів наступних нейронів. Загальний вигляд нейрона показано на рис. 2.6.

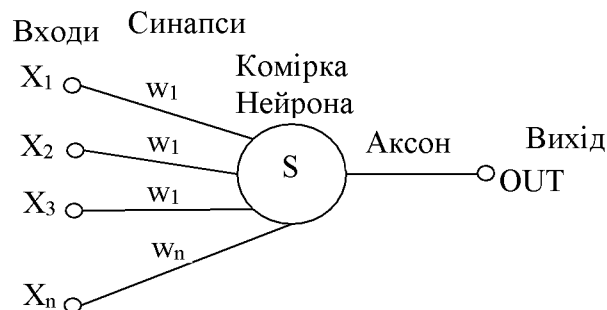


Рис. 2.6. Загальний вигляд штучного нейрона

Кожен синапс характеризується значенням синаптичного зв'язку або його вагою w_i , що є фізичним еквівалентом електропровідності. Поточний стан нейрона визначається як зважена сума його входів (NET):

$$NET = \sum_{i=1}^n x_i \cdot w_i. \quad (2.15)$$

Вихід нейрона є функцією його стану або так званої функції активації нейрона:

$$OUT = f(NET - \Theta). \quad (3.3)$$

де Θ – значення порогового рівня даного нейрону.

У теорії побудови нейронних мереж існує багато типів функцій активації, і їх вибір в основному залежить від конкретних обставин завдання, зручності реалізації на ПК та алгоритму навчання мережі.

Оскільки вибір обґрунтованих типів ресурсів під час реалізації проектів ВПР вимагає врахування різноманітних умов, що формуються технічним оснащенням конкретного проекту, рекомендується використовувати мережу у вигляді нейромережевого багатошарового перцептрона (рис. 2.7).

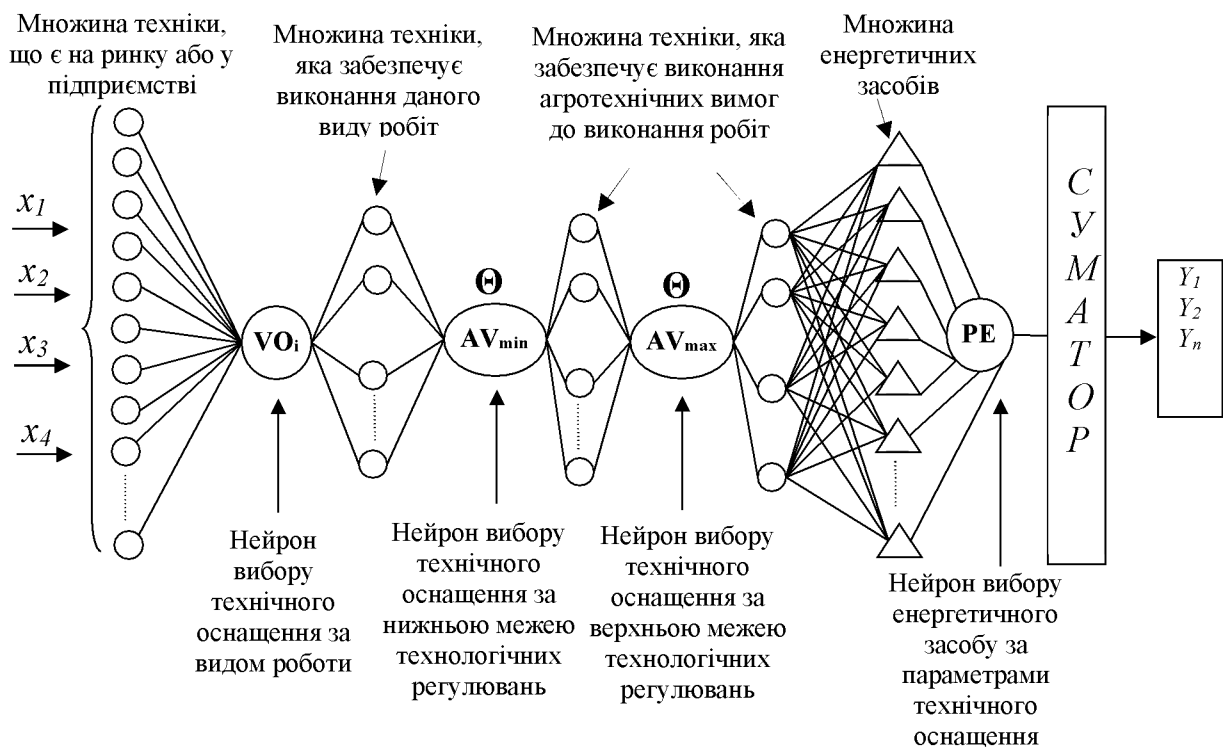


Рис. 2.7. Нейромережна модель для раціонального вибору типів ресурсів під час виконання роботи ВПР

Вхідними даними для багатошарового перцептрона є набір обладнання $\{CM_i\}$ та енергетичних засобів $\{EЗ_i\}$, доступних на ринку або в сільськогосподарському підприємстві для їх приводу.

Нейрони першого рівня мережі виконують функцію вибору серед входів набору машин $\{CM_i\}$, що забезпечують виконання заданого типу операції VO_i . При цьому тип функції активації нейронів цього шару вибирається як «жорстка сходи́нка» (рис. 2.8).

Набір методів для відбору нейронів одночасно подається на наступний шар нейронів. Цей рівень використовується для вибору обладнання, яке забезпечує виконання вимог до визначених агротехнічних робіт.

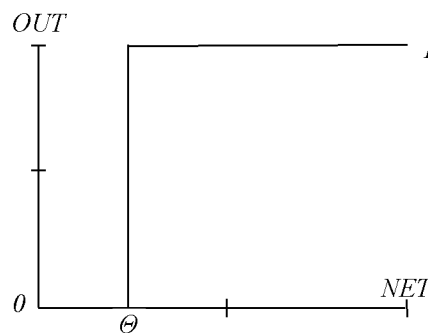


Рис. 2.8 Функція активації нейрона «жорстка сходи́нка»

$$OUT = \begin{cases} 1, VO_i = PM_i \\ 0, VO_i \neq PM_i \end{cases} \quad (2.16)$$

де PM_i - технологічне призначення сільськогосподарської машини.

Наприклад, таку роботу, як лушення стерні, можна виконувати за допомогою дискового луцильника, грабельного луцильника або плуга, які виконують роботу з різним ступенем ефективності (ваги) w . У свою чергу ефективність роботи w_i залежить від того, наскільки дана сільськогосподарська машина відповідає заданим агротехнічним вимогам AV_i .

Для більшості робіт, які необхідно виконувати в VPR для певного типу сільськогосподарської продукції, існують мінімальні обмеження AV_{min} та і максимальні обмеження AV_{max} для прийнятних вимог сільськогосподарської технології для роботи, яка має виконуватися. У свою чергу, сільськогосподарська техніка також має встановлені заводом-виробником мінімальні обмеження TR_{min} і максимальні TR_{max} для технічного налагодження робочого механізму техніки. Тому в даному випадку перевірка відповідності обладнання агротехнічним вимогам здійснюється послідовно за допомогою двох нейронів за допомогою мінімальних і максимальних обмежень на технічні налаштування.

Як функцію активації цих нейронів також рекомендується використовувати «жорстку сходинку». Вихід вибраного нейрона на нижній межі технічного налаштування буде виглядати так:

$$OUT = \begin{cases} 1, AV_{min} + \Theta \cdot AV_{min} \geq TR_{min} \\ 0, AV_{min} + \Theta \cdot AV_{min} < TR_{min} \end{cases}, \quad (2.17)$$

де Θ – пороговий рівень нейрону, який задає допустиме відхилення від заданих агротехнічних вимог до роботи.

Вихід вибраного нейрона на верхній межі технічного налаштування матиме аналогічний вигляд:

$$OUT = \begin{cases} 1, AV_{max} - AV_{max} \cdot \Theta \leq TR_{max} \\ 0, AV_{max} - AV_{max} \cdot \Theta > TR_{max} \end{cases}. \quad (2.18)$$

Кожну несамохідну сільськогосподарську машину можна агрегувати відповідним джерелом енергії. У нейронних мережах функцію відбору джерел енергії виконують PE-нейрони (рис. 3.2). Цей нейрон вибирає електроінструмент на основі параметра сільськогосподарської машини, а саме рівня тяги, який є

основним показником, що характеризує можливість конвергенції сільськогосподарської техніки та електроінструменту. Функція активації цього нейрона подібна до функції активації першого рівня мережі:

$$OUT = \begin{cases} 1, P_{Hi} \geq R_{Hj} \\ 0, P_{Hi} < R_{Hj} \end{cases}, \quad (2.19)$$

де P_{Hi} – номінальне тягове зусилля на гаку i -го енергетичного засобу, кН, R_{Hj} – тяговий опір j -ї сільськогосподарської техніки у даних проектних умовах X_1 та X_2 , кН.

За допомогою суматорів аналізується множина варіантів формування доцільно типізованих ресурсів для виконання роботи у ВПР. При цьому отримуємо вихідний нейрон, що характеризується набором технічних ресурсів (Y_1 - годинна продуктивність технічного обладнання, що виконує роботу; Y_2 - питома витрата палива та інші необхідні показники його використання Y_n). Вибір технічного обладнання, що забезпечує найкращі задані показники, вважається формуванням обґрунтованого виду технічних ресурсів для виконання робіт у ВПР і визначається відповідно до відомих положень, необхідних для виконання зазначених основних і допоміжних робіт у проекті.

2.4 Процедура управління виробничо-технічними ресурсами виробничих проєктів рослинництва сільськогосподарського підприємства

Українські аграрні підприємства стикаються з складним середовищем, яке характеризується непередбачуваністю та постійними змінами умов виробництва. Щороку ці підприємства повинні адаптувати свій обсяг виробництва та врожаю до ринкових умов, на які значною мірою впливають неконтрольовані фактори, що формують внутрішній і світовий попит на сільськогосподарську продукцію. Крім того, продовжують з'являтися нові виробничі технології та передове обладнання, що змушує підприємства щорічно змінювати структуру свого

сільськогосподарського виробництва та використовувати новітні технології та обладнання, щоб залишатися конкурентоспроможними.

Для ефективного управління ВПР сільськогосподарських підприємств обов'язковим є впровадження проектно-орієнтованої методології. Цей підхід передбачає розгляд виробництва рослинної продукції як окремих проектів, кожен з яких має певний початок і кінець. Ініціювання цих проектів визначається процесом прийняття рішень щодо виробництва певних кількостей і якості рослинної продукції. Проекти завершуються, коли продукція продається, і проводиться комплексна оцінка результатів.

Управління ВПР є проблемою через щорічні коливання структури та обсягу виробництва, що призводить до зміни земельних ділянок, на яких здійснюються проекти. Ці зміни земельних ділянок впливають на умови вирощування та збирання врожаю, включаючи розташування, розмір, форму, рельєф і фізичні властивості ґрунту. Отже, ці зміни впливають на розподіл трудових і технічних ресурсів.

Вирішальну роль у ВПР відіграє технологічний регламент, який охоплює ряд завдань, які необхідно виконувати протягом вегетаційного періоду культури. Кожне з цих завдань визначається окремими агротехнічними вказівками із зазначенням наміченого початку та тривалості виконання роботи.

Для забезпечення ефективної роботи в проекті керівник проекту повинен розподілити пул доступних технічних ресурсів для різних проектів. Ці ресурси здебільшого універсальні та застосовні для різних робіт. Якщо цих ресурсів не вистачає або вони розподіляються нераціонально, це може призвести до незворотних втрат продукції. Це відбувається, коли порушуються директивні терміни та не виконуються вчасно завдання проекту.

Для ефективного вирішення завдань, пов'язаних із численними роботами у ВПР, які спираються на подібні технічні ресурси та на які впливають різні фактори динамічного середовища проекту, включаючи характеристики об'єкта трансформації та агрометеорологічні умови, впровадження сучасних інформаційних технологій є важливим. Для цього необхідний комплексний

підхід, який передбачає розробку методу управління виробничо-технічними ресурсами спеціально для ВПР.

