

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ ЗАОЧНОЇ  
ТА ПІСЛЯДИПЛОМНОЇ ОСВІТИ  
КАФЕДРА ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТА ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ МАШИН  
ІМ. ПРОФЕСОРА О.Д. СЕМКОВИЧА

**ДИПЛОМНА РОБОТА**

Освітнього ступеня «Магістр»

на тему: **„Дослідження функціональних показників комплексу машин  
для вирощування картоплі у ФГ «Петрика А.М.» Горохівського району  
Волинської області”**

Виконав: студент 6 курсу групи Аін-21 Маг  
Спеціальності 208 „Агроінженерія”  
(шифр і назва)

Рожок Віктор Андрійович

(Прізвище та ініціали)

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

Консультант: к.т.н., в.о. доц. Левчук О.В.  
(Прізвище та ініціали)

Рецензент: \_\_\_\_\_  
(Прізвище та ініціали)

Дубляни 2021

УДК: 658.51:631.3

Магістерська робота: 86 с. текст. част., 13 рис., 9 табл., 11 слайдів., 43 джерел.

Дослідження функціональних показників комплексу машин для вирощування картоплі у ФГ «Петрика А.М.» Горохівського району Волинської області

Рожок В.А. Кафедра ЕтаТСМ ім. проф. О.Д. Семковича. – Дубляни, Львівський НАУ, 2021.

Виконано аналіз стану галузі картоплярства у господарстві. Проаналізовано агротехнічні вимоги до вирощування картоплі. Зроблено аналіз методів та моделей дослідження ефективності механізованих процесів у рільництві.

Виконано аналіз головних понять матеріального виробництва та чинників ефективності процесу механізованого вирощування картоплі.

Розроблено програму та методику виробничих та комп'ютерних експериментів. Наведено методику відображення процесу вирощування картоплі графоаналітичною моделлю, методику опрацювання статистичних даних та кореляційно-регресійного аналізу результатів експериментів.

Розроблено узагальнений алгоритм моделі процесу механізованого вирощування картоплі. Наведено результати досліджень фізичних характеристик процесу механізованого вирощування картоплі для заданої площі та запропонованого комплексу сільськогосподарських машин сформованого на базі трактора МТЗ-922.

Проаналізовано умови праці, побуту і профілактики травматизму у підприємстві, розроблено логіко-імітаційну модель травм на виробництві.

Встановлено закономірність зміни головних показників економічної ефективності переоснащення парку машин господарства для вирощування картоплі.

## ЗМІСТ

ВСТУП .....	4
1. АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ В ТЕОРІЇ ТА ПРАКТИЦІ .....	9
1.1. Аналіз умов господарювання ФГ "Петрика А.М." .....	9
1.2. Аналіз земельних угідь та спеціалізації господарства .....	11
1.3. Аналіз парку машин для вирощування картоплі та обґрунтування потреби в переоснащенні парку машин .....	13
1.4. Аналіз методів та моделей дослідження показників ефективності механізованих процесів у рільництві .....	17
Висновки до розділу 1 .....	22
2. НАУКОВО-МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ВИРОБНИЧИХ СИСТЕМ .....	23
2.1. Аналіз агротехнічних вимог вирощування картоплі .....	23
2.2. Класифікація чинників ефективності механізованого процесу вирощування картоплі .....	26
2.3. Функція мети узгодження виробничої площі із параметрами комплексу машин .....	29
Висновки до розділу 2 .....	31
3. МЕТОДИКА ВИРОБНИЧИХ ЕКСПЕРИМЕНТІВ ТА ЇХ МАТЕМАТИЧНОГО ОПРАЦЮВАННЯ .....	31
3.1. Загальна програма та методика досліджень .....	32
3.2. Відображення процесу механізованого вирощування культури графоаналітичною моделлю .....	33
3.3. Узагальнений алгоритм моделі процесу механізованого вирощування картоплі .....	36
3.4. Методика вартісного оцінення витрат на виконання процесу	38
3.5. Методика оцінення втрат підприємства через несвоєчасність робіт на полі .....	41
3.6. Методика кореляційно-регресійного аналізу результатів експериментів .....	44

Висновки до розділу 3 .....	49
4. РЕЗУЛЬТАТИ ВИРОБНИЧИХ ТА КОМП'ЮТЕРНИХ ЕКСПЕРИМЕНТІВ .....	50
4.1. Результати дослідження своєчасності виконання технологічних операцій .....	50
4.2. Результати вартісного оцінення витрат на виконання процесу	52
4.3. Результати оптимізації виробничої площі .....	56
Висновки до розділу 4 .....	59
5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ .....	60
5.1. Структурно функціональний аналіз технологічного процесу .	60
5.2. Моделювання процесу виникнення травм та аварій .....	61
5.3. Розробка логічно-імітаційної моделі травм .....	61
5.4. Безпека в надзвичайних ситуаціях .....	66
Висновки до розділу 5 .....	67
6. ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРЕОСНАЩЕННЯ ПАРКУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН	68
Висновки до розділу 6 .....	73
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ .....	74
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ .....	76
ДОДАТКИ .....	80

## ВСТУП

Аналіз підприємницької діяльності в галузі рослинництва переконує в тому, що з 90-х років виробництво товарної картоплі з колективних господарств почало переходити в приватний сектор. Вже в 2000-2005 роках у ньому було зосереджено 98% площ, зайнятих під цією культурою [31]. Не враховуючи спеціалізовані підприємства, на сьогодні у фермерських господарствах картоплю вирощують на досить малих площах – 15...50 га. Такий незадовільний стан галузі виробництва картоплі зумовлений використанням застарілої та спрацьованої техніки як фермерськими так і іншими господарствами. В зв'язку з цим виникла інженерна задача розробити чіткі рекомендації щодо технічного переоснащення парку машин для вирощування картоплі.

Згідно із темою магістерської роботи, дослідження виконані з деяким обмеженням. Зокрема, процес механізованого вирощування картоплі розглядається для комплексу машин, який сформований на базі одного трактора – МТЗ-922.

**Мета роботи** – обґрунтувати доцільність переоснащення парку машин для механізованого вирощування картоплі на підставі узгодження виробничої площі культури із параметрами відповідного комплексу машин завдяки графоаналітичній моделі цього процесу.

### **Завдання дослідження:**

- виконати аналіз стану виробництва картоплі у господарстві;
- виокремити та проаналізувати головні чинники ефективності процесу механізованого вирощування картоплі;
- розробити узагальнений алгоритм графоаналітичної моделі процесу механізованого вирощування культури;
- розробити програму комп'ютерних експериментів, виконати експериментування та опрацювати їх результати;
- встановити закономірність показників ефективності запропонованого комплексу за різних площ вирощування культури;

– встановити площу вирощування картоплі за якої забезпечуються максимальні доходи підприємства.

**Об’єкт дослідження:** посівні площі картоплі, агротехнічні вимоги до робіт, спеціалізовані технічні засоби, технологічний процес механізованого вирощування картоплі.

**Предмет дослідження:** показники ефективності процесів вирощування картоплі, їх залежність від параметрів виробничо-технічних ресурсів.

**Наукова новизна** одержаних результатів полягає в тому, що вперше:

– розроблено алгоритм та графоаналітичну модель процесу механізованого вирощування картоплі;

– обґрунтовано відповідність площі вирощування картоплі із параметрами комплексу відповідних машин за якої досягаються максимальні доходи господарства;

– встановлено залежність показників економічної ефективності процесів вирощування картоплі від виробничої площі культури;

**Практичне значення** результатів полягає у тому, що:

– розроблений алгоритм та графоаналітична модель дає змогу встановити функціональні показники ефективності у процесах механізованого вирощування картоплі;

– обґрунтовано площу культури за якої господарство отримає максимальний прибуток від переоснащення парку машин для вирощування картоплі;

– встановлені залежності показників економічної ефективності процесів механізованого вирощування картоплі є важливою підставою розроблення організаційно-технологічних рекомендацій сільськогосподарським підприємствам щодо переоснащення парку машин.

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

### **1.1. Аналіз умов господарювання ФГ "Петрика А.М."**

Фермерське господарство "Петрика А.М." використовує земельні, що віддавна використовувались як сільськогосподарського призначення у колишньому господарстві «Зоря», та було утворене на базі чотирьох інших колгоспів. Розташовується дане господарство на території Волинської області, у південно-західній його частині, а саме у Горохівському районі.

Центральна садиба розташована на віддалі 16 км від районного центру, а саме м. Горохів та за 25 км від обласного центру. Найближча залізнична станція знаходиться на віддалі 3 км. До цукрового заводу віддаль становить 7 км., до м'ясокомбінату – 14 км.

Селом пролягають автомобільні шляхи, а на віддалі близько 2 км – автомагістраль державного значення. Територія, що належить господарству характеризується великою кількістю земельних угідь призначених для кормового господарства. В навколишніх селах, проживає приблизно 2500 чоловік, а працездатного населення до 1 тис. чоловік. У господарстві на постійній основі працює 30 чол. Основні види продукції, що вирощуються у господарстві підприємство реалізує в районному центрі.

Головною постачальною базою запасних частин для господарства є районне РТП, спеціалізацією якого є ремонт тракторів моделей МТЗ-80/82 та Т-150/150К.

Виконавши аналіз сільськогосподарської продукції, що вирощує господарство можна зробити висновок – спеціалізація господарства є буряково-зернова із паралельно досить розвинутим тваринництвом.

Значна частина придатних для вирощування сільськогосподарських культур земель розміщена на незначних підвищеннях. Уся територія землекористування має чіткий мікрорельєф у вигляді незначних западин та низовин глибиною до 0,5-1,0 м, що є дещо ускладнює обробіток.

Господарство розмішена в зоні де природньо-кліматичні умови як правило характеризуються помірно-вологим кліматом з порівняно прохолодним сухим літом та м'якими зимами. Середньорічна температура повітря + 7,2°C. Найтеплішим місяцем року є липень та серпень, а найбільш холодними є січень та лютий. Як правило найнижчі температури були зафіксовані в січні (до -35 °C), однак бувають також і суттєві потепління до + 9 ° C. Нажаль такі явища негативно впливають на озимі культури.

Тривалість вегетації за наявною середньодобовою температурою +5°C в середньому становить 210 днів. Для отримання високих врожаїв постає завдання нагромадження та правильного використання вологи в ґрунті. За середньо статистичними даними річна сума опадів становить 586 мм. Значна кількість опадів випадає в літній період з червня по липень. Саме в період найбільш інтенсивного розвитку рослин та становить 80...90 мм.

Суттєве значення у збереженні в ґрунті вологи та розвитку (зимівлі) рослин відіграє сніговий покрив, його тривалість зазвичай становить 72 дні.

Відносна вологість повітря для літнього періоду становить 50...60%, а для осіннього – 60...70%. За результатами спостережень в середньому кількість опадів перевищує наявне природне випаровування. Отже, рослини є забезпеченими вологою впродовж всього вегетаційного періоду. На території господарства як правило переважаючими є північні та північно-західні вітри.

Означена кліматична зона характеризується в переважній більшості глинисто-піщаними, дерново-підзолистими та торф'яниками. Добра дернованість даних ґрунтів є обумовлена легким механічним складом. Однак, в посушливі роки відчувається нестача вологи. За вмістом поживних речовин дані ґрунти можна віднести до бідних – вміст гумусу становить 0,95...1,90% та знаходиться він у верхніх шарах ґрунтового профілю (10...20 см).

Отже, можна зробити висновок, що для території господарства притаманні помірні з достатньо вологим кліматом природньо-кліматичні умови. Що позитивно відображається на вирощуванні усіх сільськогосподарських культур які є районованими для даної кліматичної зони.



## 1.2. Аналіз земельних угідь та спеціалізації господарства

Основним напрямком господарювання ФГ «Петрика А.М.» як вже зазначалось є буряково-зерновий із паралельно досить розвинутим тваринництвом. Аналіз засвідчив, що значну частину сільськогосподарських угідь у структурі займає рілля.

Спеціалізація господарства та структура земельних угідь підприємства є відображенням складу ґрунтів. Відносно структури посівних площ слід зазначити, що основну частину як правило займають зернові культури (таблиця 1.1. та рис. 1.1).

Таблиця 1.1 – Структура посівних площ ФГ (станом на 2021р)

Культури	201 <sup>о</sup>		202 <sup>о</sup>		202 <sup>1</sup>	
	Площа посіву, га	Структура, %	Площа посіву, га	Структура, %	Площа посіву, га	Структура, %
Зернові і бобові	175	47,2	160	43,1	150	40,4
В т.ч. озимі зернові	80	21,6	65	17,5	70	18,9
Ярий ячмінь	75	20,2	70	18,9	60	16,2
Гречка	20	5,4	25	6,7	20	5,4
Картопля	40	10,8	55	14,8	65	17,5
Однорічні трави	6	1,6	6	1,6	6	1,6
Цукрові буряки	80	21,6	75	20,2	80	21,6
Кукурудза на силос	40	10,8	50	13,5	40	10,8
Кормові буряки	30	8,1	25	6,7	30	8,1
<b>РАЗОМ</b>	<b>371</b>	<b>100,0</b>	<b>371</b>	<b>100,0</b>	<b>371</b>	<b>100,0</b>

Можна стверджувати, що такий розподіл посівних площ (див.табл.1.1) є притаманний для господарства з означеним напрямком господарювання. Таблиця 1.1 показує, що основна площа посів знаходиться під зерновими культурами, кукурудзою на силос, цукровими буряками та картоплею. Близько 40% від загальної площі ріллі складають посіви зернових та бобових. Орієнтовно середню частину площ підпадає під картоплю (18%).

В таблиці 1.2. наведено динаміку показників урожайності основних сільськогосподарських культур фермерського господарства (рис. 1.2).

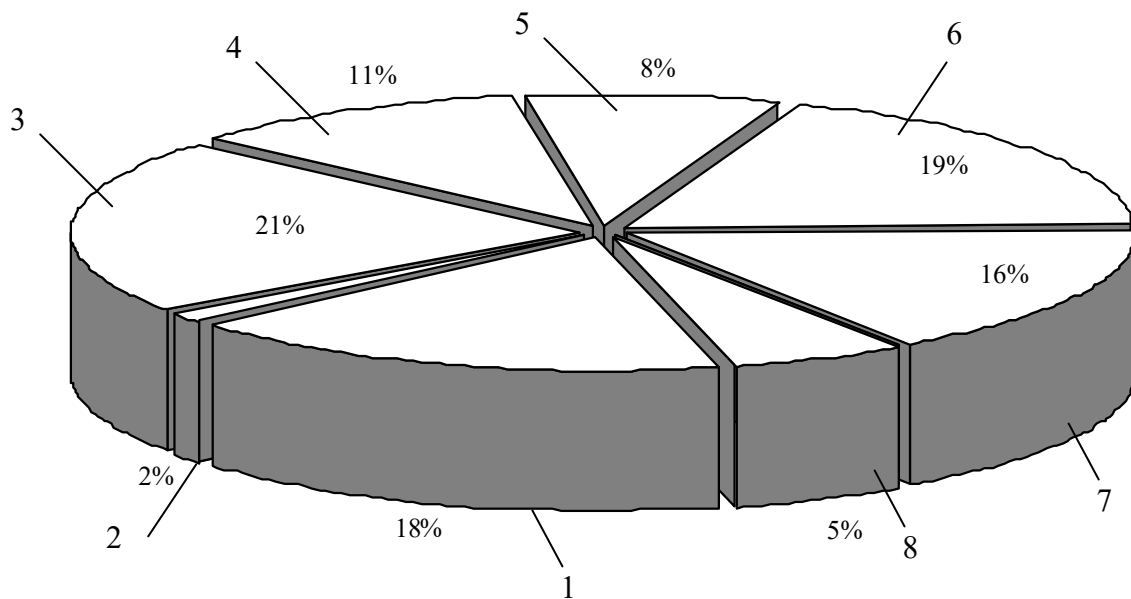


Рисунок 1.1 – Структура культур у ФГ «Петрика А.М.»: 1 – картопля; 2 – однорічні трави; 3 – цукрові буряки; 4 – кукурудза на силос; 5 – кормові буряки; 6 – озимі зернові; 7 – ярий ячмінь; 8 – гречка.

Таблиця 1.2 – Врожайність основних сільськогосподарських культур

Сільськогосподарські культури	РОКИ		
	2019	2020	2021
	Урожайність ц /га	Урожайність ц /га	Урожайність ц /га
Зернові	28,6	30,7	33,3
Цукрові буряки	352	326	334
Картопля	197	185	176
Кормові коренеплоди	421	401,7	406
Кукурудза на силос	350,7	347,4	354,5

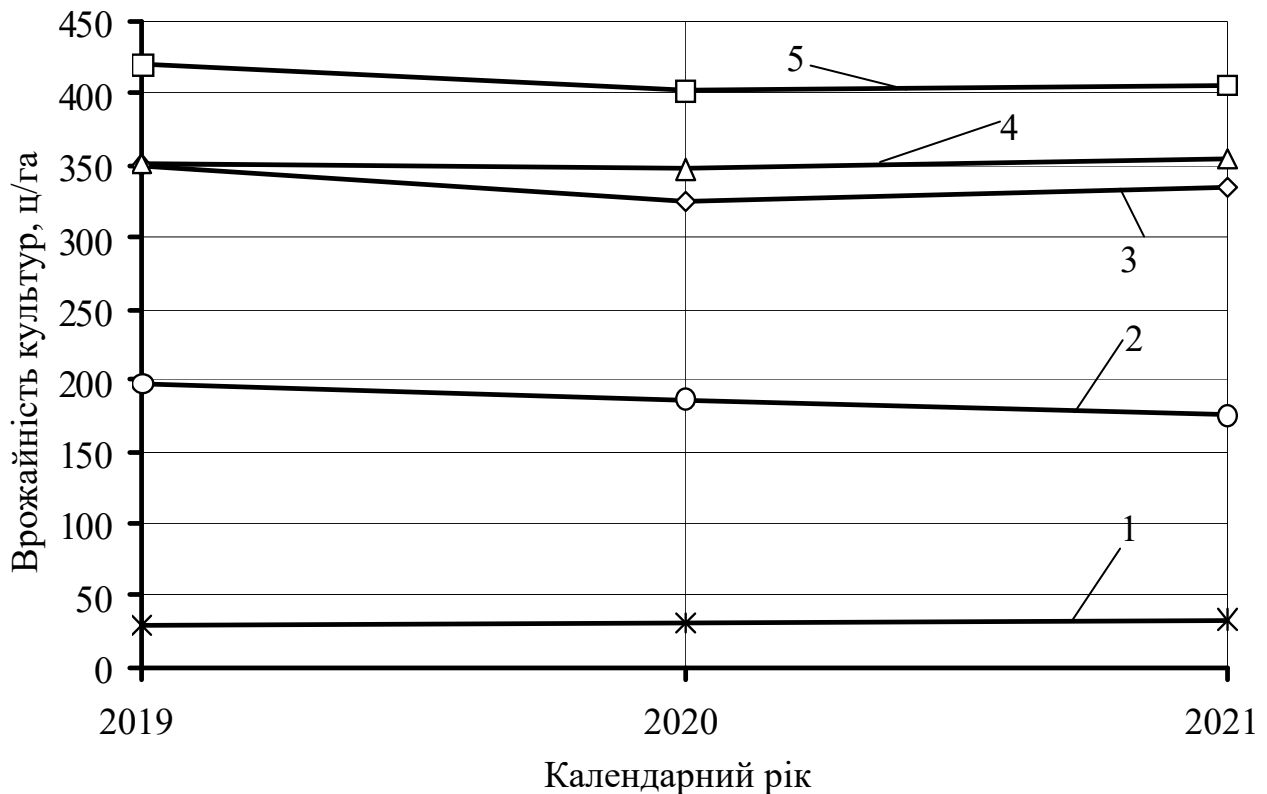


Рисунок 1.2 – Динаміка врожайності головних сільськогосподарських культур: 1 – зернові; 2 - картопля; 3 – цукрові буряки; 4 – кукурудза на силос; 5 – кормові коренеплоди.

Аналіз врожайності головних сільськогосподарських культур засвідчив, що в 2020 році спостерігався помітний її спад. Однак, на загал за період спостережень (три роки) врожайність культур відрізнялась не суттєво. Серед усіх культур помітне зниження врожайності спостерігалось тільки у картоплі.

