

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ОДЕСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ФАКУЛЬТЕТ ГЕОДЕЗІЇ, ЗЕМЛЕУСТРОЮ ТА АГРОІНЖЕНЕРІЇ
КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ

«До захисту допущено»

Завідувач кафедри

д.т.н., професор

Костянтин ДЯДЮРА

«___» _____ 2025 р.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на здобуття другого (магістерського) рівня вищої освіти

Освітньої програми «Агроінженерія»

За спеціальністю 208 «Агроінженерія»

ОБҐРУНТУВАННЯ СТРУКТУРИ ТА СКЛАДУ ТЕХНОЛОГІЧНИХ
КОМПЛЕКСІВ В ІНТЕНСИВНИХ ТЕХНОЛОГІЯХ ВИРОЩУВАННЯ ТА
ЗБИРАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР З ДОСЛІДЖЕННЯМ
ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ПОКАЗНИКІВ РОБОТИ МАШИННИХ АГРЕГАТІВ

Науковий керівник: к.т.н., доцент

_____ Дмитро ДОМУЩІ

Рецензент: к.т.н., доцент

_____ Ігор ШИПКО

Виконав здобувач денної форми навчання

Іван БАЗАН

*Засвідчую, що кваліфікаційна робота містить
результати власних досліджень. Використання
ідей і текстів інших авторів має посилання
на відповідне джерело.*

_____ **Іван БАЗАН**

ОДЕСА – 2025

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота на тему: «Обґрунтування структури та складу технологічних комплексів в інтенсивних технологіях вирощування та збирання сільськогосподарських культур з дослідженням експлуатаційних показників роботи машинних агрегатів» оформлена у виді пояснювальної записки обсягом 92 сторінок друкарського тексту .

В першому розділі проведено огляд сучасних технологій і технічних засобів при вирощуванні та збиранні сільськогосподарських культур.

У другому розділі розроблено технологію вирощування і збирання озимої пшениці.

В третьому розділі обґрунтовано склад та структуру технологічних комплексів машинно-тракторного парку та розроблено річний план його використання й технічного обслуговування.

В четвертому розділі приведені методика і результати досліджень.

В п'ятому розділі представлено модель оптимізації структури та складу технологічних комплексів.

В шостому розділі розглянуті питання охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях в господарстві.

В сьомому розділі розроблено бізнес-план на впровадженню обґрунтованого складу технологічних комплексів МТП.

Ключові слова: ТЕХНОЛОГІЧНИЙ КОМПЛЕКС, МАШИННО-ТРАКТОРНИЙ ПАРК, ІНТЕНСИВНА ТЕХНОЛОГІЯ, ТЕХНОЛОГІЧНІ КАРТИ, ЕКСПЛУАТАЦІЙНІ ПОКАЗНИКИ.

ЗМІСТ

ЗАВДАННЯ НА ВИКОНАННЯ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ.....	2
РЕФЕРАТ.....	4
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ ПОЗНАЧЕНЬ.....	8
ВСТУП.....	9
1 ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ І ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ВИРОЩУВАННЯ ТА ЗБИРАННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР.....	11
1.1 Призначення та особливості вирощування та збирання зернових культур.....	11
1.2 Обґрунтування способів, строків, площ, технологічних схем вирощування та збирання зернових культур.....	12
1.3 Аналіз сучасного стану механізації вирощування та збирання зернових культур.....	15
1.4 Шляхи перспективного розвитку і вдосконалення механізації вирощування та збирання зернових культур.....	16
1.5 Стратегія організації збирання зернових культур.....	17
2 МЕТОДИКА Й РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	18
2.1 Визначення умов проведення збиральних робіт.....	18
2.2 Зміна врожайності зернових культур від строків збирання й обґрунтування інтенсивності втрат урожаю.....	18
3 ОБҐРУНТУВАННЯ СТРУКТУРИ ТА СКЛАДУ ТЕХНОЛОГІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ МАШИННО- ТРАКТОРНОГО ПАРКУ.....	25
3.1 Обґрунтування структури та складу технологічних комплексів машинно-тракторного парку виробничого підрозділу.....	25

3.2	Побудова графіків завантаження тракторів і сільськогосподарських машин.....	27
3.3	Обґрунтування потреби в транспортних засобах, механізаторах та допоміжних робітниках.....	28
3.4	Дослідженням експлуатаційних показників роботи т машинних агрегатів машинно-тракторного парку.....	28
3.5	Розрахунок потреби машинних агрегатів в паливно- мастильних матеріалах.....	31
3.6	Планування технічного сервісу енергетичних засобів і сільськогосподарських машин та строків його виконання.....	35
3.7	Дослідження складових часу зміни при використанні машинно-тракторного агрегату для збирання незернової частини урожаю.....	36
4	МЕТОДИ І РЕЗУЛЬТАТИ МОДУЛЮВАННЯ СТРУКТУРИ ТА СКЛАДУ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ЗБИРАЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ...	37
4.1	Математичні методи визначення структури технологічного збирального комплексу.....	37
4.2	Модель обґрунтування складу основної ланки технологічного збирального комплексу.....	38
4.3	Алгоритм моделювання оптимізації структури та складу технологічних ланок збирально-транспортних комплексів.....	39
4.4	Обґрунтування складу збирального технологічного комплексу.....	47
5	ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ..	57
5.1	Охорона праці.....	57
5.2	Безпека в надзвичайних ситуаціях.....	68
6	БІЗНЕС-ПЛАН ОБҐРУНТУВАННЯ СТРУКТУРИ ТА СКЛАДУ ТЕХНОЛОГІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ	72
6.1	Характеристика розробки.....	72
6.2	Оцінка ринку збуту.....	73

6.3 Конкуренція.....	73
6.4 Стратегія маркетингу.....	74
6.5 План виробництва.....	74
6.6 Юридичний план.....	74
6.7 Оцінка ризику і страхування.....	75
6.8 Фінансовий план.....	75
6.9 Стратегія фінансування.....	85
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ.....	86
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	88
ДОДАТКИ.....	91

1 ОГЛЯД ІСНУЮЧИХ ТЕХНОЛОГІЙ І ТЕХНІЧНИХ ЗАСОБІВ ВИРОЩУВАННЯ ТА ЗБИРАННЯ ЗЕРНОВИХ КУЛЬТУР

1.1 Призначення та особливості вирощування та збирання зернових культур

У сільському господарстві складові виробничих циклів мають імовірний (стохастичний) характер. Це особливо стосується вирощування та збиранню врожаю зернових колосових культур. Тривалість цього періоду залежить від погодних умов, біології розвитку рослин, сорту культури, складу ґрунту, агротехнічних прийомів тощо. У зв'язку з цим є потреба в науково-виробничих пошуках таких форм організації збирального процесу, які дали б змогу зібрати врожай у стислі агротехнічні строки та істотно зменшити за рахунок цього втрати [1]. За даними Інституту аграрної економіки УААН втрати зерна озимої пшениці при врожайності 32,7 ц/га на дванадцятий день збирання становлять 5,7 ц/га [6].

Вирощування та збирання зернових колосових культур – це складний і трудомісткий комплекс робіт, в якому залучені значна кількість мобільних і стаціонарних агрегатів, транспортних засобів, а також людей. Ці обставини викликають ситуації, для вирішення яких необхідно знайти оптимальні варіанти. Збирання й післязбиральна обробка зерна - фінішні операції по виробництву зернових культур. Вони підбивають підсумок усьому комплексу попередніх робіт з оптимального вибору районованих сортів, підготовці насіння, обробці ґрунту, посіву, догляду за рослинами. Разом із тим це най-ресурсномісткі операції. Так, експлуатаційні витрати на збирання врожаю з поля і його транспортування на господарський пункт післязбиральної обробки зерна становлять 50-55 % всіх витрат на його виробництво. Це обґрунтовує необхідність постійного вдосконалювання технологій збирання й технічних засобів для їхньої реалізації [2].

Якщо за 100 відсотків взяти експлуатаційні витрати на гектар зібраної площі і витрати від недобору зерна залежно від строків збирання, то сумарні витрати будуть рости, починаючи з сьомого дня на 15 відсотків кожного наступного дня. Витрати коштів залежно від строків збирання й пов'язаних із ними витрат зерна в грошовому вигляді свідчать про те, що економічно обґрунтований строк збирання зернових колосових мусить становити $5 \div 7$ днів. Збирання сільськогосподарських культур - вирішальний виробничий процес, який вимагає високого рівня організації виробництва з урахуванням його технології, тому перед господарствами постає проблема оптимального комплектування збирально-транспортного комплексу.

1.2. Обґрунтування способів, строків, площ, технологічних схем вирощування та збирання зернових культур

У господарствах застосовують в основному два способи машинного збирання зернових колосових та зернобобових культур з використанням зернозбиральних комбайнів – одно- і двофазний. При першому способі всі збиральні операції (скошування, обмолот, очищення зерна, збирання соломи й половини) виконують одночасно, а при другому – в два етапи: після просихання стебел, скошених і укладених у валки, комбайн, обладнаний підбирачем, підбирає їх і обмолочує, очищає зерно і збирає соломину й половику.

Двофазний (роздільний) спосіб використовують при збиранні забур'янених посівів і тих, що легко осипаються, з густотою понад 300 стебел на м^2 і висотою не нижче 60 см. Скошувати у валки при цьому способі починають у фазі середини воскової стиглості озимих і ярових пшениць і багаторядкового ячменю, коли вологість зерна становить 35...25 % [17].

Висота зрізування при роздільному збиранні залежить від густоти і висоти хлібостою, товщини й міцності стерні, засміченості й виду бур'янів, а також якості обробітку поля. Від висоти стерні залежить її несуча здатність, а отже інтенсивність просихання валків. Чим вище лежить валок, тобто, чим вище стерня, тим краще він провітрюється, швидше просихає. Але із

збільшенням висоти стерні зменшується її несуча здатність, тобто граничне навантаження, кг/м^2 , при якому зминаються стебла.

Формуючи валок, треба враховувати швидкість просихання хлібної маси і умови досягання зерна у валках. Якщо валок не дуже щільний, рослинна маса порівняно швидко просихає і зерно може бути щуплим. Під час досягання хлібів у валках абсолютна маса зерна збільшується за рахунок поживних речовин, що є в стеблах.

Прямим комбайнуванням збирають рівномірно стиглі, а також зріджені посіви з густотою менше 300 стебел на 1 м^2 , низькорослі і з підсівом трав. Збирання хлібів починають на початку повної стиглості, коли вологість зерна не перевищує 20...18 % [25].

Залежно від зональних умов потреби в кормах, наявності техніки у господарствах соломую збирають цілу або подрібнену, а також з пресуванням та роздільним збиранням соломи й полови.

Узгодженість операцій збирання наведена в таблиці 1.1 [34].

Таблиця 1.1 Узгодженість операцій збирання

Операції	Строки збирання, діб											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Пшениця												
Скошування у валки		+	+	+	+							
Підбирання валків				+	+	+	+	+				
Пряме комбайнування						+	+	+	+	+	+	

Скошування хлібів у валки. Висота зрізування стебел має бути 15...25 см залежно від густоти і висоти хлібостою. Хліби висотою 60...100 см і густиною 300...400 стебел на 1 м² скошують, залишаючи висоту стерні 15...18 см, а більш густих і високих хлібів – 18...25 см.

Валок має бути таких розмірів: товщина – 20...25 см для південних районів і 10...18 см – для решти; ширина – не більше 1,7 м; маса 1 м – не менше 1,5 кг; орієнтація стебел – 10...15⁰ відносно повздовжньої осі [40].

Укладають хліби у валки поперек напрямку посіву. Маса валка повинна відповідати пропускній здатності молотарки комбайна при оптимальній швидкості руху агрегату.

Підбирання та обмолочування валків. Валки підбирають для обмолоту після дозрівання зерна і висихання листостеблової маси. Тривалість операції у південних районах не може перевищувати чотирьох - п'яти днів, у решті – шести-семи – для озимої пшениці, двох-трьох днів – для ячменю, озимого житла та вівса. Підбирають валки плавно, без розриву та нагромадження, що забезпечується правильним вибором швидкості комбайна і частотою обертання вала підбирача. Швидкість руху комбайна на підбиранні та обмолоті валків не повинна перевищувати 1,7 м/с (6 км/год). [40].

Пряме комбайнування. Висоту зрізування встановлюють залежно від густоти і висоти стеблостою. Якщо в господарстві всю соломку використовують для потреб тваринництва, то висота стерні має бути до 10 см при висоті стеблостою до 70 см; до 15 см – при висоті до 90; до 18 см – при висоті стеблостою більше 90 см. На полеглих хлібах висота зрізування повинна бути 8...12 см [40].

Копиці соломи вивантажують на загоні рядами, паралельними його короткій стороні. Розтягування копиць при їх вивантаженні не допускається.

Для зернобобових культур характерним є нерівномірність досягання і схильність до самоосипання та розтріскування перестиглих бобів. Тому ці

культури краще збирати роздільним способом. Проте на півдні республіки у посушливе літо незабур'янений горох збирають прямим комбайнуванням.

Скошувати горох у валки починають тоді, коли пожовкне на рослинах не менш як 65 % бобів, стебла й листя в нижній частині рослин також будуть жовті, а у верхній – світло-зелені.

Сочевицю і чину скошують при побурінні на нижній частині рослин більше 50 % бобів; люпин – 70...75%; квасолю – коли боби досягнуть у нижній і середній частинах рослин, а листя частково обпаде; вику – при побурінні третини бобів на нижній частині рослин.

Загальна тривалість збирання зернобобових культур становить 7...10 днів, скошування у валки – 4...6 днів у Лісостепу й на Поліссі та 2...3 дні в Степу. Пряме комбайнування зернобобових культур починають, коли на стеблах досягне не менш як 95 % бобів і закінчують за 3...5 днів.

Основний спосіб збирання круп'яних культур (просо, гречка) – роздільний. Скошують у валки при дозріванні 70...80 % зерен і закінчують за 3...4 дні, але не пізніше дозрівання 90 % зерен [1].

Оптимальна висота зрізування гречки – 15...20 см, проса – 12...15 см, допустиме відхилення від заданої висоти зрізування – не більш 5 см.

На широкорядних посівах косять поперек посіву або по діагоналі. Ширина валка не може перевищувати 90 % ширини захвату підбирача, а маса з 1 м повинна бути не менше 1,5 кг і відповідати пропускній здатності молотарки комбайна при оптимальній швидкості руху агрегату.

Втрати зерна при скошуванні у валки прямостоячих рослин не можуть бути більше 1 %, полеглих – 1,5 % і при несприятливих умовах відповідно – 1,5 і 2,5 %.

Залежно від погодних умов підбирати і обмолочувати валки комбайнами починають через 3...5 днів, коли вологість зерна становить 15...17 %, а стебел і листя 30...40 %.

При нормальних умовах роботи втрати зерна на підбиранні валків не повинні перевищувати 3 %, при несприятливих – 4 %. Подрібнення зерна допускається не більше 2 %, обрубаних зерен у межах основної культури – не більше 5 %[6].

При несприятливих погодних умовах, коли зерно у валках може проростати. Використовують подвійне комбайнування. У цьому разі при першому обмолоті комбайн працює без соломокопнувача.

1.3 Аналіз сучасного стану механізації вирощування та збирання зернових культур

Аналіз сучасного стану механізації збирання зернових культур в Україні виявляє її низьку ефективність. Статистичні дані свідчать про постійну тенденцію скорочення загального числа комбайнів у парку, зростання частки несправних машин, старіння парку, збільшення середнього навантаження на комбайн, збільшення строків збирання й втрат зерна від самоопадання. У порівнянні з 1990 р. парк комбайнів і їхній річний випуск зменшилися відповідно майже в 2,5 і більш ніж в 10 разів, а навантаження на одну машину зросли в 1,9 рази (з 155 до 297 га при нормативі 110-120 га), що приводить до порушення агротехнічних строків збирання врожаю (в агрострок збирається лише близько 30 % полів). Тривалість збирального сезону по регіонах (навіть із урахуванням збирання різних по строках дозрівання культур) перевищує нормативні в 3-9 разів. Загальне сезонне навантаження на комбайн перебувають у межах 140-1010 га. Через неукomплектованість збирального парку, його недостатньої сумарної продуктивності й низького рівня організації використання, втрати зерна перевищують 3 млн. т. [6].

По технічному забезпеченню збиральних робіт Україна відстає від провідних країн миру в 3-6 разів, а по забезпеченню зерном на душу населення ми перебуваємо на рівні початку минулого століття [6]. Поголів'я худоби значно скоротилося майже вдвічі, що різко зменшило потребу у фуражному зерні й грубих кормах (соломі). Замовлення на нову техніку впали нижче очікуваного рівня, що привело до скорочення її промислового виробництва. Ще більше ослабнула роль державних механізмів керування сільським господарством, змінилася форма лізингування техніки, обсяги застосування різних технологій збирання деформувалися вбік малоопераційних, менш ресурсномістких і результативних по валовим зборам зерна. Практично припинило існування промислове насінництво. Однак небагато зросла роль МТС у проведенні збиральної кампанії, і збільшився імпорту закордонної техніки. У багатьох документах і матеріалах державного й регіонального рівня положення з виробництвом зерна й технічним забезпеченням АПК (у тому числі й збирання зернових) в Україні оцінюється як критичне.

У цей час сільське господарство країни перебуває на новому етапі свого розвитку. Тенденція багатокладності з впровадженням ринкового механізму регулювання взаємин виробників і споживачів продукції вимагає пошуку нових підходів до створення зернозбиральної техніки і її використанню. Поява виробників зерна з різним рівнем товарної й фінансової заможності (купівельної спроможності) вимагає істотного коректування раніше прийнятої загальнодержавної технічної політики, коли централізовано забезпечувався масовий випуск базової однотипної техніки всезонального використання зі слабким обліком вимог безпосередньо самих виробників с.-г. продукції.

