

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерно-технологічний
Кафедра агроінжинірингу

До захисту
Допускається
Завідувач кафедри

Шуляк М.Л.

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

за бакалаврським рівнем вищої освіти

На тему: «Удосконалення технологічної операції внесення твердих органічних добрив шляхом модернізації розкидача органічних добрив»

Виконав:

(підпис)
ініціали

Косенко С.С.
(Прізвище,

Група:

АІ 2101-1ст.

(Науковий) керівник:

(підпис)

Сировицький К.Г.
(Прізвище, ініціали)

Суми – 2024

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
СУМСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерно-технологічний

Кафедра агроінжинірингу

Рівень вищої освіти «Бакалавр»

Спеціальність 208 Агроінженерія

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри

агроінжинірингу

_____ Шуляк М.Л.

“04” вересня 2023 року

З А В Д А Н Н Я
НА КВАЛІФІКАЦІЙНУ РОБОТУ ЗДОБУВАЧУ ВИЩОЇ ОСВІТИ

Косенку Сергію Станіславовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи: «Удосконалення технологічної операції внесення твердих органічних добрив шляхом модернізації розкидача органічних добрив»,

керівник роботи: Сировицький Кирило Геннадійович,

(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом закладу вищої освіти від “__” _____ 202__ року № _____.

2. Строк подання здобувачем роботи: “13” травня 2024 року.

3. Вихідні дані до роботи: річні звіти підприємства, технологічні карти сільськогосподарських культур сівозмін; науково-дослідна література.

4. Зміст пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити): агротехнічна характеристика господарства, технологія та організація технологічного процесу внесення органічних добрив, обґрунтування модернізації та розрахунки силової передачі розкидача добрив.

5. Перелік графічного (ілюстративного) матеріалу: Мета і завдання дипломного проекту; агротехнічна характеристика господарства; графік вибору ідеалізованого варіанту агрегату; операційно-технологічна карта; розкидач добрив УПТС-15 (загальний вигляд); передача силова СК; деталювання.

6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв

7. Дата видачі завдання: “04” вересня 2024 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів кваліфікаційної роботи	Строк виконання етапів кваліфікаційної роботи	Погоджено з керівником кваліфікаційної роботи
1.	Збір інформації про діяльність господарстві	05.09.2023 р. – 30.09.2023 р.	
2.	Аналіз літературних джерел з обраної тематики та	02.10.2023 р. – 02.12.2023 р.	
3.	Складання плану роботи	04.12.2023 р. – 09.12.2023 р.	
4.	Написання вступу	11.12.2023 р. – 21.12.2023 р.	
5.	Підготовка розділу «Агротехнічна характеристика господарства»	05.02.2024 р. - 02.03.2024 р.	
6.	Підготовка розділу «Технологія та організація технологічного процесу внесення органічних добрив»	04.03.2024 р. - 06.04.2024 р.	
7.	Підготовка розділу «Обґрунтування модернізації та розрахунки силової передачі розкидача добрив»	08.04.2024 р. - 04.05.2024 р.	
8.	Написання висновків та пропозицій	06.05.2024 р. – 11.05.2024 р.	
9.	Подання роботи на перевірку унікальності до експертної ради факультету	до 13.05.2024 р.	
10.	Подання роботи на рецензування	до 20.05.2024 р.	
11.	Подання до попереднього захисту	до 27.05.2024 р.	

Здобувач вищої освіти

_____ (підпис)

Косенко С.С.
(прізвище та ініціали)

Керівник кваліфікаційної роботи

_____ (підпис)

Сировицький К.Г.
(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Кваліфікаційна робота на тему «Удосконалення технологічної операції внесення твердих органічних добрив шляхом модернізації розкидача органічних добрив» на здобуття ступеня вищої освіти бакалавр зі спеціальності 208 Агроінженерія, освітньо-професійна програма «Агроінженерія». – Сумський національний аграрний університет, МОН України, 2024 р.

Загальний обсяг кваліфікаційної роботи 41 стор., з них 38 стор. основного тексту. Складається зі вступу, трьох розділів, висновків; містить 7 рисунків, 15 таблиць, 10 сторінок додатків, 20 посилань на джерела інформації.

Ключові слова: модернізація, розкидач, продуктивність, внесення добрив, силова передача, міцність, надійність.

Актуальність теми кваліфікаційної роботи. Робота є актуальною і перспективною для господарств малих форм господарювання в розрізі підвищення ефективності використання МТА при внесенні органічних добрив.

Мета кваліфікаційної роботи – інженерне забезпечення ефективного використання техніки (розкидача добрив), її працездатності, а також технічних вимог з метою одержання запланованих кінцевих результатів виробництва сільськогосподарської продукції в конкретних природно-кліматичних умовах, підвищення надійності і продуктивності розкидача добрив, який використовується в процесі вирощування ячменю.

Завдання: провести агротехнічну характеристику господарства, провести розрахунки та аналіз технологічного процесу внесення органічних добрив в умовах господарства, обґрунтувати запропоновану модернізацію та провести розрахунки силової передачі розкидача добрив.

Об'єктом дослідження є силова передача розкидача органічних добрив у складі агрегату.