### **1.3. Аналіз парку машин для вирощування картоплі та обґрунтування потреби в переоснащенні парку машин**

Машинно-тракторний парк господарства розміщений на території господарського двору (табл. 1.3). У господарстві також розміщені: майстерня по ремонту і технічному обслуговуванню тракторів та сільськогосподарських

машин, відділ складування запчастин, резервуари для зберігання паливо-мастильних матеріалів, бокс для зернозбиральних комбайнів, площадка для зберігання сільськогосподарської техніки.

Ремонтна майстерня має: ковальський, токарний і зварювальний відділи, склад запасних частин. До оснащення майстерні входять: кран-балка, токарно-гвинторізний верстат, свердлильно-фрезерний і обдирочно-шліфувальний верстати, ковальський горн, одномістовий зварювальний трансформатор і інші прилади та пристрої.

Таблиця 1.3 – Стан тракторного парку господарства

Марка трактора	К-ть тракторів фізичних	Коеф. переводу в ум. ет. тр	К-ть ум. ет. тр-в $n_{тр}$	Ефективна потужність двигунів $N_e$ , кВт	Сумарна потужність двигунів, кВт	Клас тяги кН
Трактори загального призначення						
Т-150К	2	1,65	3,3	121,4	242,8	30
Універсально-просапні трактори						
МТЗ-82	3	0,73	2,92	55,2	165,6	14
ЮМЗ-6АКЛ	2	0,6	1,2	44,2	88,4	14

Аналіз таблиці 1.3. переконує у тому, що господарство забезпечене тракторами. Недоліком в комплектуванні тракторного парку є те, що серед універсально-просапних тракторів є машини різних марок, що утруднює процес їх постачання запасними частинами.

Відповідно до спеціалізації господарства і культур що вирощуються, підприємство оснащено комплексом сільськогосподарських машин, котрі наведені в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 – Склад парку сільськогосподарських машин

Назва машини	Марка машини	Кількість машин $n_m$ , шт	Робоча ширина захвату $B_p$ , м	Сумарна робоча ширина захвату $\Sigma B_p$ , м
1	2	3	4	5
<b>Ґрунтообробні машини</b>				
Плуг	ПЛН-5-35	2	1,75	3,5
	ПЛН-3-35	1	1,05	1,05
	ПН-4-40	1	1,2	1,2
Луцильник	ЛДГ-10	1	10,0	10
	ЛДГ-5	1	5,0	5
	БДН-3	1	3,0	3
Борона	БД-10	1	10	10
	БДН-3	2	3,0	6,0
	БУТС-1,0	4	1,0	4,0
	БЗСС-1,0	4	1,0	4,0
	БЗСЛ-1,0	4	1,0	4,0
Борона	ЗБТУ-1,0	4	1,0	4,0
Коток	ЗККШ-6	1	6,1	6,1
	ЗКВГ-1,4	1	4	4
Культиватор	КПС-4	2	3	6
	КРН-5,6	2	5,6	11,2
	КОН-2,8ПН	2	2,8	5,6
<b>Посівні і садильні машини</b>				
Сівалка	СЗ-3,6	2	3,6	7,2
	СЗУ-3,6	1	3,6	3,6
	СЗТ-3,6	1	3,6	3,6
	ССТ-12Б	2	5,4	10,8
	СУПН-8	2	5,4	10,8
	СПЧ-6	1	4,2	4,2
Картопле-саджалка	СМ-4Б	1	2,8	2,8
	КСМ-4	2	2,8	5,6
<b>Машини для внесення і підживлення добривами</b>				
Подрібнювач	ИСУ-4	1	-	-
Розкидач органічних добрив	РОУ-5	2	6,0	12,0
	ПРТ-10	1	7,0	7,0
Розкидач рідких добрив	РЖТ-4	1	10,0	10,0
	РЖТ-8	1	10,0	10,0

1	2	3	4	5
Машини для хімічного захисту рослин				
Обприскувач	ОП-2000	1	-	-
	ОПШ-15	1	16	16
Агрегат для приготування розчину Протруювач Транспортування розчину	АПЖ-12	1	-	-
	ПСШ-3	1	-	-
	ПС-10	1	-	-
	ЗЖВ-1,8	1	-	-
Машини для збирання зерна				
Комбайн	СК-5 „Нива”	5	5	25
	Дон-1500			
Жатка	ЖВН-6	2	8	16
	ЖСК-4	2	6	12
		3	4,2	12,6
Копновоз	КУН-10	1	-	-
Волокуша	ВТУ-10	2	-	-
Фуражир	ФН-1,4	1	1,4	1,4
Стогодклад	ПФ-0,5	2	-	-
Машини для збирання картоплі				
Скошувач бадилля	КИР-1,5	1	1,5	1,5
Комбайн	ККУ-2А	2	2,1	4,2
Сортувальний пункт	КСП-15Б	1	-	-
	КСП-25Б	1	-	-
Транспортер	ТЗК-30	1	-	-
Машини для збирання силосних культур				
Комбайн	КСК-100	2	4,2	8,4
Косарка	КС-1,8	1	1,8	1,8
	КПС-5Г	1	5,0	5
	КПИ-2,1	1	2,1	2,1
Машини для збирання сіна				
Косарка	КТП-6	1	6,0	6,0
	КС-2,1	1	3,1	2,1
	КРН-2,1	1	2,1	2,1
	КИР-1,5	1	1,5	1,5
Граблі Прес-підбирач	ГВК-6	1	6,0	6,0
	ПС-1,6	1	1,6	1,6
	ПСП-1,6	1	1,6	1,6

1	2	3	4	5
<b>Машини для збирання буряків</b>				
Бурякозбиральний комбайн	МКК-6-02	1	2,7	2,7
	КС-6Б	2	2,7	5,4
Навантажувач	СПС-4,2	1	-	-
Гичкозбиральна машина	БИ-6Б	2	2,7	5,4
<b>Інші машини</b>				
Зчіпка	СГ-21	1	-	-
	1ПТС-4М-785А	3	-	-
Тракторні причепи	2ПТС-4-887А	2	-	-
	ПЭ-0,8Б	1	-	-
Змішув. та навант. мінд.	СЗУ-20	1	-	-

Дані таблиці 1.4. вказують на те, що у ФГ „Петрика А.М.” є досить значна кількість технічних засобів для виконання процесу механізованого вирощування сільськогосподарських культур. Однак, більша їх кількість відпрацювала свій моторесурс та потребує оновлення, а парк машин капітального переоснащення. Таким чином, переоснащення парку машин для механізованого вирощування культур носить актуальне та важливе значення.

#### **1.4. Аналіз методів та моделей дослідження показників ефективності механізованих процесів у рільництві**

Розв'язок задачі визначення необхідної кількості тракторів і сільськогосподарських машин для встановленого обсягу механізованих робіт під різні культури отриманий Б.С. Свірцевським, який базується на графіках машиновикористання.

Розрахунок необхідної кількості машинних агрегатів для виконання кожної із технологічних операцій виконують за формулою [28].

$$n \geq \frac{S}{W \cdot t \cdot D}, \quad (1.1)$$

де  $S$  – обсяг робіт (площа);  $W$  – годинна продуктивність агрегату;  $t$  – тривалість роботи в добу, год.;  $D$  – допустима тривалість виконання операції, діб.

Необхідну кількість тракторів визначають за графіком машиновикористання, для вирівнювання якого пропонується [1, 2] корегувати послідовність окремих робіт відповідно до агрегатів, що використовуються на цих роботах. Однак, такі методи розрахунків базуються на припущеннях, що значною мірою ідеалізують перебіг реального процесу. Зокрема, множина механізованих робіт розглядається як детермінована система із певною “допустимою” тривалістю виконання окремих операцій.

Загальна постановка задачі оптимізації агрегатів наведена Ю.К. Кіртбая [15]. Обґрунтування оптимального агрегату проводиться на підставі припущення, що швидкість руху агрегату може бути однозначно заданою або розрахованою, виходячи з технічних параметрів трактора та ширини сільськогосподарської машин. Зокрема, стверджується, що за розробленим методом можливе визначення оптимального складу агрегату для кожного із видів технологічних операцій та умов їх виконання.

Вищенаведені моделі є ефективним інструментом для виконання досліджень, але із одним припущенням, що системи, які розглядаються, є простими та замкнутими. Використання детермінованих аналітичних методів є достатньо зручним інструментом, за умови якщо необхідно отримати орієнтовні результати із невисокою точністю, а тому їх використання є досить зручним для інженерних розрахунків. Для більш складних систем, де оптимізація машинних агрегатів є проміжним етапом дослідження, точність запропонованих методів є недостатньою.

Окремі науковці [27], для обґрунтування оптимального парку машин пропонують використовувати модель підприємства, яка складена як задача змішано-цілочисельного програмування. За цією моделлю враховуються наявні ресурси підприємства, можливості вирощування різних культур відповідно до



розвитку різних галузей тощо. Цільовою функцією здійснюється пошук максимального значення чистого прибутку. На підставі такої моделі встановлюють потребу доукомплектування підприємства технікою; доцільні параметри машин; можливість збільшення чистого прибутку внаслідок найму чи звільнення робітників; запровадження інтенсивних технологій; впливу надійності техніки на чистий прибуток підприємства.

Л.В. Канторовіч [13] пропонує використання евристичних методів оптимізації парку машин на базі типових СГП, а формування параметрів системи здійснювати на підставі експертних оцінок щодо ефективності нових технічних засобів та автоматизованих розрахунків для типових СГП, зон та галузі загалом. В.А. Кушніров та Е.А.Фінн [16] запропонували додати до моделі системи машин підмоделі для прогнозування розвитку параметрів окремих машин.

Дещо інший підхід запропоновано в праці І.А. Лазарева [14], де проектування системи машин здійснюється на підставі оптимізації процесу обслуговування вимог підприємства на виконання окремих технологічних операцій. Кожен такий процес розглядається як граф послідовних перетворень предмета праці, що уможливорює пошук оптимального варіанту процесу з мінімальним значенням сумарного показника його оцінки.

В.Д. Саклаков та В.П. Сергеев [26] рекомендують визначати агротехнічно-оптимальні терміни виконання механізованих робіт у два етапи: 1 – обґрунтування початку робіт; 2 – техніко-економічне обґрунтування тривалості механізованих робіт.

Економічно-доцільна тривалість роботи машини на полі визначається за умови досягнення мінімуму сумарних витрат на одиницю виконуваної роботи:

$$P = U_1 + U_2 + P_y, \quad (1.2)$$

де  $P$  - сумарні затрати на виконання роботи агрегатом та втрати підприємства через недобір врожаю, грн/га;  $U_1$  - затрати на реновацію техніки, грн/га;  $U_2$  - пропорційні технологічні затрати (паливо, зарплатня, ремонти, технічне обслуговування тощо), грн/га;  $P_y$  - втрати через недобір врожаю, грн/га.

Втрати підприємства через недобір врожаю визначають за наступною формулою:

$$P_y = K_{II} \times U \times C_{II} \times D_p, \quad (1.3)$$

де  $K_{II}$  - коефіцієнт, що враховує втрати врожаю через перевищення оптимальної тривалості роботи на 1 добу;  $U$  - врожайність культури, ц/га;  $C_{II}$  - закупівельна ціна продукту, грн/ц;  $D_p$  - оптимальна тривалість виконання даної роботи, діб.

Перетворенням нескладних виразів (1.2, 1.3, 1.4) автори вивели наступну залежність, яка уможливорює визначення економічно-доцільної тривалості роботи:

$$D_p^{opt} = \sqrt{\frac{C_b \times \alpha \times \gamma}{100 \times K_{II} \times U \times C_{II} \times W_{дн}}}, \quad (1.4)$$

Обсяги втрат біологічного врожаю сільськогосподарської культури значною мірою залежить від тривалості виконання тих чи інших технологічних операцій із вирощування культури. Обґрунтуванням термінів початку польових робіт, а також їх впливу на врожайність сільськогосподарських культур займалися багато науковців – Е.С. Уланова [37], А.Н. Деревянко, Л.К. Пятовская [25] та багато інших вчених.

Такі вчені як Ю.К. Кіртбая [15], І.Л. Чабаненко [40], В.Д. Саклаков, М.П. Сергеев [26], А.Т. Табашніков, вважають, що поточна урожайність сільськогосподарської культури на полі описується рівнянням вигляду:

$$U_i = AD_i^2 + BD_i + U_o, \quad (1.5)$$

де  $A, B, U_o$  - параметри рівнянь, які мають розмірності відповідно  $\frac{ц}{га \times день^2}$ ,

$\frac{ц}{га \times день}$ ,  $\frac{ц}{га}$ ;  $D_i$  - тривалість роботи на полі, діб.

М.К. Діденком, В.Д. Гречкосієм та І.І. Мельником [8] розроблена математична модель, котра дає змогу оптимізувати комплекс машин в залежності від обсягів вирощування сільськогосподарських культур у підприємстві. В основі розробленого методу є встановлення такого обсягу площ

за якого приведені витрати та витрати праці на виконання механізованих операцій різко знижуються й набувають мінімальних та сталих значень. На підставі цього методу у роботі С.М. Бондара, для комплексу машин обґрунтовуються обсяги з основного обробітку ґрунту в системі змодельованої сівозміни.

Використання цього методу уможливорює комбіноване вирішення задачі обґрунтування складу комплексів машин і структури машинного парку в єдиному системному взаємозв'язку: технологія – машинні агрегати – комплекси машин – машинно-тракторний парк – машинно-технологічні станції, однак характеризується багатьма недоліками. До основних із них відносимо: 1) використання розроблених моделей дає змогу отримати лише межі раціональних обсягів із основного обробітку ґрунту для окремого комплексу машин; 2) не враховуються втрати врожаю культури через запізнення із виконанням технологічних операцій механізованого процесу вирощування культури.

Велика кількість вчених досліджуючи механізовані процеси рільництва, приходять до висновку про неадекватне їх відображення за допомогою детермінованих моделей та необхідність врахування дії імовірного характеру чинників процесу виконання технологічних операцій на полі. Оскільки адекватно описати складні технологічні процеси детермінованими моделями практично неможливо, тому дослідники широко використовують методи імітаційного моделювання [18].

У роботі Є.І. Ціпа [38] використано статистичне імітаційне моделювання механізованого процесу збирання ранніх зернових культур із врахуванням стохастичності часу досягання сільськогосподарських культур, виникнення погожих та непогожих проміжків, а також добової продуктивності комбайна. Технологічна ефективність використання комбайна обґрунтовується на підставі питомих сукупних витрат підприємства – питомих втрат через несвоєчасність збиральних робіт та питомих зведених витрат. Вартісну оцінку

втрат підприємства через несвоєчасність робіт виконують на підставі фізичного показника – обсягів несвоєчасно зібраних площ [18, 38].

Науково-методичні основи, на яких базуються чинні методи й моделі дослідження механізованих процесів рільництва, на жаль, не враховують сукупної дії головних груп чинників ефективності процесу вирощування культур. Особливістю цієї системи є те, що запізнення із виконанням технологічних операцій механізованого вирощування культури зумовлює втрати врожаю та, відповідно, зниження показників ефективності процесу.

Врахування зазначених особливостей процесу механізованого вирощування культури є підставою розроблення адекватних моделей та встановлення об'єктивних показників ефективності використання відповідних комплексів машин.

## **Висновки до розділу 1**

1. Спеціалізація ФГ „Петрика А.М.” є буряково-зернового напрямку із розвитком тваринництва. Значна площа посів відводиться під зернові культури, цукрові буряки, кукурудза та силос і багаторічні трави. Посіви зернових і бобових складають 40% від загальної площі ріллі. Порівняно середню частину площ займає картопля (18%).

2. Аналіз парку машин ФГ „Петрика А.М.” є досить значна кількість технічних засобів для виконання процесу механізованого вирощування сільськогосподарських культур. Однак, більша їх кількість відпрацювала свій моторесурс та потребує оновлення, а парк машин капітального переоснащення. Таким чином, переоснащення парку машин для механізованого вирощування культур носить актуальне та важливе значення.

3. Науково-методичні основи, на яких базуються чинні методи й моделі дослідження механізованих процесів рільництва, на жаль, не враховують сукупної дії головних груп чинників ефективності процесу та особливі властивості виробничої системи вирощування картоплі.

## 2. НАУКОВО-МЕТОДИЧНІ ЗАСАДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ВИРОБНИЧИХ СИСТЕМ

### 2.1. Аналіз агротехнічних вимог вирощування картоплі

Аналіз біологічних особливостей картоплі засвідчив, що завдяки її слаборозвиненій кореневій системі виникає потреба у постійній наявності значного об'єму кисню в ґрунті під час розвитку столонів та нарощуванні маси бульб. Беручи до уваги досить короткий період вегетації, картоплю необхідно розміщувати відповідно на родючих ґрунтах, що мають легкий механічний склад. В зоні Лісостепу кращими для картоплі є суглинкові ґрунти чорноземного типу, а в зоні Полісся – це дерново-підзолисті ґрунти [12].

Керуючись багаторічним досвідом вирощування картоплі на присадибних ділянках показав, що вона належить до рослин, які слабо реагують на сівозміну. Проте переважна більшість агрономів-практиків схиляється до думки, що врожайність картоплі тим стабільніша та вища, чим відповідно рідше дана культура висаджується на одній та тій же ділянці. Для вирощування картоплі для зони Лісостепу та Полісся найкращими попередниками для неї є зернобобові та озимі культури.

Головним завданням обробітку ґрунту під картоплю – це є створення розпушеного шару, в якому вільно без перешкод могла поширюватися коренева система та сформуватися бульби. Тому рекомендованою слід вважати об'ємну масу орного шару для піщаних ґрунтів  $1,3...1,4 \text{ г/см}^3$ , та відповідно для суглинкових  $1,2 \text{ г/см}^3$ . Для того щоб отримати такі показники, господарству необхідно виконати наступні технологічні операції: луцення стерні (якщо попередник зернові культури), оранку та передпосадкову підготовку.

Луцення стерні має здійснюватися на визначену глибину розпушення, має бути витримана повнота підрізання та достатнє подрібнення бур'янів, а також якісне загортання післяжнивних решток з одночасним вирівнювання поверхні поля. Дану технологічну операцію здійснюють на глибину  $6...8 \text{ см}$ ,

одразу після завершення збирання зернових культур. Якщо є потреба у знищенні багаторічних кореневих і коренепаросткових бур'янів тоді відповідно глибину лушення збільшують до 12...15 см. Лушильники типу ЛДГ (дисккові) забезпечують достатньо задовільну якість виконання роботи при необхідному зволоженні відповідно на ґрунтах легкого механічного складу. У боротьбі з бур'янами на посівах картоплі можна застосовувати також і гербіциди. Однак кращих результатів в боротьбі з коренепаростковими та кореневидними бур'янами все-таки дає лушення стерні.

Достатньо широкого застосування в даний час набуло садіння картоплі у попередньо сформовані гребені. Які нарізують висотою 16...18 см культиваторами КОР-4,2 або КРН-4,2. Для цього на культиватор попередньо закріплюють сім лап-підгортачів. Крайні підгортачі які виконують роль маркерів встановлюють на глибину 5...6 см. Відповідно перший прохід здійснюють по вітці, а для наступних трактор ведуть по крайній борозні нарізуючи при цьому за кожний прохід по чотири гребені, а три підгортачі відповідно йдуть повторно по нарізаних гребенях. За такого способу підготовки стикові міжряддя відсутні. Нарізку гребенів на чорноземних ґрунтах, рекомендують здійснювати восени одразу після зяблевої оранки. При цьому гребені нарізають висотою 18-20 см.

Необхідною умовою отримання високих та сталих врожаїв картоплі є використання добрив. Надзвичайно важливими для отримання високого врожаю картоплі є органічні добрива. Які одночасно із забезпеченням рослин елементами живлення, підвищують біологічну активність ґрунту та сприяючи покращенню його фізичного стану.

Для Лісостепової зони оптимальною нормою внесення органічних добрив є 30...40 т/га. Найкращим періодом для внесення органічних добрив є осінь. На даний час, коли підстилкового гною є недостатньо, рекомендується інтенсивніше застосовувати зелені добрива. Одночасно з такими сидератами як: озиме жито, люпин, ріпак, а в останній час все інтенсивніше висівають гірчицю кормову, гірчицю білу, редьку олійну та суміші даний культур з горохом.

Встановлено, що застосування сидератів за своєю ефективністю прирівнюється до внесення 30...40 т/га гною. [18].