Необхідна кількість продукції, яку необхідно виробити за певний термін, визначається масштабами виробництва. Ця кількість відповідає специфікаціям плану продажів щодо різноманітності продукції, асортименту та якості. Масштаб виробництва також визначає конкретні проекти ВПР, які планується реалізувати, їх зміст, необхідні виробничо-технічні ресурси, а також необхідну чисельність персоналу.

Масштаб виробництва окремого сільськогосподарського підприємства можна виміряти загальною площею, призначеною для вирощування S_i

$$PP = \{S_1, S_2, S_3, \dots, S_n\}. \quad (2.20)$$

Під час виконання ВПР використовується сукупність виробничо-технічних ресурсів, зокрема сукупність:

- земельних ділянок $\{P_i\}$;
- сільськогосподарських машин $\{M\}$;
- енергетичних знаряддя $\{T\}$;
- трудових ресурсів $\{W\}$.

Кожна ділянка землі (Pl_i) має такі показники:

- 1) площа (s_i);
- 2) середня довжина робочого гону (l_i);
- 3) середній схил рельєфу (α_i);
- 4) питомий опір ґрунту (ρ_i).

$$Pl_i = \{s_i, l_i, \alpha_i, \rho_i\}. \quad (2.21)$$

Масив «енергетичні знаряддя» (T_i) характеризується такими параметрами, як:

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

$$T_i = \{P_{H_i}, TP_i, HC_i, q_{ni}, n_i\}. \quad (2.22)$$

Масив «сільськогосподарські машини» (M_i) визначається набором ознак:

- 1) технологічне призначення ($ТП_i$);
- 2) робоча швидкість (V_{p_i});
- 3) робоча ширина захвату (B_{p_i});
- 4) тяговий опір (R_{H_i});
- 5) характеристики начіпної та гідравлічної систем (HC_i);
- 6) чисельність робітників (n_{on});
- 7) кількість доступних i -х сільськогосподарських машин (n_i).

Отже, набір параметрів i -ї сільськогосподарської машини матиме такий вигляд:

$$M_i = \{ТП_i, V_{p_i}, B_{p_i}, R_{H_i}, HC_i, n_{on}, n_i\}. \quad (2.23)$$

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

$$PP \Leftrightarrow \{Pl\} \Leftrightarrow \{T\} \Leftrightarrow \{M\}. \quad (2.24)$$

Невиправдане підвищення продукції i -ї категорії в межах ВПР призводить до нестачі виробничо-технічних ресурсів, що в кінцевому підсумку призводить до безповоротних втрат через несвоєчасне виконання. І навпаки, невиправдане зниження j -ї категорії продукції у ВПР призводить до неефективного використання виробничо-технічних ресурсів, а також до подорожчання кінцевої продукції.

Щоб вирішити цю проблему, ми запропонували управлінський підхід до ефективного управління виробничо-технічними ресурсами ВПР. Блок-схему, що ілюструє цей метод, можна знайти на малюнку 3.7.

Під час початкової фази цього підходу проводиться ретельне дослідження сільськогосподарського ринку, щоб оцінити попит на сільськогосподарську продукцію та визначити необхідну кількість продукції проекту. Дані про обсяг продукції ВПР є основою для визначення відповідного масштабу впровадження ВПР в конкретному сільськогосподарському підприємстві, в тому числі для розрахунку оптимальної площі вирощування сільськогосподарських культур.

Наступний етап передбачає встановлення технологічного регламенту виробництва сільськогосподарських культур, який складається з послідовного ряду завдань у межах ВПР.

$$TR = \left\{ \begin{array}{l} \{O_1\}, n_1 \\ \{O_1\}, n_2 \\ \vdots \\ \{O_k\}, n_k \end{array} \right\}, \quad (2.25)$$

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

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

- видом роботи (VO_i) (оранка, культивування, хімічний захист, тощо);

- множиною агротехнічних вимог до робіт $\{AV_i\}$ (глибина обробітку, норма внесення тощо);
- директивним часом початку $[\tau_i]$;
- директивною тривалістю виконання роботи $[t_i]$.

На четвертому етапі запропонованого підходу до управління виробничо-технічними ресурсами ВПР визначено склад технічних ресурсів та проведено розрахунки для оцінки їх техніко-економічних показників.

Для вирішення питання раціонального розподілу ресурсів при виконанні робіт у ВПР необхідно використовувати модель, викладену в п. 2.3. Ця модель використовує багат шарову нейронну мережу персептрона, де перший рівень відповідає за вибір відповідного технічного обладнання залежно від типу роботи. Потім другий і третій рівні вибирають технічне обладнання в межах нижньої та верхньої меж технологічних налаштувань. Нарешті, четвертий рівень вибирає електроінструмент із обраних сільськогосподарських машин за параметрами технічного обладнання.

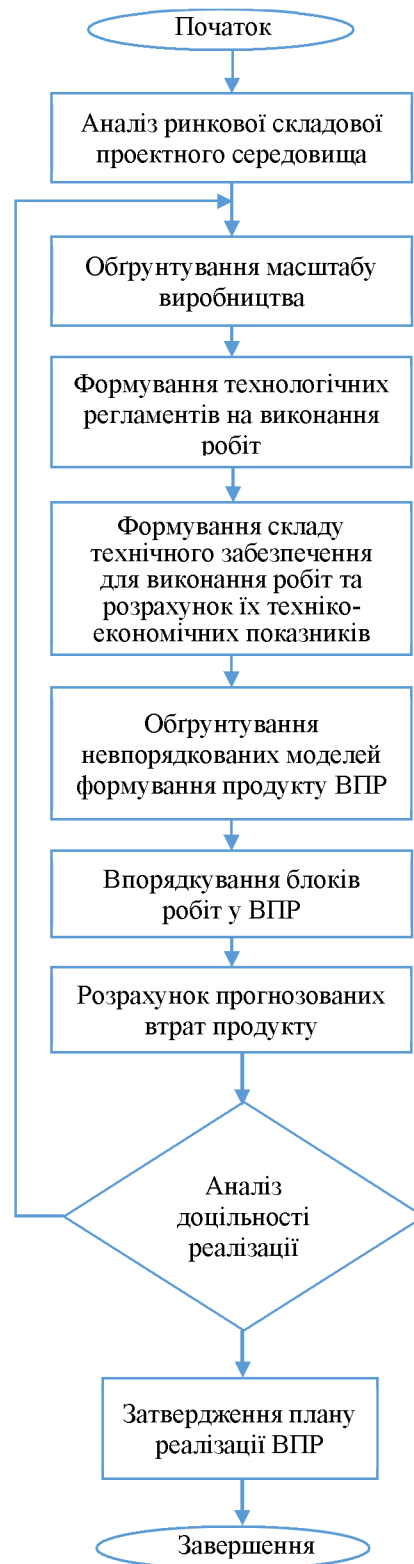


Рис. 2.9. Блок-схема управління виробничо-технічними ресурсами у ВПП

У середовищі проекту вибір відповідного технічного обладнання здійснюється вихідним нейроном за допомогою суматора з урахуванням конкретних умов.

На п'ятому етапі методу управління виробничо-технічними ресурсами ВПР з використанням невпорядкованої моделі обґрунтовано формування проектної продукції для конкретних сільськогосподарських культур. Це обґрунтування подається у вигляді календарного графіка, в якому окреслюється виконання різних завдань:

$$TP = \left\{ \begin{array}{l} VO_{1,1}, \{AV_{1,1}\}, [\tau_{1,1}], [t_{1,1}], s_{1,1}, f_{1,1} \\ VO_{1,2}, \{AV_{1,2}\}, [\tau_{1,2}], [t_{1,2}], s_{1,2}, f_{1,2} \\ \vdots \\ VO_{i,nk}, \{AV_{i,nk}\}, [\tau_{i,nk}], [t_{i,nk}], s_{i,nk}, f_{i,nk} \end{array} \right\}, \quad (2.26)$$

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

На шостому етапі процесу управління виробничо-технічними ресурсами ВПР відбувається ретельне узгодження проектів. Метою цієї координації є визначення того, які технічні ресурси використовуються в кількох проектах, і коригування часових рамок для виконання цих завдань, враховуючи пріоритети проекту.

На наступному етапі запропонованого підходу до управління виробничо-технічними ресурсами у ВПР розраховуються прогнозовані втрати проектної продукції для кожного окремого проекту з урахуванням будь-яких відхилень від заданих термінів, які можуть виникнути під час виконання робіт.

Після розрахунку очікуваного збитку обчислюють параметри оптимізаційної моделі та визначають поточне значення цільової функції:

$$\sum_{i=1}^{n_k} S_i \cdot U_i \cdot C_i - \sum_{i=1}^{n_k} B_i \cdot C_i \Rightarrow \max, \quad (2.27)$$

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.

Виникнення суттєвих втрат продукту в i -й культурі спонукає до необхідності вивчення альтернативних варіантів реалізації ВПР, а також є основою для обґрунтування організаційно-технологічних рішень щодо розподілу ресурсів для цих проектів.

Основна увага приділяється мінімізації розміру ВПР для сільськогосподарських культур, які зазнають значних втрат продукції. Після цього проводиться ретельна перевірка можливих варіантів розподілу ресурсів для ВПР та вибираються раціональні сценарії його реалізації на основі заданої цільової функції. Раціональним вважається сценарій, який забезпечує найбільше досягнення цільової функції (3.15).

Висновки до розділу 2

1. Управління виробничо-технічними ресурсами було детально проаналізовано, зосередившись на принципах і завданнях, що постають. У дослідженні було розглянуто, як ця система управління функціонує в контексті сільськогосподарського виробництва, і окреслено принципи розробки виробничої програми ферми.

2. Завдяки дослідженню поточної категоризації ресурсів у проектах та організації процедур управління ними було встановлено, що проекти рослинництва мають унікальні властивості, які вимагають створення спеціальних інструментів для ефективного управління ресурсами.

3. Фундаментальні принципи, покладені в основу розробки моделі вибору відповідних ресурсів для проектів сільськогосподарського виробництва, передбачають розрахунок часових вимог для виконання всіх проектних завдань, створення графіка проекту та оцінку потенційних втрат кінцевого продукту. Ці основні процеси управління служать основою для прийняття обґрунтованих

рішень щодо забезпечення відповідного постачання технічних ресурсів для проекту.

4. Вибір відповідних ресурсів для проектів з виробництва сільськогосподарських культур полегшується запропонованою моделлю, яка використовує штучні нейронні мережі. Ці мережі, зокрема багат шарові перцептрони з активацією нейронів «жорсткого кроку», розроблені з урахуванням як виробництва, так і кліматичних умов у регіоні проекту. Крім того, модель враховує наявні технічні ресурси на ринку, щоб точно прогнозувати ефективність ресурсів і вибирати найбільш раціональні варіанти для конкретного середовища проекту.

5. В основі визначення оптимальних ресурсних потреб проектів сільськогосподарського виробництва лежить сформований підхід до управління виробничо-технічними ресурсами. Цей метод не тільки підвищує ефективність впровадження проекту та зменшує втрати продукту, але також дозволяє точно прогнозувати показники використання ресурсів і ідентифікувати відповідні ресурси в контексті конкретного проекту.

РОЗДІЛ 3. РЕЗУЛЬТАТИ ВИРІШЕННЯ ЗАДАЧІ

3.1. Алгоритм та структура роботи проектованої системи підтримки прийняття рішень для управління виробничо-технічними ресурсами

Використовуючи вдосконалені методи та моделі, викладені в розділі 3, ми створили вичерпну структурну схему для системи підтримки прийняття рішень, яка керує системними ресурсами для ВПП. Ця діаграма містить автоматизовані інструменти для формування графіків виконання проектів у ВПП, а також аналізу ефективності використання технічних, людських і матеріальних ресурсів для цих проектів.

Системно-ресурсному управлінню ВПП сприяє система підтримки прийняття рішень, яка складається з кількох підсистем (рис. 3.1):

- внесення та зберігання даних;
- формування впорядкованого календарного графіка виконання робіт у проектах;
- аналізу та звітності щодо використання ресурсів у проектах.