1.4 Шляхи перспективного розвитку і вдосконалення механізації вирощування та збирання зернових культур

Розробка перспективної стратегії розвитку механізації збирання зернових культур ставиться до класу проблем прогнозування розвитку макросистем, функціонування яких залежить від взаємодії безлічі зовнішніх і внутрішніх факторів. Модернізацію або створення нової ресурсомісткої по своєму призначенню й масштабам виробництва зернозбиральної техніки не можна розглядати ізольовано від загального стану АПК, дієвості механізмів державної політики й соціального замовлення на с.-г. продукцію. Це вирішальні фактори розвитку мобільної енергетики, складних технологічних машин і різного встаткування, створення яких залежить від рівня розвитку багатьох галузей народного господарства, і одними галузевими мірами (внутрішніми факторами) поставлену проблему вирішити не можна.

Порівняльна техніко-економічна оцінка сучасних комбайнів показує, що російська техніка, яка є набагато дешевшою ніж інша закордонна техніка, по комплексних питомих показниках технічного рівня мало чим їй уступає. Значне відставання спостерігається поки по надійності, дизайну й комфортності. Однак ці недоліки переборні. Так, по даним Алтайської МІС, комбайн "Єнісей-960-003" за всі 135 год. господарської роботи не мав жодної відмови.

По витраті палива на 1 т зерна російські комбайни практично не уступають іншим закордонним. Значної різниці немає й по середніх потужностях двигунів, незважаючи на те, що закордонні машини збирають хліб із урожайністю в 3-4 рази вище. Навіть більшість зразків, що експонувалися на виставці "AGRITECHNIKA-2007" у Ганновері мали потужність двигунів менш 250 л. с. і тільки в 12 моделей (з них 5 фірми Claas) вона становила 300-450 л. с. [21]. Що ж стосується серійних комбайнів, що перебувають у рядовій експлуатації в країнах, що брали участь у виставці, то потужність їхніх двигунів в основному менше 250 л. с. Потужність двигунів

на комбайнах "Дон-1500Б" і "Дон-2600" 225 і 280 л. с. По показниках собівартості збирання, окупності, адаптивності до реальних умов експлуатації російські комбайни набагато краще інших більш дорожчих закордонних аналогів. По продуктивності, якості роботи, універсальності використання комбайну "Дон-2600ВД" майже немає рівних (принаймні, вона входить у п'ятірку самих продуктивних комбайнів у світі). Завдання полягає в тім, щоб у найближчі роки реалізувати наявний науково-виробничий і кадровий потенціал по збільшенню виробництва зерна в Україні, удосконалюванню зернозбиральної техніки, задіявши все ланки АПК, потенціал банківської й інвестиційної політики в країні.

Загальна мета рішення проблеми: розробити стратегію перспективного розвитку механізації збирання зернових культур по пріоритетних технологіях, регіональним структурам парку, технологічної потреби в машинах різних класів, що рекомендуються оптимальним параметрам, варіантам ефективного машиновикористання й у підсумку сформуванню програму створення пріоритетної техніки, і визначити завдання фундаментальної науки для розробки й впровадження у виробництво ресурсозберігаючих, безвідхідних і екологічно чистих технологій і машин, що забезпечують валовий збір зерна з мінімальними втратами вирощеного врожаю, а також витратами праці й засобів.

Важливими складовими являються сучасні вимоги ринкової економіки до АПК і с.-г. техніки: прибутковість у всіх ланках товаровиробничої системи машиновиробник – посередник (дилер, МТС, СТО й ін.) - сільський товаровиробник; забезпечення умов відтворення промислової й с.-г. продукції; пріоритетність вимог замовника; разноваріантність продукції; розмаїтість послуг; можливість широкого вибору продукції із пропонованих асортиментів за вартістю, призначенню, масі, розмірам, надійності й ін.

Пріоритетні технології збирання зернових культур: пряме комбайнування з обмолотом хлібної маси (на 55-60 % площ), роздільне

збирання (на 35-40 % площ) і інші способи (до 5 % -і з очосом, збирання на зернофураж або "невейки", збір у стоги). Пріоритетні технології збирання соломи: копена (55 %), валкова (18 %), зі здрібнюванням і розкиданням по полю (27 %). Ці рекомендації - одна із принципових відмінностей нової стратегії розвитку механізації збирання до 2025 р. Донедавна в цілому по країні масштаби застосування способів прямого комбайнування й роздільного збирання оцінювалися приблизно однаково (50:50), хоча в окремих регіонах явна перевага віддавалася тієї або іншої технології. Виходячи із цього формувався й парк збиральних машин.

На думку ведучих НДІ країни на період до 2020-2025 р.р. перевага буде віддана прямому комбайнуванню, тому що підніметься загальна культура рослинництва, почнуть реалізовуватися принципи технологізації виробництва. Те, що зараз у ряді зон перевагу одержує роздільне збирання, не завжди виправдано й часто є змушеною мірою (немає добрив, не застосовується захист рослин, низький рівень насінництва й т. п.). Майбутнє за прямим комбайнуванням, але роздільне збирання залишиться в деяких регіонах важливим технологічним прийомом (хоча й у менших обсягах). Знайде застосування технологія збирання з очосом рослин на корені, що раніше взагалі не передбачалася ні в яких обсягах.

Зрушення повинні відбутися й у масштабах реалізації різних технологій збирання незернової частини врожаю (НЧВ). Раніше майже повсюдно використовували копену технологію (до 90 %). У перспективі її масштаби істотно зменшаться, хоча й залишаться в цілому по країні переважаючими. Майбутній перерозподіл масштабів застосування різних технологій збирання спричинить зміна структури парку збиральних машин і уточнення потреби в кожній з них.

Обґрунтування оптимального типажу комбайнів для будь-якої країни - суцього національна проблема, тому що їх реальна експлуатаційна продуктивність визначається врожайністю й збиральною вологістю зерна й

соломи, фактично реалізованими швидкостями руху й шириною захвату жниварки на різних фонах, експлуатаційною надійністю й транспортним забезпеченням вивозу зерна. Це конкретне науково-інженерне завдання, розв'язуване за допомогою певного аналітичного апарата [51] і замінити її якими-небудь інтуїтивними рекомендаціями несучасна.

Статистичний аналіз динаміки врожайності зернових культур в Україні по роках і розподілу полів по врожайності показує, що в Україні в цілому близько 75 % площ стабільно мають урожайність зерна не менш 20 ц/га при середнім відношенні маси зерна до маси соломи 1:1,5. Робоча швидкість руху комбайна коливається в діапазоні приблизно 2-10 км/ч. Найбільш раціональний діапазон ширини захвату жниварки за умовами маневреності, прохідності по дорогах і ін. протягом багатьох десятиліть установлений у межах 3-12 м. У кожному регіоні зложилися певні обмеження на ці фактори, що привело до загального обмеження потенційно реалізованої пропускної здатності комбайна в них. У цілому по Україні визначилося, що найбільше часто реалізована пропускна здатність комбайнів не перевищує 6 кг/с хлібної маси при врожайності менш 25 ц/га й 9 кг/с при врожайності зерна 25-50 ц/га. Це також погоджується з наявним автомобільним парком у країні, у якому налічується майже 70 % машин вантажопідйомністю 4-5 т, що досить для подвійного вивантаження зерна з одного комбайнового бункера місткістю 3 куб. м (або одного вивантаження з бункера 6 куб. м). Такі комбайни з масою відповідно не більше 8-8,5 і 12-13 т здатні робити малий тиск на ґрунт і краще задовольняють екологічним вимогам.

Розрахунками встановлено, що в цілому для України два класи комбайнів по пропускній здатності 5-6 і 8-9 кг/с на 80 % перекривають весь необхідний для України їх типорозмірний ряд. У зонах із урожайністю менш 25 ц/га масове застосування знайдуть комбайни класу 5-6 кг/с (типу СК-5М "Нива", "Єнісей-1200" і "Руслан-950"), а в зонах з більшими врожаєми-комбайни 9-10 кг/с (типу "Дон-1500Б").

Усі зернозбиральні комбайни залежно від регіону використання й районованих сівозмін повинні оснащуватися широким набором адаптерів для збирання різних неколосових культур (кукурудзи, соняшника, трав на насіння й ін.).

Розрахована потреба в техніці є технологічною, тобто вона визначає ту кількість машин, яку потрібно мати в господарствах для оптимального виконання агротехнічних вимог, пропонованих до технологічного процесу збирання. Фактична (комерційна) потреба залежить від платоспроможності господарств, ціновий і інвестиційної політики в АПК.

Потреба в соломозбиральній техніці розраховується залежно від використовуваних у регіоні технологій збирання соломи. Для реалізації пріоритетних технологій (копеної, валкової й зі здрібнюванням і розкиданням соломи по полю) комбайни відповідно обладнаються навісними копичниками, валкоутворювачами й подрібнювачами-розкидачами. Розрахунками й практикою експлуатації виявлена недоцільність широкого застосування спеціальних причіпних об'ємних копичників (більше 40 м). Можливо часткове використання тракторних візків місткістю 25-40 м для збору здрібненої соломи (за заявками господарств). Для сволоківання соломи кращі волокуші, що штовхають, із шириною захвату 8-12 м, а для підбора валків - преси типу ПРФ-750 і ПР-200, підбирачі-ущільнювачі ПВ-6 і ін.

Транспортне забезпечення визначається виходячи з мінімуму простою збиральної техніки й максимального використання вантажопідйомності транспорту. Для обслуговування комбайнів місткість кузова транспорту повинна бути кратною місткості зернового бункера. Залежно від дальності перевезення і врожайності зерна отримані номограми [22] на вибір числа транспортних засобів і вантажопідйомності до комбайнів кожного класу. У середньому на один комбайн повинне бути не менш 2-3 автотransпортних засобів вантажопідйомністю 4-5 і 8-10 т. Вивантаження рекомендується робити при обліченому обліку зерна за групою комбайнів (ланка з 3-4

комбайнів) і персональному обліку за кожним комбайном. Рекомендуються попереднім гідропідйомом кузова перед його перекиданням; перевалочна з використанням магістральних великовантажних автотранспортних поїздів. Базові автомобілі повинні мати с.-г. модифікації, мінімально впливати на ґрунт і мати робочу швидкість до 5 км/ч.

1.5 Стратегія організації збирання зернових культур

Загальна стратегія організації збирання зернових повинна бути спрямована на забезпечення полно-поточного прийому зерна з поля з будь-якою вихідною вологістю, його тимчасового зберігання в спецсховищах з наступним очищенням, сушінням і тривалим зберіганням. Головне - зуміти швидко й у повному обсязі вивезти зерно з поля, уникнути його псування й втрат від само опадання, або дії опадів. Неприпустимо навіть тимчасове зберігання зерна в буртах під відкритим небом. Необхідно домагатися, щоб більша частина зерна проходила повну переробку в господарствах і там зберігалася (у США до 60 % зерна зберігається на фермах, в Угорщині - до 70 %) [27]. У багатьох країнах Західної Європи держава оплачує вартість зберігання зерна безпосередньо в місцях його виробництва. Одночасно треба розвивати матеріально-технічну базу післязбиральних підприємств по прийому, сушінню, зберіганню й переробці врожаю в господарствах. Найважливіша ланка - організація сушильного процесу й зберігання зерна.

Особлива увага повинне приділятися підвищенню ефективності використання збиральної техніки в реальних умовах експлуатації:

1. Оптимізація сівозмін з метою одержання максимальної кількості зерна при мінімізації площ під одночасно, що дозрівають культурами (впровадження інженерних сівозмін);.
2. Вибір оптимального співвідношення прямого комбайнування й роздільного збирання зернових у сформованих умовах по врожайності, стану хлібостою, погодним умовам і т. п..

3. Оптимізація структури й кількісного складу регіонального комбайнового парку для кожного господарства з метою забезпечення повного завантаження молотарки комбайна в типових умовах збирання врожаю.
4. Удосконалювання системи обслуговування й ремонту техніки відповідно до рекомендацій ГОСНІТІ.
5. Вибір оптимального способу збирання НЧВ, що забезпечує найбільшу продуктивність комбайна при досягненні заданого обсягу збору НЧВ.
6. Раціональна організація збирально-транспортних робіт, а також технічного, технологічного й організаційного обслуговування збиральної техніки на основі технологічних і технічних регламентів.
7. Використання міжгосподарських збирально-транспортних загонів і МТС.

2.МЕТОДИКА Й РЕЗУЛЬТАТИ ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНИХ ДОСЛІДЖЕНЬ

2.1 Визначення умов проведення механізованих робіт

Метою експериментальних досліджень було одержання необхідної вихідної інформації для оптимізації технологічних процесів вирощування та збирання зернових культур.

Для визначення умов проведення збиральних робіт проводився збір необхідних даних по господарствах Одеської області. Були також використані дані інституту «Землепроект» (м. Одеси).

У результаті статистичної обробки цих даних за методикою [4] будувалися розподіли: площ посіву зернових у господарствах регіону; площ полів під посів зернових по господарствах; кількості зернозбиральних комбайнів по господарствах, у технологічному комплексі й збиральній ланці.

На основі наявних даних побудовані гістограми цих розподілів (див. рис. 2.1 - 2.5)

Основні параметри отриманих експериментальних кривих наведені в таблиці 2.1.

З аналізу дані таблиці 2.1 і експериментальних кривих видно, що середня кількість комбайнів по господарствах і технологічному комплексі, приблизно, перебуває на одному рівні - 9,84 і 9,31 шт. при середньоквадратичному відхиленні - 2,82 і 2,59, відповідно, тобто при проведенні збиральних робіт у господарствах регіону створюється по одному технологічному комплексу з кількістю комбайнів від 7 до 12 штук.

Таблиця 2.1 Основні параметри розподілів, що характеризують умови проведення збиральних робіт

Умови проведення робіт	Статистичні параметри розподілів					
	Середня арифметическая, $\bar{X}$	Середньо-квадратичне відхилення, σ	Дисперсія, σ^2	Коефіцієнт варіації, V	Асиметрія, a_3	Ексцес, a_4
Кількість комбайнів у господарстві, шт..	9,84	2,82	7,94	0,29	0,03	2,49
Кількість комбайнів в комплексі, шт..	9,31	2,59	6,68	0,28	1,14	4,15
Кількість комбайнів у збиральній ланці, шт..	3,66	1,03	1,06	0,28	0,26	2,91
Площа посіву зернових у господарстві, га	2184,51	1264,50	1598941	0,58	0,94	3,17
Площа поля під посів зернових у господарстві, га	103,73	71,32	5086,64	0,69	1,03	3,94

Площа, під посів зернових по господарствах коливається в межах від 900 до 3400 га, при цьому середня площа поля, зайнята під зернові склала 103,7 га зі середньоквадратичним відхиленням 71,32 га.

2.2 Зміна врожайності зернових культур від строків збирання й обґрунтування інтенсивності втрат урожаю

Для визначення змін урожайності зернових, коефіцієнта інтенсивності втрат урожаю, а також для встановлення темпу настання готовності полів до збирання були проведені експериментальні дослідження в господарствах у період збирання 2022 - 2024 р. Дослідження починалися з раннього строку настання молочно-воскової стиглості й тривали до пізнього строку збирання.

Проведені спостереження за дозріванням озимої пшениці - Безостої 1 і зміною ваги 1000 зерен показали, що наявність на поле 70-80 % зерен повної й воскової стиглості відповідає найбільшому врожаю (табл. 2.2).

За даними табл. 2.2 видно, що найбільший збір урожаю досягається з моменту настання найбільшого врожаю й до 6-10 дня після початку повної спілості, що дорівнює тривалості в 6 - 12 днів.

На величину втрат урожаю впливають різні фактори, серед яких біологічні особливості культури й сорту, стан хлібостою й полів, особливості сезону збирання.

У результаті обробки експериментальних даних визначені коефіцієнти лінійного регресивного рівняння (5.6) і (5.7) за методикою [6] і отримані зміни інтенсивності втрат урожаю до настання повної готовності полів до збирання й після її (див. рис. 2.2), які можна представити залежностями:

$$K_1=0,0250-0,00120 \text{ t}; \quad K_2=0,0054+0,00041 \text{ t}.$$

Таблиця 2.2 Зміна врожаю зерна озимої пшениці на корені

Фаза дозрівання	Урожай (ц/га) при 14%-ний вологості			
	Номера полів			
	1	2	3	4
20-25% зерна воскової й повної стиглості	44,8	23,6	33,0	33,1
45-60% зерна воскової й повної стиглості	46,4	24,0	33,9	34,7
70-80% зерна воскової й повної стиглості	46,9	24,8	34,1	35,5
Повна стиглість	46,9	25,3	34,1	34,0
Через 4 дні після початку повної стиглості	46,5	25,0	33,7	33,0
Через 6 днів після початку повної стиглості	46,2	24,5	33,5	32,0
Через 10 днів після початку повної стиглості	45,3	24,0	33,1	31,2
Через 15 днів після початку повної стиглості	44,2	23,1	32,1	30,6
Через 30 днів після початку повної стиглості	41,6	21,3	30,0	28,9

Погодні умови, різні сорти зернові й інші фактори визначають нерівномірність дозрівання полів. Строк дозрівання зернових змінюється залежно від збираємої площі. Визначення строків повного дозрівання зерна дає можливість установити темп настання готовності полів до збирання. За результатами досліджень було встановлено, що темп настання готовності полів до збирання коливається в межах від 200 до 800 га за добу.

Встановлені залежності зміни інтенсивності втрат, темпу настання повної спілості й обмеження по строках збирання зернових використані в моделі для оптимізації технологічного процесу.