Предметом дослідження є машинно-тракторний агрегат у складі трактора і розкидача органічних добрив.

Теоретичне та практичне значення одержаних результатів полягає в досягненні обґрунтованих шляхів підвищення ефективності використання машинно-тракторного агрегату при внесенні органічних добрив.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1 АГРОТЕХНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ГОСПОДАРСТВА.....	8
1.1 Природно-кліматична характеристика господарства.....	8
1.2 Аналіз показників виробництва продукції сільського господарства.....	10
1.3 Аналіз складу МТП і показники його використання.....	17
2 ТЕХНОЛОГІЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ПРОЦЕСУ ВНЕСЕННЯ ОРГАНІЧНИХ ДОБРІВ.....	26
2.1 Вибір раціонального складу технічних засобів.....	26
2.2 Методика, методи і розрахунки.....	29
2.2.1 Оцінка правильності вибору робочої швидкості агрегату.....	30
2.2.2 Розрахунок фактичної потужності двигуна, яка витрачається в конкретних заданих умовах.....	30
2.2.3 ККД силової установки.....	31
2.3 Безвідмовність і надійність технологічного комплексу.....	31
3 ОБҐРУНТУВАННЯ МОДЕРНІЗАЦІЇ ТА РОЗРАХУНКИ СИЛОВОЇ ПЕРЕДАЧІ РОЗКИДАЧА ДОБРІВ.....	33
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	36
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	37

ВСТУП

Значення ячменю в народному господарстві велике і різноманітне. Ячмінь – важлива кормова, продовольча і технічна культура. Зерно ячменю в середньому містить 11-15 % білка. Він більш цінний, ніж білок інших фуражних культур, бо містить весь набір незамінних амінокислот, включаючи особливо дефіцитні – лізин і триптофан 64,6 % безазотистих екстрактивних речовин, 55% клітковини, 21% жиру, 13% води, 28% золи. Суха речовина ячменю складається з ряду хімічних сполук і має досить складний склад. У нього входить вуглець, азот, кисень, водень, сірка, фосфор, калій, кальцій, магній, залізо, кремній і в дуже невеликих розмірах маються йод, бор, цинк, марганець.

Ячмінь – є і кормовою культурою. Особливу цінність він представляє для беконної відгодівлі свиней.

Згодовування ячмінних висівок свиням в період сальної і м'ясо-сальної відгодівлі дає хороший результат, підвищує смакові якості свинини.

Ячмінь підвищує якість і м'ясну продуктивність птахів. Його мука широко використовується для згодовування курчатом. Солома та полова ячменю – відмінний грубий корм для худоби.

Метою кваліфікаційної роботи є інженерне забезпечення ефективного використання техніки (розкидача добрив), її працездатності, а також технічних вимог з метою одержання запланованих кінцевих результатів виробництва сільськогосподарської продукції в конкретних природно-кліматичних умовах, підвищення надійності і продуктивності розкидача добрив, який використовується в процесі вирощування ячменю.

В роботі необхідно:

- провести агротехнічну характеристику господарства;
- провести розрахунки та аналіз організації технологічного процесу внесення органічних добрив та визначити оптимальний склад агрегату;
- обґрунтувати необхідність модернізації та провести розрахунки силової передачі розкидача добрив.

1 АГРОТЕХНІЧНА ХАРАКТЕРИСТИКА ГОСПОДАРСТВА

1.1 Природно-кліматична характеристика господарства

СТОВ «Семенівське» розташоване в північно-західній частині Шевченківського району на відстані 25 км від районного центру міста Шевченково, на відстані 5 км від залізничної станції Семенівка. Після реформування в жовтні місяці 2001 року склад СТОВ «Семенівське» входить 23 населених пункти із загальною чисельністю населення 860 чоловік. Всі села з'єднуються з центром поліпшеними ґрунтовими дорогами. Залізниця, що проходить через територію господарства з заходу на схід, ділить його на дві частини.

Галузями спеціалізації господарства є молочно-м'ясне тваринництво, у рослинництві – вирощування зернових культур, кукурудзи, картоплі, коренеплодів, сіно, силос, сінаж.

До найближчих пунктів здачі зерна – ж.д. станція Семенівка – 5 км, молока – м. Шевченково – 21 км, реалізація ріпаку проходить на Шевченківському молокозаводі, реалізація ВРХ – на Шевченківський м'ясокомбінат.

Всього на території господарства проживає 412 чол. працездатного населення. Поліпшуються соціально-побутові та житлові умови працівників господарства. Є Будинок культури, бібліотека, загальноосвітня школа, дитячий садок, лікарня.

Загальна земельна площа господарства становить 5243 га площа сільгоспугідь – 4212 га, площа ріллі – 1804 га, розораність сільгоспугідь становить 61,5%.