Садіння картоплі здійснюють орієнтуючись на дозрівання ґрунту, температура його на глибині 10 см повинна становити плюс 6...8°C. В першу чергу для одержання ранньої продукції висаджують вже пророщені бульби ранніх сортів. Наступним етапом є садіння картоплі на насінницьких ділянках та відповідно товарних площах.

За гребеневого способу садіння бульби загортаються на глибину 6...8 см від вершини гребеня, а на легких ґрунтах відповідно на 2...3 см глибше. Як правило дрібні бульби висаджують на 2...3 см мілкіше у порівнянні з бульбами масою 50...80 г.

Також однією з головних умовою одержання високих урожаїв є забезпечення необхідної густоти насаджень: у період збирання на продовольчих посівах вона становить 45...50 тис. кущів на 1га., а на насінницьких 50...55 тис. кущів на 1га. Беручи до уваги схожість бульбин та загибель певної частки рослин в процесі догляду кількість бульб під час садіння збільшують на 10...14 %, дотримуючись схеми садіння від 70x20 до 70x30 см.

Належний догляд за насадженнями у відведені на це терміни потенційно може підвищити врожайність на 20%. Перший обробіток проводиться на 7...12-й день після садіння, залежно від погодних умов та фізичного стану ґрунту. Зазвичай в період догляду за посівами проводять 2...3 міжрядних обробітки до та 2...3 відповідно після появи сходів. За появи бур'янів на гребенях посадки необхідно виконати їх присипання. Сходи картоплі середньо- та пізньостиглих сортів присипають на 6...8 см, а відповідно ранньостиглі сорти присипають за умови появи сходів. За умови присипання у більш пізні строки знижується об'єм раннього врожаю.

Шкідники та хвороби спричиняють суттєвий недобір врожаю, зниження якості та втрати врожаю. Особливо значної шкоди завдають колорадський жук та фітофтороз. Тому боротьбу з шкідниками та хворобами слід вважати одним із основних резервів підвищення врожайності та підвищення якості врожаю.

Завершальним етапом вирощування картоплі є її збирання та зберігання. Розпочинати його слід тоді, коли шкіра на бульбі перестане лущитися. З метою підвищення ефективності роботи збиральної техніки попередньо виконують скошування бадилля. Найкращий періодом для збирання картоплі вважають коли температура ґрунту є вища 10°C. Зібраний врожай витримують 2...3 тижні в тимчасових кагатах, що дає змогу бульбам отримати лікувальний період в сприятливих умовах. Наступним етапом є сортування бульб на фракції, видаленню ушкоджених та хворих та поступове закладання їх на зберігання. Насіневу картоплю зберігають за темп.ератури плюс 3...5°C, а продовольчу 1...3°C.

## **2.2. Класифікація чинників ефективності механізованого процесу вирощування картоплі**

Ефективність використання ( $E$ ) будь-якого комплексу машин спричинена сукупною дією певної множини чинників, які можна класифікувати на такі групи:

- агрометеорологічну ( $A_m$ );
- предметну (агрофонову ( $A_f$ ) та природно-рельєфну ( $Pr$ ));
- технологічну ( $T_l$ );
- технічну ( $T_n$ );
- організаційну (тактичну ( $O_t$ ) й стратегічну ( $O_c$ ));

$$E = f(A_m, Pr, A_f, T_l, T_n, O_c, O_t). \quad (2.1)$$

Агрометеорологічний чинник – це вплив атмосферних явищ на земну поверхню, що виражається опадами (злива, град, роса тощо), вологістю повітря, заморозками, вітром, хмарністю, тощо. Агрометеорологічні умови унеможливають або навпаки уможливають роботу машинних на полі. Оподи, поява яких є спричинена дією агрометеорологічних умов, призводить до того, що вологість ґрунту та наявних на ньому культур підвищується. В результаті чого, подальше виконання технологічного процесу є унеможливленим.



Випаровування надмірної вологи спричинене прогріванням повітря після припинення опадів, появи вітру тощо. І як наслідок відновлення сприятливих умов для продовження виконання технологічних операцій.

Природно-рельєфний чинник – під ним розуміємо поле певної площі, конфігурації та рельєфу. Його можна охарактеризувати такими показниками, як: густиною культур, довжиною гону, ухилом поля, наявністю бур'янів тощо. Необхідність у врахуванні даного чинника спричинена залежністю експлуатаційних показників МТА від параметрів даного чинника. А саме, конфігурація, довжина гону, ухил поля, наявність перешкод, ярів тощо, здійснює вплив на тривалість виконання технологічних операцій, а відповідно на продуктивність машини.

Природно-рельєфний та агрофоновий базиси є складовими предметного базису.

Агрофоновий чинник – це наявний ґрунт та рослини (наземні та підземні їх частини), що знаходяться на полі в момент виконання технологічної операції обробітку ґрунту. Наявний ґрунт характеризується: типом, ступенем окультуреності (товщина орного шару, наявність поживних речовин тощо), агрофізичними властивостями (загальними та фізико-механічними) тощо [29, 30]. Слід зауважити, що дія агрофонового чинника для різних типів ґрунту є різною, що зумовлене механічним складом ґрунту, наявністю рослинних решток, структурністю, вологістю тощо. Вихідний стан агрофону залежить від попередніх робіт, які виконувались на даному полі. І як наслідок в процесі виконання нової технологічної операції отримують якісно інший стан агрофону. В свою чергу він є вихідним для іншої наступної операції і т.д.

Технологічний чинник – під ним розуміємо можливі технології реалізації механізованого процесу вирощування культури. Під технологією розуміємо знання про перетворення предмета праці з одного якісного стану в інший. Вона характеризується: змістом, послідовністю та терміном виконання передбачених нею технологічних операцій, а також ефектом від її застосування. Під час вибору технології для вирощування культури необхідно враховувати

зумовлений наявністю технічних засобів в СГП для їх реалізації, попередником, типом ґрунту, тощо.

Під технічним чинником розуміємо конкретну машину чи машинний агрегат, що характеризується відповідно такими показниками: потужністю двигуна, шириною захвату, кількістю одночасно виконуваних операцій, надійністю тощо. Результати показників виконання технологічних операцій окремим агрегатом чи машиною суттєво залежать від предметного чинника (природно-рельєфних умов та агрофону), а також агрометеорологічних умов для періоду часу коли виконуються технологічні операції, що відповідно зумовлює їх імовірнісні показники.

Також виникає необхідність у виділенні такої суб'єктивної складової технологічного процесу механізованого вирощування визначеної культури, яка входить до організаційної групи чинників, а саме: організаційно-тактичні та організаційно-стратегічні чинники.

Під організаційно-тактичними чинниками слід розуміти обґрунтовані дії оператора впродовж виконання технологічної операції відповідно до ситуацій, які можуть виникнути під час виконання роботи. Організаційно-тактичні дії зі сторони оператора, який здійснює виконання технологічних операцій на полі полягають у виборі способу руху, типів розвороту, швидкості руху та ін. Відповідні рішення оператора безпосередньо впливають на продуктивність.

Організаційно стратегічні чинники це обґрунтовані заходи керівника, які ґрунтуються на його досвіді та компетентності відносно дій та стратегій розвитку підприємства враховуючи внутрішні та зовнішні умови господарювання.

До внутрішніх відносяться стан підприємства та можливість виконання фінансових операцій, зміни структури посівних площ, винайму техніки, тощо. Стан підприємства також характеризується наявністю техніки та її технічним рівнем, спроможністю до підвищення рівня техніко-технологічного стану, відповідного ресурсного забезпечення, потенційною можливістю його розширення, кількістю та рівнем підготовки фахівців тощо.

Зовнішні умови господарювання – це групи чинників, які не мають безпосереднього впливу на технологічний процес вирощування культури: соціальні, інформаційні, ринково-кон'юнктурні, правові, фінансові тощо. За можливістю впливу на чинники вони їх можна об'єднати у такі групи: керовані, некеровані та частково керовані (табл. 2.1).

Таблиця 2.1 – Аналіз чинників ефективності процесів вирощування картоплі [28, 34]

№ з/п	Чинники	Характеристики	Керованість
1	Агрометеорологічний	Заморозки, опади, вологість повітря, рух атмосферних фронтів тощо	-
2	Агрофоновий	Тип ґрунту, його фізико-механічні властивості, наземні і підземні рослини тощо	±
3	Природно-рельєфний	Конфігурація, ухил, площа поля тощо.	±
4	Технологічний	Технологія що використовується для вирощування культури, набір технологічних операцій тощо.	+
5	Технічний	Машинно-тракторний агрегат із технічними характеристиками тощо.	+
6	Організаційно-стратегічний	Спеціалізація господарства, структура посівних площ тощо.	+
7	Організаційно-тактичний	Ситуаційні дії тракториста, керівника, вибір способу руху агрегату, його швидкості тощо.	+

Керована група чинників включає: організаційний (тактичний та стратегічний), технічний та технологічний. Відповідно до некерованих відносимо агрометеорологічну групу чинники.

До частково керованих відносимо агрофоновий та природно-рельєфний. Некерованість пояснюється природним походженням типу ґрунту, ухилом поля, вологістю рослин, полеглістю тощо. Відповідно керованість – можливістю впливу на площі полів їх конфігурацію тощо.

Опис сукупного впливу означених груп чинників на технологічний процес механізованого вирощування картоплі уможливорює визначення об'єктивних показників ефективності використання наявних виробничо-технічних ресурсів СГП.

### 2.3. Функція мети узгодження виробничої площі із параметрами комплексу машин

Використання критерію вартісної оцінки для узгодження виробничої програми підприємства із параметрами комплексу машин для механізованого вирощування картоплі уможливорює виконання оцінки ефективності використання виробничо-технічних ресурсів.

Під вартісним критерієм розуміємо – чистий прибуток ( $Ч_n$ ) підприємства від виконання всього обсягу механізованих робіт вирощування картоплі та її реалізації.

Узгодження означених показників буде здійснюється шляхом пошуку відповідно оптимальної виробничої площі вирощування картоплі за якої вартісний критерій досягає свого екстремуму.

Оптимальну виробничу площа вирощування картоплі ( $S_p^{opt}$ ) для певного комплексу МТА будемо приймати за умови, якщо  $Ч_n$  набуває максимального значення:

$$\Phi[\{S_p\}^{opt}] = Ч_n \rightarrow \max . \quad (2.2)$$

Встановлення екстремуму функції, за якого  $Ч_n$  буде набувати максимального значення буде здійснюється методом ітерацій.

Зміст означеного методу полягає в виконанні покрокових розрахунків головних фізичних показників ефективності процесу механізованого вирощування картоплі для різних значень виробничої площі культури та заданої потужності парку спеціалізованих машинних агрегатів.

З метою здійснення вищенаведеного розробляється аналітична модель процесу, в якій враховуються агротехнічні вимоги до виконання передбачених технологічних операцій, продуктивність та погектарна витрата палива машинних агрегатів, а також дасть змогу встановлення об'ємів несвоєчасно виконаних робіт.

Нами запропоновано алгоритм цієї моделі, що описаний в п. 3.3.

## Висновки до розділу 2

1. Ефективність процесу механізованого вирощування картоплі в значній мірі залежить від дії чинників процесу, які потрібно враховувати під час виконання узгодження виробничої площі із параметрами комплексу машин для вирощування картоплі.

2. Узгодження виробничої площі із параметрами комплексу машин для вирощування картоплі потрібно виконувати керуючись вартісним критерієм, а саме, чистий прибуток підприємства від виконання всього обсягу механізованих робіт вирощування картоплі та її реалізації.

3. Виконаний системний аналіз механізованого процесу вирощування картоплі уможливив встановлення відповідності площі вирощування картоплі із параметрами комплексу машин за якої виникає можливість отримання максимального доходу.

4. Використання методу ітерацій дає змогу здійснити покроковий розрахунок головних фізичних показників ефективності процесу механізованого вирощування картоплі за певних значень виробничої програми та означеного парку машинних агрегатів.

### **3. МЕТОДИКА ВИРОБНИЧИХ ЕКСПЕРИМЕНТІВ ТА ЇХ МАТЕМАТИЧНОГО ОПРАЦЮВАННЯ**

#### **3.1. Загальна програма та методика досліджень**

Встановлення відповідності між виробничою площею картоплі у господарстві із параметрами комплексу спеціалізованих машин виконано на підставі загальної програми досліджень:

1. Аналіз чинних методів обґрунтування ефективності комплексів машин сільськогосподарського виробництва.

2. Аналіз науково-методичних підстав управління виробничо-технічними ресурсами.

3. Аналіз теоретичних основ розкриття сукупної дії чинників ефективності процесу механізованого вирощування сільськогосподарських культур.

4. Аналіз та розроблення методики визначення головних фізичних показників ефективності виробничо-технічних ресурсів підприємства під час вирощування картоплі.

5. Виконання графоаналітичного моделювання процесів для заданої площі культури та параметрів комплексу машин, опрацювання результатів досліджень та обґрунтування залежностей головних функціональних показників ефективності.

6. Обґрунтування оптимальної площі вирощування культури.

7. Формулювання висновків.

Програма експериментального дослідження складалась із наступних етапів:

1. Встановити головні показники виробничої діяльності ФГ «Петрика А.М.», структуру посівних площ, параметри та стан парку тракторів й сільськогосподарської техніки.

2. Обґрунтувати доцільність реалізації переоснащення парку сільськогосподарських машин для вирощування картоплі.

3. Розробити метод графоаналітичного відображення процесу механізованого вирощування картоплі та сформувавши базу початкових даних для дослідження.

4. Розробити алгоритм математичної моделі цього процесу.

5. Виконати комп'ютерні експерименти та опрацювати результати досліджень.

6. Зробити висновки щодо ефективності виробничо-технічних ресурсів ФГ «Петрика А.М.» Горохівського району Волинської області в процесі вирощування картоплі».

Відповідно будь-який етап досліджень можна охарактеризувати деякими особливостями, що мають враховуватися запропонованою методикою.

З метою перевірки запропонованих гіпотез відносно залежностей досліджуваних показників були сформовані ряди емпіричних даних, на яких оцінювались їх зв'язки та визначався коефіцієнт кореляції. Якщо значення коефіцієнта становило більше 0,7 – це свідчить про досить сильну кореляційну залежність, середню в межах 0,3..0,7, і відповідно слабку для значення менше 0,3 [5, 37].

### **3.2. Відображення процесу механізованого вирощування культури графоаналітичною моделлю**

Ефективність процесу переоснащення парку сільськогосподарських машин для механізованого вирощування сільськогосподарської культури значним чином залежить від узгодженості параметрів комплексу відповідних машин із його виробничою програмою. Очевидно, що обґрунтування ефективності такого процесу необхідно здійснювати на підставі показників прибутку та термінів окупності капіталовкладень у новий парк машин.

Врахування особливостей виробничого процесу в його графоаналітичній моделі є важливою передумовою отримання об'єктивних результатів. Відповідно до використовуваної технології вирощування культури

формується набір технологічних операцій із її механізованого вирощування. Множина технологічних операцій відображається як потік вимог, котрий в розрізі календарного періоду поділяється на весняний та літньо-осінній.

Кожне із замовлень потоку вимог відображає: 1) технологічну операцію; 2) поле (площу, стан агрофону, конфігурацію тощо); 3) агротехнічні вимоги до тривалості виконання тої чи іншої операції; 4) обсяг потенційних втрат через запізнення із її виконанням.

Час початку, завершення та тривалості кожної із технологічних операцій ( $t_{nd}$ ) процесу механізованого вирощування культури характеризується специфічними термінами. Для прикладу, терміни початку ґрунтообробних робіт та їх завершення у весняний період зумовлені часом початку фізичної стиглості ґрунту ( $\tau^n_\phi$ ) та часом виникнення відповідних ґрунтових умов за яких сіють сільськогосподарські культур [6]. Для літньо-осіннього сезону, відповідно, час завершення збирання культури ( $\tau_{zz}$ ) (попередника) та час початку сівби озимих ( $\tau_o$ ), або часу початку зимового періоду ( $\tau^3_\phi$ ) (часу завершення фізичної стиглості ґрунту).

Фактична тривалість ( $t_\phi$ ) виконання тих чи інших технологічних операцій на полі зумовлена продуктивністю використовуваного агрегату, обсягами робіт, тривалістю добового фонду часу впродовж якого працює машина, коефіцієнтом використання часу зміни тощо.

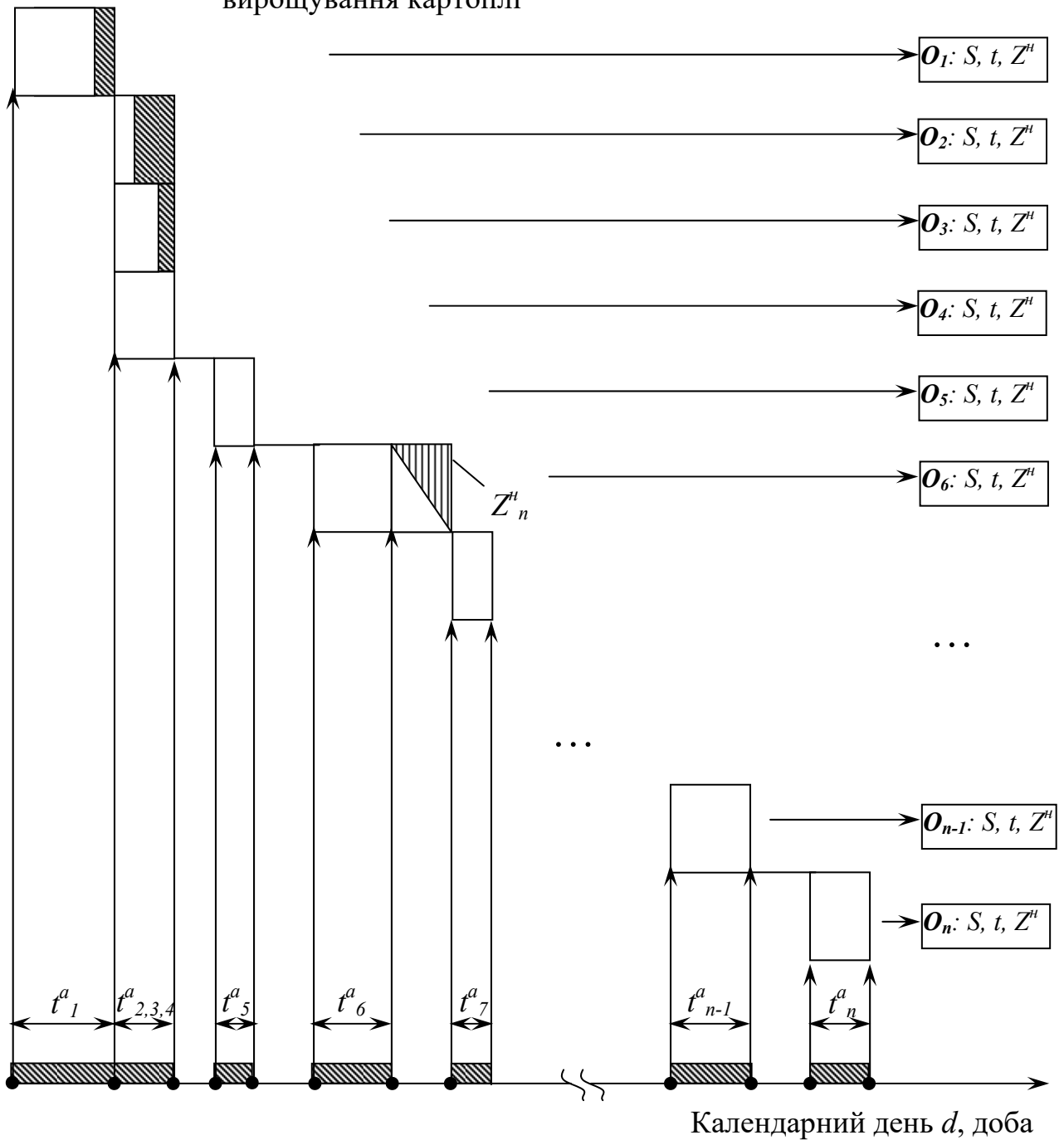
Таким чином, відповідно до  $t_\phi$  виникають умови за яких технологічні операції виконуються своєчасно, або ж несвоєчасно (рис. 3.1.).

Запізнення із виконанням технологічних операцій процесу механізованого вирощування сільськогосподарської культури зумовлює вплив на їх врожайність [15]. Однак затягування із термінами виконання технологічних операцій можливе до певних “граничних” меж, котрі є специфічними для кожної культури. Для прикладу, у виробничих умовах поля на яких продовження обробітку ґрунту під основну культуру чи її сівба є недоцільною то поле засівають побічними культурами (однорічні трави тощо).