Підсистема введення та зберігання даних спирається на СУБД Microsoft Access і складається з різних модулів бази даних:

- технологій формування продукту проекту;
- сільськогосподарських машин та їх характеристик;
- енергетичних засобів і самохідних машин та їх характеристик.

Технології формування продуктів виробничих проектів організовані в базі даних як кортеж, що складається з наступних атрибутів:

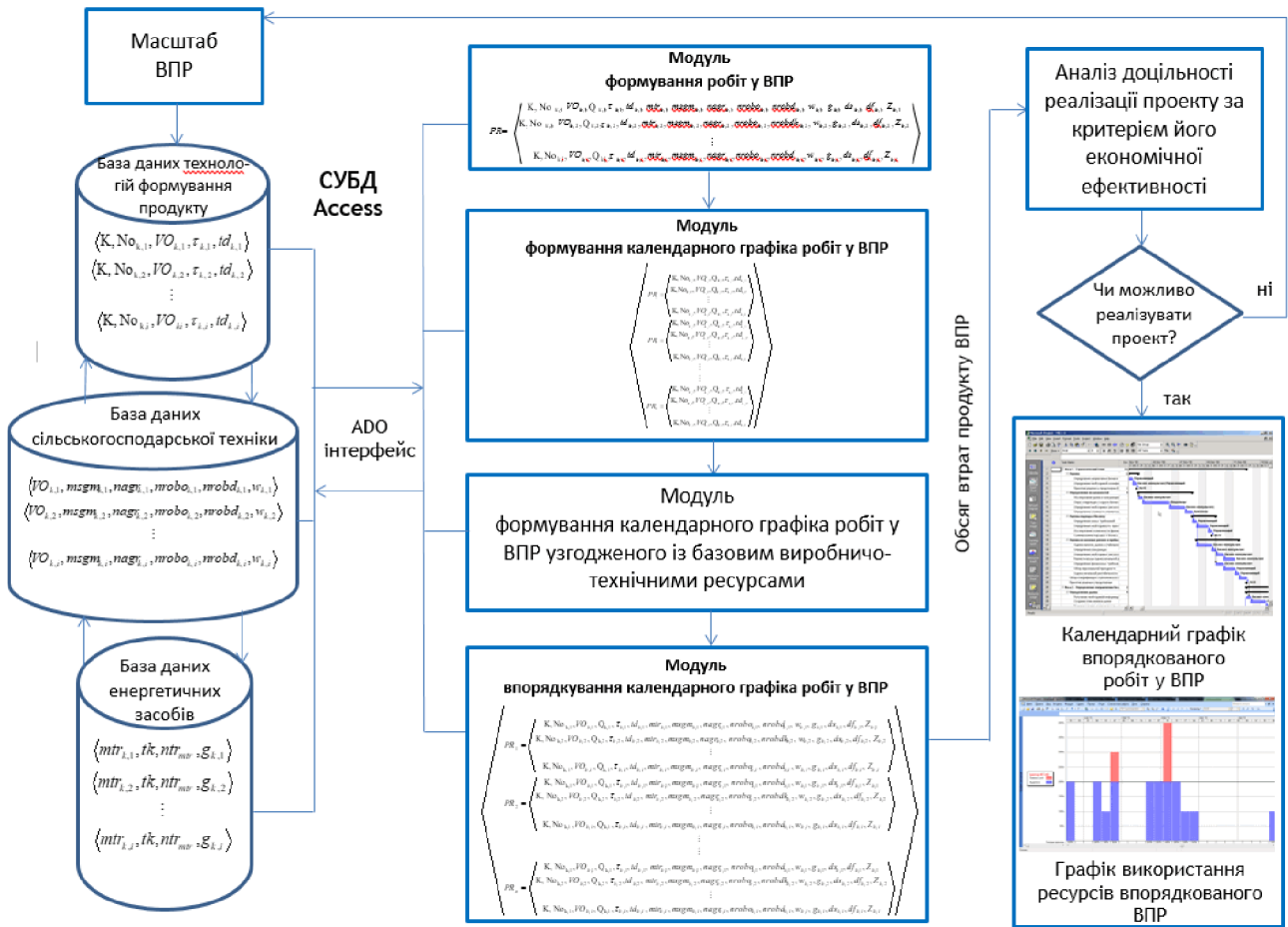


Рис. 3.1. Структурна схема система підтримки прийняття рішень для управління ресурсами ВПР

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

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

База даних сільськогосподарських машин сформована за допомогою наступного кортежу:

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

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

База даних електроінструментів і самохідних машин у свою чергу формується з кортежів з такими атрибутами:

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

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 ВПП; $g_{k,i}$ – питома витрата палива енергетичним засобом чи самохідною машиною.

Процес введення та зберігання даних пов'язаний із формуванням організованого календарного графіка виконання робіт у ВПР. Цьому сприяє використання інтерфейсу доступу до даних ADO (ActiveX Data Objects), який забезпечує безперебійний зв'язок між підсистемами системи підтримки прийняття рішень для керування системними ресурсами у виробничих проектах.

Створення організованого календарного графіка виконання робіт у ВПР передбачало розробку підсистеми з використанням мови програмування Delphi. Ця підсистема складається з чотирьох виконавчих модулів:

- формування регламенту робіт у ВПР;
- вибору технічних засобів;
- розрахунку календарного графіка робіт у ВПР;
- впорядкування календарного графіка робіт у ВПР.

У системі є модуль для створення графіків роботи, який гарантує організацію завдань для кожного конкретного блоку, виходячи з технології, необхідної для виробництва продукту ВПР з урахуванням масштабу проектів. Одночасно система підтримки прийняття рішень визначає найбільш ефективний розподіл виробничо-технічних ресурсів для кожного окремого завдання.

У системно-ресурсному управлінні ВПР модуль, відповідальний за підтримку прийняття рішень, вибирає відповідні технічні засоби для кожного завдання в проекті. Цей вибір ґрунтується на раціональному складі комплексу обладнання, а саме машинно-тракторного агрегату. Для створення календарного графіка робіт у ВПР побудова цього графіка визначається агротехнічно допустимим часом початку та тривалістю зазначених робіт. Необхідні дані для цього етапу беруться з бази даних технологій формування продукції ВПР.

Модуль «Календарний графік» розраховує графік виконання робіт за проектом, використовуючи дані бази технологій формування продукції ВПР. Цей графік складається з урахуванням відповідного часу початку та тривалості робіт, які відповідають агротехнічним нормам. Модуль забезпечує правильний розподіл виробничо-технічних ресурсів по відношенню до заданих обсягів робіт в рамках проекту.

Модуль впорядкування календарного графіка робіт у ВПР забезпечує узгодження наявних виробничо-технічних ресурсів у зазначених проєктах. При цьому виконується перерозподіл ресурси між роботами на основі пріоритетів і визначається загальний обсяг очікуваних втрат продукту ВПР від несвоєчасного виконання робіт у цих проєктах.

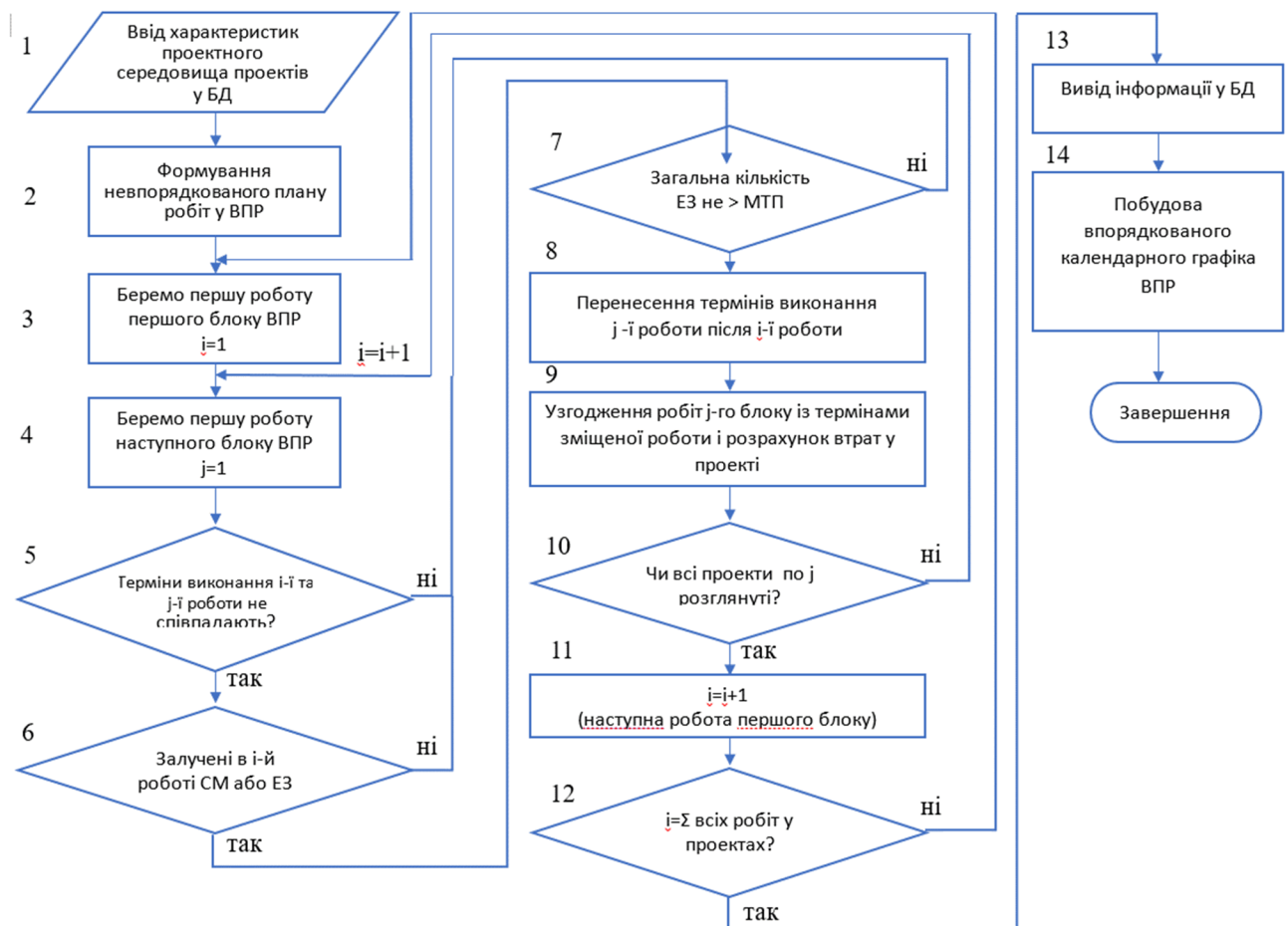


Рис. 3.2. Алгоритм роботи системи підтримки прийняття рішень для системно-ресурсного управління ВПР

Загальний обсяг втрат продукту ВПР є основою для аналізу доцільності реалізації зазначеного проєкту за критерієм його економічної ефективності. При цьому, у випадку недоцільності виконання ВПР за даних характеристик проектного середовища, масштабів та доступних ресурсів здійснюється його коригування і повторне моделювання.

У системі модуль календарного розкладу відіграє вирішальну роль у координації використання виробничих і технічних ресурсів у різних проектах. Це також полегшує перерозподіл ресурсів на основі пріоритетів, одночасно оцінюючи потенційні втрати, понесені продуктом ВПР в результаті затримок у завершенні проекту.

Економічна доцільність зазначеного проекту оцінюється шляхом аналізу загальної величини втрат продукту ВПР. Якщо характеристики проекту, масштаб і наявні ресурси вказують на те, що реалізація ВПР неможлива, проводяться коригування та повторне моделювання.

Коли ВПР отримано та узгоджено з середовищем і ресурсами проекту, система MS Office Project використовується для створення візуального представлення календарного розкладу. Це досягається за допомогою системи підтримки прийняття рішень для управління системними ресурсами в межах виробничого проекту. Результатом є організований проект із запланованим використанням ресурсів. Використовуючи цей підхід, керівник проекту отримує можливість ретельно оцінити використання наявних виробничих і технічних ресурсів протягом усього процесу впровадження проекту і, якщо необхідно, придбати додаткові ресурси, щоб запобігти будь-яким потенційним втратам продукту.