3 ОБҐРУНТУВАННЯ СТРУКТУРИ ТА СКЛАДУ ТЕХНОЛОГІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ МАШИННО-ТРАКТОРНОГО ПАРКУ

3.1 Обґрунтування структури та складу технологічних комплексів машинно-тракторного парку виробничого підрозділу

Обґрунтування та складу технологічних комплексів машинно-тракторного парку (МТП) виробничого підрозділу підприємства може бути визначена традиційним засобом, шляхом побудови графіків машиновикористання (вручну), а також за допомогою ЕВМ. Розрахунок складу МТП і планування його використання та технічного обслуговування традиційним засобом робиться у такій послідовності:

- уточнюють показники природно-виробничих умов використання машин у даному господарстві;
- підбирають основні типи тракторів та обґрунтовують сфери їх використання;
- розробляються перспективні технологічні карти роботи і збирання сільськогосподарських культур;
- на основі технологічних карт будують графіки завантаження тракторів (по маркам). Для досягнення повного і рівномірного завантаження тракторів на протязі запланованого періоду робиться коректировка графіка і річного плану механізованих робіт;
- згідно з річним планом механізованих робіт будують графік завантаження сільськогосподарських машин та визначається потреба у них;
- складається план вантажоперевезень і будують графік потреби у автомобілях;
- будують графік потреби в механізаторах і допоміжних робітниках;
- зрівнюють запропоновані у проекті і існуюча в господарстві структура МТП.
- визначають потребу у паливі і мастильних матеріалах;

- розраховують кількості технічних обслуговувань машин.

Обґрунтування структури МТП виконується для сівозміни в 1380 га з чотирьох культур: озима пшениця 630 га, озимий ячмінь 415 га, горох – 180 га, багаторічні трави - люцерна – 155 га. Методику розрахунку технологічних карт на прикладі вирощування та збирання озимої пшениці представлено в розділі 2 дипломної роботи. Розроблені технологічні карти представлені в додатках: А,Б,В,Д. На основі технологічних карт розробляється річний план механізованих робіт (Додаток Ж).

3.2 Побудова графіків завантаження тракторів і сільськогосподарських машин

Графік завантаження тракторів будується на основі річного плану механізованих робіт. Цей графік будується в прямокутних координатах окремо по кожному класу тракторів, включених в технологічні карти. Для цього по осі абсцис відкладається час в днях календарного року, а по осі ординат – кількість тракторів.

Для кожної сільськогосподарської роботи в осях координат будують прямокутник, сторони якого по осі ординат пропорційні тривалості робочого дня в годинах, а по осі абсцис – числу календарних днів виконання роботи. На графіку утворюється прямокутник, що відображає виробничу операцію, позначену її порядковим номером відповідно річному плану механізованих робіт. Величина площі кожного прямокутника в прийнятому масштабі відображає кількість тракторо - днів, необхідних для виконання об'єму робіт по даній операції в установленій агротермін.

При плануванні використання машино-тракторного парку необхідно прагнути до більш повного і рівномірного завантаження всіх тракторів протягом року. Це досягається коригуванням графіку завантаження

тракторів і річного плану механізованих робіт . Коригування (“зрізання піків”) виконують наступними засобами :

а) збільшенням кількості годин роботи тракторів на добу за рахунок введення двох або трьох змін в напружений період, якщо це допустимо по міркуванням якості роботи;

б) перерозподілом робіт між тракторами різних марок і іншими енергетичними засобами (автомобілями, самохідними машинами);

в) зміною часу виконання ,що розглядається, сільськогосподарської операції у межах агротехнічного строку або деякої зміни строку виконання робіт , які технологічно не пов’язанні з іншими роботами .

Результати коригування графіка завантаження тракторів відбиті в річному плані механізованих робіт і технологічних картах.

По напруженому періоду графіка завантаження визначається експлуатаційна кількість тракторів - n_e . Облікова (інвентарна) кількість тракторів в господарстві повинна бути визначена з врахуванням коефіцієнту технічної готовності - $K_{тг}$.

$$N_{інв} = n_e \cdot K_{тг}$$

(3.1)

Коефіцієнт технічної готовності приймають рівним $0,85 \div 0,90$.

Після обґрунтування кількості потрібних господарству тракторів визначається склад парку сільськогосподарських машин та знарядь. Найбільш зручно це робити по графіку завантаження сільськогосподарських машин, який будується у відповідності до технологічних карт і річного плану механізованих робіт. В графі “Найменування машин” приводиться перелік машин по їх видам (плуги, борони, культиватори, сіялки і т.п.). Вказуються також марки машин і календарні строки їх використання. Завантаження машин умовно позначається лінією, довжина якої в масштабі рівна кількості днів роботи .

$$W_{\text{доб}} = \frac{14 \cdot 4 \cdot 6}{1.14} = 295 \text{ т.км},$$

Час циклу в годинах дорівнює

$$t_{\text{ц}} = t_{\text{зав}} + t_{\text{р}} + t_{\text{оф}} + t_{\text{раз}} + t_{\text{хх}}, \quad (3.4)$$

де $t_{\text{зав}}, t_{\text{р}}, t_{\text{оф}}, t_{\text{раз}}, t_{\text{хх}}$, – затрати часу на навантаження, рух з вантажем, оформлення документом, розвантаження і холостий переїзд, відповідно, год..

$$t_{\text{ц}} = 0,22 + 6/18 + 0,13 + 6/18 + 0,12 = 1,14 \text{ год.}$$

Час навантаження в годинах для незалежного транспорту (наприклад, навантаження добрив) дорівнює

$$t_{\text{зав}} = t'_{\text{зав}} g \gamma_2, \quad (3.5)$$

де $t'_{\text{зав}}$ – норматив часу на навантаженні одної тонни вантажу, год. [9].

g – номінальна вантажопідіймальність, т ;

γ_2 – коефіцієнт використання вантажопідіймальності

$$(\gamma_2 = 0,7 \div 1,0).$$

Для залежного транспорту (наприклад, навантаження зеленої маси при русі комбайна) час навантаження в годинах буде:

$$t_{\text{зав}} = \frac{10_{\text{д}} H \gamma_2}{V_{\text{р}} B_{\text{р}} U_{\text{к}}}, \quad (3.6)$$

де $V_{\text{р}}$ – швидкість руху комбайна, км /год.;

$B_{\text{р}}$ – робоча ширина захвату комбайна, м ;

$U_{\text{до}}$ – урожайність убираємої культури, т /га ;

Час руху автомобіля з вантажем і без вантажу дорівнює

$$t_{\text{р}} = t_{\text{тхх}} = L / V_{\text{т}}, \quad (3.7)$$

де $V_{\text{т}}$ – середня технічна швидкість руху автомобіля, км /год.

$$t_{\text{р}} = t_{\text{тхх}} = \frac{4}{30} = 0,13 \text{ год},$$

При русі по ґрунтовим польовим дорогам $V_t = 12 \div 18$ км /год., і асфальтним дорогам $V_t = 35 \div 40$ км /год.

Час на оформлення документів, зважування, технічне обслуговування автомобіля $t_{\text{оф.}}$ в розрахунку на один цикл (приймається по нормативам або на основі хронологічних спостережень).

Час розвантаження автомобіля в годинах дорівнює

$$t_{\text{роз}} = t'_{\text{роз}} \cdot \partial \cdot \gamma_2, \quad (3.8)$$

де $t'_{\text{роз}}$ – норматив часу на розвантаженні одної тонни вантажу ,год.

При самостійному розвантаженні з врахуванням часу під'їзду і від'їзду автомобіля $t_{\text{роз}} = 0,017 \div 0,033$ год/т , а при розвантаженні скребком або сіткою $t_{\text{роз}} = 0,033 \div 0,050$ год/т .

$$t_{\text{роз}} = 0,033 \cdot 5 \cdot 0,7 = 0,12 \text{ год.}$$

На основі розрахунків пояснювальної записки будується графік використання автомобілів. По осі абсцис відкладаються строки перевезення, а по осі ординат – кількість автомобілів. Кількість автомобілів, яке необхідно мати в господарстві постійно, дорівнює , приблизно , половині загальної потреби в автомобілях в піковий період. Другу частину автомобілів доцільно залучати зі сторони .

Потреба в робочій силі для вирощування та збирання сільськогосподарських культур визначають за допомогою графіків завантаження робочих. Графіки будують так: по осі абсцис відкладають дні календарного року, а по осі ординат – кількість механізаторів (допоміжних робітників), зайнятих щоденно на сільськогосподарських роботах. Побудову виконують по даним технологічних карт. Якщо строки робіт співпадають, то кількість робітників, зайнятих на них, відкладають наростаючим висновком. За графіками визначають потребу в механізаторах та допоміжних робітниках.

3.4 Дослідженням експлуатаційних показників роботи т машинних агрегатів машинно-тракторного парку

Технічно-економічна оцінка використання техніки машинно-тракторного парку розраховується по ряду показників рівня технічної оснащеності і показників використання МТП. Для розрахунку експлуатаційних показників складаємо таблицю 3.2.

Далі підраховуємо середні показники по маркам тракторів у цілому по технологічним комплексам МТП.

1. Тракторозабезпеченість – кількість еталонних тракторів на 1000 га рілля[9]:

$$E_N = \frac{\sum_{i=1}^m n_i \lambda_{y.e.m.}}{F_x}, \quad (3.9)$$

де n_i – число фізичних тракторів i – ї марки ,шт..;

$\lambda_{y.e.m.}$ – коефіцієнт переведення фізичних тракторів i – ї марки в еталонні;

F_x – площа ріллі підрозділу , га ;

m – кількість марок ,які застосовуються, тракторів.

$$E_N = 1000 \frac{(1,65 \cdot 2 + 1,65 \cdot 2 + 0,7 \cdot 3)}{1380} = 6,3 \text{ ет.мп} / 1000 \text{ га},$$

2. Енергоозброєність – кількість кВт ефективної потужності тракторів і самохідних машин, на одного механізатора:

$$E_M = \frac{\sum N_{ei}}{\sum n_{mi}}, \quad (5.10)$$

$$E_M = \frac{640}{14} = 45,7 \text{ кВт} / \text{механізатора}$$

3. Середня потужність фізичного трактору –
відношення сумарної ефективної потужності тракторів до їх кількості:

$$N_{mp}^{cp} = \frac{\sum N_{ei}}{\sum n_{mpi}}, \quad (3.11)$$

$$N_{mp}^{cp} = \frac{640}{7} = 91.4 \text{ кВт} / \text{трактор}$$

4. Машинозабезпеченість або оснащеність тракторів сільськогосподарськими машинами визначається як відношення балансової вартості сільськогосподарських машин до балансової вартості тракторів:

$$M_B = \frac{B_{с.г.м.}}{B_{TP}}, \quad (3.12)$$

5. Річне напрацювання на еталонний трактор

$$W_{PE} = \frac{\sum \Omega_i}{n_{TPE}}, \quad (3.13)$$

де $\sum \Omega_i$ - сумарний річний об'єм по марці тракторів в у.э.га ;

n_{TPE} - кількість еталонних тракторів.

$$W_{PE} = \frac{5406.8}{8.7} = 621.5 \text{ у.э.га} / \text{етал.трактор}$$

6. Річне напрацювання на фізичний трактор

$$W_{PF} = \frac{\sum \Omega_i}{n_{Ф.тр}}$$

(3.13)

де $\sum \Omega_i$ - сумарний річний об'єм робіт по підрозділу в у.э.га ;

$n_{Ф.тр}$ - кількість фізичних тракторів.

$$W_{PF} = \frac{2142,6 + 1960,8 + 1303,4}{7} = 772,4 \text{ у.э.га} / \text{фіз..трактора},$$

7. Змінне напрацювання за семигодинну зміну - відношення річного напрацювання до відпрацьованого числа тракторо-змін:

$$W_{зм} = \frac{\sum \Omega_i}{\sum C_{TPзм}},$$

(3.14)

де $\sum \Omega_i$ - річна на робітка в ум.ет.га;

$C_{тр.см}$ - число трактора - змін.

$$W_{зм} = \frac{5406,8}{673} = 8,0 \text{ у.е.га/ зміну},$$

8. Коефіцієнт змінності – відношення кількості відпрацьованих машино-змін до кількості відпрацьованих машино-днів за рік:

$$\alpha_{зм} = \frac{\sum C_{ТРЗМ}}{\sum n D_p}, \quad (3.15)$$

де $\sum n D_p$ - кількість машино - днів

$$\alpha_{зм} = \frac{673}{461} = 1,46$$

9. Витрата палива на один умовний гектар – відношення сумарної витрати палива на виконання механізованих робіт до річного об'єму механізованих робіт :

$$\rho_{у.е.га} = \frac{\sum Q_{п}}{\sum \Omega_{i,у.е.га}}, \quad (3.16)$$

де $Q_{п}$ - сумарна витрата палива, кг.

$$\rho_{у.е.га} = \frac{68037}{5406,8} = 12,6 \text{ кг/ у.е.га}.$$

Розрахунок показників зводимо в таблицю 5.3.

10. Коефіцієнт використання парку визначається як відношення відпрацьованих машино-днів до числа інвентарних машино -днів:

$$\alpha_B = \frac{\sum n D_p}{\sum D_{інв}}, \quad (3.17)$$

де $\sum D_{інв}$ – число інвентарних машино-днів

$$\alpha_B = \frac{461}{7 \cdot 120} = 0,55.$$

Кількість відпрацьованих машино-днів знаходиться за графіком завантаження тракторів.

Аналізуючи таблицю 3.3 проходимо до висновку, що коефіцієнт змінності дорівнює – 1,46 , тобто МТП працює і в дві зміни. Найбільше річне

напрацювання в умовних еталонних гектарах на фізичний та еталонний трактори мають трактори ХТЗ-17021 – 1071,3 і 649,3 ум.ет.га відповідно. В середньому витрата палива становить 12,6 кг/ум.ет.га. Розраховані показники показують на підвищення ефективності використання машинно-тракторного парку виробничого підрозділу підприємства.

3.5 Розрахунок потреби машинних агрегатів в паливно-мастильних матеріалах

Визначення потреби в дизельному паливі виконується по декадам місяців на основі річного плану механізованих робіт підрозділу господарства.

Дані, які характеризують подекадні витрати палива по маркам машин, заносимо в таблицю 5.4.

Добові витрати палива приймаються рівними

$$Q_{доб} = \frac{Q_{дек}}{T_{дек}} \quad (3.18)$$

де $Q_{дек}$ – декадна витрата расход палива, кг;

$T_{дек}$ – тривалість декади, днів.

За липень (ХТ-17021): $Q_{доб} = \frac{1555}{10} = 155,5 \text{ кг / добу}$.

Кількість змащувальних матеріалів і пускового бензину приймаються в процентовому відношенні від кількості витраченого дизельного палива. Норми витрати бензину на роботу автомобілів вибирають із довідників [47].

Розрахунки витрати палива і змащувальних матеріалів по видам, заносимо в таблицю 3.5. По даним таблиці 5.5 будується графік витрати і надходження палива на плануємий період. Кожний завіз палива повинен випереджати криву витрати на одну декаду, крапка кривої завою палива на границях декад зміщається ліворуч паралельно вісі абсцис на одну декаду по відношенню до кривої витрати палива.

На загальний об'єм витрати палива визначаємо ємність резервуарів для його зберігання і вибираємо номер типового проекту нафтосховища

Об'єм резервуарів в м³ для зберігання дизельного палива

визначається за формулою:

$$V_{g.n.} = \frac{Q_{доб} (1 + K'_{мз}) n}{\gamma_T},$$

(3.19)

де $Q_{доб}$ – середня добова витрата палива в найбільш напружений період, кг;

$K'_{мз}$ – коефіцієнт, що враховує мертвий запас палива ($K'_{мз} = 0,04$);

n – показник, що враховує десятиденний відстій та запас палива, а також кількість заправлень тракторів і комбайнів протягом діб в напружений період ($n = 15$) [9].

γ_T – об'ємна маса палива ($\gamma_T = 820$ кг/м³).

$$V_{g.n.} = \frac{1306,5(1 + 0,04)15}{820} = 24,8 \text{ м}^3$$

Розрахункову величину ємності резервуару для палива округляємо до ближнього стандартного значення – 25 м³ та вибираємо номер типового проекту нафтоскладу, опираючись на кількість тракторів. Вибираємо наступний типовий проект: 704-1-99-40 м³ на 15 ÷ 20 тракторів.

3.6 Планування технічного сервісу енергетичних засобів і сільськогосподарських машин та строків його виконання

Найбільш зручно планувати технічне обслуговування тракторів по кількості витраченого палива. Періодичність технічного обслуговування тракторів прийнята рівної : ЩТО-8-10; ТО -1 – 60; ТО -2 – 240; ТО -3 – 960 мотогодин роботи . Середнє значення періодичності поточного ремонту – 1920, а капітального – 5760 мотогодин. Нормативні значення періодичності технічних обслуговувань тракторів в кілограмах витраченого палива, умовних еталонних гектарах приведені в довіднику [19].

Число технічних обслуговувань і ремонтів по видам в планованому періоді можна визначити різними методами. Планування починається з аналізу вхідних даних по технічному стану тракторів. При невеликій кількості працюючих машин число обслуговувань і ремонтів доцільно визначати графічним методом, що дозволяє також орієнтовано встановити строки проведення робіт по обслуговуванню.

Планування здійснюється за допомогою графіків, які будують в прямокутних координатах по осі абсцис відкладають дні календарного року, а по осі ординат – витрату палива (інтегральна крива). Початок інтегральної кривої відповідає витраті палива від останнього ремонту на початок планованого року. При побудові графіків вісь ординат доцільно розбивати на відрізки, відповідно витраті палива до ТО -1. Криві для всіх тракторів однієї марки будують на одному малюнку, розміщуючи під графіком завантаження тракторів.

Якщо через позначку якого-небудь виду ТО або ремонту на шкалі витрати палива провести лінію, паралельну вісі абсцис до перетинання її з відносною інтегральною кривою, то проекція точки перетину на осі абсцис вкаже дату виконання ТО або ремонту. Число таких перетинів покаже плануєму кількість ТО відповідного виду.