Обслуговування потоку вимог на виконання технологічних операцій процесу механізованого вирощування картоплі

Характеристики процесу




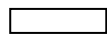
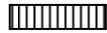
-  - агротехнічно дозволена тривалість операції, дїб;
-  - фактична тривалість операції, дїб;
-  - обсяг несвоєчасно виконаних робіт, га·дїб.

Рисунок 3.1 – Відображення процесу механізованого вирощування сільськогосподарської культури моделлю:  $O_n$  –  $n$ -а технологічна операція;  $S$  – обсяг виконаних робіт, га, т;  $t_\phi$  – фактична тривалість виконання операції, дїб;  $Z^H$  – обсяг несвоєчасно виконаних робіт, га·дїб;  $t_n^a$  – агротехнічно дозволена тривалість  $n$ -ї технологічної операції, дїб.

За умови досягнення „граничних” термінів обробітку ґрунту, припиняється моделювання процесу через недоцільність ґрунтообробних робіт. У даному випадку фіксується площа поля ( $S_k^H$ ) на якій врожай культури повністю втрачено.

Встановлення агротехнічних вимог щодо термінів початку та тривалості технологічних операцій здійснено на підставі типових технологічних карт.

Таким чином, на підставі аналітичної моделі процесу механізованого вирощування картоплі уможлиблюється врахування технологічних особливостей його виконання. За результатами моделювання встановлюють функціональні характеристики комплексу відповідних машин та оцінюють показники ефективності використання виробничо-технічних ресурсів підприємства на підставі мінімальних питомих сукупних витрат коштів.

### **3.3. Узагальнений алгоритм моделі процесу механізованого вирощування картоплі**

Графоаналітичне моделювання процесу механізованого вирощування сільськогосподарської культури зводиться до розрахунку фактичної тривалості ( $t_{\phi}$ ) виконання кожної із технологічних операцій процесу та порівняння її із агротехнічними вимогами ( $t_a$ ). У випадку, коли  $t_{\phi}$  технологічної операції буде більшою за  $t_a$  то визначають тривалість ( $t_n$ ) несвоєчасної роботи, обсяг несвоєчасно оброблених площ ( $Z_n$ ) та втрати врожаю культури.

Узагальнений алгоритм моделі наведено в рисунку 3.2.

Встановлення тривалості ( $t_{\phi}$ ) технологічної операції здійснюється на за допомогою формули:

$$t_{\phi} = S / (W_{\text{год}} \cdot T \cdot k_{\text{зм}} \cdot k_{\text{чз}} \cdot k_{\text{ноз}}). \quad (3.1)$$

де  $S$  – площа культури (обсяг робіт, т), га;  $W_{\text{год}}$  – годинна продуктивність машинного агрегату, га/год;  $T$  – тривалість зміни, год;  $k_{\text{зм}}$  – коефіцієнт змінності;  $k_{\text{чз}}$  – коефіцієнт використання часу зміни;  $k_{\text{ноз}}$  – коефіцієнт погожості.

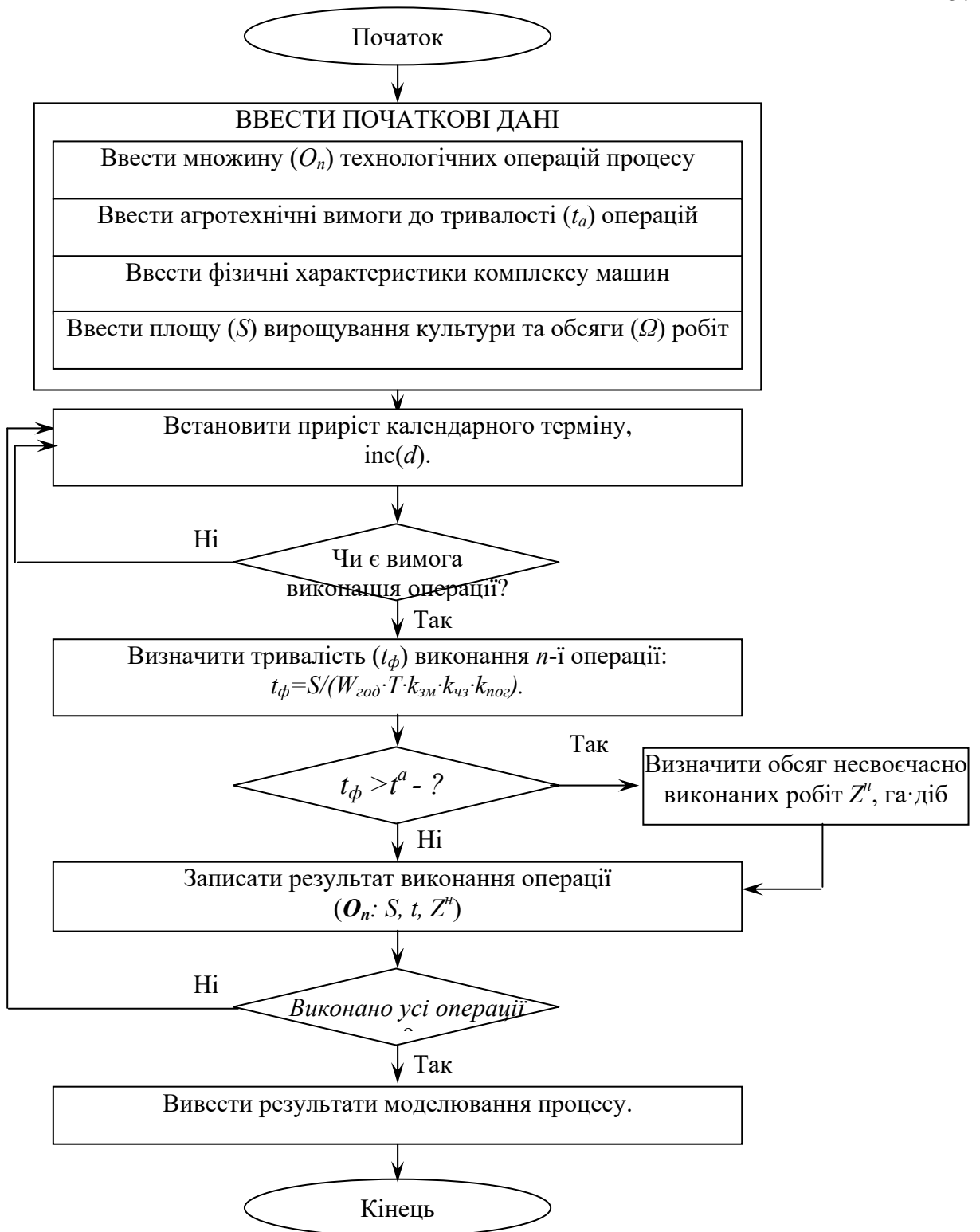


Рисунок 3.2 – Узагальнений алгоритм графоаналітичної моделі процесу механізованого вирощування картоплі

Отже, застосування графоаналітичної моделі процесу механізованого вирощування сільськогосподарської культури уможливорює отримання

функціональних показників роботи відповідних комплексів машин. Моделювання процесу механізованого вирощування сільськогосподарської культури для різних значень її площ, дає змогу встановити закономірність зміни показників ефективності виробничо-технічних ресурсів підприємства.

### 3.4. Методика вартісного оцінення витрат на виконання процесу

Важливою задачею у дослідженнях дипломної роботи є потреба обґрунтувати таку площу вирощування картоплі у ФГ «Петрика А.М.» за якої доходи підприємства від реалізації процесу будуть максимальними. Для цього комплекс машин, котрий сформований на базі трактора типу – МТЗ-922 (дод. табл. А.1.), сформовано із нових сільськогосподарських машин. Для того щоб оцінити доцільність інвестицій у цей парк машин необхідно виконати розрахунки із встановлення показників ефективності процесу, і на цій підставі здійснити вартісну оцінку ефективності виробничо-технічних ресурсів господарства.

Оцінивши характеристики роботи спеціалізованого комплексу машин для різних варіантів виробничої площі культури, за вартісним критерієм – чистий прибуток ( $Ч_n$ ) господарства від виконання всього обсягу механізованих робіт із вирощування картоплі визначаємо оптимальну площу ( $S^{opt}$ ):

$$\Phi(S^{opt}) = Ч_n \rightarrow \max, \quad (3.2)$$

Питомі сукупні витрати коштів ( $E$ ) на виконання процесу механізованого вирощування картоплі знайдемо:

$$E = B_{\text{тл}} + B_{\text{тн}} \quad (3.3)$$

де  $B_{\text{тл}}$  – питомі втрати коштів через зниження біологічної врожайності культури внаслідок несвоєчасного виконання технологічних операцій, грн/га;  $B_{\text{тн}}$  – питомі експлуатаційні витрати СГП на виконання процесу механізованого вирощування картоплі, грн/га.

Загальновідомо, що основним технологічним документом на вирощування і збирання сільськогосподарських культур у конкретному господарстві є технологічна карта, яка включає такі блоки інформації:

1) агротехнічний блок, що містить назву операції та основні вимоги до неї (глибина обробітку, норма внесення), обсяг робіт, початок і тривалість робіт, коефіцієнт втрат врожаю при порушенні оптимальних агростроків;

2) технічне забезпечення операцій і нормативи на використання техніки (змінна норма виробітку, норма витрати палива, еталонна продуктивність);

3) потреба в ресурсах: кількість технічних засобів, виробничого персоналу, робочих днів і нормозмін (ресурси часу), палива, технологічних матеріалів;

4) показники ефективності та екологічності операцій: затрати праці, прямі витрати коштів, сукупна енергоємність операцій, показник шкідливого впливу операцій на середовище, коефіцієнт енергетичної ефективності технології.

На підставі цієї методики нами виконувались розрахунки із встановлення головних показників ефективності виконання як окремих технологічних операцій так і процесу механізованого вирощування культури загалом. До таких показників відносяться:

- 1) обсяг несвоєчасно оброблених площ, га·діб;
- 2) питомі втрати СГП, грн/га;
- 3) питомі амортизаційні відрахування, грн./га;
- 4) питомі витрати на ТО і ремонт, грн./га;
- 5) питомі витрати на ПММ, грн./га;
- 6) питомі витрати на заробітну плату, грн./га;
- 7) питомі експлуатаційні витрати, грн./га.

Методика виконання розрахунків наступна [20]. Прямі експлуатаційні витрати на одиницю виконаної агрегатом роботи, грн/га, визначають так:

$$C_A = C_1 + C_2 + C_3 + C_4 \quad (3.4)$$

де  $C_1$  – оплата праці персоналу, який обслуговує агрегат, грн/га;  $C_2$  – вартість витрачених паливно-мастильних матеріалів, грн/га;  $C_3$  – відрахування на

реновацію трактора і сільськогосподарських машин, які входять до складу агрегату, грн/га;  $C_4$  – відрахування на поточний ремонт та технічне обслуговування, грн/га.

Чисельність трактористів-машиністів та допоміжних працівників приймають відповідно до обраних сільськогосподарських машин і прийнятої схеми обслуговування агрегату. Оплата праці обслуговуючого персоналу дорівнює, грн/га;

$$C_1 = \frac{n_1 \cdot T_1 + n_2 \cdot T_2 + \dots + n_6 \cdot T_6}{W_{\text{год}}} \quad (3.5)$$

де  $n_1, n_2, \dots, n_6$  – чисельність працівників, які обслуговують агрегат, окремо за кожною кваліфікацією (розрядом);  $T_1, T_2, \dots, T_6$  – годинна оплата праці працівника кожної кваліфікації, грн./год;  $W_{\text{год}}$  – годинна продуктивність МТА, га/год.

Витрату палива на одиницю роботи приймають за довідковою літературою, або нормами витрати палива, які діють у господарстві. Витрату палива на весь обсяг робіт визначають множенням витрати палива на обсяг роботи.

Вартість паливно-мастильних матеріалів, грн/га, визначають за формулою:

$$C_2 = C_K \cdot G_{\text{п}} \quad (3.6)$$

де  $C_K$  – комплексна ціна одного кілограма палива, грн/кг;  $G_{\text{п}}$  – питома витрата палива, кг/га.

Відрахування на реновацію машин в агрегаті, грн/га, дорівнюють:

$$C_3 = \frac{B_T \cdot a_T \cdot k_3}{100 \cdot S} + \frac{B_{3ч} \cdot a_{3ч} \cdot k_3}{100 \cdot S} + \frac{B_M \cdot n_M \cdot a_M \cdot k_3}{100 \cdot S} \quad (3.7)$$

де  $B_T, B_{3ч}, B_M$  – балансова вартість відповідно трактора, зчіпки, і машини, грн;  $a_T, a_{3ч}, a_M$  – норми відрахувань на реновацію відповідно трактора, зчіпки і машин, %;  $S$  – площа вирощування культури, га;  $k_3$  – коефіцієнт зайнятості трактора, зчіпки та с.г. машини на виконанні окремої операції.

Коефіцієнт зайнятості технічного засобу визначають як відношення витрати часу ( $t$ ) на виконання окремої технологічної операції до нормативного річного навантаження ( $T_n$ ) машини:

$$k_3 = \frac{t}{T_n}. \quad (3.8)$$

Відрахування на поточний ремонт і технічне обслуговування, грн./га, становлять:

$$C_4 = \frac{B_T \cdot P_T}{100 \cdot W_{ГОД} \cdot t_T} + \frac{B_{ЗЧ} \cdot P_{ЗЧ}}{100 \cdot W_{ГОД} \cdot t_{ЗЧ}} + \frac{B_M \cdot n_M \cdot P_M}{100 \cdot W_{ГОД} \cdot t_M} \quad (3.9)$$

де  $P_T, P_{ЗЧ}, P_M$  – норма відрахувань поточний ремонт і технічне обслуговування відповідно трактора, зчіпки і машин, %;  $t_T, t_{ЗЧ}, t_M$  – нормативне річне завантаження відповідно трактора, зчіпки і машин, год.

Таким чином, вищенаведена метода уможливорює вартісне оцінення фізичних характеристик процесу та, відповідно, оцінення ефективності виробничо-технічних ресурсів ФГ «Петрика А.М.» для різних значень виробничої площі вирощування картоплі.

### **3.5. Методика оцінення втрат підприємства через несвоєчасність робіт на полі**

Втрати врожаю культури можливі впродовж усього періоду її механізованого вирощування, що зумовлене несвоєчасним виконанням технологічних операцій [32]. Так, однією із перших операцій, що зумовлюють низькопродуктивний перебіг біологічних процесів в рослині внаслідок їх часової невідповідності розвитку агрометеорологічних умов, є обробіток ґрунту та сівба.

Як уже зазначалось, запізнення із виконанням технологічних операцій відповідно до агротехнічно-оптимальних термінів призводить до втрат врожаю вирощуваної культури. Визначення втрат врожаю виконано на основі методу,

котрий передбачає щоденне визначення площі поля, що обробляється несвоєчасно і виражається в гектародобах (га×діб) (рис. 3.3).

Основи визначення сезонних обсягів несвоєчасно оброблених площ полягають в наступному. На осі абсцис відкладають календарні терміни, а на осі ординат – площу поля що обробляється. В календарний строк проведення операції проводимо перпендикуляр до осі абсцис до перетину з віссю, перпендикулярною до осі ординат, яка вказує нашу площу обробітку. З отриманої таким методом точки проводимо пряму до осі абсцис до точки, яка вказує на кінець виконання операції.

Отримуємо трикутник (рис. 3.3), котрий вказує на обсяги робіт, які необхідно виконати у наступну добу. Якщо виконання технологічної операції в часі занадто тривале та перевищує відведені для цього агротехнічні терміни то визначають тривалість та обсяги несвоєчасно оброблених площ. Графічно це виконують так: по осі абсцис з моменту часу, який вказує на кінець агротехнічних термінів проводимо перпендикулярну пряму, до перетину із прямою («прогресією» обробітку поля), котра відображає зменшення площ внаслідок виконання обробітку. Заштрихована площа трикутника (див. рис.3.3), що отриманий таким способом, вказує на обсяг робіт, що несвоєчасно оброблені.

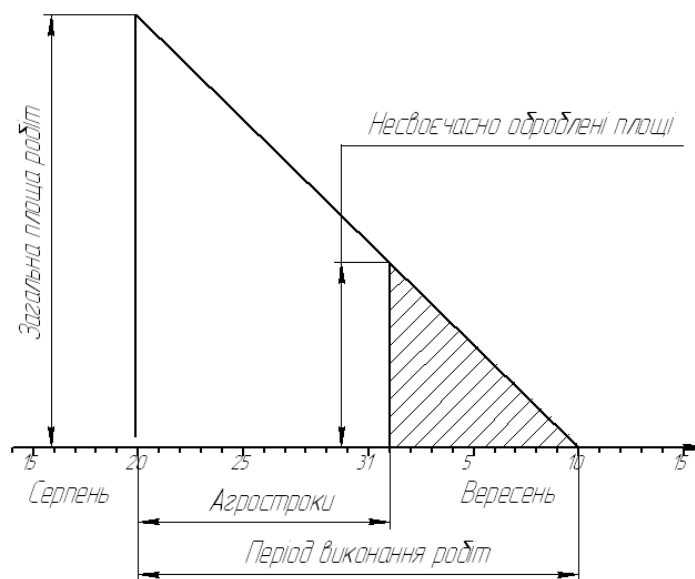


Рисунок 3.3 – Графічне відображення обсягів несвоєчасно виконаних

ПЛОЩ



Для прикладу, розглянемо випадок втрати врожаю певної культури впродовж періоду несвоєчасного виконання окремої технологічної операції механізованого процесу. Нехай технологічна операція на частині площі поля  $S^H$  виконувалась несвоєчасно, тобто із запізненням відносно оптимального терміну. Кожного наступного  $t$ -го дня було оброблено площу  $\Delta S_t^H$ , величина якої відображає добову продуктивність агрегату. В розрізі сезону виконуваних робіт  $\Delta S_t^H$  характеризується стохастичністю і залежить від сукупної дії певних чинників процесу (технічних, агрометеорологічних, природно-рельєфних, агрофонових, організаційно-тактичних). Таким чином [18, 31]:

$$\sum_{t=1}^n \Delta S_t^H = S^H, \quad (3.10)$$

де  $n$  – тривалість періоду несвоєчасного виконання технологічної операції, діб.

Залишок необробленої площі на початок  $t$ -ї доби позначимо  $S_t^H$ . Запізнення із обробітком кожної частини загальної площі ( $S^H$ ), відповідно, становить:  $\Delta S_1^H$  – одна доба,  $\Delta S_2^H$  – дві доби, ...  $\Delta S_t^H$  – для  $t$  доби і т.д.

Таким чином, обсяг несвоєчасно оброблених площ ( $Z^H$ ) для певної сільськогосподарської культури становить, гектаро-діб [31]:

$$Z^H = \sum_{t=1}^T t \cdot \Delta S_t^H + \frac{S_{T+1}^H}{k_g}. \quad (3.11)$$

де  $S_{T+1}^H$  – площа поля, на якій врожай культури втрачено повністю, га.

Для оцінки втрат біологічної врожайності ( $B_{\bar{o}}$ ) окремої культури скористались формулою [15, 38]:

$$B_{\bar{o}} = \sum U_k \cdot K_k \cdot S_{\gamma kt} \cdot t_k \cdot V_k, \quad (3.12)$$

де  $U_k$  – максимальна врожайність  $k$ -ї культури в умовах регіону, ц/га;  $K_k$  – коефіцієнт втрат врожаю  $k$ -ї культури внаслідок затримки технологічної операції на одну добу [15];  $S_{\gamma kt}$  – площа  $\gamma$ -го поля  $k$ -ї культури, яка підлягає обробітку на  $t$ -й день, га;  $t_k$  – кількість діб після завершення агротехнічно

оптимальної дати сівби  $k$ -ї культури, діб;  $V_k$  – ринкова вартість  $k$ -ї культури, грн/ц.

Сума добутків  $S_{\gamma kt} \cdot t_k$  для  $k$ -ї культури відображає обсяг несвоєчасно посіяних площ ( $Z_k^H$ ). Довготривалість процесу з тих чи інших причин зумовлює досягнення крайніх термінів сівби культури, за таких умов виникають не посіяні площі ( $S_k^H$ ) полів на яких врожай вирощуваних культур втрачено повністю. Оцінку цих втрат ( $B_n$ ) виконують за формулою [18, 31]:

$$B_n = \sum_1^k U_k \cdot V_k \cdot \sum_1^{\gamma} S_{\gamma k}^H. \quad (3.13)$$

Оцінення ефективності комплексу машинних агрегатів на підставі втрат врожаю сільськогосподарських культур, що виникають внаслідок несвоєчасності виконання механізованих процесів, є важливою передумовою обґрунтування ефективності виробничо-технічних ресурсів підприємства.