Розроблена система підтримки прийняття рішень для управління системними ресурсами ВПР дозволяє виконувати різноманітні управлінські завдання:

- структурувати, фіксувати склад і характеристики робіт окремих проектів, ресурсів, доходів і витрат для формування бюджету ВПР;
- визначати конкретні завдання, що виконуються ВПР та відповідним технічним обладнанням, таким як машинно-тракторні агрегати, які призводять до значних втрат продукції через затримки виконання проекту;
- під час реалізації проектів у ВПР дає змогу ефективно управляти та контролювати використання матеріальних ресурсів, таких як паливо, добрива,

пестициди тощо. Це передбачає ретельне планування та контроль для забезпечення ефективного споживання.

➤ також система дає можливість визначити роботу ВПР та пов'язане з нею технічне обладнання (машино-тракторні агрегати), які призводять до значних втрат продукції в рамках проекту через несвоєчасне виконання робіт.

➤ впровадження обґрунтованих робочих блоків у ВПР сприяє підвищенню ефективності виробництва за рахунок мінімізації втрат продукції через несвоєчасне виконання проектних завдань.

➤ для ефективного планування та виконання робіт у ВПР є можливість за допомогою створеної системи розробити календарний графік, який враховує обмеження та обмеження, пов'язані з використанням наявних технічних ресурсів.

➤ дає змогу ретельної оцінки можливих ризиків і розрахунок необхідних резервів технічних засобів, зокрема машинно-тракторних агрегатів.

➤ Реалізовано функціонал для оцінки очікуваних втрат продукту ВПР внаслідок недотримання директивних показників (агротехнічних умов виконання робіт) в проектних умовах та їх ретельний аналіз.

3.2. Результати проведеного обґрунтування бази даних для системи підтримки прийняття рішень для управління виробничо-технічними ресурсами

У ННДЦ ЛНУП зберігається комплексна база даних, що містить інформацію про технології, які використовуються у виробництві продукції ВПР. Ця база даних побудована на основі технологічних карт, які конкретно описують необхідні процедури вирощування різних сільськогосподарських культур. Для ілюстрації розглянемо базу даних щодо вирощування озимої пшениці (табл. 3.1), яка охоплює наступні ключові категорії:

Таблиця 3.1. Приклад бази даних, що стосуються технологій формування продукту виробничих проектів

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

- ключове поле (Key 1);
- поле «Вид роботи», вказує назву теологічної операції;
- поле «Обсяг роботи» вказує обсяг робіт, вимірний у гектарах, присвячених вирощуванню саме цієї культури.;
- поле «Час початку роботи» заповнюється порядковим номером, що відповідає календарному дню початку цієї роботи.;
- поле «Допустима тривалість» тривалість робіт, яка вважається допустимою з агротехнічної точки зору;
- поле позначене як «Коефіцієнт втрат», містить числове значення, яке представляє фактор, відповідальний за визначення обсягу втрат продукту проекту в результаті затримки виконання роботи. Конкретне числове значення цих коефіцієнтів отримано з нормативних документів [].

Після цього наступним кроком є створення повної бази даних для сільськогосподарської техніки, яка охоплює важливі основні поля, як перелічено нижче (табл. 4.2):

- щоб встановити зв'язок з іншими таблицями бази даних, необхідно мати в системі два основних поля з іменами «Key1» і «LinkKey»;
- у полі «Тяговий клас», вказується необхідний клас тяги для енергетичного пристрою, який живить цю сільськогосподарську машину
- поле «Вид роботи», яке визначає вид роботи, що може виконувати задане технічне оснащення;
- у полі «Марка» міститься марка заданого технічного оснащення;

➤ у полі «Кількість» міститься кількість технічного оснащення конкретної марки, яка знаходяться в парку сільськогосподарських машин досліджуваного господарства.

Таблиця 3.2. Приклад таблиці 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	Культивація	КПС-4	1	18,6	1	0

Значення змінної продуктивності (га/зм) по техніці, зокрема машинно-тракторному агрегату, сформованому окремою сільськогосподарською машиною, зберігається в полі «Змінна продуктивність». Це кількісне значення було визначено шляхом емпіричного дослідження та аналізу статистичних даних дорожніх листів конкретного сільськогосподарського підприємства. Дані містять інформацію про добову продуктивність і споживання палива під час виконання відповідних завдань.

Поля «Кількість основних виконавців» і «Кількість допоміжних виконавців» містять числові значення, що представляють необхідну кількість основних і допоміжних виконавців, які задіяні в експлуатації певних марок сільськогосподарської техніки, наприклад машинно-тракторного агрегату.

У таблиці 3.3 відображаються основні поля в базі даних для енергетичних засобів і самохідних машин.

Таблиця 3.3. Приклад бази даних енергетичних засобів та самохідних машин

Енергетичні засоби та самохідні машини				
LinkTK	Тяговий клас	Марка трактора	Кількість	Питома витрата палива
3	3	МТЗ-80	5	100

Проведення формування бази даних енергетичних засобів та самохідних машин потребує заповнення таких полів (табл. 3.3):

- ключове поле «LinkTK»;
- поле «Тяговий клас», яке ідентифікує тяговий клас енергетичного засобу для приводу в дію конкретної сільськогосподарської машини;
- у полі «Марка трактора» міситься марка використовуваного енергетичного засобу;
- у полі «Питома витрата палива» відображається кількісне значення питомої витрати палива конкретним енергетичним засобом.

4.3. Результати розробки нейромережної моделі використання технічних ресурсів під час реалізації виробничих проєктів рослинництва

Використовуючи методи моделювання та враховуючи мінливі кліматичні умови, ми успішно визначили показники, які демонструють використання технічних ресурсів під час впровадження ВПР в умовах ННДЦ ЛНАУ. Для ефективного представлення отриманих нами даних щодо продуктивності технічного обладнання, що використовується у ВПР, ми використали бібліотеки *matplotlib*, *numpy* та *scipy* мови програмування *Python 3.8*. Для ілюстрації наведемо результати нашого аналізу щодо розподілу продуктивності агрегату МТЗ-82+КПС-4. Функцію та щільність цього розподілу можна побачити на малюнку 4.5.

Проаналізувавши проведені дослідження, встановлено, що статистичні характеристики розподілу продуктивності технічного обладнання (а саме агрегату МТЗ-82+КПС-4) з урахуванням впливу кліматичної складової ВПР (як показано на рис. 3.5) такі:

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



Рис. 3.5. Густина та функція розподілу продуктивності технічних засобів із врахуванням впливу кліматичної складової виробничих проектів, га/зміну

Густина та функція розподілу продуктивності технічних засобів, враховуючи вплив кліматичної складової виробничих проектів описуються рівняннями:

$$f(W_{MT3-82+KPC-4}) = 0,063 \cdot \exp \left[-\frac{(W_{MT3-82+KPC-4} - 5,1)^2}{79,4} \right], \quad (4.1)$$

$$F(W_{MT3-82+KPC-4}) = 0,063 \cdot \int_{-\infty}^{\infty} \exp \left[-\frac{(W_{MT3-82+KPC-4} - 5,1)^2}{79,4} \right] dW_{MT3-82+KPC-4}, \quad (4.2)$$

Отримані результати оцінення ризику продуктивності технічних засобів (агрегату МТЗ-82+КПС-4) із врахуванням впливу кліматичної складової виробничих проектів наведено в табл. 4.4.

Таблиця 4.4. Результати оцінки ризиків щодо продуктивності технічних засобів (агрегату МТЗ-82+КПС-4), які зумовленого впливом кліматичної складової виробничих проектів

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

На підставі відомих досліджень [33], 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.

Після вивчення результатів оцінки продуктивності технічного обладнання (зокрема агрегату МТЗ-82+КПС-4) та врахування впливу кліматичного фактора на ВПП (як показано на рисунку 4.5), гістограма, що ілюструє коливання ризику продуктивності під час планування роботи. Це графічне представлення можна побачити на малюнку 4.6.

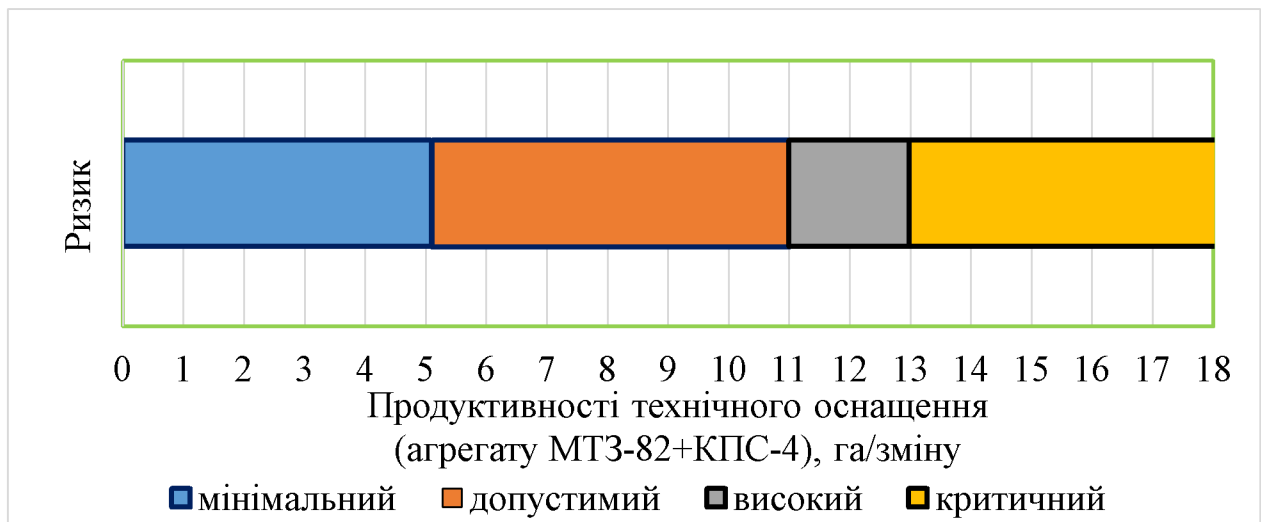


Рис. 3.6. Гістограма зміни ризику планової продуктивності технічного оснащення для заданого середовища виробничого проекту (умов ННДЦ ЛНУП)

На підставі гістограми, яка відображає зміну ризику для планової продуктивності технічного обладнання (агрегат МТЗ-82+КПС-4) в умовах проекту (умови ННДЦ ЛНУП), можна зробити висновок, що вказане технічне обладнання забезпечує прийнятну ризик продуктивності в межах 5,11...11,0 га/зміну при плануванні та виконанні робіт.

Отримані результати дослідження впливу клімату на навколишнє середовище проекту ВПР лягли в основу якісного планування виконання окремих блоків робіт. Ці плани враховують ризики, пов'язані з несвоєчасним завершенням і подальшою втратою результатів проекту.

Висновки до розділу 3

1. Розроблена система підтримки прийняття рішень щодо управління виробничо-технічними ресурсами містить структурну схему та алгоритм, які дозволяють ефективно аналізувати використання ресурсів під час виконання проекту. Ця система також дозволяє виділяти додаткові ресурси, коли це необхідно, щоб запобігти затримкам і мінімізувати втрати продукту. Зрештою,

ці можливості сприяють прискореному прийняттю рішень і підтримці високоякісних методів управління.

2. Розробка комплексної бази даних має вирішальне значення для ефективного управління ресурсами в проектах рослинництва. Ця база даних полегшить організацію наявних земельних, технічних і людських ресурсів, а також надасть необхідні знання для моделювання майбутніх проектів. Крім того, буде впроваджено систему підтримки прийняття рішень, щоб допомогти в управлінні ресурсами в цих проектах.

3. На підставі лбґрунтування надійної моделі ризику потенційних коливань прогнозованої продуктивності технічного обладнання (зокрема агрегату МТЗ-82+КПС-4) у заданому проектному середовищі (умови ННДЦ ЛНУП) можна впевнено стверджувати, що прийнятна рівень ризику для виконання запланованих робіт адекватно покривається зазначеним технічним оснащенням, що забезпечує продуктивність у межах 5,11...11,0 га/зміна.

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 [23].

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 [46].