Сезонні технічні обслуговування (СТО) тракторів належить сполучати з проведенням чергового ТО -2 або ТО-3. Сезонне технічне обслуговування тракторів проводять два рази на рік: при переході до весняно-літнього періоду експлуатації, коли температура повітря устанавлюється вище $+5^{\circ}\text{C}$ (СТО –ВЛ) і при переході до осінньо-зимового періоду коли температура нижче -5°C (СТО-ОЗ). Якщо термін проведення деяких ТО співпадає з періодом виконання польових робіт, допускається відхилення від встановленої періодичності на $\pm 10\%$ [26].

Для сільськогосподарських машин необхідно враховувати, що посівні та посадочні машини, жниварки, машини по захисту рослин та внесення добрив піддають щомісячному обслуговуванню ($8\div 10$ год), ТО-1 (60 мото-

годин), сезонному обслуговуванню, а також обслуговуванню в процесі і при знятті зі збереження. Комбайни, складні самохідні машини, підлягають ТО-2, яке виконується через 240 мото-годин. Періодичність ТО причіпних та начіпних машин встановлюють кратної періодичності обслуговування тракторів. Допускається відхилення фактичної періодичності технічного обслуговування сільськогосподарських машин до 20 % від встановленого розміру в залежності від умов експлуатації. Враховуючи графік завантаження сільськогосподарських машин та планові періодичності обслуговувань визначаємо кількість ТО і ремонтів по маркам.

3.7 Дослідження складових часу зміни при використанні машинно-тракторного агрегату для збирання незернової частини урожаю

Збирання сільськогосподарських культур – вирішальний виробничий процес їх вирощування, також це складний та трудомісткий комплекс робіт, який вимагає високого рівня організації виробництва з урахуванням особливостей його технології. Тому для збирання зернових колосових культур залучені значна кількість мобільних і стаціонарних машинних агрегатів, транспортних засобів, а також робітників. Ці обставини викликають ситуації, для вирішення яких необхідно знайти оптимальні варіанти. У сільському господарстві складові виробничих циклів мають імовірний (стохастичний) характер. Це особливо стосується збиранню врожаю зерна і незернової частини - соломи. Тривалість цього періоду залежить від погодних умов, біології розвитку рослин, сорту культури, складу ґрунту, агротехнічних прийомів тощо. У зв'язку з цим є потреба в науково-виробничих пошуках таких форм організації збирального процесу, які дали б змогу зібрати врожай зерна у стислі агротехнічні терміни та істотно зменшити за рахунок цього втрати, а збирання соломи в стислі агротехнічні строки – дозволить своєчасно почати рихлення стерні для збереження вологи ґрунту [1].

Це обґрунтовує необхідність постійного вдосконалювання технологій збирання зернової та незернової частини урожаю та технічних засобів для їхньої реалізації.

До останнього часу в Україні застосовувалися, головним чином, дві технології збирання соломи, які визначалися конструкцією зернозбиральних комбайнів – копицева (стогова) та потокова. Стогова технологія збирання базується на використанні зернозбиральних комбайнів, оснащених копнувачем і передбачає таку схему: солону разом з половиною збирають у копнувач комбайна і вивантажують на полі у вигляді копиць. Після цього їх доставляють копицевозами (стоговозами). Скиртують вручну або за допомогою скиртувального агрегату [2].

За потокової технології використовуються ті ж комбайни, але обладнанні подрібнювачами соломи. На виході з комбайна солома подрібнюється і разом з половиною повітряним потоком подається в причіп. Після заповнення його відчіплюють від комбайна і транспортують трактором до місця скиртування. На великих масивах солону з причепів доцільно вивантажувати на краю поля, а потім до місця скиртування доставляти стоговозом [3].

У світовій практиці значного поширення набула технологія роздільного збирання зерна і соломи так звана валкова, яка представлена в нормативах витрат живої та уречевленої праці на виробництво зернових культур. Вона базується на використанні зернозбиральних комбайнів, які після обмолоту зерна вкладають солону у валок комбайнів або частково подрібнивши, розкидають її по полю для наступного обробітку ґрунту (лущення, дискування) [4].

В Україні валкова технологія до останнього часу не застосовувалася. Але з надходженням у господарства імпортованих комбайнів та розробкою вітчизняних конструкцій “Лан” і “Славутич”, що вкладають солону у валок, розробка оптимальної технології, підбір раціонального комплексу машин для

її реалізації з оптимізацією термінів збирання зернових культур технологічними комплексами є актуальними [5].

При використанні валкової технології перспективною є схема збирання соломи, яка базується на використанні утворювачів стогів і стоговозів. Утворювачі стогів формують копиці (стоги) підбираючи валки соломи. Стоговози вивозять стоги соломи на край поля або на ферму де вони скиртуються. Для формування копиць соломи необхідного об'єму застосовують штовхаючи волокуші ВНК-11. Для вивезення копиць при використанні цієї технології пропонується стоговіз на базі колісного трактора (тягова потужність 30 кН), використання якого підвищить продуктивність комплексу машин для збирання соломи і знизить витрати матеріальних і трудових ресурсів.

Використання затрат часу при роботі агрегату має велике значення на його продуктивність. Затрати часу на корисну роботу враховуються коефіцієнтом використання часу зміни $\tau_{зм}$:

$$\tau_{зм} = \frac{T_p}{T_{зм}}, \quad (3.20)$$

де T_p , $T_{зм}$ – відповідно затрати часу на корисну (чисту) роботу і тривалість зміни, год.

Чистий робочий час T_p , год. визначається за формулою:

$$T_p = t_{рух} (T_{зм} - T_{пз} - T_{тех} - T_{від}), \quad (3.21)$$

де $T_{пз}$ – підготовче-заключний час, год;

$T_{тех}$ – час на технологічне обслуговування агрегату в загоні, год;

$T_{від}$ – час на відпочинок і особисті потреби механізаторів, год.;

$t_{рух}$ – коефіцієнт використання часу руху агрегату з урахуванням затрат часу на холості повороти і заїзди, год..

Значення величини підготовче-заключного часу $T_{пз}$, год. можна визначити за формулою:

$$T_{пз} = T_{што} + T_{пл} + T_{пер} + T_{ом}, \quad (3.22)$$

де $T_{што}$ – час на проведення щозмінного технічного обслуговування (ТО), год;

$T_{пл}$ – час на підготовку агрегату до переїзду, год. ($T_{пл} = 3$ хв.);

$T_{пер}$ – час на переїзди агрегату на початку і вкінці зміни, год. ($T_{пер} = 26$ хв.);

$T_{ом}$ – час на здачу і одержання нарядів, год. ($T_{ом} = 4$ хв.).

За даними хронометричних спостережень нормативних станцій [3] час на технологічне обслуговування агрегату в загоні $T_{тех}$, год. дорівнює:

$$T_{тех} = (0,02 \div 0,05) T_{зм}, \quad (3.23)$$

де $T_{зм}$ – тривалість зміни, год. ($T_{зм} = 7$ год.).

Час на відпочинок і особисті потреби механізаторів, які обслуговують агрегат, складає за зміну в середньому 25 ... 38 хв. Приймаємо $T_{від} = 0,5$ год.

Коефіцієнт використання часу руху $t_{рух}$ визначається за формулою:

$$t_{рух} = \frac{T_p}{T_p + T_x}, \quad (3.24)$$

де T_x – затрати часу на холості переїзди, год.

Враховуючи те, що затрати часу на корисну роботу рівні затратам часу на холості переїзди, формула (5) має вигляд:

$$t_{рух} = \frac{T_p}{2T_p} = 0,5 \quad (3.25)$$

Значення величин складових коефіцієнта використання часу зміни при роботі агрегату –стоговозу для збирання незернової частини урожаю представлено в таблиці.

Таблиця 3.6 Складові коефіцієнта використання часу зміни при роботі агрегату для збирання незернової частини урожаю

Коефіцієнт використання часу зміни та його складові	$T_{зм},$ год.	$T_{роб},$ год.	$T_{пз},$ год.	$T_{тех},$ год.	$T_{від},$ год.	$\tau_{зм}$
Величини	7	2,66	1,05	0,14	0,5	0,38

Висновки. Агрегат для збирання незернової частини урожаю – стоговіз дозволяє з мінімальними затратами праці вивозити з полів стоги та скирти в короткі строки. Щоб перевезти стоги сіна достатньо одного механізатора. Немає необхідності в завантажувальне-розвантажувальних роботах. Низький коефіцієнт використання часу зміни $\tau_{зм} = 0,38$ пояснюється тим, що майже половина часу витрачається на холості переїзди агрегату.

Впровадження технології збирання незернової частини урожаю з використанням агрегату для збирання незернової частини урожаю – стоговозом підвищить продуктивність комплексу машин для збирання незернової частини урожаю та скоротить тривалість технологічного процесу.

4 МЕТОДИ І РЕЗУЛЬТАТИ МОДУЛЮВАННЯ СТРУКТУРИ ТА СКЛАДУ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ЗБИРАЛЬНОГО КОМПЛЕКСУ

4.1 Математичні методи визначення структури технологічного збирального комплексу

Технологічний збиральний комплекс можна розглядати, як складну систему S , що складається з великої кількості елементів - агрегатів (тракторів, с-г машин, комбайнів і транспортних засобів) N , кожний з яких випадковим образом може переходити зі стану в стан під дією випадкових потоків з інтенсивностями, що довільно залежать від часу. Такий процес, що відбувається в системі, будемо називати Марковським.

Виходячи із цього состав і структуру комплексу з урахуванням перебування технологічних машин у різних станах у період роботи визначимо по теорії ланцюгів Маркова й динаміки середніх. Працюючий агрегат у будь-який момент часу може перебувати в одному з « n » можливих станів, а стан комплексу в кожний момент часу можна характеризувати числом агрегатів, що перебувають у кожному зі станів. Аналіз показав, що в розрахункову модель варто включити наступні стани комплексу: тобто S_1^0 - агрегат працює в загоні; S_2^0 - простої агрегату через технічну відмову; S_3^0 - агрегат робить повороти; S_4^0 - знаходження агрегату в стані технологічного обслуговування; S_5^0 - простої агрегату через технологічну відмову; S_6^0 - агрегат робить технологічні переїзди (рис. 4.1 а). Агрегати, що перебувають у станах S_3 , S_5 і S_6 обслуговуються експлуатаційним персоналом (самообслуговування).

Взаємодія основної ланки із системами усунення технічних відмов і технологічного обслуговування багато в чому визначають показники роботи комплексу. Функціонування відбувається в такий спосіб: агрегати, що становлять основну ланку, виробляють потік заявок на технологічне обслуговування й одночасно потоки несправностей. Транспортні засоби обслуговують поступаючі заявки на технологічне обслуговування й створюють потоки несправностей. Поступаючі заявки на усунення несправностей обслуговуються системами ремонтно-обслуговуючої бази (РОБ) по гр. мах складності відмов.

Позначимо $X_k(t)$ - число агрегатів, що перебувають у момент t у стані k . Тоді для будь-якого моменту t сума чисельностей дорівнює загальній чисельності агрегатів N , од.:

$$x_1(t) + x_2(t) + \dots + x_n(t) = \sum_{k=1}^n x_k(t) = N, \quad (4.1)$$

Оскільки $X_k(t)$ для будь-якого t є величиною випадкової, її треба характеризувати математичним очікуванням M і дисперсією D :

$$m_k(t) = M[X_k(t)], \quad (4.2)$$

$$D_k(t) = D[X_k(t)], \quad (4.3)$$

Для знаходження цих характеристик треба знати інтенсивності потоків подій, що переводять агрегат (або транспортний засіб) зі стану в стан. Ці інтенсивності визначаються при проведенні хронометражних спостережень.

Чисельність кожного стану $X_k(t)$ представимо як суму випадкових величин:

$$x_k^i(t) = \begin{cases} 1, & \text{если агрегат в состоянии } k, \\ 0, & \text{если нет состояния } k. \end{cases} \quad (4.4)$$

Тоді для будь-якого моменту t загальна чисельність станів k дорівнює сумі випадкових величин:

$$x_k(t) = x_k^1(t) + x_k^2(t) + \dots + x_k^N(t) = \sum_{i=1}^N x_k^i(t), \quad (4.5)$$

При відомих інтенсивностях λ_{ij} потоків подій по теоремі додавання математичних очікувань і дисперсій будемо мати:

$$m_k(t) = \sum_{i=1}^N M[x_k^i(t)], \quad (4.6)$$

$$D_k(t) = \sum_{i=1}^N D[x_k^i(t)], \quad (4.7)$$

Математичне очікування й дисперсія випадкової величини, задана рівнянням (4.1) має два можливих значення: 0 і 1.

Очевидно, що ймовірність перебування агрегату в стані $K=P_k(t)$, а протилежної події $1-p_k(t)$. Тоді ряд розподілу кожної з випадкових величин має той самий вид:

$$\begin{array}{cc} 0 & 1 \\ 1-p_k(t) & P_k(t) \end{array} \quad (4.8)$$

Математичне очікування й дисперсія випадкової величини, вираженої поруч (4.8), буде:

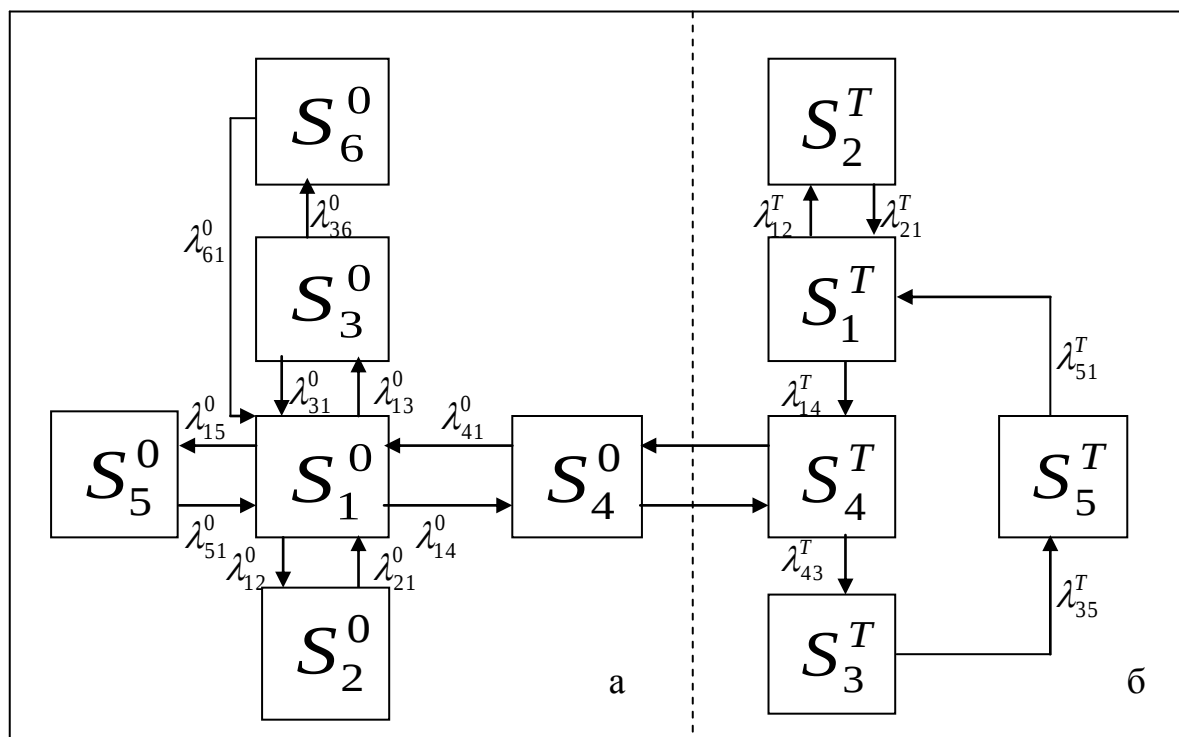


Рисунок 4.1 Граф станів комплексу: а) агрегати; б) транспортні засоби

Технологічний комплекс також містить транспортні агрегати, які взаємодіють із технологічними і впливають на динаміку станів. Транспортні агрегати, так само як технологічні мають дискретні стани, тобто S_1^T - транспортний агрегат робить рейс без вантажу; S_2^T - простої транспортного агрегату через технічну відмову; S_3^T - транспортний агрегат робить рейс із вантажем; S_4^T - знаходження транспортного агрегату у стані технологічного обслуговування; S_5^T - простої транспортного агрегату через розвантаження (рис. 4.1-б). Аналогічно, з урахуванням середньої чисельності станів, визначимо інтенсивності переходів транспортно-обслуговуючих агрегатів. Інтенсивність доставки технологічного матеріалу на склад визначаємо з вираження:

$$\lambda_{35}^T = \frac{V_P^T}{L_{IT}}, \quad (4.9)$$

де V_P^T - робоча швидкість транспортного засобу при русі з вантажем, км/ГОД.;

L_{IT} - відстань перевезення зерна, км.

$$\lambda_{35}^T = \frac{V_P^T}{L_{IT}}, \quad (4.10)$$

де V_P^T - робоча швидкість транспортного засобу при русі з вантажем, км/ГОД.;

L_{IT} - відстань перевезення зерна, км.

Інтенсивність переходу транспортних засобів з S_4^T в S_3^T одержимо з вираження:

$$\begin{aligned} \lambda_{43}^0 &= \frac{\lambda_{41}^0(x_4^0)}{m_0 x_4^T}, \\ \lambda_{43}^0(m_4^T) &= \frac{\lambda_{41}^0 m_4^0}{m_0}. \end{aligned} \quad (4.11)$$

Транспортний засіб обслуговує технологічний агрегат з інтенсивністю

$$\lambda_{14}^T = \frac{1}{t_{\text{бв}} + t_{\text{оч}}}, \quad (4.12)$$

де $t_{\text{бв}}$ - час руху без вантажу, год.;

$t_{\text{оч}}$ - час очікування технологічного обслуговування, год.