### **3.6. Методика кореляційно-регресійного аналізу результатів експериментів**

Загальновідомі випадки за яких, у дослідженнях досить часто зустрічаються такі співвідношення між змінними, коли кожному значенню величини ( $X$ ) відповідає не одне, а багато значень величини – ( $Y$ ), тобто їх розподіл. Такі зв'язки, що визначаються лише під час масового вивчення величин, на відміну від функціональних називаються стохастичними (ймовірними) або кореляційними [21, 37].

Під час вивчення кореляційних зв'язків виникають два головні завдання - стосовно тісноти зв'язку і його форми. Для вимірювання тісноти та форми зв'язку використовують спеціальні статистичні методи кореляційного та регресійного аналізів.

За формою кореляція може бути лінійною та криволінійною напрямом - прямою і оберненою. Кореляцію та регресію називають простою, якщо досліджуються зв'язок між двома величинами, і множинною - якщо вивчається залежність між трьома і більше величинами. Для поцінування тісноти (сили) зв'язку використовують коефіцієнт кореляції  $r$  і кореляційне відношення  $(\eta)$ .

Вважається, що при  $r < 0,3$  кореляційна залежність між величинами слаба, якщо  $r = 0,3-0,7$  - середня, а за умови  $r > 0,7$  - сильна.

Про наявність кореляції свідчить графік, на якому в прямокутній системі координат, де на осі абсцис відкладається величина  $X$  а на осі ординат - величина  $Y$ , зображені дослідні точки (графік називають кореляційним полем) [21].

Зв'язок між функцією та аргументом виражається рівнянням регресії або кореляційним рівнянням. При простій регресії рівняння можна коротко записати у неявному вигляді:  $Y = f(X)$  і при множинній  $Y = f(X, Z, V, \dots)$ . Для лінійної кореляції графіком буде пряма лінія, для криволінійної - крива (парабола, гіпербола тощо). Найчастіше вибір типу рівняння регресії встановлюється за допомогою графіка, на якому кожна задана пара зображена точкою на площині (системі координат). Якщо розміщення цих точок таке, що неможливо уявити кривої, біля якої вони тісно згруповані, то обмежуються лінійною кореляцією.

Під лінійною (прямолінійною) кореляційною залежністю між двома величинами  $X$  та  $Y$  розуміють таку залежність, яка має лінійний характер і виражається рівнянням прямої лінії.

Коли при однакових приростах аргументу інтенсивність зміни функції неоднакова, регресію називають криволінійною.

Для побудови теоретичної лінії регресії потрібно визначити коефіцієнти рівняння цієї лінії, які називається коефіцієнтами регресії. Ці коефіцієнти, як і всі інші показники, розраховують методом найменших квадратів.

Опишемо коротко методику виконання розрахунків. Перш за все за встановленими емпіричними рядами значень висувають гіпотезу щодо форми кореляційної залежності та рівняння регресії.

Згідно із встановленим емпіричним рядом (множина пар чисел) наносять точки у системі координат вибравши відповідне мірило. З вигляду кореляційного поля (розподілу точок у системі координат) висувають гіпотезу щодо форми кореляційного зв'язку. На основі цього вибирають тип та рівняння регресії, які відображають дану залежність.

Визначення тісноти кореляційного зв'язку (коефіцієнт кореляції, кореляційне відношення). Для розрахунків величин, що входять до формул, складають розрахункову таблицю (табл. 3.1.), в якій колонки 1-3 заповнюються згідно рядів емпіричних значень. Для лінійної кореляції дана таблиця складатиметься із наступних колонок.

Розраховують середні значення  $X_c$  та  $Y_c$  за формулами [21]

$$X_c = \frac{\sum X}{n} \quad (3.14)$$

$$Y_c = \frac{\sum Y}{n} \quad (3.15)$$

де  $n$  - число пар даних вибірки.

Визначають відхилення досліджуваних величин та їх квадрати і у відповідні колонки таблиці 3.1.

Визначають коефіцієнт кореляції за формулою:

$$r = \frac{\sum (X - X_c) \cdot (Y - Y_c)}{\sqrt{\sum (X - X_c)^2 \cdot (Y - Y_c)^2}} \quad (3.16)$$

де  $\sum (X - X_c)^2$  – сума квадратів відхилень індивідуальних значень  $X$  від загальної середньоарифметичної  $X_c$ ;  $\sum (Y - Y_c)^2$  – сума квадратів відхилень індивідуальних значень  $Y$  від загальної середньоарифметичної  $Y_c$ .

Таблиця 3.1 – Розрахункова таблиця головних показників

$N$	$X$	$Y$	$X-X_c$	$(X-X_c)^2$	$Y-Y_c$	$(Y-Y_c)^2$	$(X-X_c) \cdot (Y-Y_c)$
1	2	3	4	5	6	7	8
1							
2							
...	...	...	...	...	...	...	...
$n$							

Для оцінювання надійності коефіцієнта кореляції визначають стандартну похибку, критерій значимості та довірчі інтервали.

Стандартну похибку визначають за формулою:

$$S_r = \sqrt{\frac{1-r^2}{v}} \quad (3.17)$$

де  $v$  - число ступенів вільності. Це число рівне  $v = n-2$ .

Визначають критерій значимості за формулою:

$$t_r = \frac{r}{S_r} \quad (3.18)$$

Якщо  $t_r > t_{теор}$  то кореляційний зв'язок значний, а коли  $t_r < t_{теор}$  – незначний. Теоретичне значення критерій  $t$  знаходять за таблицею Стюдента [37]. Рівень значимості приймають 5%-ий або 1%-ий.

Довірчі інтервали визначити наступним чином:

$$r \pm t_{05} \cdot S_r \quad (3.19)$$

Коефіцієнт регресії визначають за формулою:

$$b_{yx} = \frac{\sum (X - X_c) \cdot (Y - Y_c)}{\sum (X - X_c)^2} \quad (3.20)$$

$$b_{xy} = \frac{\sum (X - X_c) \cdot (Y - Y_c)}{\sum (Y - Y_c)^2} \quad (3.21)$$

Правильність розрахунків перевірити за критерієм

$$b_{yx}b_{xy} = r^2 \quad (3.22)$$

Рівняння лінійної регресії записують формулою:

$$Y = Y_c + b_{yx}(X - X_c). \quad (3.23)$$

Визначають похибку коефіцієнтів регресії за формулами:

$$S_{byx} = S_r \sqrt{\frac{\sum (Y - Y_c)^2}{\sum (X - X_c)^2}} \quad (3.24)$$

$$S_{bxy} = S_r \sqrt{\frac{\sum (X - X_c)^2}{\sum (Y - Y_c)^2}} \quad (3.25)$$

де  $S_{byx}, S_{bxy}$  – похибка коефіцієнта регресії відповідно до величини  $Y$  відносно  $X$  і величини  $X$  відносно  $Y$ ;  $S_{yx}$  – загальна похибка коефіцієнта регресії.

Визначити межі довірчого інтервалу коефіцієнта регресії:

$$b_{yx} \pm t_{05} \cdot S_b \quad (3.26)$$

Будують лінію регресії, вказують її рівняння, коефіцієнти регресії. На графіку зазначають довірчу зону для лінії регресії.

Для цього вверх і вниз від теоретичної лінії регресії відкладають величину однієї (68 %-а зона) або двох (95 %-а зона) похибок відхилення від регресії, тобто  $\pm S_{yx}$  або  $\pm 2S_{yx}$ , і сполучити знайдені точки пунктирними лініями. Площа, що знаходиться між цими лініями, називається довірчою зоною лінії регресії.

Правильність вирівнювання поцінують на підставі коефіцієнта кореляції  $r$  між емпіричними і вирівняними значеннями:

$$r' = \sqrt{\frac{\sum (Y - Y_c)^2 - \sum (Y_cx - Y)^2}{\sum (Y - Y_c)^2}} \quad (3.27)$$

Якщо  $r > 0.65$ , то вирівнювання вважається задовільним, а при  $r < 0.65$  співпадання між дослідними і вирівняними даними вважається недостатнім.

### Висновки до розділу 3

1. Виконання головних етапів програми та загальної методики досліджень, що складається із шести логічно обґрунтованих пунктів, уможливило розв'язання поставлених завдань магістерської роботи.

2. Математичне опрацювання результатів експериментів із базується на стандартизованих методиках, що є підставою для формування вірогідних рекомендацій господарству щодо ефективності його виробничо-технічних ресурсів та доцільності реалізації інвестиційного процесу.

3. Запропонований метод дослідження показників ефективності виробничо-технічних ресурсів сільськогосподарського підприємства для вирощування картоплі зводиться до покрокового розрахунку тривалості виконання відповідних технологічних операцій процесу вирощування культури, порівняння її із агротехнічно-обґрунтованою та, в разі запізнення, встановлення показників несвоєчасно оброблених площ.

4. Використання узагальненого алгоритму для розроблення математичної моделі процесу механізованого вирощування картоплі дає змогу об'єктивно відобразити календарний його перебіг та отримати вірогідні результати дослідження головних фізичних показників ефективності відповідного комплексу машин.

## **4. РЕЗУЛЬТАТИ ВИРОБНИЧИХ ТА КОМП'ЮТЕРНИХ ЕКСПЕРИМЕНТІВ**

### **4.1. Результати дослідження своєчасності виконання технологічних операцій**

Як уже зазначалось, на підставі початкових даних ФГ «Петрика А.М.» щодо площ культур та стану парку сільськогосподарських машин нами встановлено потребу обґрунтування ефективності процесу переоснащення парку машин для механізованого вирощування картоплі. Ця інженерно-управлінська задача зумовлена тим, що кожного року виникає потреба садити картоплю на іншому полі та обґрунтовувати площу, яку необхідно відводити під культуру так щоб господарство отримувало високі доходи.

На підставі аналізу тракторів та сільськогосподарських машин, що є на ринку держави для вирощування картоплі нами запропоновано сформувати комплекс машин на базі трактора МТЗ-922 та відповідного набору спеціалізованих сільськогосподарських машин.

Очевидно, що для того, щоб ефективно використовувати наявний комплекс машин необхідно знати яку площу картоплі необхідно вирощувати. В разі великої площі виконання операцій буде несвоєчасним, що призводить до втрат врожаю культури, з іншого боку мала площа культури призведе до простою техніки та зниження ефективності її використання.

Таким чином, виникає інженерна задача обґрунтувати таку площу (оптимальну площу) культури на якій використання наявного парку спеціалізованих машин дасть змогу забезпечити максимальні прибутки коштів підприємства (див. п.2.4). Відповідно до встановленої площі для наявного комплексу машин виникає можливість обґрунтувати ефективність виробничо-технічних ресурсів сільськогосподарського підприємства.



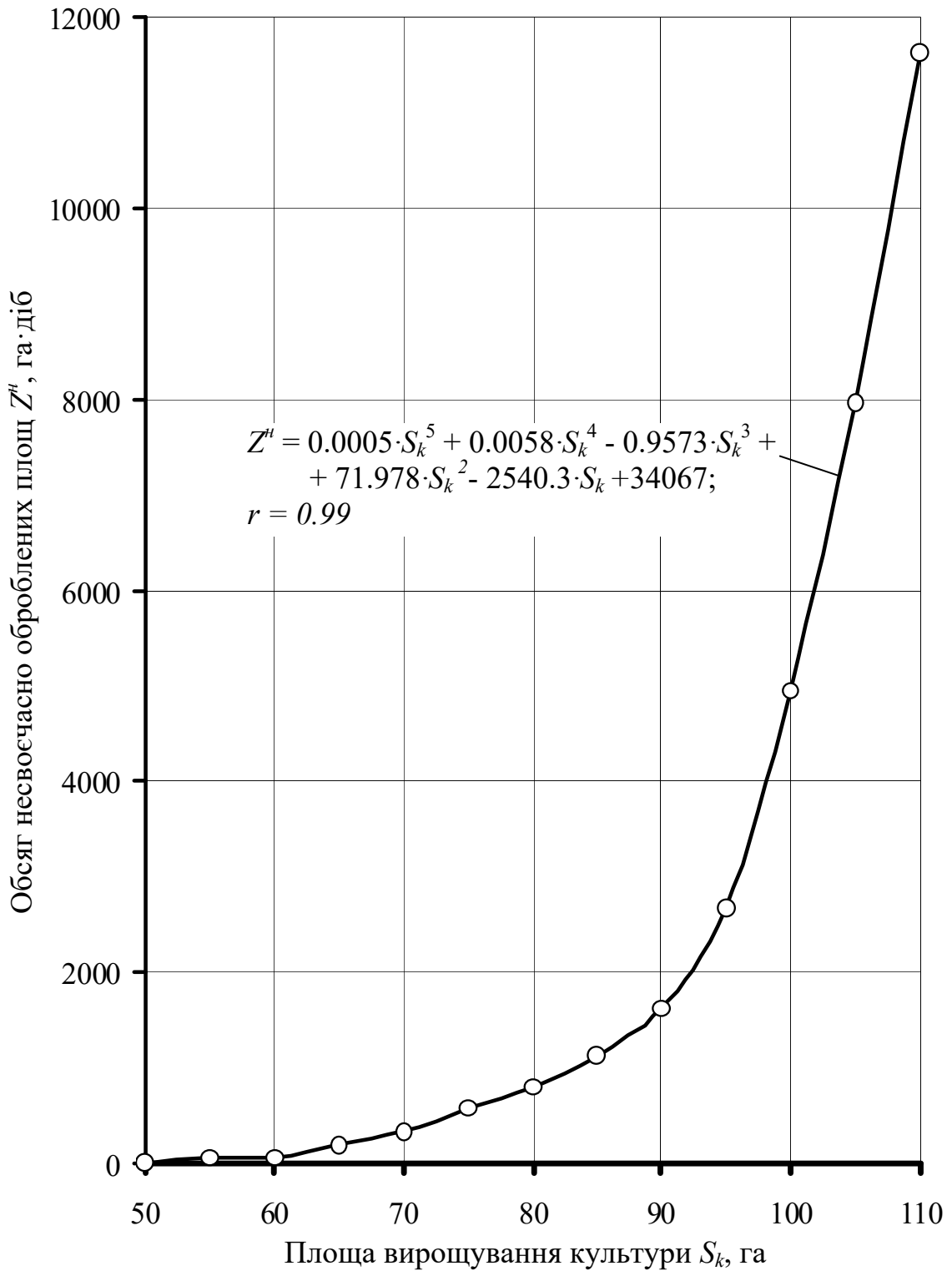


Рисунок 4.1 – Залежність обсягів несвоєчасно оброблених площ від площі вирощування культури (трактор МТЗ-922)

Встановлення цих показників ефективності здійснюється на підставі оцінення функціональних характеристик процесу механізованого вирощування картоплі із використанням комплексу машин сформованого на базі трактора –

МТЗ-922: 1) обсяг ( $\Omega^H$ ) фактично виконаних робіт, га; 2) обсяг ( $Z^H$ ) несвоєчасно оброблених площ, га·діб.

З метою встановлення закономірності зміни вищенаведених показників відповідно до приросту площі культури нами виконано математичне моделювання процесу механізованого вирощування картоплі [21, 37].

Моделювання виконувалось для площі культури в межах – 40..110 га із приростом площі у 5 га.

#### 4.2. Результати вартісного оцінення витрат на виконання процесу

Для вартісного оцінення витрат на виконання процесу механізованого вирощування картоплі використано загальновідому методику побудови технологічних карт, та методику наведену в п. 3.3.

Початкові дані вартісного оцінення витрат на виконання процесу наведено в дод. табл. А.2.

Наведемо приклад вартісного оцінення витрат для технологічної операції – оранка із використанням машинного-агрегату – МТЗ-922+ПЛН-3-35, який працює на площі 90 га.

Використовуючи методику наведену в п. 3.3 встановлено питомі витрати на заробітну плату обслуговуючого персоналу:

$$C_1 = \frac{99 \cdot 1}{0,8} = 123,75 \text{ грн./га.}$$

Питомі витрати на паливно-мастильні матеріали:

$$C_2 = 28,2 \cdot 28 = 798,00 \text{ грн./га.}$$

Питомі амортизаційні відрахування на реновацію машин в агрегаті:

$$C_3 = \frac{1200000 \cdot 15 \cdot 0,076}{100 \cdot 90} + \frac{32000 \cdot 12,5 \cdot 1}{100 \cdot 90} = 197,3 \text{ грн./га.}$$

Таблиця 4.1 – Результати вартісного оцінення витрат на виконання процесу механізованого вирощування картоплі у ФГ «Петрика А.М.» (трактор МТЗ-922, площа – 90 га).

Назва технологічної операції	Одиниця виміру. га, т. т*км	Обсяг роботи	Початок виконання роботи	Агротехнічна тривалість операції, діб	Склад МТА		Годинна продуктивність. га/год., т/год	Витрата пального. кг/га	Обсяг несвоєчасно оброблених площ. га*діб	Питомі втрати, грн/га	Питомі амортизаційні відрахування, грн/га.	Питомі витрати на ТО і ремонт, грн/га	Питомі витрати на ПММ, грн/га	Питомі витрати на заробітну плату, грн/га	Питомі експлуатаційні витрати, грн/га
					Трактор	с.г. машина.									
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Лущення стерні на глиб. 8-10 см	га	90	20.Сер	12	МТЗ-922	БДН-3,2	2.4	4.9	0.00	0,00	105,4	54,0	137,20	39,00	335,56
Навантаження органічних добрив, 3т/га	т	270	20.Вер	12	МТЗ-922	П-10	68	0.28	0.00	0,00	55,4	1,8	7,84	1,09	66,12
Розкидання добрив	га	90	20.Вер	12	МТЗ-922	МТО-6	0.56	10.4	7.06	41,68	333,2	250,4	291,20	163,93	1038,71
Оранка на зяб (25-27 см)	га	90	30.Вер	20	МТЗ-922	ПП-3-35	0.8	28.5	0.00	0,00	197,3	165,3	798,00	123,75	1284,36
Навантаження добрив у змішувач (1.1 т/га)	т	99	10.Кві	5	МТЗ-922	П-10	68	0.28	0.00	0,00	52,0	1,8	7,84	1,09	62,70
Змішув. та навантаж. міндобрив (1.1 т/га)	т	99	10.Кві	5	МТЗ-922	СЗУ-20	3	1	0.00	0,00	74,3	39,8	28,00	59,40	201,47
Транспортування міндобрив(до 5км)	т	99	10.Кві	5	МТЗ-922	2ПТС-4	4.5	1.2	28.35	0,00	75,7	26,1	33,60	18,40	153,81
Внесення міндобрив	га	90	10.Кві	5	МТЗ-922	РУМ-5	5.1	2.48	127.6	0,00	70,1	24,8	69,44	19,41	183,76
Культивація з боронуванням	га	90	15.Кві	5	МТЗ-922	КПС-4	4	5.3	0.00	0,00	93,6	33,5	148,40	22,50	298,00
Підвезення картоплі	т	360	22.Кві	12	МТЗ-922	2ПТС-4	4.5	1.2	0.00	0,00	134,2	25,0	33,60	18,40	211,27
Садіння картоплі	га	90	22.Кві	12	МТЗ-922	КС-4	1.7	8.2	127.6	1738,85	238,6	133,3	229,60	135,53	737,05

Продовження табл. 4.1.