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	$P_{14} = 0,3;$

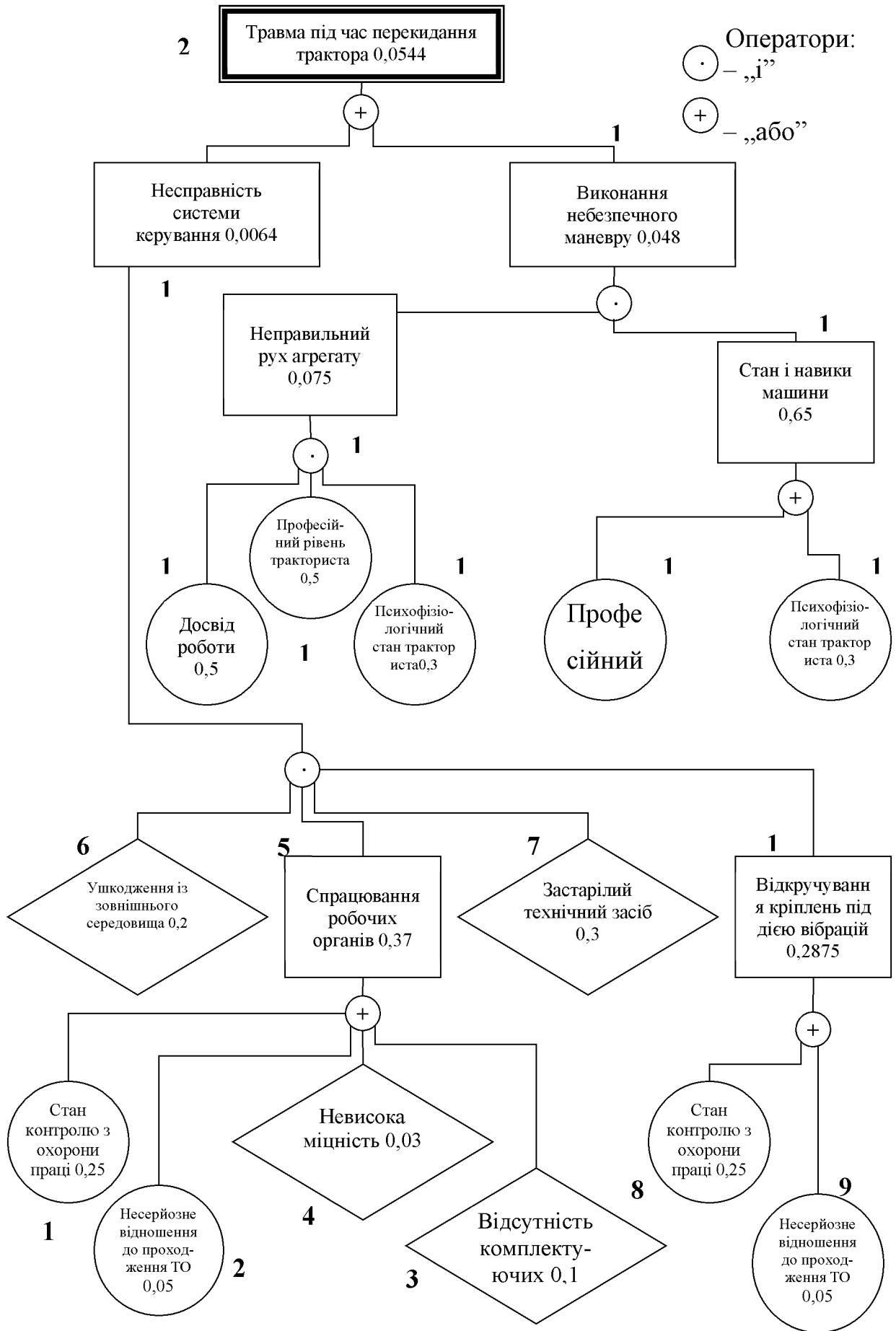


Рис.5.1. - Матриця логічних взаємозв'язків між окремими подіями травмонебезпечної ситуації [23]

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 [25].

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 [40].

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 ПРОДУКТУ ПІД ЧАС РЕАЛІЗАЦІЇ ВИРОБНИЧИХ ПРОЄКТІВ РОСЛИННИЦТВА

Проведено тестування системи підтримки прийняття рішень для управління системними ресурсами ВПР та проведено аналіз використання виробничо-технічних ресурсів за різними сценаріями впровадження. Зокрема, було розглянуто три сценарії планування ВПР, кожен з яких передбачав розподіл виробничо-технічних ресурсів на основі:

1. Запланованого обсягу ВПР, що виконуються в їх рамках;
2. Масштабу і планування проекту ВПР, які зумовлюють необхідність ретельного розгляду видів технічних ресурсів, необхідних для різних блоків робіт, що, у свою чергу, впливає на послідовність і терміни виконання, при цьому пріоритет надається конкретним блокам робіт;
3. Запланованого обсягу ВПР, організації обсягу робіт, зміни в зазначеному обсязі проекту та включення додаткових ресурсів є ключовими факторами, які слід враховувати..

Базовим масштабом виробничих проектів рослинництва прийнято умови ННДЦ ЛНУП, який планує на наявних земельних ресурсах вирощувати такі сільськогосподарські культури:

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

На малюнку 6.1 показано операційні вікна розширеної системи підтримки прийняття рішень, яка використовується для керування розподілом ресурсів у ВПР.

Провівши моделювання, ми змогли визначити точну тривалість роботи у ВПР та розмір втрат продукції для кожного конкретного завдання. Потім ці результати були введені в систему MS Project, що дозволило нам створити графіки використання кожного ресурсу та розробити календарний графік для проекту за допомогою діаграми Ганта.

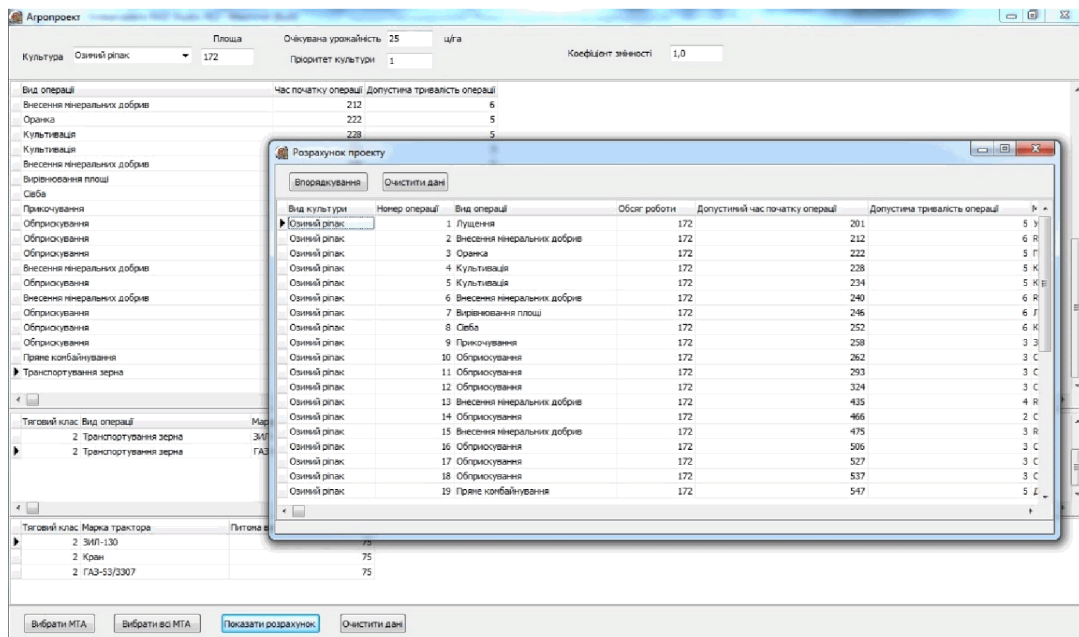


Рис. 5.1. Вигляд робочих вікон системи підтримки прийняття рішень для системно-ресурсного управління виробничими проектами

Після цього було проведено перевірку графіків використання кожного з ресурсів, які мають надлишкову доступність (див. Додаток В). На рисунку В.1 наведено графік використання культиваторів КПС-3 і КПС-4 в період надлишкової готовності при виконанні ВПР. Аналізуючи цей графік, можна зробити висновок, що в серпні та жовтні наявність ресурсів перевищує попит. Це пояснюється тим, що в цей час проводяться осінні польові роботи по всіх культурах, які входять до ВПР. Щоб запобігти перенавантаженню, можна коригувати графік роботи або залучати додатковий культиватор протягом необхідного часу.

Графік використання сівалки КСМ-4 в період надготовності при виконанні ВПР зображено на рис. В.2. (див. Додаток В). Аналізуючи цей графік, стає очевидним, що існує надмірна кількість доступності під час процесу посіву. Блок

робіт під озимі проводять з першої по третю декаду вересня в дуже обмежені агротехнічно допустимі терміни. Щоб запобігти перевантаженню сівалок, рекомендується залучати додаткове технічне обладнання.

У період внесення мінеральних добрив і підживлення посівів (березень-квітень) у великій кількості широко використовується розкидач мінеральних добрив Rodger. Крім того, є надлишок двох одиниць обприскувачів ОР-2000 (рис. В.3, див. Додаток В), які активно задіяні для догляду за посівами з квітня по червень. Ці завдання підлягають суворим часовим обмеженням і значною мірою залежать від погодних умов, що робить недоцільним істотно змінювати графік їх виконання.

Графік використання трактора МТЗ-80 в період надготовності зображено на рис. В.4 (див. Додаток В). Проаналізувавши цей графік, стає очевидним, що до кінця вересня доступний надмірний обсяг ресурсу. Це можна пов'язати з вирощуванням осінніх польових культур для всіх культур ВПР у цей період. Щоб запобігти перенавантаженню, доцільно або скоригувати графік роботи, або придбати додаткові енергетичні засоби на необхідний період.

Таблиця 5.1. Результати прогнозування втрат продукту ВПР внаслідок несвоєчасного виконання робіт (за сценарієм 1)

№ з/п	Назва культури	Загальна площа, га	Загальний обсяг втрат продукту, ц	Валовий збір врожаю, ц	Ринкова вартість продукту, \$/тонну*	Загальний обсяг втрат продукту в грошовому 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

Продовження табл. 5.1.

1	2	3	4	5	6	7
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
Всього						69269

*Ринкові ціни України станом на 2020 рік в доларах США

Графік використання зернозбирального комбайна «Дніпро» під час впровадження ВПР наведено на рис. В.5 (див. Додаток В). Аналізуючи цей графік, стає очевидним, що є надлишок доступності в період збору врожаю. Але через неможливість скорегувати графік роботи під час збирання врожаю цей ресурс неминуче буде перевантажений, якщо не використовувати додаткові комбайни.

Провівши ретельний аналіз моделювання, ми змогли визначити загальний обсяг втрат продукту ВПР внаслідок затримок робіт за першим сценарієм реалізації проекту з урахуванням запланованого масштабу ВПР та обсягу виконаної роботи (докладніше див. у таблиці 5.1).

Таблиця 5.2. Результати обґрунтування потреби додаткових ресурсах, що необхідні задля уникнення втрат 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	

1	2	3	4	5
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		133933

*Ринкові ціни України станом на 2020 рік в доларах США

Щоб запобігти будь-яким втратам продуктів, спричиненим затримками у виконанні завдань у рамках ВПР, важливо забезпечити додаткові ресурси спеціально для виконання цього проекту. У таблиці наведено детальну інформацію про типи необхідних ресурсів, а також їх відповідні характеристики та бюджет.

За допомогою методів моделювання та проведення обширних розрахунків ми провели ретельну кількісну оцінку стохастичних властивостей, пов'язаних із вартістю втрат для продукту проекту у різних сценаріях реалізації (див. таблицю 5.3).

Таблиця 5.3. Характеристики вартості втрат продукту ВПР за різних сценаріїв їх реалізації, тис. \$

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

Використовуючи бібліотеки `matplotlib`, `pymru` та `scipy` на мові програмування Python 3.8, було візуалізовано та проаналізовано встановлені характеристики вартості втрат для продукту ВПР за різними сценаріями реалізації (табл. 5.3). На рис. 5.2 показано розподіли вартості втрат для продукту ВПР на основі трьох вищезгаданих сценаріїв реалізації.