Інтенсивність обслуговування транспортних засобів у зоні розвантаження можна визначити з вираження:

$$\lambda_{51}^T = \frac{W_n(1 - k_{\text{пр}})}{V_{\text{тс}} \gamma k_{\text{з}}}, \quad (4.13)$$

де W_n - продуктивність розвантажувальних засобів, т/год.;

$k_{\text{пр}}$ - коефіцієнт простою розвантажувальних засобів;

$V_{\text{тс}}$ - місткість кузова, м^3 .

Інтенсивність обслуговування, що доводиться на один транспортний засіб :

$$\lambda_{51}^{1T} = \frac{\lambda_{51}^T R(x_5^T)}{x_5^T} = \lambda_{51}^T \rho(x_5^T). \quad (4.14)$$

При сталому режимі експлуатації (t) у системі встановлюється деякий граничний стаціонарний режим з постійною кількістю агрегатів у кожному стані. При цьому відповідна функція виражена з умов:

$$m_1 + m_2 + m_3 + m_4 + m_5 + m_6 = N, \quad (4.15)$$

$$m_1^T + m_2^T + m_3^T + m_4^T + m_5^T = N^T, \quad (4.16)$$

З урахуванням нормувальних умов ($\sum P_i=1$) і з огляду на то що, $NP_i = m_i$ і $N^T P_i = m_i^T$, визначаємо склад технологічної й транспортної ланок як:

$$\begin{aligned} N^0 &= \sum m_i \cdot, \\ N^T &= \sum m_i^T, \end{aligned} \quad (4.17)$$

$$\begin{aligned}
m_2 &= \frac{\lambda_{12}}{\lambda_{21}} m_1, \\
m_3 &= \frac{\lambda_{13}}{\lambda_{31} + \lambda_{36}} m_1, \\
m_4 &= \frac{\lambda_{14}}{\lambda_{41}} m_1, \\
\end{aligned} \tag{4.18}$$

$$\begin{aligned}
m_5 &= \frac{\lambda_{15}}{\lambda_{51}} m_1, \\
m_6 &= \frac{\lambda_{36} \lambda_{13}}{\lambda_{61} (\lambda_{31} + \lambda_{36})} m_1, \\
\end{aligned} \tag{4.19}$$

Таким чином, визначення состава й структури технологічного комплексу за схемою Марковських випадкових процесів і динаміки середніх дозволяє врахувати ймовірний характер умов експлуатації технологічних і транспортних агрегатів, а також оцінити вплив кожного з факторів експлуатації на зміну показників використання не тільки окремих агрегатів, але й усього технологічного комплексу.

4.2 Модель обґрунтування складу основної ланки технологічного збирального комплексу

Для визначення складу технологічного збирального комплексу (ТЗК), у кожному господарстві необхідно вирішити питання технології збирання, а також встановлені агротехнічні терміни і тривалість виконання технологічних операцій [51].

Фактори, що регламентують роботу збиральних машин при виконанні технологічних операцій, характеризуються параметрами трьох типів [53]: тимчасовими, якісними і кількісними. До тимчасових параметрів відносять календарні терміни виконання роботи і тривалість роботи машин протягом доби. Якісні параметри характеризують зміни в агробіологічному середовищі, що піддається опрацюванню (висота зрізу, ступінь дроблення, забруднення продукції і т. п.). Кількісні параметри характеризують витрати

матеріалів і втрати продукції. Найбільший вплив на врожай і якість продукції оказують тимчасові параметри. Передчасне або пізнє виконання окремих робіт приводить до того, що через збільшення втрат знижується вихід продукції [6].

Відносні втрати від недобору врожаю в процесі збиральних робіт можна виразити кривою типу параболи. При занадто ранніх термінах проведення жнив, коли зернові культури ще недозрілі, утворюється щупле зерно з невеликою кількістю сухих речовин. Збільшення термінів збирання приводить до полягання хлібної маси, опаданню зерна і збільшенням втрат при роботі машин.

Зміна врожайності зерна в залежності від строків збирання має визначену закономірність, що має максимум врожаю при оптимальних термінах збирання [6].

При пошуку оптимальних рішень стратегія базується на теорії оптимального ризику, що веде до помилок: або до недобору врожаю внаслідок подовження термінів проведення робіт, або до значного підвищення собівартості одержуваної продукції у випадку притягнення до виконання технологічного процесу більшої кількості збиральної й другої техніки, і проведенні робіт у найкоротші терміни. Помилки можна звести до мінімуму шляхом знаходження мінімуму середніх втрат врожаю і визначення на цій основі параметрів технічних засобів для виконання даного технологічного процесу [24].

Для того щоб приступити до розгляду цієї задачі зупинимось спочатку на кількісному вираженні інтенсивності втрат врожаю - K при $t_1 < t_{opt} < t_2$ [9].

Для будь-якого заданого моменту часу t значення K дорівнює абсолютній величині першої похідної функції $U=f(t)$:

$$K = \left(\frac{d}{dt} \{U = f(t)\} \right), \quad (4.20)$$

При вираженні K в відносних одиницях, тобто в частках врожаю (1/доб.) і приймаючи значення $U_{\max}$ за 1, маємо:

$$K = \frac{1}{f(t_{opt})} \left[\frac{1}{d_t} \{f(t)\} \right], \quad (4.21)$$

Треба мати на увазі, що $U=f(t)$ може бути виражена різними функціями, багато в чому залежними від умов отримання експериментальних даних. Представимо, що графік цієї функції має вид колоковидної кривої при достатньому діапазоні часу його визначення. Зліва і права гілки цього графіка, по аналогії з ходом природного процесу, можуть бути описані рівняннями:

$$U(t, t_{opt}) = \begin{cases} U + a_1 t - b_1 t^2 & \text{при } t < t_{opt} \\ U + a_1 t - b_2 t^2 & \text{при } t > t_{opt} \end{cases}, \quad (4.22)$$

Звідси, інтенсивність втрат врожаю до настання готовності зернових культур перед збиранням буде:

$$K_1 = \frac{dU}{dt} = [a_1 - 2b_1 t], \quad (4.23)$$

Після настання готовності:

$$K_2 = \frac{dU}{dt} = [-a_2 - 2b_2 t], \quad (4.24)$$

Після перетворення у відносних одиницях одержимо:

$$K_1 = K_{01} - A_1 t, \quad (4.25)$$

$$K_2 = K_{02} + A_2 t, \quad (4.26)$$

де K_{01} , K_{02} - інтенсивність втрат врожаю в момент початку виконання технологічного процесу до настання готовності зернових культур перед збиранням і після нього відповідно;

A_1, A_2 - коефіцієнти пропорційності.

Природні процеси в часі, у тому числі і процес дозрівання зерна, розвиваються по S-образних залежностях [53]. Однак її використання в практичних розрахунках сполучено зі значними труднощами. Тому доцільно цю залежність апроксимувати за допомогою більш простої функції, наприклад, прямолінійної. Тоді рівняння функції $F=f(t)$ можна представити у виді:

$$F = P(t_2 - t_1), \quad (4.27)$$

Звідси можна визначити темп настання готовності зернових культур до складання P :

$$P = \frac{\sum_{i=1}^n F}{t_2 - t_1}, \quad (4.28)$$

де $\sum_{i=1}^n F$ - загальна площа в га, на якій має бути виконання процесу збирання;

t_1 - ранній термін настання готовності зернових до збирання;

t_2 - пізній термін настання готовності зернових до збирання.

Якщо добова продуктивність ЗЗК відповідає темпу настання готовності зернових до збирання, то втрати врожаю будуть рівні нулю (тобто при $W_d=P$, то $K=0$).

Коли не представляється можливим уникнути втрат врожаю від несвоєчасного виконання процесу, тоді необхідно так вибрати терміни початку його виконання, щоб звести втрати врожаю до мінімуму. У зв'язку з цим і виникає задача по визначенню оптимальних термінів збирання і визначення потреби збиральної й іншої техніки для виконання збирання по допустимих втрат врожаю.

Для уніфікації розрахунків методи оптимізації збирання розділимо на прості, складні і комбіновані [34].

Склад основної технологічної ланки у всіх способах збирання залежить від збиральної площі F , врожаю U , темпу настання готовності зернових до збирання P , тривалості робочого дня T_d , інтенсивності втрат врожаю до настання готовності зернових до збирання K_1 і після нього K_2 та інших факторів [53]. Необхідна кількість ЗЗК, що забезпечують припустимі втрати, можна визначити по формулі:

$$m = \frac{W_d}{W_e T_d}, \quad (4.29)$$

де W_d - добовий темп проведення збирання, га/добу. ;

W_e - годинна продуктивність ЗТК, га/год.;

T_d - тривалість робочого дня, год.

Методика розрахунку технологічного процесу збирання зернових при різних способах організації викладається в роботах [6,22,27]. Варіюючи кількістю технічних засобів по приведених залежностях , можна отримати зміну втрат врожаю в залежності від складу і структури технологічної ланки, яка використовується на виконанні даного технологічного процесу. При цьому повинна дотримуватися умова, що утримання додаткової техніки повинна окупатися зниженням втрат врожаю. З цих позицій і варто підходити до обґрунтування оптимальної тривалості збирання.

4.3 Алгоритм моделювання оптимізації структури та складу технологічних ланок збирально-транспортних комплексів

Оцінка ефективності роботи технологічних збирально-транспортних комплексів (ТЗТК) без виконання громіздких виробничих експериментів можлива завдяки оптимізації складних технічних і технологічних систем та існуючої методології дослідження. У основі такої методології лежить імітація експлуатаційного обслуговування технологічних процесів на ЕОМ з використанням таких наукових методів як: динаміки середніх величин, ланцюгів Маркова, теорії масового обслуговування та статистичних досліджень [4].

Алгоритм імітаційної математичної моделі, записаної мовою ЕОМ, дозволяє за початковими заданими умов експлуатації ТЗТК і чисельними значеннями параметрів даної технологічної системи оцінити передбачені програмою дослідження, з урахуванням різних імовірнісних факторів характеристики даної системи (рисунок 1) [5].

Алгоритм моделювання оптимізації структури та складу технологічних збирально-транспортних комплексів та експлуатаційного забезпечення їх працездатності на збиранні зернових колосових культур складається з трьох етапів [3]:

1. Обґрунтування оптимальних параметрів збиральних робіт та кількості зернозбиральних комбайнів (ЗК) для різних способів збирання зернових культур.
2. Визначення структури та складу ТЗТК з урахуванням експлуатаційної взаємодії технологічних ланок.
3. Оцінка ефективності різних форм експлуатаційного забезпечення ТЗТК з урахуванням резервування ресурсів та відновлення працездатного техніки за технічними параметрами і критеріями.

В даному дослідженні розглянуто алгоритм моделювання на другому етапі – визначення структури та складу ТЗТК з урахуванням експлуатаційної взаємодії технологічних ланок (рисунок 4.2). Вихідні дані (параметри і значення) для моделювання структури та складу ТЗТК з урахуванням експлуатаційної взаємодії технологічних ланок в технологічних процесах збирання зернових культур наведені у таблиці 1. Основою для створення моделі визначення структури та складу збирально-транспортного комплексу з врахуванням взаємодії технологічних ланок було моделювання, яке розроблялось в попередніх дослідженнях [3], а вихідною інформацією для створення моделі – результати експериментальних і статистичних даних, які наведені в дослідженнях [4,5]. Реалізація розробленої математичної моделі та представленого алгоритму для ЕОМ виконувалася за допомогою програми

мовою Бейсик. Докладний опис призначення блоків, їх взаємозв'язку і необхідні пояснення наводяться нижче.

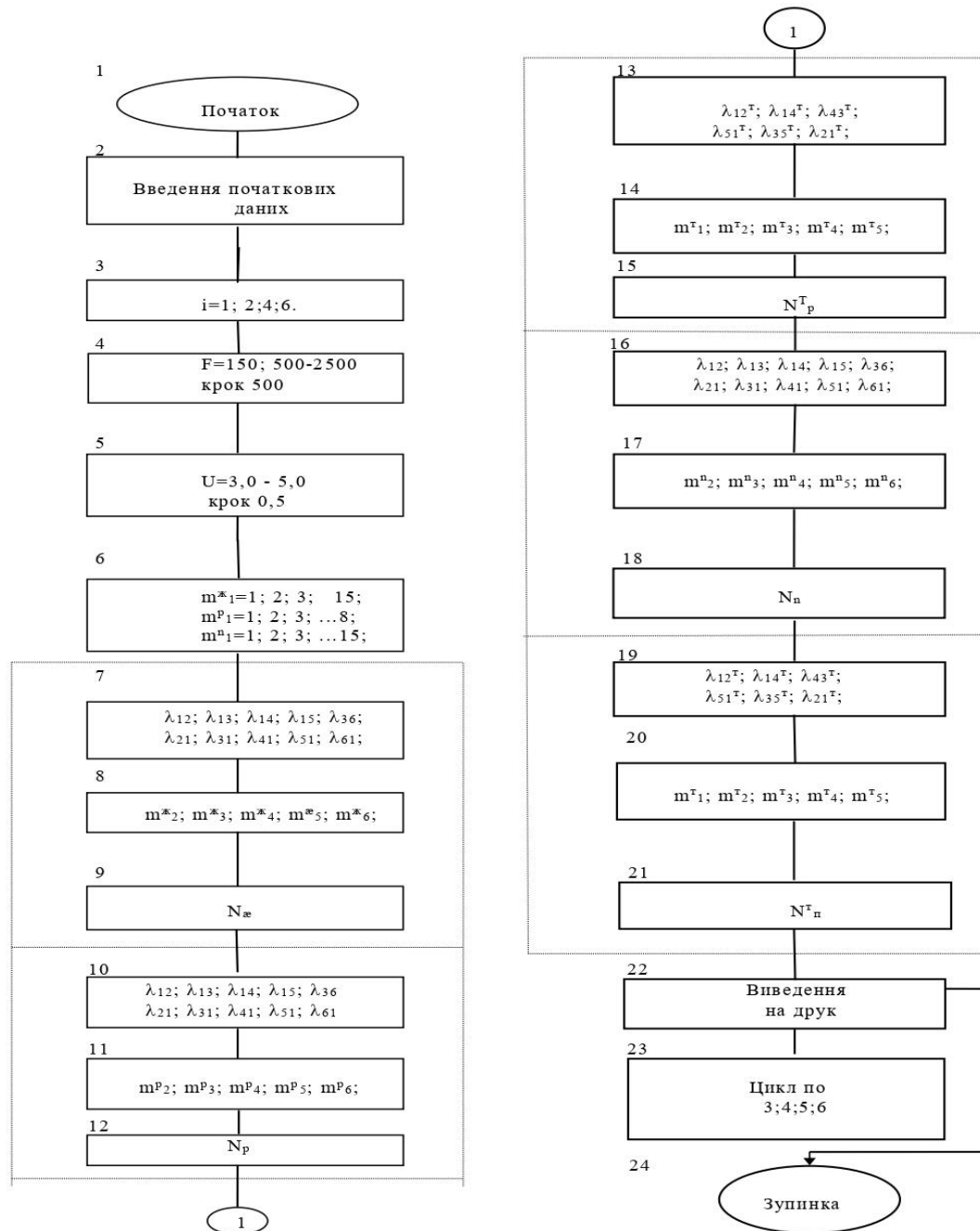


Рисунок 4.2. Блок-схема алгоритму визначення структури та складу ТЗТК з урахуванням експлуатаційної взаємодії технологічних ланок

Таблиця 4.1. Вихідні дані для моделювання структури та складу ТЗТК з урахуванням експлуатаційної взаємодії технологічних ланок

Прийняте позначення	Одиниці вимірювання	Значення параметрів
F	га	500; 1000; 2000; 2500
U	т/га	3,5; 4,0; 4,5; 5,0
$m^{\text{ж}}_1$	одиниць	1; 2; 3;... 15
$m^{\text{р}}_1$	одиниць	1; 2; 3;... 8
$m^{\text{н}}_1$	одиниць	1; 2; 3; ...15
λ_{ji} ,	інтенсивність переходу техніки комплексу із стану	0,1;0,2...0,9
λ_{ij}	інтенсивність переходу техніки комплексу із стану	0,1;0,2...0,9

Алгоритм визначення структури та складу ТЗТК з урахуванням взаємодії технологічних ланок (рисунок 4.2) включає блок введення та присвоєння вихідних даних 2 - 6, блок розрахунку параметрів при скошуванні зернової маси 7 - 9, на підборі валків 10 - 12, при перевезенні технологічного матеріалу 13-15, при прямому комбайнуванні 16-18 та при перевезенні при прямому комбайнуванні 19 - 21. Алгоритм складається з чотирьох циклів, що охоплюють усі розрахункові блоки, пункти з 3 – 6 по 23. Алгоритм містить прямі розрахунки без логічних операцій вибору варіантів. Структурні характеристики технологічного комплексу виводяться за кожним значенням циклічних змінних (роки експлуатації, площі збирання врожаю, врожайності зернових культур та числа ЗЗК в технологічному комплексі). Результати розрахунку використовуються для обґрунтування структури та складу ТЗТК.

Висновки. Розроблена модель визначення структури та складу збирально-транспортного комплексу з врахуванням взаємодії технологічних ланок в технологічних процесах збирання зернових х культур збирально-

транспортними комплексами дозволяє зменшити грошові витрати на дослідження та скоротити їх тривалість. Представлена імітаційна модель дає можливість обрати оптимальний склад та структуру технічних засобів (комбайнів, жаток і транспортних засобів для перевезення технологічного матеріалу), а також спосіб збирання зернових при мінімальних втратах врожаю.

4.4 Обґрунтування складу збирального технологічного комплексу

Збирання врожаю зернових колосових культур у терміни, що забезпечують мінімум втрат урожаю, можливі при наявності необхідної кількості зернозбиральних комбайнів (ЗК) в основній ланки збирального технологічного комплексу (ЗТК). Оптимальний склад основної ланки комплексу залежить від об'єму робіт, темпу досягання зернових до збирання, терміна збирання, продуктивності ЗЗК і інших чинників. Наявність великого числа мінливих чинників заважає одержанню достовірних рекомендацій звичайними інженерними методами. Тому обґрунтування економічно доцільної і технічно прийнятної системи експлуатаційного забезпечення технологічного процесу збирання зернових проведено методами економіко-математичного моделювання з застосуванням системного підходу [39].