1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16
Перше досходове боронування	га	90	27.Кві	5	МТЗ-922	КОН-2.8А-04	1.85	5.25	722.9	1320,78	87,8	81,4	147,00	48,65	364,92
Друге досходове боронування	га	90	05.Тра	5	МТЗ-922	КОН-2.8А-04	1.85	5.25	367.1	670,75	87,8	81,4	147,00	48,65	364,92
Перше розпушування міжрядь	га	90	10.Тра	5	МТЗ-922	КОН-2.8А-04	1.85	5.25	367.1	670,75	87,8	81,4	147,00	48,65	364,92
Друге розпушування міжрядь	га	90	17.Тра	5	МТЗ-922	КОН-2.8А-04	1.85	5.25	174.8	319,41	87,8	81,4	147,00	48,65	364,92
Підгортання картоплі	га	90	25.Тра	5	МТЗ-922	КОН-2.8А-04	1.85	5.25	17.4	31,94	87,8	81,4	147,00	48,65	364,92
Приготування розчину гербіциду (0.6 т/га)	т	54	30.Тра	3	МТЗ-922	АПЖ-12	6.2	1.2	0.00	0	31,5	17,7	33,60	29,61	112,42
Транспортування розчину до 5км (0.6 т/га)	т	54	30.Тра	3	МТЗ-922	ЗЖВ-1.8	4.5	1.2	0.00	0	56,6	28,5	33,60	24,80	143,52
Обприскування посівів	га	90	30.Тра	3	МТЗ-922	ОПШ-2000-2-05	6.45	1.85	0.00	0	178,7	21,4	51,80	18,14	270,06
Обприскування проти фітофтори і колорадського жука	га	90	05.Чер	3	МТЗ-922	ОПШ-2000-2-06	6.45	1.85	0.00	0	178,7	21,4	51,80	18,14	270,06
Скошування бадилля	га	90	25.Сер	10	МТЗ-922	КИР-1.5	1.15	11.6	0.00	0	253,8	146,6	324,80	82,96	808,20
Копання картоплі	га	90	01.Вер	18	МТЗ-922	КПК-2-01	0.36	5.7	597.7	1912.7	1006,3	1363,0	159,60	1030,00	3558,86
<b>РАЗОМ</b>	-	-	-	-	-	--	-	-	<b>2537.8</b>	<b>4624.5</b>	<b>3574,5</b>	<b>2761,8</b>	<b>3174,92</b>	<b>2049,38</b>	<b>11560,53</b>

Питомі витрати на поточний ремонт і ТО:

$$C_4 = \frac{1200000 \cdot 12,5}{100 \cdot 1350 \cdot 0,8} + \frac{32000 \cdot 20}{100 \cdot 250 \cdot 0,8} = 165,33 \text{ грн./га.}$$

Питомі експлуатаційні витрати знайдемо:

$$C_A = 123,75 + 798,0 + 197,3 + 165,33 = 1284,36 \text{ грн./га.}$$

Аналогічні розрахунки виконано для інших технологічних операцій вирощування картоплі. Результати розрахунків занесено у таблицю 4.1.

Прямі витрати на весь обсяг робіт знаходять множенням витрат на одиницю роботи і обсяг роботи. Виконання зазначених розрахунків для різних варіантів площ (40..110 га) вирощування картоплі у ФГ «Петрика А.М.» дає можливість встановити закономірність зміни показників ефективності процесу механізованого вирощування культури та обґрунтувати оптимальну площу для заданого комплексу машин.

Визначення обсягів несвоєчасно оброблених площ здійснюється за вищеприписаною методикою із використанням аналітичної моделі, що розроблена на кафедрі УПБВ.

Так, для площі вирощування картоплі – 90 га встановлено, що технологічна операція перше досходове боронування виконується за межами агротехнічно-оптимальних термінів (табл. 4.1).

Початкові дані розрахунків наведено у дод. табл. А3.

За таких умов, вартісне оцінення втрат врожаю через несвоєчасність виконаємо на підставі формули (3.12):

$$B_{ml} = \frac{17,4 \cdot 0,0021 \cdot 722,93 \cdot 4700}{90} = 1379,49 \text{ грн./га.}$$

Результати вартісного оцінення втрат господарства через несвоєчасність інших технологічних операцій отримані за аналогічною методикою.

### 4.3. Результати оптимізації виробничої площі

Актуальним завданням ФГ «Петрика А.М.» останніми роками є потреба встановлення такої площі вирощування картоплі за якої використання виробничо-технічних ресурсів було найефективнішим.

За таких умов, виникає інженерна задача – обґрунтування оптимальної площі вирощування картоплі для запропонованого комплексу машин, що сформований на базі трактора МТЗ-922.

Для розв'язання поставленої задачі на підставі методів та методик описаних у попередніх розділах нами виконано розрахунки для встановлення функціональних характеристик відповідного комплексу машин. На підставі функціональних характеристик здійснено оцінку витрат коштів на виконання механізованого процесу (табл. 4.2).

Таблиця 4.2 – Результати оцінення експлуатаційних витрат процесу механізованого вирощування картоплі в ФГ «Петрика А.М.» (трактор МТЗ-922)

Площа вирощування, га	Витрати на амортизаційні відрахування, грн.	Витрати на ТО і ремонт, грн.	Витрати на зарплату, грн.	Витрати на ПММ, грн.	Експлуатаційні витрати, грн/га
40	321700,60	110471,20	81975,28	126996,80	641143,88
45	321700,60	124280,10	92222,19	142871,40	681074,29
50	321700,60	138089,00	102469,10	158746,00	721004,70
55	321700,60	151897,90	112716,01	174620,60	760935,11
60	321700,60	165706,80	122962,92	190495,20	800865,52
65	321700,60	179515,70	133209,83	206369,80	840795,93
70	321700,60	193324,60	143456,75	222244,40	880726,34
75	321700,60	207133,50	153703,66	238119,00	920656,75
80	321700,60	220942,40	163950,57	253993,60	960587,16
85	321700,60	234751,30	174197,48	269868,20	1000517,57
90	321700,60	248560,20	184444,39	285742,80	1040447,98
95	321700,60	262369,10	194691,30	301617,40	1080378,39
100	321700,60	276178,00	204938,21	317492,00	1120308,80
105	321700,60	289986,89	215185,12	333366,60	1160239,21
110	321700,60	303795,79	225432,03	349241,20	1200169,62

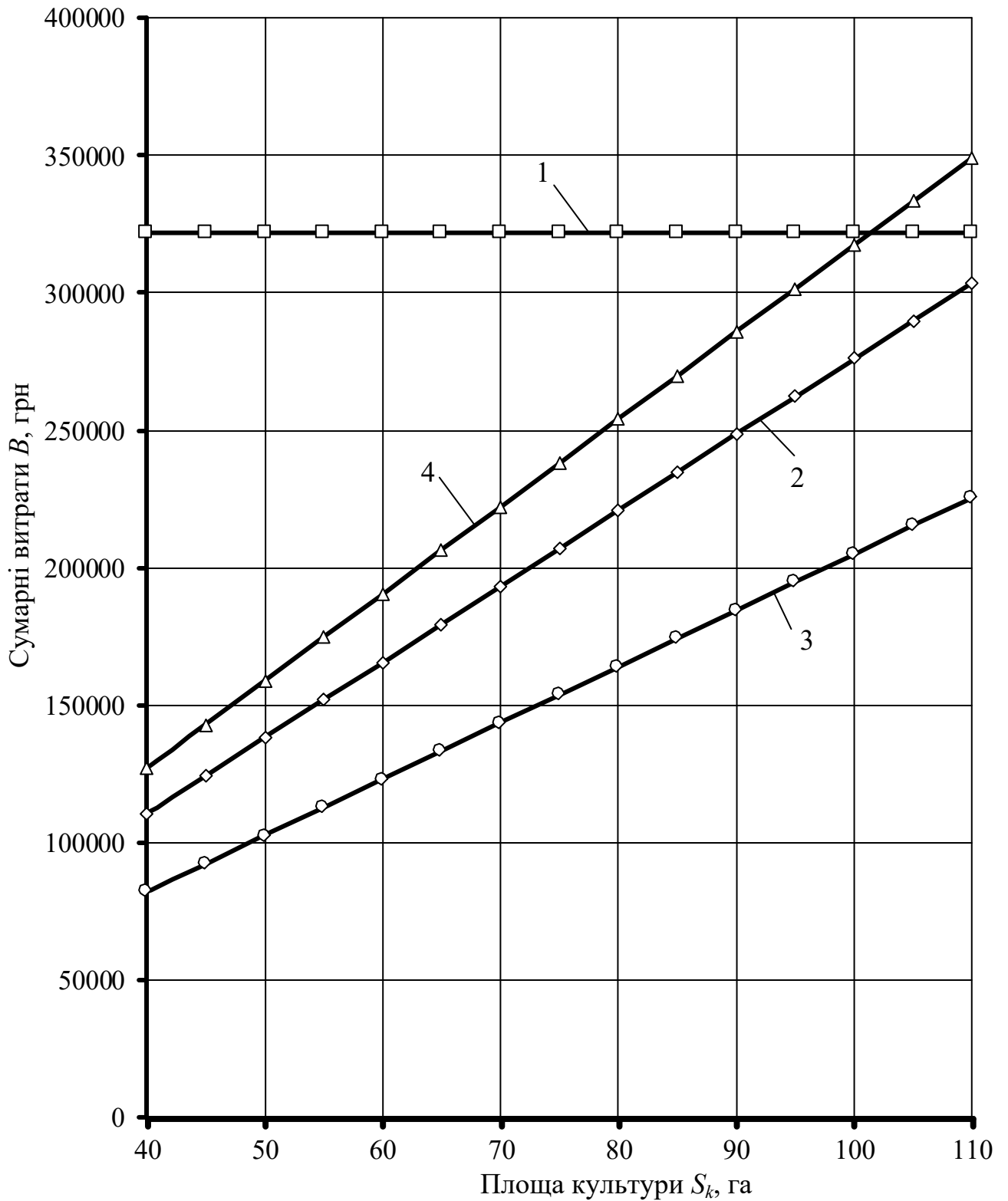


Рисунок 4.2 – Залежність сумарних витрат господарства від площі вирощування картоплі (пар машин на базі трактора МТЗ-922): 1 – амортизаційні відрахування; 2 – витрати на ТО і ремонт; 3 – витрати на заробітну плату; 4 – витрати на ПММ.

Такі розрахунки виконано для площі культури в межах 40-110 га із кроком 5 га, що дало змогу встановити закономірність зміни цих показників та обґрунтувати площу картоплі у ФГ «Петрика А.М.» для запропонованого комплексу машин (табл. 4.2.).

Побудова графіка (рис. 4.2) зміни зазначених показників, а саме: 1) витрат підприємства на амортизаційні відрахування, грн; 2) витрат на ТО і ремонт, грн; 3) витрат на заробітну плату, грн; 4) витрат на ПММ, грн. дає можливість більш наочно відобразити динаміку їх зміни відповідно до приросту площі вирощування культури в ФГ «Петрика А.М.».

Встановлені показники втрат та витрат під час вирощування картоплі із використанням запропонованого комплексу машин сформованих на базі трактора – МТЗ-922 є важливою підставою обґрунтування ефективності процесу переоснащення парку машин у господарстві.



## Висновки до розділу 4

1. Графоаналітичне моделювання процесу механізованого вирощування картоплі із використанням запропонованого комплексу машин у ФГ «Петрика А.М.» який сформовано на базі трактора МТЗ-922, дало змогу встановити головні функціональні характеристики процесу. Вартісне оцінення цих характеристик є важливою передумовою обґрунтування ефективності процесу переоснащення відповідного парку сільськогосподарських машин.

2. Застосування методів кореляційно-регресійного аналізу, для математичного опрацювання результатів графоаналітичного моделювання процесу уможливило встановлення рівняння яким описується залежність обсягів несвоєчасного оброблених площ від площі культури –  $Z^u = 0.0005 \cdot S_k^5 + 0.0058 \cdot S_k^4 - 0.9573 \cdot S_k^3 + 71.978 \cdot S_k^2 - 2540.3 \cdot S_k + 34067$ ; кореляційне відношення становить –  $r = 0,99$ .

3. Оцінення фізичних характеристик роботи запропонованого комплексу машин для вирощування картоплі у господарстві уможливило розроблення відповідних організаційно-технологічних рекомендацій щодо ефективності реалізації процесу переоснащення парку сільськогосподарських машин.

4. Встановлені функціональні показники ефективності роботи комплексу машин на полі під час вирощування картоплі є важливою початковою інформаційною базою для виконання економічних розрахунків із встановлення показників чистого прибутку, рентабельності, собівартості продукції та термінів окупності капіталовкладень.

## **5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ**

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

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

Отже, 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, необхідно розглядати види технологічних фаз і операцій, що мають місце в процесі механізованого вирощування культури.

Таким чином, до технологічних фаз відносимо: 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.

Аналіз процесу механізованого вирощування культури дав можливість виокремити можливі травмонебезпечні чинники: 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.

## 5.2. Моделювання процесу виникнення травм та аварій

Розроблений Д.Хенлі і Х.Кумамото метод 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 [17]. У цьому методі 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.

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.

## 5.3. Розробка логічно-імітаційної моделі травм

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 безпеки для конкретного об’єкта [17]. Таким показником

вибрана ймовірність виникнення аварії, травми залежно від явища що досліджується.

Використовуючи метод визначення ймовірності виникнення будь-якого випадкового явища є можливість оцінки рівня небезпеки певного об'єкта чи явища. Даний метод широко застосовують в зарубіжній інженерній практиці. Основні його принципи полягають в тому, що на основі обстеження робочого місця чи окремої машини виявляють виробничі небезпеки, можливі аварійні або травматичні ситуації. При оцінці ситуацій визначають події, які можуть стати головною подією при побудові логічно-імітаційної моделі травми. Після цього будують модель “дерева відмов і помилок оператора”. Слід зауважити, що важливе значення має правильний вибір головної події, від чого залежить доцільність виконання та ефективність моделі.

Головну подію, котра зумовлює виникнення травми, модель якої необхідно побудувати, вибирають виходячи з оцінки відповідного об'єкта, виробництва чи окремої одиниці обладнання і змісту його найбільш небезпечного явища, яке за певних умов виробництва виникає.

Після вибору домінуючого випадкового явища (події) розпочинаємо побудову моделі (“дерева”). Використовуючи оператора “і” та “або”, використовуємо набір ситуацій (відомих до цього), які можуть призвести до подій, вибраної як домінуюча чи головна.

Спочатку визначаються травмонезбезпечні ситуації та їх кількості, що можуть мати місце в процесі що розглядається, визначаємо ще й інші події, що входять до кожної такої ж ситуації, логічним аналізом із застосуванням операторів “і”, “або” та інших. Процес побудови моделі триває, поки не будуть знайдені усі базові події, що визначають межу моделі.

Слід мати на увазі, що кожна випадкова подія, до якої входять базові події, може формуватися й виникати при входженні у неї двох, трьох і більше базових подій за допомогою відповідних операторів.

Повністю побудована і перевірена модель підлягає математичній обробці для визначення ймовірності кожної випадкової події, що увійшла до моделі, починаючи з базових і закінчуючи головною.

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:

1. Стан контролю з охорони праці .....  $P_1 = 0,23$ ;
2. Несерйозне відношення до проходження ТО .....  $P_2 = 0,06$ ;
3. Відсутність комплектуючих .....  $P_3 = 0,15$ ;
4. Невисока міцність .....  $P_4 = 0,04$ ;
5. Застарілі технічні засоби .....  $P_6 = 0,3$ ;
6. Виникнення перешкод на полі під час робочого ходу...  $P_7 = 0,2$ ;
7. Досвід роботи .....  $P_{12} = 0,5$ .
8. Професійний рівень тракториста .....  $P_{13} = 0,5$ ;
9. Психофізіологічний стан тракториста .....  $P_{14} = 0,3$ ;

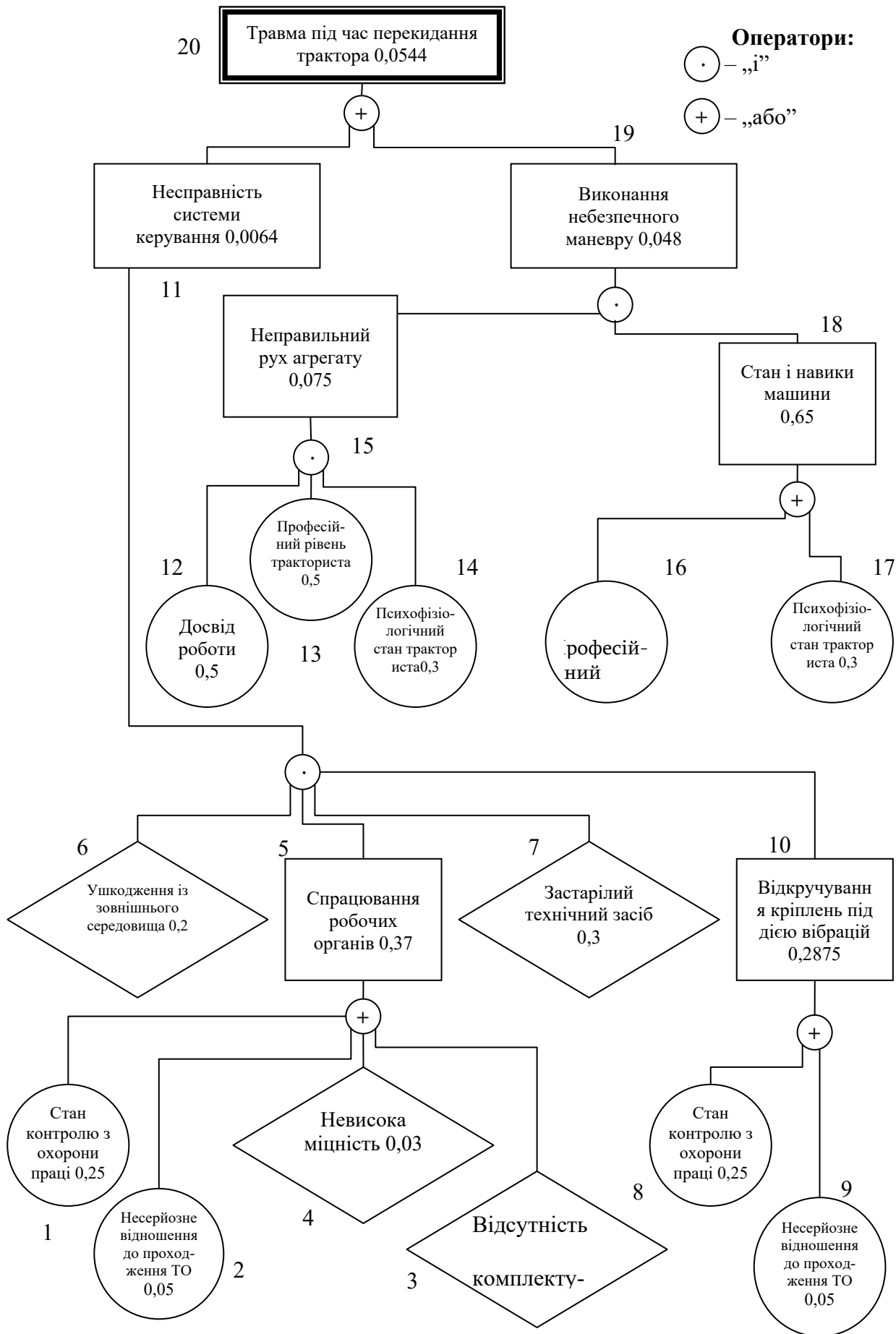


Рисунок 5.1 – Матриця логічних взаємозв’язків між окремими подіями травмонебезпечної ситуації [17]

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

Розрахуємо ймовірності виникнення подій, що формують логіко-імітаційну модель 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  $P_{20}$ :

$$P_{20} = 0,0064 + 0,048 = 0,0544$$

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.

#### 5.4. Безпека в надзвичайних ситуаціях

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 [35].

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.

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

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

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

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

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.



Отже, у системі цивільної оборони окремого господарства необхідно забезпечити захист населення таким чином: 1) можливість укриття населення у захисних спорудах; 2) використання засобів індивідуального і медичного захисту; 3) будівництво захисних споруд, насадження лісосмуг.

### **Висновки до розділу 5**

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 “деревя 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.

## 6. ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ЕФЕКТИВНОСТІ ПЕРЕОСНАЩЕННЯ ПАРКУ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ МАШИН

Мета розділу полягає у встановленні головних показників економічної ефективності вирощування картоплі у ФГ «Петрика А.М.» за умови використання запропонованого комплексу машин для вирощування культури сформованого на базі трактора – МТЗ-922.

Як уже зазначалось у попередніх розділах, ефективність такого процесу досягатиметься за умови забезпечення максимального прибутку підприємства. За таких умов, інвестиції (капіталовкладення) у новий комплекс машин окупляться за короткі терміни. Для того, щоб встановити площу вирощування культури за якої досягатиметься цей максимальний прибуток використано метод ітерацій математичної моделі процесу. Використання цього методу дає можливість отримати множину функціональних характеристик для різних значень площ, а відтак віднайти серед них ту за якої прибуток від реалізації вирощеного врожаю буде максимальним.