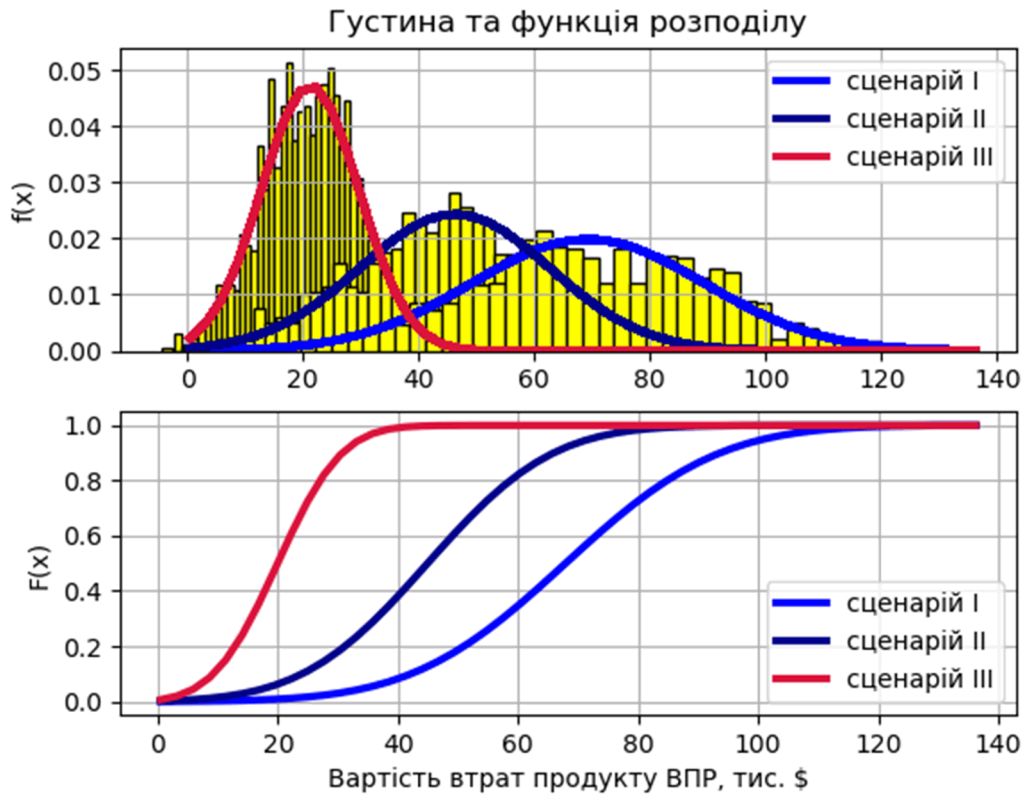


Рис. 5.2. Густина та функція розподілів вартості втрат продукту ВПР за різних сценаріїв їх реалізації

Густина та розподіли вартості втрат для продукту ВПР показують, що шляхом узгодження виробничих і технічних ресурсів із запланованим масштабом проекту, управління обсягом робіт, ефективної організації ресурсів, коригування масштабу проекту та залучення додаткових ресурсів можливо підвищити якість управління ресурсами в рамках цих проектів.

Висновки до розділу 5.

1. Шляхом впровадження системи підтримки прийняття рішень визначено раціональне використання виробничо-технічних ресурсів у проектному середовищі ННДЦ ЛНУП. Ця система полегшує управління проектами з виробництва сільськогосподарських культур і визначає різні типи та характеристики використання ресурсів.

2. Водночас зазначені проекти зазнають мінімальних втрат продукції на загальну суму 21,23 тис. дол. США, що відображає значне зниження на 69% порівняно з базовим сценарієм. Це зменшення пояснюється впровадженням управління ресурсами, зміною масштабу проекту та використанням додаткових ресурсів.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Поточна оцінка галузі рослинництва свідчить про кризу в аграрному секторі України, яка частково пояснюється неспроможністю виконати взаємоузгоджені та скоординовані виробничі проекти. Серед найактуальніших проектів у нинішньому контексті – проекти, що стосуються рослинництва. Успішна реалізація таких проектів передбачає конкретні міркування, які, якщо їх врахувати в управлінні ресурсами, можуть мінімізувати втрати та максимізувати фінансові вигоди для всіх залучених сторін.

2. Більшість культур, які вирощуються в господарстві, є фінансово рентабельними, проте вкрай важливо поставити пріоритет на модернізацію машинно-тракторного парку. Реалізація програми заміни застарілої техніки на нову вдосконалену, безперечно, значно підвищить урожайність усіх сільськогосподарських культур.

3. Проведено комплексну оцінку принципів і задач, пов'язаних з управлінням виробничо-технічними ресурсами. Визначено особливості функціонування системи управління виробничо-технічними ресурсами в аграрному комплексі, визначено основні принципи розробки виробничої програми господарства.

4. Фундаментальні принципи, на яких базується розробка моделі вибору відповідних ресурсів для проектів сільськогосподарського виробництва, включають аналіз часових вимог для кожного завдання, створення графіка виконання проекту та оцінку потенційних втрат. Ці важливі процеси управління мають вирішальне значення для визначення необхідних технічних ресурсів, необхідних для успішного виконання проекту.

5. Запропонована модель вибору відповідних ресурсів для проектів сільськогосподарського виробництва базується на використанні штучних нейронних мереж. Ці мережі, зокрема багат шаровий перцептрон із функцією активації нейронів «жорсткого кроку», дозволяють враховувати як виробничі, так і кліматичні умови в регіоні проекту. Крім того, модель враховує широкий

спектр технічних ресурсів, доступних на ринку. Завдяки цьому він ефективно прогнозує ефективність використання ресурсів і вибирає найбільш раціональні варіанти для конкретного середовища проекту.

6. В основі оптимізації розподілу ресурсів і підвищення ефективності проектів у рослинництві лежить налагоджений підхід до управління виробничо-технічними ресурсами. Цей метод дозволяє визначити точні потреби в ресурсах, мінімізує втрати продукту та полегшує точне прогнозування ефективності використання ресурсів. Крім того, це дозволяє стратегічний вибір найбільш підходящих ресурсів у контексті конкретного проекту.

7. Створення бази даних управління ресурсами базується на аналізі наявності виробничо-технічних ресурсів, необхідних для виконання проекту. Цей підхід гарантує, що вплив змінних факторів середовища проекту на доступність ресурсів ретельно враховується під час планування проекту, що призводить до отримання точної інформації про доступність ресурсів.

8. Ефективний аналіз використання виробничо-технічних ресурсів, а також уникнення втрат проектної продукції, викликаних несвоєчасним виконанням робіт, дозволяють запропонована структурна схема та алгоритм системи підтримки прийняття рішень з управління виробничо-технічними ресурсами. Ця система складається з двох підсистем: одна для зберігання даних і інша для формування чітко організованого календарного графіка виконання робіт. Це також дозволяє визначити потребу в додаткових ресурсах і сприяє швидкому та якісному прийняттю управлінських рішень.

9. Створення комплексної бази даних для управління ресурсами в проектах рослинництва дозволить ефективно організувати земельні, технічні та людські ресурси. Ця база даних також надасть необхідну інформацію для моделювання майбутніх проектів за допомогою системи підтримки прийняття рішень, спеціально розробленої для управління ресурсами в цих проектах.

10. Результати дослідження свідчать про можливість прогнозування та моделювання розвитку та виникнення аварій, виробничих травм та окремих катастроф, аналізуючи умови, обставини та причини, пов'язані з цими подіями.

Цього можна досягти, використовуючи підхід «дерева відмов» і враховуючи помилки, зроблені операторами в системах «людина-машина» в сільській економіці.

11. Впровадження системи підтримки прийняття рішень у проектах рослинництва в навчально-науковому центрі Львівського національного університету природокористування (ННЦ ЛНУП) призвело до виявлення раціональних типів та особливостей використання виробничо-технічних ресурсів у проектному середовищі. У результаті проекти зазнали мінімальних втрат продукції на суму 21,23 тис. доларів США. Це означає значне зниження на 69% порівняно з базовим сценарієм, у якому відсутні управління ресурсами, зміни масштабу проекту та використання додаткових ресурсів.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. 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.
2. Бондаренко А. Н. Кацук А.В. Адаптивный двухступенчатый метод классификации изображений. *Научно-теоретический журнал "Искусственный интеллект"*. Донецк: ИПИИ. 2006. № 4. С. 676-680.
3. 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.
4. Вайсман В.А. Модели, методы и механизмы создания и функционирования проектно-управляемой организации: монографія. К. : Наук. Світ. 2009. 146 с.
5. Ванюшкин А. С. Особенности сценарного планирования портфеля проектов. *Управління розвитком складних систем : Зб. наук. праць КНУБА.* К.: 2012. Вип. 10. С. 22-29.
6. 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
7. Ильченко В. Ю. Эксплуатация машино-тракторного парка в аграрном производстве. Київ : Урожай. 1993. 288 с.
8. 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.
9. 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.

10. Кучер Л. Ю. Концептуальний підхід до економічного управління інноваційними проектами аграрних підприємств. *Вісник економічної науки України*. 2016. № 2. С. 103–106.
11. Кулішов В. В. Економіка підприємства: теорія і практика : [навч. посіб.] / В. В. Кулішов. - К: Ніка-Центр, 2002.-216 с
12. Кушнір Д. А. Радиально-базисная нейронная сеть встречного распространения. *Научно-теоретический журнал "Искусственный интеллект"*. Донецк: ИПИИ.2005. № 4. С. 364-370.
13. Мармел Элейн. Microsoft Office Project 2007. Библия пользователя.: Пер. с англ. – М. : ООО «И.Д. Вильямс», 2008 – 800 с. :ил. – Парал. тит. англ.
14. Методичні положення та норми продуктивності і витрат палива на сівбі, садінні та догляді за посівами. К.: ТОВ «Дорадо-Друк». 2013. 192 с.
15. Методичні положення та норми продуктивності і витрати палива на збиранні сільськогосподарських культур. К.: ТОВ «Дорадо-Друк». 2013. 264 с.
16. 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;
17. 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.
18. Надвиничний С. А. Економічний розвиток аграрної сфери регіонів України в умовах глобалізації: теорія, методологія, практика : монографія. Тернопіль : Економічна думка ТНЕУ. 2018. 344 с.
19. Назимко В. В. Питання побудови системи автоматизованого управління проектом. *Управління розвитком складних систем : Зб. наук. праць*. К.: КНУБА, 2013. № 14. С. 61-67.
20. Нечволода Л. В., Пилипенко К. В., Удосконалення календарного планування виконання ІТ-проекту. *Економічний вісник Донбасу*. № 1(51). 2018. С. 87-91.

21. Основи баз даних: [Навч. посіб.] / І.О. Завадський. К.: Видавець І.О. Завадський, 2011. 192 с. :іл.
22. Охорона праці у сільському господарстві. Збірник нормативних актів /Гайовий О.Є., Куксенюк П.Н., Левченко В.І. та ін. – К.: «Ватра», 1996
23. Охорона праці: практикум /І.П. Пістун, Ю.В. Кіт, А.П.Березовецький – Суми: Університетська книга, 2000. –205с
24. 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.
25. Присяжнюк О., Плотнікова М. Удосконалення моделі управління аграрними проектами. *Agricultural and resource economics: international scientific e-journal*. 2017. Vol. 3, № 1. С. 164–172.
26. 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/>.
27. Ресурси матеріальні вторинні. Терміни та визначення : ДСТУ 2102-92. - [Чинний від 1993-07-01]. - К.: Держстандарт України, 1996. - 25 с - (Національний стандарт України).
28. Руководство к Своду знаний по управлению проектами (Руководство РМВОК®). Project Management Institute. Шестое издание. 2017. 978с.
29. Руководство к Своду знаний по управлению проектами (Руководство РМВОК®). Пятое издание. *Американский национальный стандарт ANCI/PMI 99-001-2013*. Project Management Institute, Inc., Four Campus Boulevard, Newtown Square, PA 19073-3299 USA, 614 с.
30. 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.
31. 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.nbuiv.gov.ua/portal/natural/Urss/2011_8/50-54.pdf

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

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

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

35. 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>

36. Gry Agnete Alsos, S. Carter, E. Ljunggren. The Handbook of Research on Entrepreneurship in Agriculture and Rural Development. Edward Elgar Publishing, 2011. 336 p.