Зміни втрат врожаю для різних способів і схем організації процесу збирання були визначені, відповідно до методики, викладеної в дослідженнях [44]. Практичне рішення задач по даній методиці розглянемо на прикладі прямого комбайнування. Вплив природно-виробничих чинників (P, W, N) на втрати врожаю зернових при різних умовах подане в літературі [1,6,21,22]. Аналіз графіків процесу збирання зернових показує, що схеми організації технологічного процесу збирання, площа збирання, врожайність і темп досягання полів до збирання на втрати врожаю Q і терміни збирання T впливають по різному.

Наприклад, 3-х відсоткові втрати врожаю при $F=1000$ га досягаються для схем: $t>t_0$, $t=t_0$, $t<t_0$, відповідно, коли $T=2,5$; $T=6,5$ і $T=8,1$ діб. З збільшенням темпу настання готовності полів до збирання термін збирання, що забезпечує задані втрати $[Q]$, зменшується. Втрати врожаю при одній і тій же продуктивності і числі комбайнів при збільшенні врожайності і темпу настання готовності полів до збирання збільшуються. Вплив врожайності на годинну продуктивність комбайнів при різних видах виконуваних робіт подані в таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 Зміна годинної продуктивності комбайнів у залежності від врожайності і видів виконуваних робіт

Врожайність, т/га	Продуктивність комбайнів, га/год.	
	при прямому комбайнуванні	при доборі й обмолоті валків
3,0	2,94	4,47
3,5	2,57	3,90
	2,25	3,42
4,5	1,96	2,98
5,0	1,81	2,76

З таблиці 4.2 видно, що продуктивність комбайнів при різних видах збиральних робіт коливається в межах від 1,81 до 4,47 га/год. у залежності від врожайності.

Приведені дані показують, що при обґрунтуванні складу основної технологічної ланки необхідно враховувати різні природно-кліматичні чинники. Вибір оптимального способу складання і відповідної схеми організації в конкретних умовах визначається по мінімумі втрат врожаю.

Для обґрунтування складу основної технологічної ланки за результатами розрахунків на ЕОМ розроблена номограма (рис. 4.3).

У I квадранті встановлюється зміна втрат у залежності від продуктивності комбайнів і їхньої кількості для різних площ збирання. В II квадранті подана зміна втрат у залежності від термінів збирання і збирає мої площі при відповідному темпі дозрівання. У III і IV квадрантах при зміні темпу настання готовності полів до збирання уточняється добова продуктивність і тривалість збирання. Одним з основних умов оптимізації було забезпечення імовірності виконання плану збиральних робіт не нижче 0,95. Розглянемо приклад обґрунтування складу основної ланки ЗТК за умови, що господарству необхідно забрати зернових з площі-1000 га; темп настання готовності полів до збирання-500 га/добу; припустимі втрати врожаю - 3%, врожайність - 4,0 т/га. Визначимо склад основної ланки по номограмі.

Добову продуктивність ланки (W_d), що забезпечує задані втрати врожаю для даної площі при відомому темпі готовності полів до збирання, одержимо в квадранті I ($W_d=129,0$ га/добу). Необхідне число комбайнів «Дон - 1500» при цьому буде $N=6,3$. У квадранті II встановлюють тривалість збирання ($T=7,7$ доб). При зміні погодних умов, що впливають на готовність полів і темпу проведення збиральних робіт, уточнення продуктивності і термінів збирання робиться в наступному порядку.

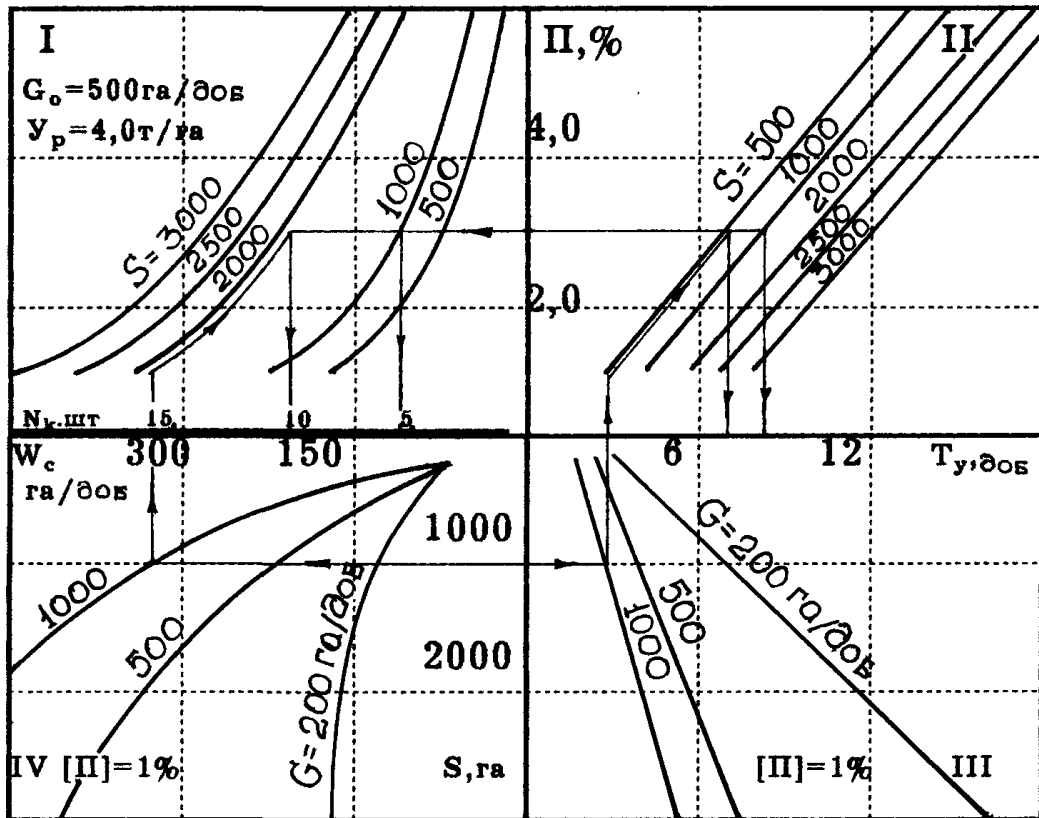


Рисунок 4.3 Номограма для визначення добової продуктивності, потрібного числа комбайнів та термінів збирання за допустимими втратами врожаю

Від шкали площі ($F=1000 \text{ га}$) у III квадранті проводимо паралельно до осі абсцис пряму до перетинання з лінією темпу настання готовності полів до збирання (наприклад $P=1000 \text{ га}$). З точки перетинання продовжимо нагору вертикальну лінію до рівня втрат 1,0 %. Далі проведемо паралель до лінії зміни втрат врожаю для відомої площі, до рівня припустимих втрат ($[Q]=3,0 \%$) і з отриманої точки опускаємо перпендикуляр до шкали тривалості збирання, де знаходимо $T_z=6,9 \text{ дб}$. Уточнення добової продуктивності і числа ЗЗК робиться в IV і I квадрантах у такому ж порядку. Аналогічним шляхом визначаються показники збиральних робіт для роздільного збирання. З номограм видно, що при тих самих вихідних даних продуктивність і відповідне число комбайнів для різних способів збирання різні. Це пояснюється тим, що темп настання готовності полів при різних способах збирання на показники використання техніки впливає по-різному.

Наприклад, при $P=500$ га/добу., $[Q]=3$ % для збирання зернових із площі 500 га при прямому комбайнуванні потрібно 3,7 комбайни, а для роздільного складання тієї ж площі буде потрібно 1,8 підбирачів і 8,1 жнивних агрегатів, отже, при роздільному збирання збільшуються енерговитрати на виконання технологічного процесу. Узагальнені результати розрахунків по визначенню оптимального способу збирання, за умови $P=500$ га/доб., $U=4,0$ т/га, приведені в таблиці 4.3.) Аналіз показує, що зі збільшенням площі склад технологічної ланки, що забезпечує припустимі втрати врожаю при різних способах збирання, змінюється непропорційно. Наприклад, для площі 500 га і 1000 га число комбайнів, що забезпечують $[Q]=3$ % складе відповідно: при прямому комбайнуванні за схемою (а) 3,7 і 6,3; при роздільному збирання (1,8+8,1) і (3,0+9,7); при комбінованому збирання (2,7+2,7) і (3,5+4,0). Порівняння показує, що для цих випадків для площі 500 га по складу технологічної ланки вигідним є пряме, а для площі 1000 га - комбіноване збирання.

Представлена методика та результати досліджень допоможуть обґрунтувати якісний і кількісний склад техніки збирально-транспортних комплексів.

5. ОХОРОНА ПРАЦІ І БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

5.1 Охорона праці

Охорона праці – це система законодавчих актів, соціально-економічних, технічних, гігієнічних і лікувально-профілактичних заходів і засобів, спрямованих на створення безпечних умов праці, збереження здоров'я і працездатності людини в процесі праці [26].

Дуже суттєві збитки, яких ще сьогодні завдає виробничий травматизм і захворюваність на виробництві, можна позбавитись шляхом розробки спеціальних заходів, додержання вимог трудового законодавства, нормативних документів, впровадження у виробництво новітніх досягнень науки і передового досвіду з охорони праці.

На виробництві проблема поліпшення умов праці безпосередньо пов'язано з санітарно-побутовим і медичним обслуговуванням працівників, організацією відпочинку, харчування тощо. Все це сприяє відновлюванню сил, знижує напруженість і приводить до збереження працездатності [28].

Тому основними задачами з охорони праці при механізації виробничих процесів в сільському господарстві є удосконалювання системи заходів по охороні праці на виробництві, створенню безпечних умов роботи по зберіганню і зміцненню здоров'я працівників, поліпшенню організації їхнього відпочинку і лікування. Для вирішення задач з охорони праці в господарстві створена система управління охороною праці.

В сільськогосподарських підприємствах відповідальність за стан і організацію охорони праці покладена на голову підприємства. До управляючого органу СУОП в господарстві входить керівник господарства і інженер з охорони праці в цілому по господарству, а також керівники структурних підрозділів в своїх підрозділах (головний механік, головний

агроном, бригадири виробничих підрозділів рослинництва, головний зоотехнік). Керівник господарства несе персональну відповідальність за організацію і стан охорони праці в господарстві. Він своїм наказом щорічно призначає відповідальних за охорону праці: в галузях – головних спеціалістів, в підрозділах – їх керівників. Вони проводять всю практичну роботу по створенню здорових і безпечних умов праці.

Інженера з охорони праці підпорядкований безпосередньо керівнику господарства, який організує і координує роботу по охороні праці в виробничих підрозділах контролює їх виконання, проводить свою роботу по планах, затверджених керівником підприємства та вирішує покладені на нього задачі у взаємодії з профспілковим комітетом і іншими спеціалістами.

Вступний інструктаж проводить інженер з охорони праці. Запис про проведення вступного інструктажу робиться у спеціальному журналі, а також у документі про прийняття працівника на роботу. Перед початком робіт працівники проходять первинний інструктаж, а що пізніше – повторний інструктаж. Якщо потрібно виконувати інші роботи, то керівник проводить цільовий інструктаж. Усі види інструктажів, крім вступного, проводять безпосередні керівники робіт. В кожному відділі створюється куточок з ОП, в якому відображено обов'язки кожного працівника, щодо забезпечення безпечних умов праці у відділі [28].

Профспілки здійснюють контроль за дотриманням законодавчих і інших нормативних актів про охорону праці, створення безпечних і нешкідливих умов праці, що належить до виробничого побуту для робітників і забезпечення їх засобами колективного й індивідуального захисту, перевіряють стан умов і безпеку праці на підприємстві, виконання відповідних програм і зобов'язань колективних угод.

На підприємствах необхідно дотримуватися положення охорони праці, що стосуються жінок і неповнолітніх, суворо виконувати положення трудового законодавства. Тривалість робочого дня встановлюють з 40 годинного робочого тижня. Робочий день в напружений період може досягати до 10 годин, але цей час компенсується на протязі всього року. До понадурочних робіт не допускаються

неповнолітні, вагітні та годуючи жінки, вони також не допускаються до нічних робіт.

В виробничих відділеннях необхідно мати спеціальні місця для відпочинку працюючих та прийняття ними їжі, гардеробні, приміщення для централізованого прання, приміщення для ремонту спецодягу та взуття. В приміщенні повинні бути задовільні мікрокліматичні умови: відносна вологість коло 60%, температура близько 25°C [28].

Організація пожежної охорони на підприємствах покладена на начальника пожежної охорони, котрий повинен бути кваліфікованим пожежником. Відповідальність за дотримання мір пожежної безпеки несе керівник підприємства або особа, що виконує його обов'язки, котрий повинен наказом призначити осіб, відповідальних за пожежну безпеку по кожному підрозділу.

Для перевірки знань працівників з питань охорони праці наказом керівника створюються постійно діюча комісія. Перед перевіркою знань працівників з питань охорони праці на підприємстві організовуються заняття: лекції, семінари та консультації.

Механізатори повинні бути забезпеченні засобами індивідуального захисту і медичними аптечками. До роботи на машинах допускаються особи, які досягли 18 років, мають відповідне посвідчення на право керування машинами, які не мають медичних протипоказань, пройшли в установленому порядку навчання, інструктаж та перевірку знань по охороні праці і пожежній безпеці.

У випадку отримання травми на підприємстві проводяться позачергові навчання з охорони праці з детальним розглядом чинників, які зумовили отримання травми працівником та вивчаються заходи запобігання отримання подібних травм.

Роботи, які виконуються при використанні машинних агрегатів збиральних машинно-транспортних комплексів: регулювання машин на виконання заданої роботи; очищення та миття машин від бруду і пилу; завантаження та розвантаження машин технологічними матеріалами; транспортування та заправка машин паливно-мастильними матеріалами; транспортування технологічної маси

тракторами з причепами та автомобілями при збиранні врожаю в полі від комбайнів; технічне обслуговування та усунення відмов та несправностей машин та інші.

Під час роботи на механізаторів збиральних машинно-транспортних комплексів впливають різні шкідливі виробничі фактори: шум, вібрація, запиленість та загазованість повітря, отруйні речовини, шкідливий вплив паливно-мастильних матеріалів, велика вага технологічного матеріалу (соломи), великі габарити агрегатів для перевезення соломи, обертальні пристрої зернозбиральних комбайнів, тракторів та сільськогосподарських машин.

Щоб дані шкідливі фактори не впливали на працюючих, необхідно дотримуватись певних вимог безпеки. При підготовки агрегатів і виконанні технічного обслуговування необхідно використовувати справний інструмент, солідолонагнітач і бачок з мастилом. При з'єднанні трактора з машиною треба впевнитись що між ними нікого нема. Транспортна швидкість агрегату - 10 км/годину, яку неможливо перевищувати [26].

Сільськогосподарські машини, ширина яких перевищує габарити трактора, повинні бути обладнані світловідбивачами. Задні світловідбивачі повинні бути червоного (передні білого) кольору. Допускається замість світло відбивачів нанесення на елементи машини кіл, трикутників або прямокутників червоного або білого кольору, вписаних у коло діаметром 100 мм, а також червоних, білих або жовтих та чорних смуг під кутом 45° , які чергуються, з відстанню між ними 50 мм. Смуги можуть наноситися також на сигнальні щитки розміром не менше 250x250 мм. Фігури та смуги повинні бути виконані зі світло відбивних матеріалів [28].

Машини, які при агрегатуванні з трактором закривають прилади світлової сигналізації трактора, мають бути обладнані власними приладами світлової сигналізації. На машинах типу причепів або напівпричепів ззаду зліва повинен бути нанесений знак обмеження максимальної швидкості.

Інструмент повинен знаходитись в спеціальному ящику, а ємність з водою повинна бути надійно закріплена. Для захисту робітника від вібрації потрібно при

поточному ремонті двигуна змінювати всі гумові прокладки які виходять із строю, а щоб захистити від шуму потрібно перевіряти герметичність резинок, які тримають скло.

Поля для роботи машинно-тракторних агрегатів повинні бути заздалегідь підготовлені в залежності від виду культури. Межу поля зі сторони яру чи обриву необхідно закінчити контрольною борозною на відстані не менше 10 м від краю. Місця для відпочинку необхідно позначати гарно видимими позначками.

Необхідно зібрати каміння, соломку, засипати ями і інші перешкоди. Палити соломку (при необхідності) необхідно за декілька днів до початку робіт. Біля великих каменів, розмитих ділянок і інших перешкод необхідно встановити позначки. Відбиваються поворотні смуги. Робота машин на не підготовлених полях не дозволяється.

Перед початком проведення механізованих робіт тракторист надає сигнал і тільки після цього починає рух. Рухатись з місця необхідно плавно, без ривків. Переведення в транспортне становище і поворот агрегату виконується на знижених обертах двигуна. Не дозволяється сідати на машину під час транспортування, чистити робочі органи, регулювати, підтягувати кріплення на ходу або в транспортному стані без підставок, ремонтувати машину, якщо вона з'єднана трактором, у якого працює двигун. Очищення робочих органів необхідно виконувати спеціальними чистиками при зупиненому агрегаті. Забороняється підходити близько до агрегату під час підйому його в транспортне положення та при поворотах. При регулювальних роботах встановити підставки. Забороняється підтягувати з'єднання під час роботи. Забороняється сідати на раму та чистити поверхні робочих органів під час роботи.