З метою виконання поставлених завдань необхідно встановити наступні показники: 1) загальні експлуатаційні витрати на виконання процесу механізованого вирощування картоплі; 2) вартість втраченої продукції; 3) прямі та разові витрати; 4) валовий дохід; 5) рівень рентабельності; 6) чистий прибуток; 7) собівартість продукції; 8) термін окупності капіталовкладень.

Виконавши математичне моделювання процесу механізованого вирощування картоплі отримано значення експлуатаційних витрат (див. п. 4.3). Добуток цих витрат та площі, за якої вони виникають, дає змогу встановити загальні експлуатаційні витрати на виконання процесу (див. табл. 4.2). Зокрема вирощування картоплі на площі – 80 га зумовить наступні експлуатаційні витрати на:

- 1) амортизаційні відрахування – 321700,60 грн.
- 2) ТО і поточний ремонт – 220942,40 грн.
- 3) на ПММ – 253993,60 грн.

4) зарплату – 163950,57 грн.

5) сумарні експлуатаційні витрати господарства – 960587,16 грн.

Прямі та разові витрати ( $B_n$ ) на органічні добрива, мінеральні добрива, насіння, гербіциди визначають за формулою [20]:

$$B_n = \Sigma(\Omega \cdot \Pi) \cdot S, \quad (6.3)$$

де  $\Pi$  – ринкова вартість добрив, насіння, гербіцидів, грн./т (грн./кг, грн./г);  
 $\Omega$  – норма внесення, т/га (кг/га, г/га).

Таким чином, на підставі норми внесення (дод. табл. А.1) та вартості (дод. табл. А.3) добрив, насіння та гербіцидів знайдемо витрати на їх придбання:

$$B_n = 320 \cdot 240 + 18300 \cdot 88 + 8000 \cdot 320 + 175000 = 4\,374\,200,00 \text{ грн.}$$

Валовий дохід ( $D_v$ ) знайдемо:

$$D_v = S \cdot \Pi \cdot Y - B_{зв}, \quad (6.4)$$

де  $Y$  – урожайність культури, т/га.

Валовий прибуток у вартісному виразі знайдемо:

$$D_v = 90 \cdot 17,4 \cdot 4700 - 189395,24 = 6\,353\,004,76 \text{ грн.}$$

Чистий прибуток визначають за формулою:

$$Ч_д = D_v - B_з - B_n \quad (6.5)$$

де  $B_з$  – загальні експлуатаційні витрати, грн.

Підставивши значення показників отримаємо:

$$Ч_д = 6353004,76 - 960587,16 - 4374200 = 1\,018\,217,60 \text{ грн.}$$

Рівень рентабельності [3, 24] знайдемо:

$$P = 100 \cdot Ч_д / (B_з + B_n). \quad (6.6)$$

Підставивши значення отримаємо:

$$P = (100 \cdot 1018217,60) / (960587,16 + 4374200,00) = 19,09 \%$$

Собівартість продукції знайдемо:

$$C_n = (B_з + B_n) / (Y \cdot S - Z), \quad (6.7)$$

де  $Z$  – обсяг втраченого врожаю культури через несвоєчасність технологічних операцій із її вирощування, т.

Обсяг несвоєчасно оброблених площ врожаю картоплі визначено на етапі виконання оптимізаційних розрахунків площі культури для відповідного комплексу машин (див. табл. 4.1), становить – 761,31, га · діб

Таким чином, собівартість продукції:

$$C_n = (960587,16 + 4374200) / (17,4 \cdot 80 - 40,3) = 3946,72 \text{ грн/т.}$$

Отже, собівартість 1 кг картоплі становить 1,3 грн.

Отримані результати відображено у табл. 6.1.

Таблиця 6.1 – Показники ефективності процесу переоснащення парку машин (площа культури – 90 га)

№ з/п	Показник	Розмірність	Значення
1	Капітальні вкладення	грн.	2573600,00
2	Амортизаційні відрахування	грн.	321700,60
3	Витрати на поточний ремонт і ТО	грн.	220942,40
4	Витрати на зарплату	грн.	163950,57
5	Витрати на ПММ	грн.	253993,60
6	Втрати продукції	грн.	189395,24
7	Витрати на добрива і отрутохімікати	грн.	4374200,00
8	Валовий прибуток	грн.	6353004,76
9	Чистий прибуток	грн.	1018217,60
10	Собівартість	грн./т	3946,72
11	Ціна (реалізаційна) продукції	грн./т	4700,00
12	Рівень рентабельності	%	19,09
13	Термін окупності	років	2,53

Термін ( $T$ ) окупності капіталовкладень ( $K$ ) визначимо:

$$T = K / \mathcal{C}_\partial \quad (6.8)$$

Капіталовкладення на вирощування картоплі включають вартість запропонованого комплексу машин, що здійснює процес механізованого вирощування культури (дод. табл. А.2).

$$T = 2573600 / 1018217,60 = 2,53 \text{ роки.}$$

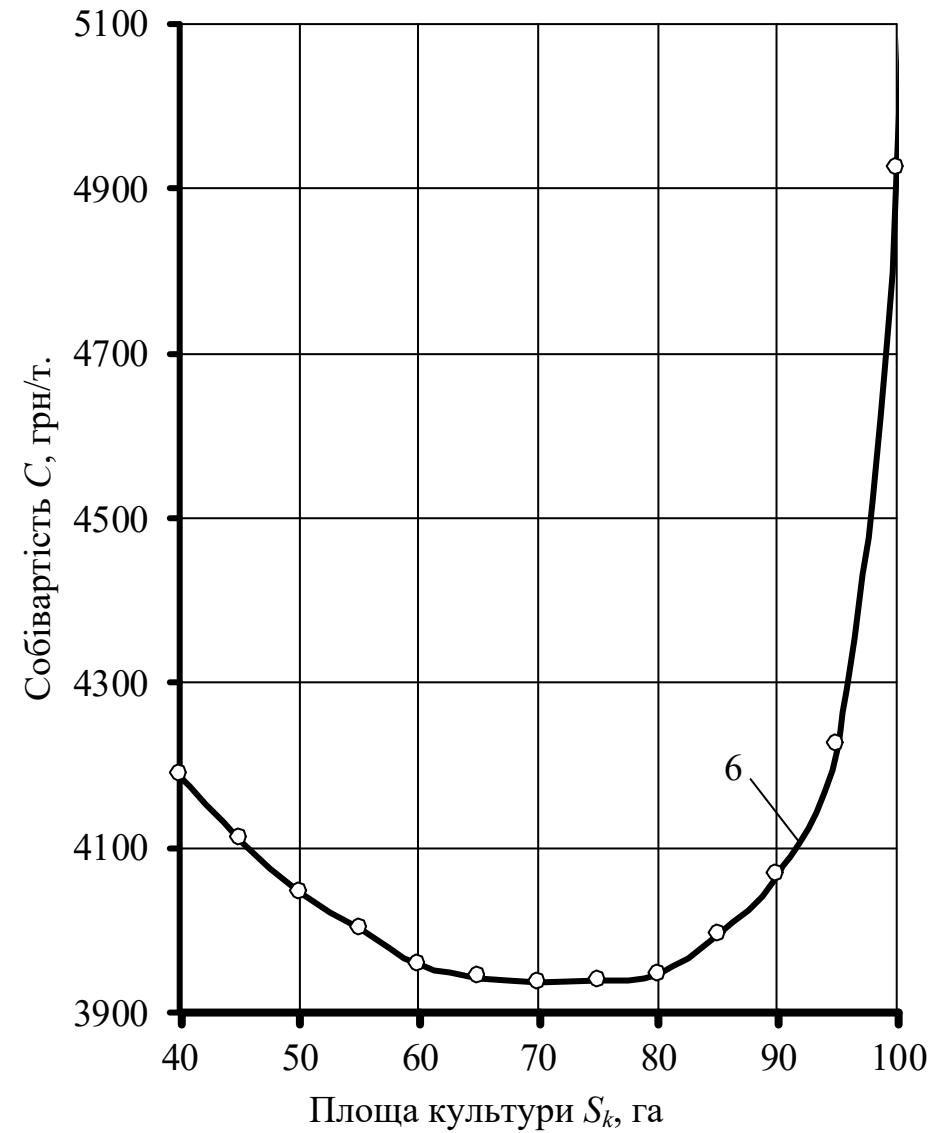
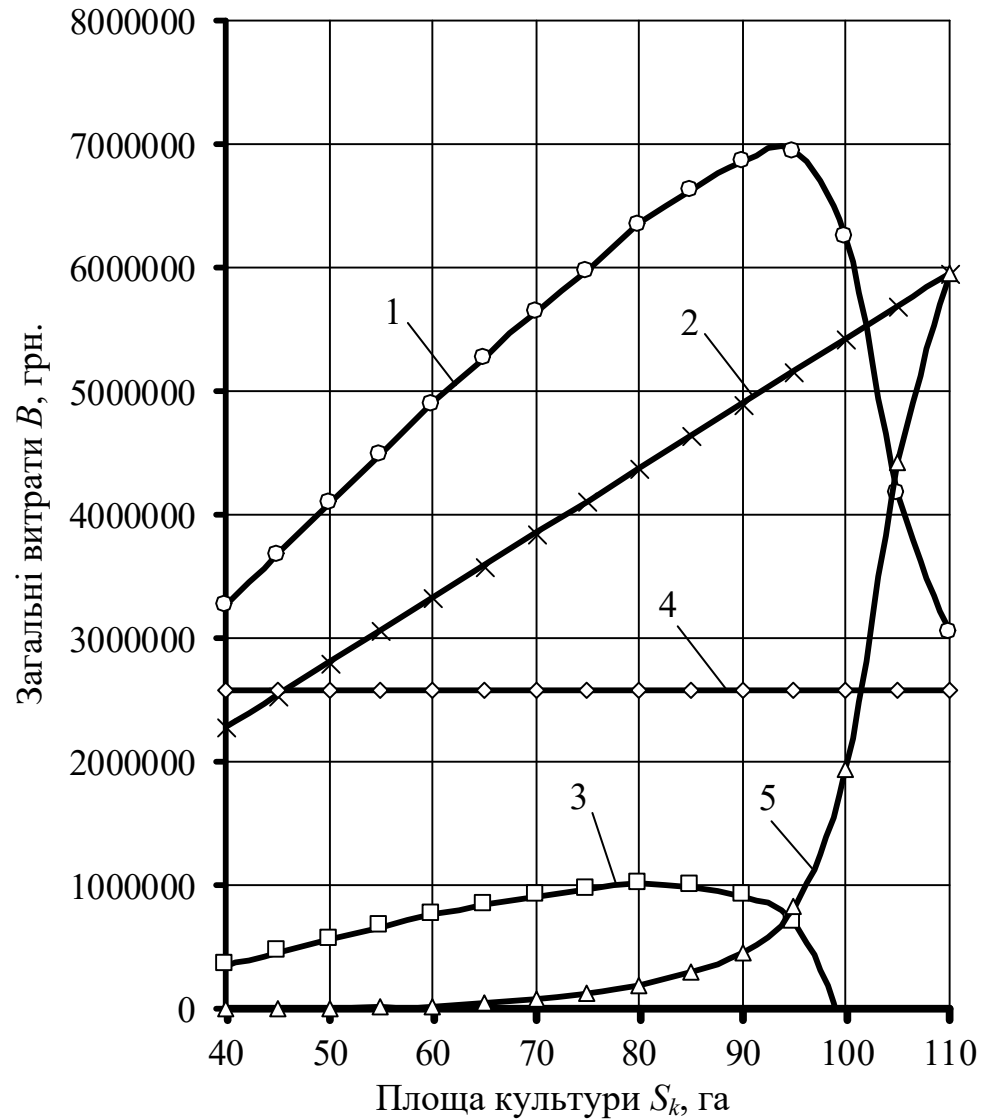


Рисунок 6.1 – Закономірність зміни головних показників ефективності виробничо-технічних ресурсів ФГ «Петрика А.М.» (трактор МТЗ-922): 1 – валовий прибуток; 2 – витрати на добрива, посадковий матеріал тощо; 3 – чистий прибуток; 4 – сума капіталовкладень; 5 – втрати врожаю; 6 – собівартість продукції.

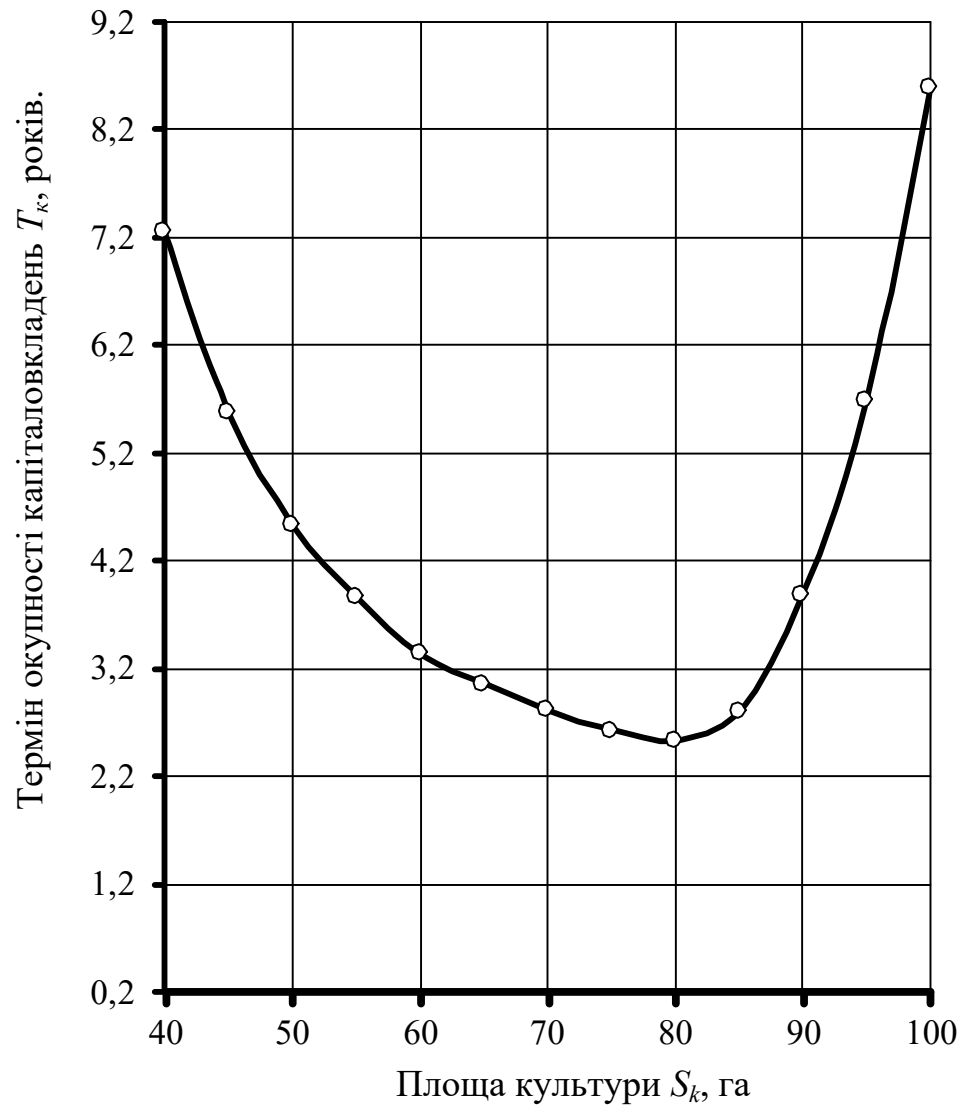


Рисунок 6.2 – Залежність терміну окупності капіталовкладень від площі вирощування картоплі у ФГ «Петрика А.М.» (трактор МТЗ-922).

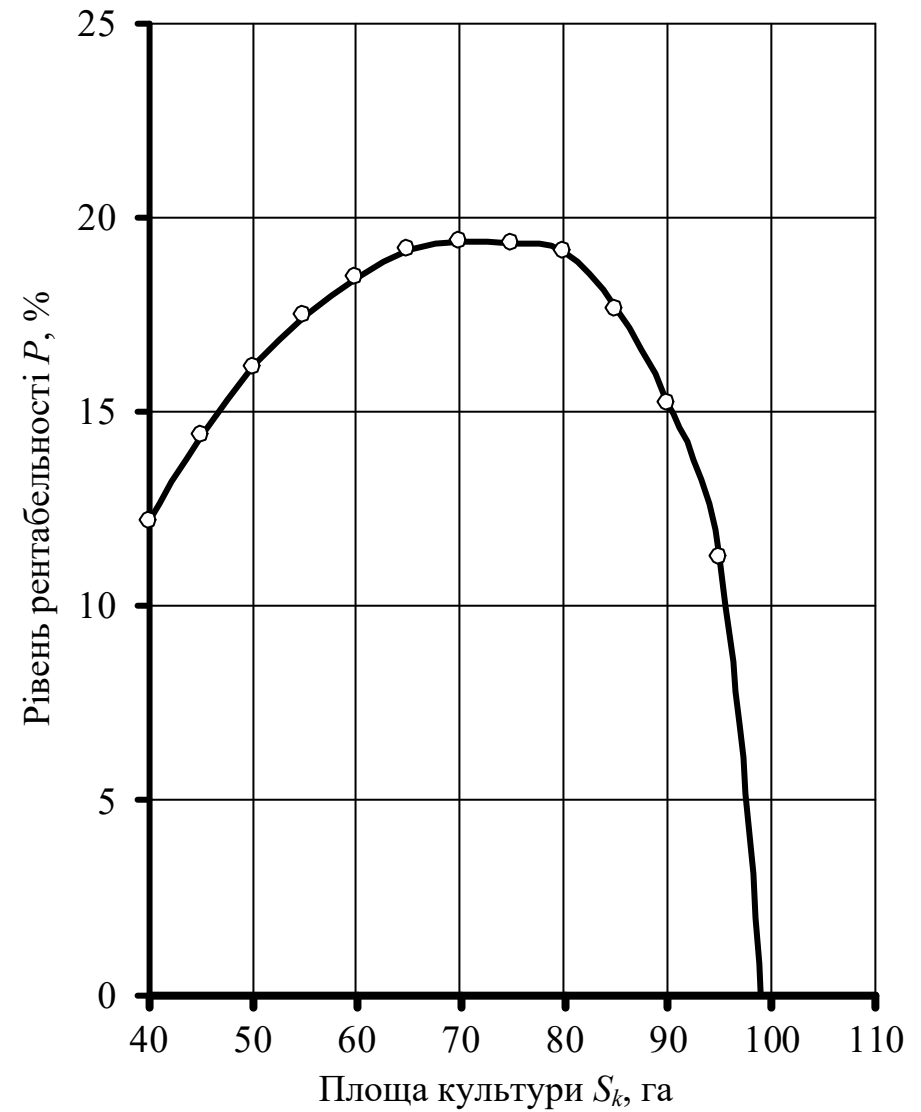


Рисунок 6.3 – Залежність рівня рентабельності від площі вирощування картоплі у ФГ «Петрика А.М.» (трактор МТЗ-922, реалізаційна ціна продукції – 4700 грн/т).

Таким чином, за умови вирощування картоплі у ФГ «Петрика А.М.» запропонованим комплексом машин який сформований на базі трактора – МТЗ-922 на площі поля 80 га, забезпечується умова максимуму чистого прибутку – 1018217,6 грн.

Рівень рентабельності становить – 19,09 %.

Термін окупності капіталовкладень становить – 2,53 роки.

Аналогічні розрахунки виконано для варіантів площ 40..110 га із кроком площі 5 га. Отримані результати розрахунків уможливили встановлення закономірностей зміни вищезазначених показників (табл. 6.1) відповідно до приросту площі картоплі (рис. 6.1-6.3) та (дод. табл. Б.1).

Як переконують отримані закономірності головних показників економічної ефективності виробничо-технічних ресурсів ФГ «Петрика А.М.» їх використання дає можливість отримати максимальні доходи на площі вирощування картоплі в межах 80 га.

### **Висновки до розділу 6**

1. Отримані на підставі математичного моделювання процесу механізованого вирощування картоплі показники експлуатаційних витрат уможливили встановлення загально річних витрат підприємства.

2. Встановлення головних показників економічної ефективності виробничо-технічних ресурсів підприємства для варіантів площ картоплі 40..110 га дало змогу встановити їх закономірності відповідно до приросту площі культури (рис. 6.1-6.3).