37. ISO 21500:2012. Guidance on Project Management [Електронний ресурс]. Режим доступу: URL: www.mosaicprojects.com.au/PDF/ISO_21500_Communique_No1.pdf.

38. Parviz R. Ginger L. Project Portfolio Management. New York, ILL Publishing. 2006. 143 p.

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

40. 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 01.01.2020 рік

Іденти- фікацій- ний 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	Культи- ватор	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 Розкидач мін. добрив	РОУ-6	1987	1702-85	16.7
832		РОУ-6	1989	1682-06	16.7
863		МВУ-0,5	1990	850-42	16.7
		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	Луцення	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
			Культивація																	
4	Озима пшениця	4	Культивація	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
			Культивація																	
4	Озима пшениця	6	Культивація	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

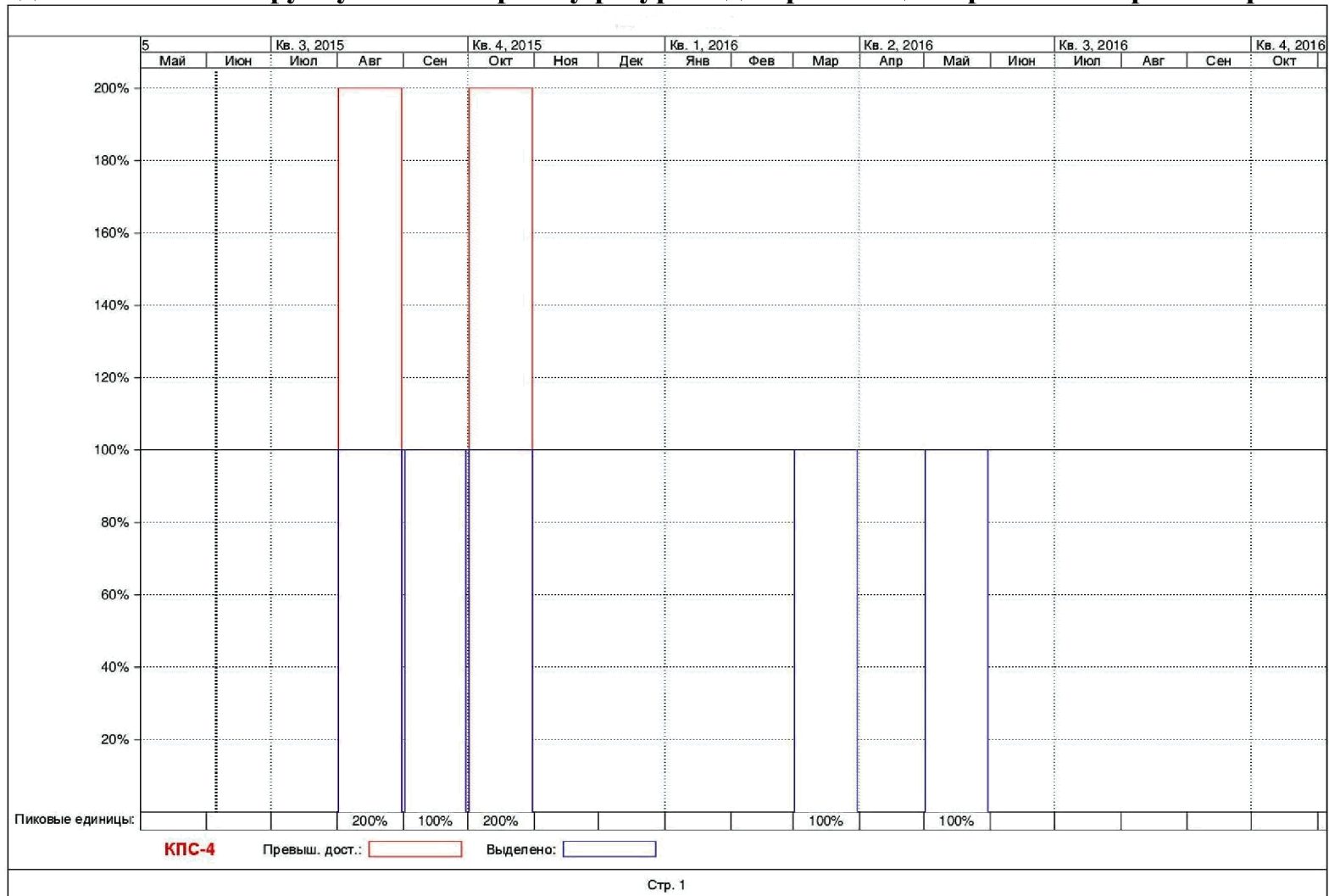


Рис. В.1. Графік використання культиваторів КПС-3/4 в періоди перевищення доступності

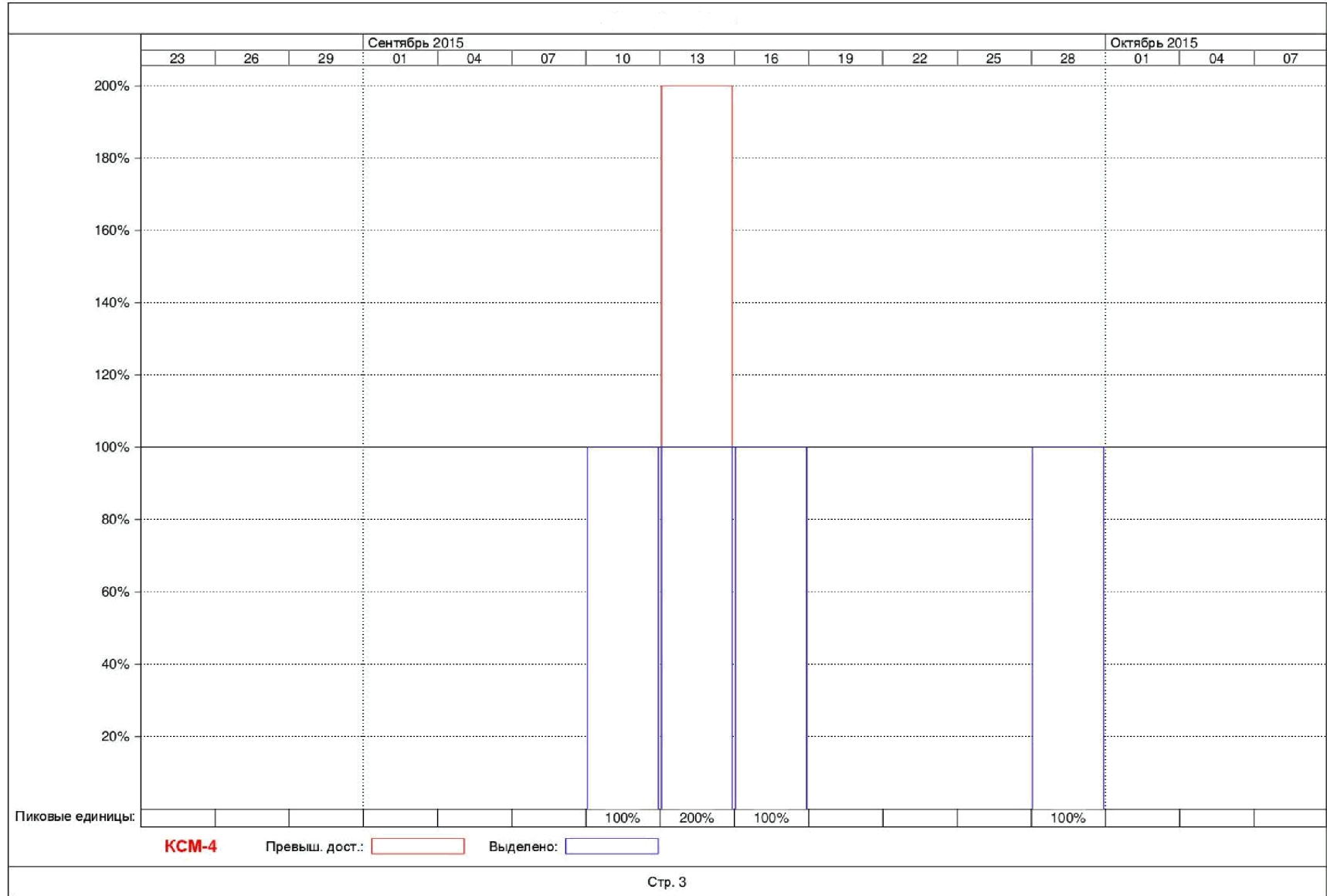


Рис. В.2. Графік використання сівалки КСМ-4 в періоди перевищення доступності

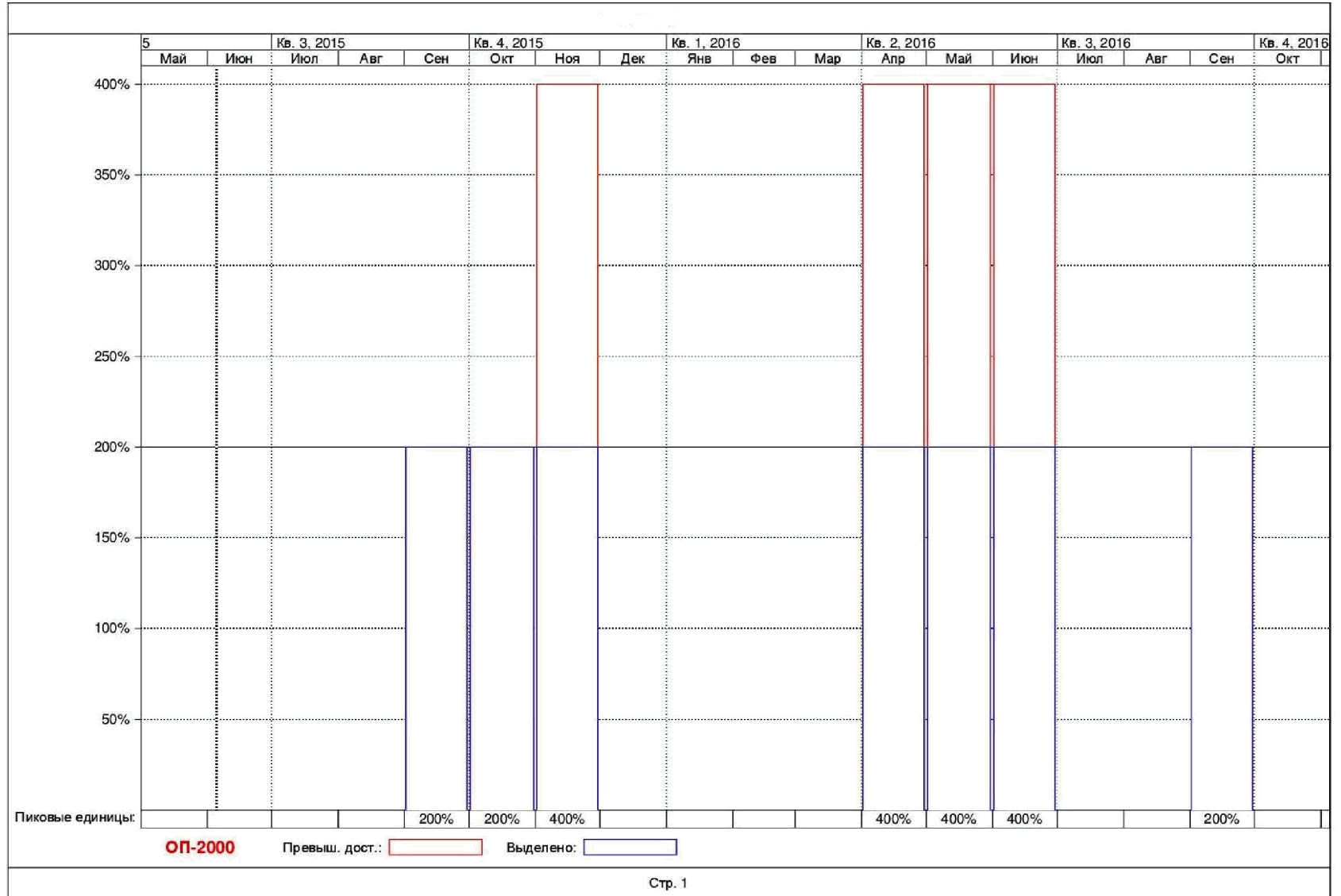


Рис. В.3. Графік використання оприскувача ОП-2000 в періоди перевищення доступності