На дорогах, в місцях перетину з повітряними ЛЕП напругою 330 кВ і вище повинні встановлюватися дорожні знаки, які забороняють зупинку транспорту в охоронних зонах цих ліній. Щоб не бути ураженим розрядом блискавки, роботу на машинах під час грози необхідно припинити. Якщо близько є закриті приміщення (сарай, дім, барак), то необхідно заховатися в ньому; при цьому вікна і двері приміщень повинні бути закритими.

Забороняється також знаходитися поблизу електричних і телефонних проводів, знаходитися поряд з підвищеними над землею саодинокими предметами (деревами, машинами, опорами електропередачі, стогами сіна, соломн і ін.). При відсутності сховищ необхідно перечекати грозу на землі на відстані не менше 80 м від машини.

При роботі на схилах тракторист (комбайнер) повинен стежити за значенням показника крену. Для вимушеної зупинки машини (трактора) необхідно вибрати ділянку з найменшим нахилом. При тривалій зупинці на схилі після виключення двигуна машину необхідно загальмувати, педаль гальма поставити на клямку, включити першу або задню передачу, навісне знаряддя опустити і заглибити робочі органи, а під колеса чи гусениці підкласти проти відкатник - упори (башмаки).

При збиранні врожаю безпека роботи забезпечується: правильною організацією робіт збиральних агрегатів, транспортних засобів і робіт по складуванню зібраної продукції, а також технічним станом машин і наявністю допоміжних засобів догляду, регулювання робочих органів.

При виконанні збиральних робіт у процесі роботи комбайнер повинен слідкувати за роботою всіх вузлів, своєчасно реагувати на умови роботи, що безперервно змінюються, забезпечувати безпеку і високопродуктивну роботу комбайна.

При виконанні поворотів комбайном потрібно пам'ятати, що чим менший радіус повороту і більша швидкість руху, тим більша відцентрова сила діє на комбайн. Щоб запобігти заносу і перекиданню комбайна, швидкість руху не повинна перевищувати 4 км/год.

Під час зупинки комбайна на підйомі треба після зупинки двигуна залишити включеною першу передачу, а на спуску задню. Під час руху по крутому спуску комбайн потрібно гальмувати двигуном (включивши спочатку нижчу передачу і зменшивши подачу палива), іноді додатково пригальмовують колеса.

При роботі в нічний час комбайнер повинен добре підготувати комбайн і мати певні навички в керуванні комбайном в ночі. При переїзді через перешкоду (глибока борозна, польовий місток тощо) потрібно зупинити комбайн, уважно оглянути місцевість перед ним і тільки після цього рухатися далі. Для забезпечення пожежної безпеки при збиранні врожаю на кожних машинах, комбайнах, тракторах повинні бути штикові лопати, відра, мітли, а також вогнегасники і пристрої заземлення. На полі чергує пожежна команда.

На початку досягання пшениці поля, що прилягають до доріг, лісних масивів обкошують і оборюють смугою 4 м.

Перша допомога надається при допомозі аптечки. Якщо є колото-різані та рвані рани внаслідок аварії, треба їх обробити та перев'язати. Після цього доставити потерпілого в лікарню і повідомити адміністрацію господарства про аварійну ситуацію.

При перекиданні агрегату треба покинути машину. Якщо дверці заклинені, треба видавити скло і вийти з кабіни.

Одним з основних заходів по зниженню виробничого травматизму, зменшенню кількості порушень вимог з охорони праці є розробка інструкцій з охорони праці при виконанні тих чи інших робіт.

*Інструкція з охорони праці при роботі механізаторів
технологічних збиральних комплексів*

1 Загальні положення

- 1.1 До роботи допускаються особи яким виповнилося 18 років, які пройшли спеціальну підготовку, медичний огляд та інструктаж з техніки безпеки.
- 1.2 Виконувати роботи під машинами, піднятими за допомогою гідرو механізмів, забороняється. Для цього необхідно використовувати спеціальні підставки або пристрої.

1.3 При виявленні відмов і несправностей необхідно повідомити адміністрацію. Агрегати для перевезення технологічного матеріалу повинні бути обладнані двосторонньою габаритною сигналізацією.

2 Вимоги безпеки перед початком роботи

- 2.1 Перед початком роботи необхідно перевірити справність всіх вузлів і систем комбайнів, машин і агрегатів.
- 2.2 У момент під'їзду трактора до причіпної машини допоміжний робітник повинен відійти на відстань 2 м від правого боку трактора.
- 2.3 Перевірити роботу агрегатів при транспортуванні технологічного матеріалу.

3 Вимоги безпеки під час роботи

- 3.1 Під час руху агрегатів забороняється виконувати будь які регулювання, усувати несправності.
- 3.2 Під час руху забороняється курити, приймати їжу та пити воду.
- 3.3 При нагріванні двигуна комбайна або трактора забороняється відкривати пробку радіатора.
- 3.4 Починати рух на агрегатах можна лише за командою старшого на агрегаті.

4 Вимоги безпеки після закінчення роботи

- 4.1 Очистити робочі органи комбайнів, стоговозів та інших машин від залишків технологічного матеріалу та забруднюючих речовин.
- 4.2 Провести технічний огляд машин і при виявленні несправностей усунути їх.
- 4.3 Перевірити стан спецодягу та засобів індивідуального захисту.
- 4.4 Вимити лице і руки з милом або прийняти душ.

5 Вимоги безпеки в аварійних ситуаціях

- 5.1. При виникненні небезпечної ситуації негайно припинити роботу.
Надати потерпілому першу допомогу та відправити його до лікарняного закладу.
- 5.2. Повідомити адміністрацію про нещасний випадок та причини його виникнення.

Для забезпечення належних умов праці робітників пропонуються такі заходи:

1. Забезпечувати робочий персонал необхідними засобами індивідуального захисту, медикаментами.
2. Створювати нормальні умови для праці, слідкувати за гігієною і санітарією.
3. Своєчасно проводити інструктажі по техніці безпеки і охорони праці.
4. Дотримуватись правил пожежної безпеки.

Дотримання вимог інструкцій і заходів з охорони праці на роботах по збиранню технологічного матеріалу зернових культур забезпечить робітникам безпечні і не шкідливі умови праці.

5.2 Безпека в надзвичайних ситуаціях

Забезпечення стійкості роботи об'єктів народного господарства в умовах НС являється однією із основних задач ЦЗ. Стійкість роботи об'єкта – це здатність його в НС випускати продукцію в за плановому обсязі, необхідної номенклатури і в відповідній якості, а у випадку впливу на об'єкт уражаючих факторів, стихійних лих та виробничих аварій – швидко відновлювати своє виробництво [32].

На стійкість функціонування об'єкта впливають такі фактори:

- розміщення об'єкту відповідно великих міст, АЕС, хімічної промисловості, великих гідротехнічних споруд, воєнних об'єктів;
- природно-кліматичні умови;
- технологія виробництва;
- здатність систем забезпечення життєдіяльністю;
- здатність об'єктів протистояти НС;
- стійкість управління виробництвом і ЦЗ;
- наявність командно-керуючого складу ЦЗ об'єкту і населення;
- масштаби і ступень вражаючої дії стихійного лиха, аварії, катастрофи [30 с.31].

Більш підготовленими до стійкості роботи будуть ті об'єкти, які реально оцінюють фактори, їх несприятливий вплив на виробництво і розробляють заходи. Надзвичайна ситуація – це порушення нормальних умов життя і діяльності людей на об'єкті або території, спричинена аварією, катастрофою,

стихійним лихом, епідемією, великою пожежею, застосуванням засобів ураження, що призвели або можуть призвести до людських втрат і матеріальних втрат [30 с.11].

Надзвичайні ситуації природного характеру – небезпечні геологічні, метеорологічні, гідрологічні корені та прісноводні явища, деградація ґрунтів чи надр, природні пожежі, зміна стану повітряного басейна, інфекційна захворюваність людей, сільськогосподарських тварин, масове ураження водних ресурсів та біосфери.

Поширеними в даному регіоні НС можуть бути: землетрус, урагани, зливи, ожеледь, заметілі, град.

Надзвичайні ситуації техногенного характеру, транспортні аварії (катастрофи), пожежі, неспровоковані вибухи чи загрози, аварії з викидами (загрозою викиду) небезпечних хімічних, радіоактивних, біологічних речовин, раптове руйнування споруд та будівель, аварії на інженерних мережах і спорудах життєзабезпечення, гідродинамічних аваріях тощо.

Всі перераховані події негативно впливають на роботу господарства, а саме: зривають дахи, руйнування будівель, обрив ліній електропередачі і зв'язку, розмив дороги і мостів, ерозія ґрунтів. Для ліквідації їх наслідків потребується великі затрати людських, матеріальних і фінансових ресурсів.

Найбільш вірогідною НС – може бути землетрус, для чого і проведемо розрахунок стійкості об'єктів МТП в умовах впливу землетрусу для одного із досліджуємих господарств - державного підприємства «Дослідне господарство ім. М.І. Кутузова Національної академії аграрних наук України» (Скорочене найменування: ДПДГ ім. М.І. Кутузова) Болградського району Одеської області, яке розташовано в с. Пряма Балка в 10 км від районного центру – м. Арциз і в 181 км від обласного центру – м. Одеса. Загальна площа землекористування ДПДГ ім. М.І. Кутузова у досліджуваній період становило 4945 га, в тому числі 4675 га сільськогосподарських угідь, з яких рілля складала 4443 га. Підприємство має зерновий напрямок з розвинутим виробництвом насіння технічних олійних культур: ріпаку і соняшнику. Матеріально - технічна база державного

підприємства налічує 22 трактора, 13 комбайнів, з них 7 зернозбиральних, 30 автомашин та інші сільськогосподарські машини і обладнання.

Оцінка стійкості машинно-тракторного парку (МТП)

в умовах впливу землетрусу

Основна споруда МТП розташована в двохповерховому будинку. Будова не сейсмостійка, цегляна, без каркасна з перекриттям із залізобетонних елементів. На об'єкті працює 40 осіб. Офіси оснащені відео терміналами (ВДТ), персональними електронно-обчислювальними машинами (ПЕОМ) з іншою периферією (факси, ксерокси і іншим обладнанням). Найбільш небезпечним уражаючим фактором є землетрус.

Оцінку стійкості проводимо у такій послідовності:

1. Визначаємо максимальну бальність землетрусу, яка може бути для об'єкту. Об'єкт знаходиться в південній частині Одеської області, де може бути землетрус силою до 7 балів, $\delta_{\text{МАКС}} = 7$ балів.

2. Визначаємо межу стійкості будинку (таблиця 15) [44]: $\delta_{\text{ЛИМИТ}} = 6$ балів.

3. Порівнюємо межу стійкості будинку з максимальним значенням уражаючого фактору: $\delta_{\text{ЛИМИТ}} = 6 \text{ балів} < \delta_{\text{МАКС}} = 7 \text{ балів}$.

Це означає, що об'єкт в цілому не стійкий до землетрусу в 7 балів.

4. Визначаємо ступінь можливих руйнувань і втрат (таблиця 11) [29]. Будинок отримує середні руйнування із втратами до 45%.

Людські втрати визначаємо по таблиці 12 [29]. Загальні втрати людей – 11% (5 осіб), із них:

- безповоротні втрати – 3% (1 особа);
- санітарні втрати – 8% (4 особи).

Можна допустити, що ВДТ, ПЕОМ і інша оргтехніка теж будуть мати втрати до 45%.

5. Визначимо стійкість роботи об'єкту МТП по формулі:

$$C_{\text{ОРГ}} = 1 - K_{\text{ВТРАТ}} : 100, \quad (5.1)$$

де $C_{\text{ОРГ}}$ - стійкість роботи об'єкту МТП;

$K_{\text{ВТРАТ}}$ - коефіцієнт втрат, відсотки

Отже: $C_{\text{ОРГ}} = 1 - 45 : 100 = 0,55$.

Висновок: стійкість роботи об'єкту МТП до землетрусу можна вважати задовільною. Основний об'єкт МТП може виконувати роботи після проведення певних відновлювальних робіт.

Пропозиції щодо підвищення стійкості роботи МТП в умовах землетрусу:

- в підвалах створити запас ВДТ, ПЕОМ і іншої оргтехніки;
- розміщувати офіси потрібно на нижніх поверхах будівель;
- мати запаси води для побутових і технічних потреб;
- мати резервне джерело електроенергії відповідної потужності;
- для ліквідації наслідків землетрусу потрібно мати резерв будівельних матеріалів.

6 БІЗНЕС-ПЛАН ОБҐРУНТУВАННЯ СТРУКТУРИ ТА СКЛАДУ ТЕХНОЛОГІЧНИХ КОМПЛЕКСІВ

Резюме

Розробка – обґрунтування структури та складу технологічних комплексів машинно-тракторного парку з розробкою технології вирощування сільськогосподарських культур зернової сівозміни при мінімізації енерговитрат.

Продукт проекту- надання послуг по вирощуванню: озимої пшениці, озимого ячменя, гороху на зерно, люцерни на площі 1380 га.

Покупці – Аграрні підприємства, які займаються вирощуванням та збиранням зернових колосових культур.

Сума кредиту - 657 796,00 грн.

Економічний ефект –265 053,14грн.

Термін окупності –2,48 років.

6.1 Характеристика розробки

Мета нашої розробки – обґрунтування складу машино-тракторного парку для вирощування гороху на зерно, озимої пшениці, люцерни, озимого ячменя на площі 1380 га.

Наша розробка не є новиною на ринку, так як всі сільськогосподарські товаровиробники мають свій машино-тракторний парк, але новиною нашої розробки є те, що ми визначаємо обґрунтований склад і структуру. Необхідно відзначити, що більшість техніки у всіх сільськогосподарських підприємствах морально та фізично застаріла, тому пріоритетним напрямком всіх підприємств є поновлення засобів виробництва, зокрема машино-тракторний парк. В наш час при обґрунтуванні складу машино-тракторного парку слід зосередити увагу на тому, що в деяких районах створюються машино-технологічні станції, які надають всі послуги по вирощуванню сільськогосподарських культур.

Тому необхідно, щоб ці послуги в нашому господарстві були дешевими ніж у інших сільськогосподарських підприємств, які надають послуги по вирощуванню сільськогосподарських культур.

6.2 Оцінка ринку збуту

Обґрунтування складу машино-тракторного парку робиться для аграрних підприємства, які займаються вирощуванням та збиранням зернових колосових культур, тобто головним покупцем будуть дані підприємства. Але беручи до уваги те що, не всі господарства мають сільськогосподарську техніку в потрібній кількості, проектує мий машино-тракторний парк зможе надавати послуги і іншим підприємствам, після закінчення робіт в своєму господарстві. Ця кількість послуг може бути великою беручи до уваги те, що деякі операції (збирання зернових культур, посів, обробіток посівів та інші) повинні проводитись в оптимальні агротехнічні строки. Тому при розрахунку складу машино-тракторного парку визначали виходячи з цих строків. Але на практиці не всі господарства в змозі дотримуватись цих строків і саме вони є потенційними покупцями.

6.3 Конкуренція

Головними конкурентами при надані послуг по вирощуванню сільськогосподарських культур є підприємство “Райдержсільгосптехніка” та деякі фермерські господарства. Перевагою нашого господарства є більша якість послуг, яка впливає, що вся проектуєма техніка буде новою. Отже з конкуренцією господарств буде стикатися тільки при надані послуг на сторону, тобто іншим сільськогосподарським підприємствам. Але це для нашого господарства не є життєво важливим, тому, що ми проектуємо машино-тракторний парк для надання послуг саме нашому господарству.

6.4 Стратегія маркетингу

Маркетинг в нашому господарстві при даній розробці буде використовуватись тільки при надані послуг іншим господарствам та населенню. В такому випадку наші послуги будуть рекламуватись такими способами:

а) дзвінками керівникам господарств, які є потенційними покупцями;

б) друкуватися об'яви в районній та обласній газетах. Вартість оголошення – 836 грн.

в) розвішування об'яв по навколишнім селам.

При насичені ринку послуг, господарство може знижувати реалізаційні ціни на той чи інший вид послуг виходячи з більш низькою собівартості за рахунок нової техніки. В цьому ж випадку перевага буде надаватись сезонним контрактам, який в себе включає весь комплекс послуг по вирощуванню сільськогосподарських культур починаючи з оранки і кінчаючи збиранням врожаю. В такому випадку буде плануватись система знижок.

6.5 План виробництва

Існуючий склад машино-тракторного парку виробничого підрозділу рослинництва представлено в таблиці 6.1. Остаточна вартість техніки існуючого складу МТП складає 3 614 758 грн..

По даній дипломній роботі для проектуемого нового складу машино-тракторного парку треба оновити склад енергетичних засобів: тракторів і комбайнів. Придбати сім нових тракторів (2-ХТЗ-17021, 3-МТЗ-800, 2- ХТЗ-150-03), один зернозбиральних комбайн Дон-1500Б і кормозбиральний Дон-680 і комплекс сільськогосподарських машин, який представлено в таблиці 5.2. Вони купляються з ціллю оновлення та збільшення машино-тракторного парку до обґрунтованого складу. Стару техніку треба продати. Цю техніку можливо придбати як в кредит, так і за повну ціну. Такі фірми як “АгроСоюз”, “ДонСнаб”, “Ростсельмаш” надають послуги на придбання нової сільськогосподарської техніки.

Вартість техніки обґрунтованого складу МТП, складає 4 272 554 грн.. Різниця вартості між існуючим і сформованим складом МТП складає 657 796 грн. - капітальні вкладення.

6.6 Юридичний план

Обґрунтування складу машино-тракторного парку проводиться для СТОВ ім. Б. Хмельницького, тобто машино-тракторний парк є структурним підрозділом даного сільськогосподарського підприємства. Отже система управління та організація

виробництва буде повністю відповідати стандартам, які закріплені в установчому договорі. Також слід приділити увагу організації машино-тракторного парку на госпрозрахунковій основі, при якій галузь рослинництва буде купувати послуги в даному підрозділі.