3. Встановлені закономірності головних показників економічної ефективності процесу переоснащення парку машин для вирощування картоплі у ФГ «Петрика А.М.» переконують у тому, що використання запропонованого комплексу машин сформованого на базі трактора – МТЗ-922 забезпечить максимальний дохід господарству за умови його використання на площі – 80 га.

## ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. Науково-методичні основи, на яких базуються чинні методи й моделі дослідження механізованих процесів рільництва, на жаль, не враховують сукупної дії головних груп чинників ефективності процесу та особливі властивості виробничої системи вирощування картоплі.

2. Спеціалізація ФГ „Петрика А.М.” є буряково-зернового напрямку із розвитком тваринництва. Значна площа посів відводиться під зернові культури, цукрові буряки, кукурудза та силос і багаторічні трави. Посіви зернових і бобових складають 40% від загальної площі ріллі. Порівняно середню частину площ займає картопля (18%).

3. Аналіз парку машин ФГ „Петрика А.М.” є досить значна кількість технічних засобів для виконання процесу механізованого вирощування сільськогосподарських культур. Однак, більша їх кількість відпрацювала свій моторесурс та потребує оновлення, а парк машин капітального переоснащення. Таким чином, переоснащення парку машин для механізованого вирощування культур носить актуальне та важливе значення.

4. Узгодження виробничої площі із параметрами парку відповідних машин необхідно здійснювати на підставі вартісного критерію – чистий прибуток підприємства від виконання всього обсягу механізованих робіт вирощування картоплі та її реалізації.

5. Розроблений метод дослідження показників ефективності виробничо-технічних ресурсів сільськогосподарського підприємства під час вирощування картоплі зводиться до ітераційного та покрокового розрахунку тривалості виконання відповідних технологічних операцій процесу вирощування культури, порівняння її із агротехнічно-обґрунтованою та, в разі запізнення, встановлення показників несвоєчасно оброблених площ.

6. Використання узагальненого алгоритму для розроблення математичної моделі процесу механізованого вирощування картоплі дає змогу об’єктивно відобразити календарний його перебіг та отримати



вірогідні результати дослідження головних фізичних показників ефективності відповідного комплексу машин.

7. Графоаналітичне моделювання процесу механізованого вирощування картоплі із використанням запропонованого комплексу машин у ФГ «Петрика А.М.» який сформовано на базі трактора МТЗ-922, дало змогу встановити головні функціональні характеристики процесу. Вартісне оцінення цих характеристик є важливою передумовою обґрунтування ефективності переоснащення відповідного парку сільськогосподарських машин.

8. Застосування методів кореляційно-регресійного аналізу, для математичного опрацювання результатів графоаналітичного моделювання процесу уможливило встановлення рівняння яким описується залежність обсягів несвоєчасного оброблених площ від площі культури –  $Z^u = 0.0005 \cdot S_k^5 + 0.0058 \cdot S_k^4 - 0.9573 \cdot S_k^3 + 71.978 \cdot S_k^2 - 2540.3 \cdot S_k + 34067$ , кореляційне відношення становить –  $r = 0,99$ .

9. 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  $P_{20} = 0,0544$ .

10. Встановлені закономірності головних показників економічної ефективності процесу переоснащення парку машин для вирощування картоплі у ФГ «Петрика А.М.» переконують у тому, що використання запропонованого комплексу машин сформованого на базі трактора – МТЗ-922 забезпечить максимальний дохід господарству за умови його використання на площі – 80 га.

## СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Арабов И.А. Рациональные методы распределения машинно-тракторных агрегатов на сельскохозяйственных работах. – Механ. и электриф. соц. с. х-ва. 1977. № 1. 336 с.
2. Барам Х. Г. Научные основы технического нормирования механизированных полевых работ. Москва : Колос, 1984. 351 с.
3. Бізнес-план розвитку сільськогосподарського підприємства: Начвльний посібник / [В.І. Дробот, В.П. Мартьянов, М.Ф. Соловйов, А.В., та ін.] Київ : Мета, 2003. 336с.
4. Букша О.З., Кошель Я.П. Досвід вирощування високих врожаїв картоплі. Київ : Знання, 1981. 48 с.
5. Бусленко Н.П. Моделирование сложных систем. Москва : Наука, 1978. 351 с.
6. Грингоф И.И. Агрометеорология / Грингоф И.И., Попова В.В., Страшный В.Н. Ленинград. Гидрометеоиздат. 1987. 310 с.
7. ГОСТ 23728-88 - ГОСТ 23730-88 Техника сельскохозяйственная. Методы экономической оценки. Москва : Из-во стандартов, 1988. 26 с.
8. Диденко Н.К. Обоснование состава комплексов машин для растениеводства / Диденко Н.К., Гречкосей В.Д., Мельник И.И. // Механизация и электрификация сельского хозяйства. 1980. №9. С. 4-5.
9. Жидецкий В.Ц. Основи охорони праці. Підручник / Джигирей В.С., Мельников О.В. Вид. 5-те, доп. Львів: Афіша, 2000. 350 с.
10. Закон України «Про інвестиційну діяльність». Київ: 18.09.1991 р., № 1560-ХІІ, 1991. 10 с.
11. Закон України «Про інноваційну діяльність». Київ : 4.07.2002 р., № 40-ІV. 2002. 13 с.
12. Зінченко О.І. та ін. Рослинництво: Підручник. Київ : Аграрна освіта, 2001. 591 с.
13. Канторович Л.В. Экономический расчет наилучшего использования ресурсов. Москва : Изд. АН СССР, 1959. 347 с.

14. Картопля / За ред. В.А. Вітенка і Г.С. Куценка. Київ: Урожай, 1990 256 с.
15. Киртбая Ю.К. Резервы в использовании машинно-тракторного парка. Москва : Колос, 1974. 288 с.
16. Кушниров В.А. Расчет оптимальных систем технических средств / Кушниров В.А., Финн Э.А. // Управляющие системы и машины. 1976. № 5. С. 40-45.
17. Лехман С.Д. та ін. Запобігання аварійності і травматизму у сільському господарстві / С.Д. Лехман, В.І. Рубльов, Б.І. Рябцев. Київ : Урожай, 1993. 272с.
18. Лихочвор В.В. Рослинництво. Технологія вирощування сільськогосподарських культур / Лихочвор В.В. Львів : НВФ “Українські технології”, 2002. 800 с.
19. Луб П.М. Обґрунтування параметрів комплексу ґрунтообробних машин сільськогосподарського підприємства : атвореф. дис. на здобуття наук. ступеня канд. техн. наук : спец. 05.05.11 „Машини і засоби сільськогосподарського виробництва” / П.М. Луб. Львів, 2006. 20 с.
20. Марченко В. Методика визначення показників економічної ефективності використання комплексів машин та машинно-тракторного парку. Збірник наук.пр. НАУ. Механізац. с.г. вир-ва. Т.ХІV. 2003. С.189-194.
21. Основи наукових досліджень. Методичні вказівки до виконання лабораторних робіт №2 і №3 для студентів факультету механізації сільського господарства. Львів. 1998. 38с.
22. Охорона довкілля / Методичні рекомендації до написання розділу у випускних і дипломних роботах для студентів факультету механізації. – Львів : ЛДАУ, Каф. агроєкології та біології, 2001. 11 с.
23. Письмак П.В. Обґрунтування ефективності виробничо-технічних ресурсів процесу вирощування картоплі у ТзОВ «Наша Україна» Дубенського району Рівненської області. Диплома робота. : Дубляни, 2008. 100 с.
24. Прокопишак К., Гавука І., Яців С. Методика складання бізнес-планудля підприємств АПК: Методичні рекомендації дшля студентів

механізації сільськогосподарства очної та заочної форм навчання. Львів, 2003.

25. Пятовская Л.К. Методические указания по составлению прогноза оптимальных сроков начала полевых работ и сева основных сельскохозяйственных культур в Белоруссии. Минск: УГМС БССР, 1977.

26. Саклаков В.А. Техничко-экономическое обоснование выбора средств механизации / Саклаков В.А., Сергеев М.П. Москва : Колос, 1973 200 с.

27. Саркисян С.А. Анализ и прогноз развития больших технических систем / Саркисян С.А., Ахундов В.М., Минаев Э.С. Москва : Наука, 1983. 280 с.

28. Свирщевский Б.С. Эксплуатация машинно-тракторного парка / Свирщевский Б.С. Москва : Сельхозгиз, 1980. 504 с.

29. Сидорчук О.В. Виробничі умови системної ефективності ґрунтообробних комплексів / Сидорчук О.В., Луб П.М. // Науковий вісник. НАУ. Вип.80. Київ, 2005. С. 125-131.

30. Сидорчук О. Природно дозволений час для весняної підготовки ґрунту до сівби / Сидорчук О., Луб П. // Вісн. Львів. держ. аграр. ун-ту: Агроінженерні дослідження. 2004. №8. С. 9-16.

31. Сидорчук О. Метод визначення втрат врожаю сільськогосподарських культур внаслідок несвоєчасності механізованих процесів рільництва / Сидорчук О., Луб П., Татомир А., Бурилко А. // Матеріали V ювілейної Міжнар. наук.-техн. конф. "Механізація і енергетика сільського господарства "MOTROL 2005". Одеса, 2005. Том.7. С. 87-91.

32. Сидорчук О. Імітаційна модель роботи зернозбирального комбайна впродовж сезону / Сидорчук О., Тимочко В., Ціп Є. // Вісн. Львів. держ. аграр. ун-ту: Агроінженерні дослідження. 2001. №5. С. 17-26.

33. Сидорчук О. Інженерний менеджмент: системотехніка виробництва. Навчальний посібник / Сидорчук О., Сенчук С. Львів : Львів. ДАУ, 2006. 127с.

34. Сидорчук О.В. Розвиток теорії функціональних структур матеріального виробництва // Вісн. Львів. держ. аграр. ун-ту: Агроінженерні дослідження. 2003. № 7. С. 3-8.

35. Стеблюк М.І. Цивільна оборона / Стеблюк М.І. Київ : Урожай. 1994. 360 с.
36. Теслюк П.С. Продовольча картопля / Теслюк П.С. Київ : Урожай, 1989. 198 с.
37. Уланова Е.С. Методи кореляційного і регресійного аналізу в агрометеорології / Уланова Е.С., Забелин В.Н. Ленінград : Гидрометеоиздат. 1990. 146с.
38. Ціп Є. І. Сезонна програма комбайна і ризик у процесі централізованого збирання ранніх зернових : дис. ... канд. техн. наук : 05.13.22 / Ціп Євген Іванович. Львів, 2002. 182 с.
39. Хабатов Р.Ш. Прогнозирование оптимальных параметров и состава машинно-тракторного парка / Хабатов Р.Ш. Київ : Укр НИИНТИ, 1969. 73 с.
40. Чабаненко И.Л. Разработка системы машин для комплексной механизации производственных процессов колхозов Степной зоны УССР: Автореф. дис. ... к.т.н.: Днепропетровск, 1965. 23 с.
41. Аграрний сектор України. Рослинництво. Каталог культур URL: <http://agroua.net> (дата звернення: 23.08.2021).
42. Державна служба статистики України. Економічна статистика / Економічна діяльність / Сільське, лісове та рибне господарство. URL: <http://www.ukrstat.gov.ua/> (дата звернення: 18.07.2021).
43. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Полісся і західного регіону України / [редкол. : М. В. Зубець (гол. редколегії) та ін.]. Київ : Урожай, 2004. 560 с.

# ДОДАТКИ

**Додаток А.  
Початкові дані**

Таблиця А.1

Запропонований парк МТА для вирощування картоплі у ФГ «Петрика А.М.»

Назва технологічної операції	Одиниця виміру. га, т. т*км	Обсяг роботи	Початок виконання роботи	Агротехнічна тривалість операції, діб	Трактор	С.г. машина.	Годинна продуктивність. га/год., т/год	Витрага пального. кг/га
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Лущення стерні на глиб. 8-10 см	га	90	20.Сер	12	МТЗ-922	БДН-3,2	2.4	4.9
Навантаження органічних добрив, 3 т/га	т	270	20.Вер	12	МТЗ-922	П-10	68	0.28
Розкидання добрив	га	90	20.Вер	12	МТЗ-922	МТО-6	0.56	10.4
Оранка на зяб (25-27 см)	га	90	30.Вер	20	МТЗ-922	ПГП-3-35	0.8	28.5
Навантаження добрив у змішувач (1.1 т/га)	т	99	10.Кві	5	МТЗ-922	П-10	68	0.28
Змішув. та навантаж. міндобрив (1.1 т/га)	т	99	10.Кві	5	МТЗ-922	СЗУ-20	3	1
Транспортування міндобрив(до 5км)	т	99	10.Кві	5	МТЗ-922	2ПТС-4	4.5	1.2
Внесення міндобрив	га	90	10.Кві	5	МТЗ-922	РУМ-5	5.1	2.48
Культивація з боронуванням	га	90	15.Кві	5	МТЗ-922	КПСП-4	4	5.3
Підвезення картоплі	т	360	22.Кві	12	МТЗ-922	2ПТС-4	4.5	1.2
Садіння картоплі	га	90	22.Кві	12	МТЗ-922	КС-4	1.7	8.2
Перше досходове боронування	га	90	27.Кві	5	МТЗ-922	КОН-2.8А-04	1.85	5.25
Друге досходове боронування	га	90	05.Тра	5	МТЗ-922	КОН-2.8А-04	1.85	5.25
Перше розпушування міжрядь	га	90	10.Тра	5	МТЗ-922	КОН-2.8А-04	1.85	5.25
Друге розпушування міжрядь	га	90	17.Тра	5	МТЗ-922	КОН-2.8А-04	1.85	5.25
Підгортання картоплі	га	90	25.Тра	5	МТЗ-922	КОН-2.8А-04	1.85	5.25

Продовження табл. А.1

1	2	3	4	5	6	7	8	9
Приготування розчину гербіциду (0.6 т/га)	т	54	30.Тра	3	МТЗ-922	АПЖ-12	6.2	1.2
Транспортування розчину до 5км (0.6 т/га)	т	54	30.Тра	3	МТЗ-922	ЗЖВ-1.8	4.5	1.2
Обприскування посівів	га	90	30.Тра	3	МТЗ-922	ОПШ-2000-2-05	6.45	1.85
Обприскування проти фітофтори і колорадського жука	га	90	05.Чер	3	МТЗ-922	ОПШ-2000-2-06	6.45	1.85
Скошування бадилля	га	90	25.Сер	10	МТЗ-922	КИР-1.5	1.15	11.6
Копання картоплі	га	90	01.Вер	18	МТЗ-922	КПК-2-01	0.36	5.7
Відвезення картоплі	т	1620	01.Вер	18	МТЗ-923	2ПТС-4	4.5	1.2
<b>РАЗОМ</b>	-	-	-	-	-	--	-	-



Таблиця А2

## Початкові дані економічних розрахунків

№ з/п	Назва періоду і роботи	Коеф. зайнятості	Вартість с.г. машини	Відрахув. на амортизацію, %	Відрахув. на ремонт і ТО, %	Нормативне річне напрацювання, год	Коеф. зайнятості
1	2	3	4	5	6	7	8
1	Лущення стерні на глиб. 8-10 см	0.025	39200	12.5	7	120	1
2	Навантаження органічних добрив. 3т/га	0.003	72000	12.5	13	600	0.5
3	Розкидання добрив	0.081	122000	12.5	11	400	1
4	Оранка на зяб (на гл. 25-27 см)	0.076	32000	12.5	20	250	1
5	Навантаження добрив у змішувач (1.1 т/га)	0.001	72000	12.5	13	600	0.5
6	Змішув. та навантаж. міндобрив (1.1 т/га)	0.022	21200	12.5	12	200	1
7	Транспортування міндобрив(до 5км)	0.015	66000	12.5	13	800	0.5
8	Внесення міндобрив	0.012	33200	12.5	12	200	1
9	Культивація з боронуванням	0.015	45400	12.5	12	200	1
10	Підвезення картоплі	0.054	36800	12.5	13	800	0.5
11	Садіння картоплі	0.036	120000	12.5	6	60	1
12	Перше досходове боронування	0.033	78240	12.5	9	160	0.2

Продовження табл. А.2

1	2	3	4	5	6	7	8
13	Друге досходове боронування	0.033	78240	12.5	9	160	0.2
14	Перше розпушування міжрядь	0.033	78240	12.5	9	160	0.2
15	Друге розпушування міжрядь	0.033	78240	12.5	9	160	0.2
16	Підгортання картоплі	0.033	78240	12.5	9	160	0.2
17	Приготування розчину гербіциду (0.6 т/га)	0.006	14160	12.5	11	500	1
18	Транспортування розчину до 5км (0.6 т/га)	0.008	29000	12.5	12	160	1
19	Обприскування посівів	0.009	115000	12.5	11	400	1
20	Обприскування проти фітофтори і колорадського жука	0.009	115000	12.5	11	400	1
21	Скошування бадилля	0.053	106200	12.5	7	120	1
22	Копання картоплі	0.168	480000	12.5	12	150	1
	<b>Разом</b>	0.243	1910370,00				

## Початкові дані економічних розрахунків

№ з/п	Назва показника	Значення
1	Врожайність картоплі, т/га	17,4
2	Вартість урожаю картоплі. грн/т	4700
3	Вартість трактора, грн.	1200000
4	Загальна вартість с.г. машин, грн.	2573600
5	Амортизаційні відрахування трактора, %	15
6	Відрахування на ремонт і ТО трактора, %	12
7	Нормативне річне напрацювання трактора, год	1350
8	Вартість ПММ, грн/кг	28
9	Вартість органічних добрив, грн/т	320
10	Вартість мінеральних добрив (нітромофоска), грн/т	18300
11	Вартість посадкової картоплі (супер еліта), грн/т	8000
12	Вартість гербіцидів (тітус), грн/га	175000

**Додаток Б.**  
**Результати оцінення ефективності процесу механізованого вирощування культури**

Таблиця Б.1

Результати оцінення характеристик виробничого процесу для різних площ вирощування картоплі, га

<b>Показник</b>	<b>50.0</b>	<b>55.0</b>	<b>60.0</b>	<b>65.0</b>	<b>70.0</b>	<b>75.0</b>	<b>80.0</b>	<b>85.0</b>	<b>90.0</b>	<b>95.0</b>	<b>100.0</b>
Амортизаційні відрахування, грн	321700,60	321700,60	321700,60	321700,60	321700,60	321700,60	321700,60	321700,60	321700,60	321700,60	321700,60
Витрати на поточний ремонт і ТО, грн	138089,00	151897,90	165706,80	179515,70	193324,60	207133,50	220942,40	234751,30	248560,20	262369,10	276178,00
Витрати на зарплату , грн	102469,10	112716,01	122962,92	133209,83	143456,75	153703,66	163950,57	174197,48	184444,39	194691,30	204938,21
Витрати на ПММ, грн	158746,00	174620,60	190495,20	206369,80	222244,40	238119,00	253993,60	269868,20	285742,80	301617,40	317492,00
Витрати на допом.матер. грн	2799500,00	3061950,00	3324400,00	3586850,00	3849300,00	4111750,00	4374200,00	4636650,00	4899100,00	5161550,00	5424000,00
Капітальні вкладення, грн	2573600,00	2573600,00	2573600,00	2573600,00	2573600,00	2573600,00	2573600,00	2573600,00	2573600,00	2573600,00	2573600,00
Валовий прибуток, грн	4089000,00	4489623,09	4898523,09	5271046,40	5646085,25	5978232,53	6353004,76	6631848,00	6603833,65	6942664,54	6244282,07
Рівень рентабельності	16,15	17,44	18,74	19,05	19,37	18,79	19,09	17,65	11,18	11,23	-4,58
Абсолютний (Чистий) прибуток, грн.	568495,30	666737,98	773257,57	843400,47	916058,91	945825,78	1018217,60	994680,43	664285,66	700736,15	-300026,73
Термін окупності капіталовкл., років	4,53	3,86	3,33	3,05	2,81	2,72	2,53	2,59	3,87	3,67	-8,58
Собівартість, грн/т	4046,56	4002,02	3958,08	3947,97	3937,44	3956,41	3946,72	3995,07	4227,22	4225,62	4925,83
Втрати продукції, грн	0,00	8276,91	8276,91	44653,60	78514,75	155267,47	189395,24	319452,00	756366,35	826435,46	1933717,93
Обсяг несвоєчасно оброблених площ, га*діб	0,00	48,20	48,20	193,25	323,66	570,31	791,44	1116,96	2537,77	2671,42	4938,38