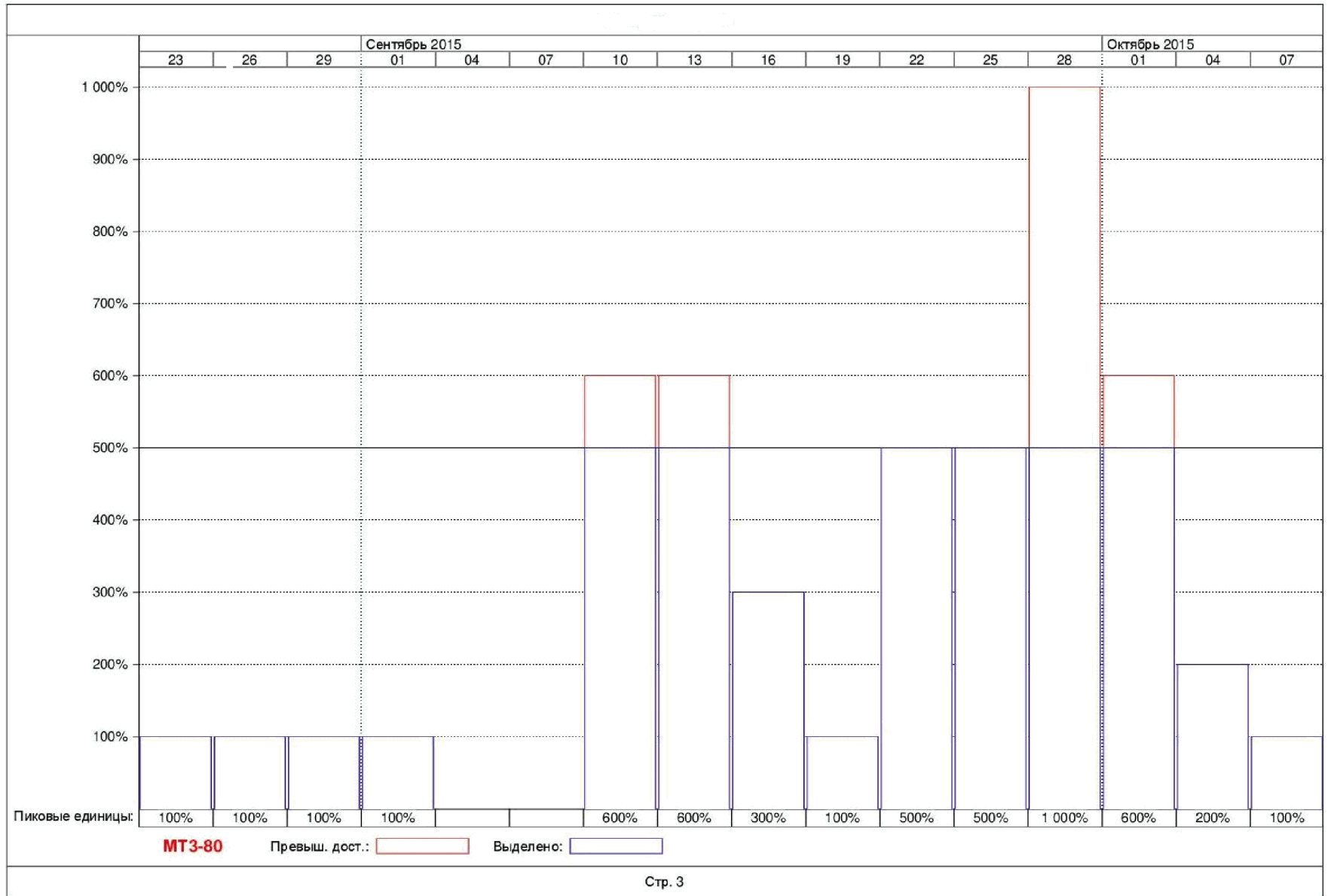


Рис. В.4. Графік використання трактора МТЗ-80 в періоді перевищення доступності

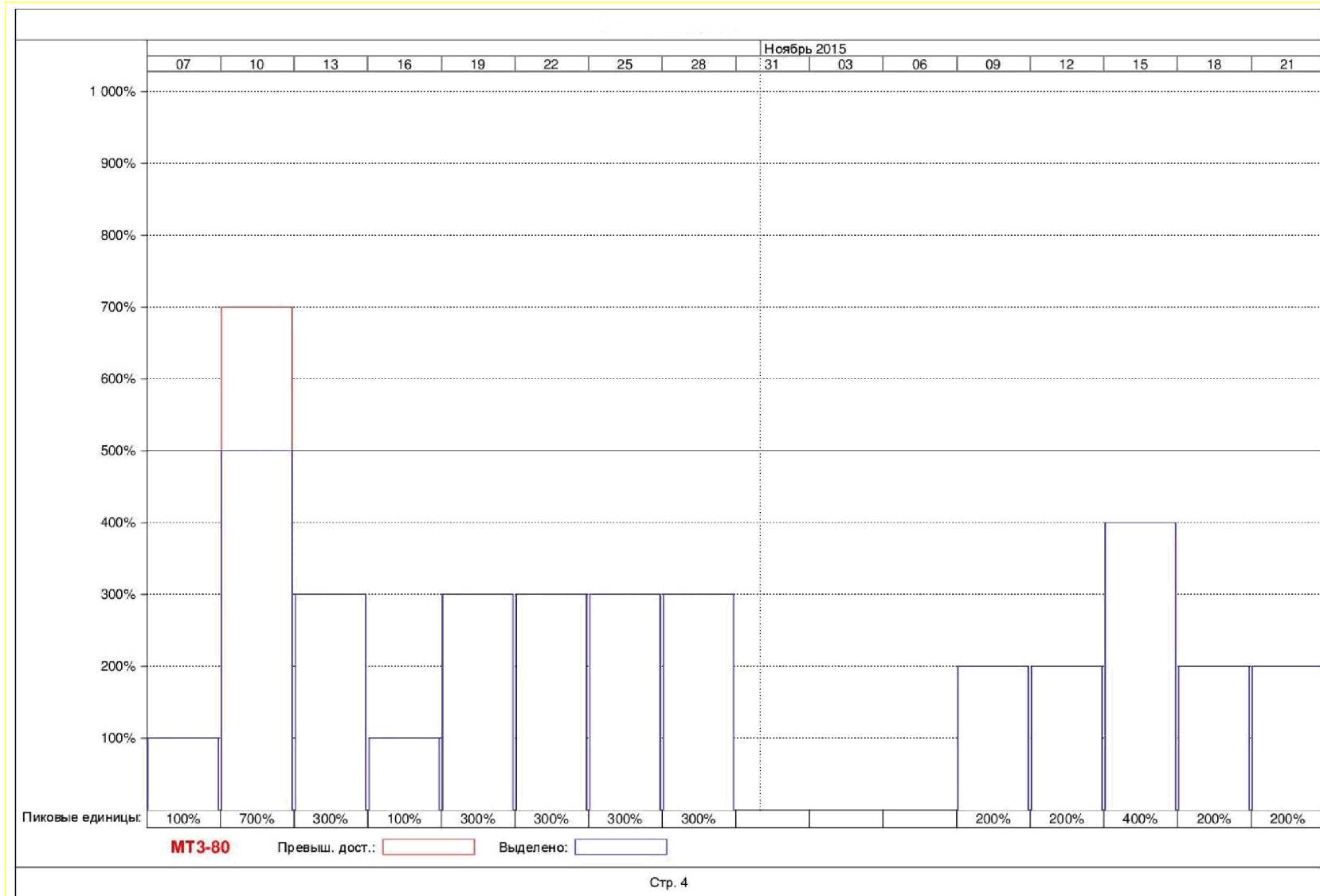


Рис. В.5. Графік використання трактора МТЗ-80 в періоді перевищення доступності

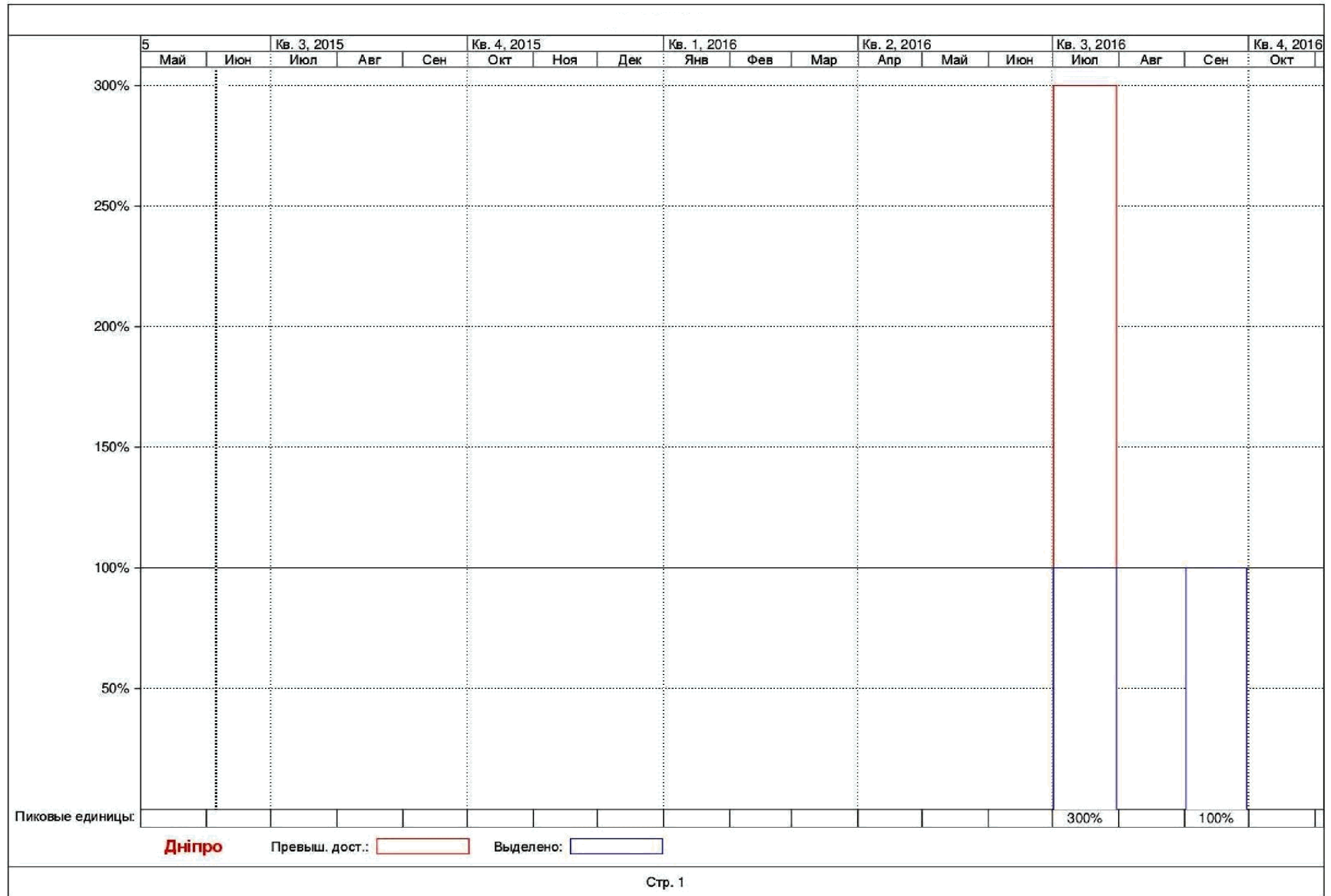


Рис. В.6. Графік використання зернозбирального комбайна «Дніпро» в періоди перевищення доступності