6.7 Оцінка ризику і страхування

Одним з головних ризиків в сільському господарстві південного регіону України є погані кліматичні умови, тобто регіон відноситься до зони ризикового землеробства, але цей ризик не залежить від того, своя техніка використовується в господарстві чи купуються послуги інших господарств, при чому наявність свого машино-тракторного парку сприятливо позначиться на проведенні сільськогосподарських робіт. Отже вони будуть проводитись не тільки більш якісно, але і в оптимальні агротехнічні строки.

Головним ризиком можуть бути підвищення цін на паливо-мастильні матеріали, запасні частини, тощо. З цими ризиками господарство може боротися шляхом створення страхового фонду паливо-мастильних матеріалів та запасних частин, страхування від цих ризиків в страхових агентствах та інше.

6.8 Фінансовий план

Так як головним покупцем машино-тракторного парку є наше господарство, всі розрахунки проводились виходячи з цього. Головними видами послуг є польові роботи (раннє весняне боронування, оранка, культивация, організація по захисту рослин, збирання врожаю та інші).

Фінансові документи для обґрунтованого варіанту технології розробляють шляхом узагальнення матеріалу усіх попередніх розділів і представлення їх у вартісному вираженні. Такими основними фінансовими документами є: прогноз обсягів (реалізації) виконуваних робіт; калькуляція повної собівартості (продукції) услуг; баланс грошових витрат і надходжень; термін окупності капіталовкладення або кредиту із визначенням точки беззбитковості виробництва.

Баланс грошових витрат і надходжень

Цей документ дозволяє оцінити, скільки грошей необхідно вкласти в проект у розбивці за часом, тобто до початку реалізації проекту і в процесі виробництва. Головна задача балансу – перевірити синхронність надходження і

витрат коштів. Задача цього документу – показати, як буде формуватись і змінюватись прибуток.

Прогноз грошових надходжень на перші два-три роки роботи нового підприємства виконують без врахування доходів від реалізації основних фондів, що вибули, по акціях та інших, тобто розглядають ситуацію, коли доход D , грн. формується тільки за рахунок виручки від реалізації основної продукції або послуг. Показник точки беззбитковості дозволяє визначити обсяг продукції, суми надходжень від реалізації якої дорівнюватимуть сумі всіх витрат на виробництво та реалізацію. За допомогою такого показника можна спрогнозувати, яку кількість послуг потрібно реалізувати для того, щоб МТП вийшов на беззбитковий рівень роботи.

Для розрахунку точки беззбитковості потрібно всі витрати по реалізації виробництва розбити на постійні та змінні. До змінних витрат відносять ті, що залежать (пропорційно збільшуються або зменшуються) від обсягів виробництва. До постійних витрат відносять витрати, що залишаються незмінними незалежно від обсягів послуг (виробництва продукції).

Розрахунок рівня беззбитковості можна проводити двома методами: математичним та графічним. Математичний метод дозволяє зробити розрахунок швидше, його доцільно застосовувати при необхідності визначення рівня беззбитковості для багатьох варіантів.

Обчислення точки беззбитковості T_6 , послуг (виконаних ум.ет.га), тис. грн. виконується за формулою:

$$T_6 = \frac{B_n}{C_B - B_{зм}}, \quad (6.1)$$

де B_n – постійні витрати на одиницю обслуговування (продукції) – разові затрати групи Б [] та сума поверненого щорічного кредиту або щорічної частки капіталовкладень, *грн.*;

$B_{зм} = A$ – змінні витрати на одиницю послуг (продукції), що містять поточні і разові витрати - прямі експлуатаційні витрати та витрати технологічних матеріалів, *грн.*.

Цв – ціна виручки (продукції) або від надання послуг по виконанню робіт при вирощуванні та збиранні сільськогосподарських культур, грн.(таблиця 6.3).

За постійні витрати беремо: суму поверненого щорічного кредиту(855 134,8/4 = 212 783,7 грн.); річні витрати на амортизацію 640 883,1грн.; річні витрати на ремонт і технічне обслуговування – 384 529,86 грн. (таблиця 6.2).

$$\begin{aligned}\text{Тоді постійні витрати - ВП} &= 212\,783,7 + 640\,883,1 + 384\,529,86 = \\ &= 1\,238\,196,66 \text{ грн.}\end{aligned}$$

Цв = 807,88 грн. – виробнича собівартість 1-го ум.ет.га існуючого складу МТП; Взм = 749,06 грн. – виробнича собівартість 1-го ум.ет. га проектуемого складу МТП.

Тоді точка беззбитковості розраховується (з врахуванням витрат на кредит) :

$$T_b = \frac{1238196,66}{807,88 - 749,06} = 21054,19 \quad \text{ум. ет. га.}$$

Графічний метод полягає в графічному розміщенні в системі координат наступних показників: обсяг виконаних робіт в одиницях вимірювання – ум.ет.га, тис. грн. – по осі абсцис, виручка від надання послуг (реалізації продукції) та витрати на виробництво – по осі ординат (рисунок 6.1).

Лінія загальних витрат $B_{зв}$, грн. будується на підставі рівняння :

$$B_{зв} = B_{п} + B_{зм} n, \quad (6.2)$$

$$B_{зв} = 21\,054,19 \cdot 749,06 = 15\,770\,848,33 \text{ грн.}$$

На підставі аналізу даних графіку (Рисунок 6.1) зробимо загальний висновок, що при виконання 15 770 848,33 ум. ет. га технікою, робота МТП стає прибутковою.

Розрахунок економічної ефективності використання сформованого о машино-тракторного парку приведений в таблиці 8.3.

Розглядаючи дану таблицю не можна не помітити те, що собівартість майже всіх робіт є нижчою ніж ціна, яка склалася на ринку. Висока собівартість

деяких операцій (збирання врожаю, підбір та обмолот валків) буде перекриватись оптимальними агротехнічними строками при яких втрати врожаю мінімальні та наданню послуг іншим сільськогосподарським господарствам. В цілому ж економічний ефект від впровадження проектує мого складу машино-тракторного парку буде в розмірі 265 053,14 грн.

6.9 Стратегія фінансування

Необхідні кошти в розмірі 657 796,00 гривень планується взяти в банку в кредит.

Таблиця 6.4 Заява на одержання кредиту

Сума кредиту	657 796,00 грн.
Бажаний відсоток	12%
Термін погашення кредиту	4 роки
Погашення кредиту	Раз на рік
Джерело виплат	Прибуток від реалізації продукції
Гарантії	Майно підприємства

Таблиця 6.5 Графік погашення кредиту

Період сплати	Періодичність	Сума основного боргу, грн..	До виплати, грн..	Плата за кредит, грн..	Разом до виплати, грн..	Загальна економія, грн..
1	раз на рік	657 796,00	164 449,00	78 935,52	243 384,52	265 053,14
2	раз на рік	493 347,00	164 449,00	59 201,64	223 650,64	265 053,14
3	раз на рік	328 898,00	164 449,00	39 467,76	203 916,76	265 053,14
4	раз на рік	164 449,00	164 449,00	19 733,88	184 182,88	265 053,14
Всього			657 796,00	197 338,80	855 134,80	1 060 212,55

Отже кошти планується віддати за 4 роки головним чином за рахунок економії послуг порівняно з цінами інших господарств.

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

Результати виконаної роботи дозволяють зробити такі основні висновки та пропозиції:

1. Проаналізовані існуючі технології вирощування та збирання зернових культур та комплекс машин, який використовуються. Встановленні переваги і недоліки цих технологій, а також залежність складу технологічних комплексів від виробничих факторів. Представлені впровадження переваги енергозберігаючих технологій.
2. Представлена методика й результати експериментальних досліджень. З аналізу отриманих даних і експериментальних кривих встановлено, що середня кількість комбайнів по господарствах і в ЗТК, приблизно, перебуває на одному рівні - 9,84 і 9,31 од. при середньоквадратичному відхиленні - 2,82 і 2,59, відповідно, тобто при проведенні збиральних робіт у господарствах регіону створюється по одному збирально-транспортному комплексу з кількістю комбайнів від 7 до 12 од.
3. Розроблені перспективні технологічні карти за інтенсивною технологією на вирощування зернових культур. Сформовано структуру та склад техніки технологічних комплексів МТП виробничого підрозділу рослинництва господарства розробкою річного плану механізованих робіт. Покращилися техніко-економічні показники використання техніки: збільшилась річна наробітка на ум.ет. трактор до 621,4 ум.ет.га та зменшились витрати палива до 12,6 кг/ум.ет.га. Розраховано план-графік проведення технічних обслуговувань машинно-тракторного парку.
4. Представлено математичне моделювання оптимізації структури технологічного комплексу при різних способах збирання зернових. Проаналізовано залежність складу технологічних комплексів від станів, в яких вони можуть знаходитися протягом роботи.
5. Розроблені заходи з охорони праці та безпеки в надзвичайних ситуаціях при використанні машинно-тракторних агрегатів і проведенні технічного обслуговування машин.

6.Розроблено бізнес-план по впровадженню обґрунтованого складу машинно-тракторного парку. Собівартість виконання механізованих робіт зменшилась на 58,81 грн/ум.ет.га. Річний економічний ефект склав – 265 053,14 грн. Термін окупності капіталовкладень проектує мого складу МТП – 2,48 років.

7. Основні результати досліджень доповідалися на засіданнях студентського наукового гуртка «Підвищення надійності та ефективності використання машин, технологічних комплексів та систем в аграрному виробництві» та наукових конференціях: Всеукраїнської науково-практичної конференції “Інноваційні технології в аграрному секторі: тенденції та напрямки-2025” 21-22 травня 2025 р. Одеського державного аграрного університету (Сертифікат учасника конференції) та опубліковані у збірнику матеріалів конференції; V Міжнародної науково-практичної конференції науково-педагогічних працівників та молодих науковців: Актуальні аспекти розвитку науки і освіти: 2-3 жовтня 2025р., Одеського державного аграрного університету (Сертифікат учасника конференції) та опубліковані у збірнику матеріалів конференції. [5] (додатки А,Б).

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Аналіз методів дослідження та моделей подій у проектах на різних етапах планування збирання ранніх зернових/Сидорчук О.В., Днесь В.І., Скібчик В.І. та ін. *Комп'ютерно-інтегровані технології: освіта, наука, виробництво: наук. журнал.* Луцьк: ЛНТУ, 2011.№7. С. 141-144.
2. Білоконь Я.Ю., Окоча А.І. Трактори і автомобілі. К. : Урожай, 2002. 322 с.
3. Василенко П.М., Погорілий Л.В. Основи наукових досліджень. К.: Вища школа, 1985. 286 с.
4. Вітвіцький В.В., Босий М.А. Економічні аспекти визначення витрат на експлуатацію сільськогосподарської техніки // *Продуктивність агропромислового виробництва.* 2007. №6. С. 89-93.
5. Гайдаржи Максим, **Базан Іван**, Домуші Дмитро. Дослідження складових часу зміни при використанні машинно-тракторного агрегату для збирання незернової частини урожаю. *Збірник матеріалів Всеукраїнської науково-практичної конференції “Інноваційні технології в аграрному секторі: тенденції та напрямки - 2025” (наукове електронне видання) 21-22 травня 2025 р.* Одеса: ОДАУ, 2025. С. 168-171.
https://osau.edu.ua/wp-content/uploads/2025/07/Zbirnyk-konf_21.05.2025.pdf
6. Домуші Д.П. Методи обґрунтування оптимальної тривалості збирання урожаю зернових культур//*Аграрний вісник Причорномор'я: Зб. наук. пр. Одеського ДАУ/ Технічні науки.* Одеса: ОДАУ, 2014- № 74. С.64–68.
7. Домуші Д.П. Модель оптимізації термінів збирання зернових культур технологічними комплексами / Д.П. Домуші, О.Я. Пожар, А.В. Остапенко // *Аграрний вісник Причорномор'я: Зб. наук. пр. Одеського ДАУ/ Технічні науки.* Одеса: ОДАУ, 2017. №85. С.112-116.

8. Домуші Дмитро, Савченко Олег, **Базан Іван**. Модель визначення структури та складу технологічних збирально-транспортних комплексів з врахуванням експлуатаційної взаємодії технологічних ланок. *Актуальні аспекти розвитку науки і освіти: збірник матеріалів V Міжнародної науково-практичної конференції науково-педагогічних працівників та молодих науковців, 2-3 жовтня 2025р.*, Одеса: ОДАУ, 2025. С.137-141.
<https://osau.edu.ua/wp-content/uploads/2025/11/Zbirnyk-V-Mizhn-konf-2-3.10.25-ODAU.pdf>
9. Домуші Д., Савченко О., Конєв С. Алгоритм моделювання оптимізації технологічного процесу збирання зернових колосових культур. *Збірник матеріалів Всеукраїнської науково-практичної конференції “Інноваційні технології в аграрному секторі: Тенденції та напрямки-2025” (наукове електронне видання) 21-22 травня 2025 р.* Одеса: ОДАУ, 2025. С. 176-180.
10. Дробот В.І. Економічний довідник аграрника / В.І. Дробот, Г.І. Зуб, П.М. Кононенко та ін. ; ред. Ю.Я. Лузан, П.Т. Саблук. К.: Преса України, 2003. 800 с.
11. Інженерний менеджмент : навч. посіб. / І.І. Мельник, І.Г. Тивоненко, С.Г. Фришев та ін. ; ред. І.І. Мельник. Вінниця: Нова книга, 2007. 536 с.
12. Марченко В.В. Механізація технологічних процесів у рослинництві : навч. посіб. К. : Кондор, 2007. 334 с.
13. Машина для збирання зернових та технічних культур: посіб./ред. В.І. Кравчук, Ю.Ф. Мельник. К.: УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого, 2009. 296 с.
14. Машиновикористання в землеробстві / В.Ю. Ільченко, Ю.П. Нагірний, П.А. Джолост та ін.; ред. В.Ю. Ільченко, Ю.П. Нагірний. К. : Урожай, 1996. 382 с.
15. Методичні вказівки для виконання економічної частини в дипломних проектах для студентів спеціальності 7.10010203, 8.10010203, „Механізація сільського господарства” ОКР „Спеціаліст”, "Магістр" / О.В. Мальцев, Д.П. Домуші. Одеса: ОДАУ, 2015. 38 с.
16. Методика формування витрат трудових і матеріальних ресурсів та нормативи витрат на виробництво технічних культур / І.М. Демчак, С.І. Мельник, М.Ф. Кісляченко, О.А. Демідов та ін. К.: НДІ

"Укراгропромпродуктивність", 2012. 526 с. (Б-ка спеціаліста АПК "Економічні нормативи").

17. Методичні рекомендації до виконання випускних кваліфікаційних робіт / І.В. Малецька та ін. Одеса: ОДАУ, 2021. 50 с.
18. Нормативи витрат живої та уречевленої праці на виробництво зернових культур / В.В. Вітвицький, П.М. Музика, М.Ф. Кисляченко, І.В. Лобастов. К. : НДІ "Украгропромпродуктивність", 2010. 352 с. (Б-ка спеціаліста АПК "Економічні нормативи").
19. Осадчук І.П., Сакун М.М. Охорона праці в галузях сільського господарства. Навчальний посібник. Одеса: "Видавництво Барбашин", 2007. 480 с.
20. Практикум з інженерного менеджменту / І.І. Мельник, Я.М. Михайлович, С.М. Бондар, Р.В. Шатров ; ред. І.І. Мельник. Ніжин : ПП Лисенко М.М., 2009. 121 с.
21. Сакун М.М., Москалюк І.В. Основи охорони праці: навч.-метод. посібник. Одеса : ОДАУ, ВМВ, 2010. 160 с.
22. Сакун М.М. Охорона праці при вирощуванні с.-г. культур : навч. посіб. / М.М. Сакун, В.Ф. Нагорнюк. – Одеса : ВМВ, 2009. – 184 с.
23. Сакун М.М. Методичні вказівки до написання розділу "Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях" в дипломних роботах студентів ОКР «Спеціаліст», «Магістр» / М.М. Сакун, В.Ф. Нагорнюк. – Одеса : ОДАУ, 2011. 39 с.
24. Технологічні карти та витрати на вирощування сільськогосподарських культур з різним ресурсним забезпеченням / ред. Д.І. Мазоренко, Г.Є. Мазнєв. Х.: ХНТУСГ, 2006. 725 с.
25. Типові норми продуктивності машин і витрат палива на збиранні сільськогосподарських культур / В.В. Вітвицький, І.М. Демчак, В.С. Пивоваров та ін. К.: НДІ „Украгропромпродуктивність”, 2005. 540 с.
26. Типові норми продуктивності машин і витрат палива на сівбі, садінні та догляді за посівами / В.В. Вітвицький, І.М. Демчак, В.С. Пивоваров та ін. К.: НДІ „Украгропромпродуктивність”, 2005. 544 с.

27. Управління інженерною діяльністю виробничих і сервісних підприємств АПК : навч. посіб. / Г.М. Калетнік, В.Д. Войтюк, С.М. Бондар та ін. К.: Хай-Тек Прес, 2010. 448 с.
28. Яковенко А.М. Двозмінка для механізаторів. Монографія / Яковенко А.М. Одеса: Бондаренко М.О., 2024. 216 с.: іл.
29. Ясинський В.В. Бізнес-планування: теорія і практика : навч. посіб. / В.В. Ясинський, О.О. Гайдей. К.: Каравела, 2004. 232 с.
30. Domuschi D. P. Osadchuk P.I., Ustuyanov A.D., Lysenko A. S., Enakiev Y.I., (2022). Model for optimizing the structure and composition of complex technological systems for harvesting grains/ *Proceedings of the scientific forum with international participation “Ecology and agrotechnologies – fundamental science and practical realization”*, 21-22.10. 2021, Sofia. Volume 3. Sofia, 2021. 184–192. ISSN 2683-0663 (on-line). http://www.issapp-pushkarov.org/sites/default/files/pictures/ecology_and_agrotechnologies_vol_3.pdf