Згідно ґрунтово-географічного районування території України СТОВ «Семенівське» розташоване в Північній (Слобожанській) провінції, північно-західному ґрунтово-кліматичному окрузі, в Шевченківському-Чугуєвському ґрунтовому районі. Тривалість безморозного періоду в повітрі – 158 днів, а

періоду з стійким сніговим покривом – 75 днів. Середньорічна температура повітря становить 7,1°C. В окремі роки спостерігається незначні відхилення температури: зниження до 6,3°C і підвищення до 7,2°C. Зима триває 3 місяці і характеризується дуже низькими температурами, частими відлигами. Але іноді буває й сильні морози, доходять вони часом до 25-35°C нижче нуля. Трапляється це дуже рідко. Сніговий покрив на території господарства лежить в середньому 110-120 днів. Поява стійкого снігового покриву по середньому багаторічними даними налічується з 5 грудня. Середня дата руйнування – 12 березня. Висота снігового покриву в середньому 21 см. Промерзання ґрунту в середньому на глибину 47 см. Протягом усього року випадає в середньому 760 мм опадів, що є достатнім для проростання культур середньої смуги.

Територія господарства представляє собою плоску рівнину, розташовану в західній частині Харківської області, з переважанням озерно-льодовикових відкладень. У західній частині господарство розташоване на відрогах, складеної мореними відкладеннями. Найбільш розчленована північно-західна частина господарства розташована на Слобожанській рівнині. Ця частина характеризується горбистим рельєфом, основними формами якого є підвищення з пологими і похилими схилами, інша частина – вирівняна, з поганим стоком вод, що призводить до перезволоження ґрунтів.

Основними типами ґрунтів є дерново-підзолисті, середньо-суглинисті з ознаками тимчасового надмірного зволоження ґрунту. У ґрунтового покриві господарства переважають легкосуглинкові ґрунти – 67,8%, супісчані ґрунти – 12,7%, середні суглинки – 4%. У господарстві проведена велика робота по меліорації боліт і заболочених ґрунтів. За агротехнічними показниками ґрунти недостатньо містять поживних речовин, тому обов'язковим заходом щодо поліпшення їх родючості є внесення органічних і мінеральних добрив, проведення вапнування кислих ґрунтів. Середньозважений бал сільськогосподарських угідь господарства – 26,7, ріллі – 27,2.

1.2 Аналіз показників виробництва продукції сільського господарства

Для оцінки землекористування СТОВ «Семенівське» зібрані дані за останні три роки діяльності і представлені у вигляді зведеної таблиці 1.1.

Розораність земель в господарстві в 2023 році становить 61,5%, сінокоси і пасовища в структурі сільськогосподарських угідь займають 14,4 і 24% відповідно. Осушені землі становлять п'яту частину площі. Сінокоси розташовані середньо-контурними ділянками по всій території господарства. Пасовища переважно розташовуються на прилеглих до фермам землях.

Таблиця 1.1 – Землекористування господарства СТОВ «Семенівське»

Експлікація земель	2021		2022		2023		2023 р. в % до 2021 р.
	га	%	га	%	га	%	
Загальна земельна площа	5243	100	5243	100	5243	100	100
сільгоспземлі	4212	80,2	4212	80,2	4212	80,2	100
в т.ч. рілля	1589	30,3	1589	30,3	1804	34,4	113,5
сінокоси	2618	49,8	755	14,4	540	10,3	20,6
пасовища	---	---	1863	35,5	1863	35,4	---
постійні культури	5	0,1	5	0,1	5	0,1	100
Не сільгоспземлі	1031	19,8	1031	19,8	1031	19,8	100
в т.ч. площа лісу	---	---	---	---	---	---	---
ставки і водойми	128	2,4	128	2,4	128	2,4	100
інші землі	903	17,2	903	17,2	903	17,2	100

Проаналізувавши дані таблицю 1.1 можна відзначити, що у СТОВ «Семенівське» площі земельних угідь залишаються незмінними. Так, загальна земельна площа становить 5243 га. У структурі сільгоспугідь найбільшу питому вагу займає рілля – 30,3 % в 2021 і 2022 роках, 34,4 % у 2023 р. Площа ріллі в 2023 р. в порівнянні з 2021 р. збільшилася на 13,5%. Спостерігається скорочення сінокосів на 79,4 % у 2022 р. порівняно з 2021 р.

Проаналізуємо внутрігосподарську спеціалізацію з метою

раціонального розміщення виробництва по території і по підрозділах підприємства на підставі даних таблиці 1.2

Таблиця 1.2 – Основні показники спеціалізації господарства за 2023 р.

Галузі та види продукції	Товарна продукція		Валова продукція	
	млн. грн.	в % до підсумку	млн. грн.	в % до підсумку
Рослинництво - всього	850	18	2570	56
У тому числі:				
зернові і зернобобові	610	13	1227	27
картопля	150	3	113	2,5
інша продукція	90	2	1230	26,5
Тваринництво - всього	3680	77	2000	44
У тому числі:				
яловичина	820	17	388	8,5
молоко	2800	58	1484	32,5
інша продукція	60	2	128	3
Разом	4840	100	4570	100

За рівнем продукції ведеться оцінка міжгосподарської спеціалізації. Проаналізувавши таблицю 1.2, можна сказати, що головною товарною галуззю в господарстві є тваринництво. На її частку припадає 77% товарної продукції. Найбільшу питому вагу в даній галузі займає виробництво молока, частка якого в структурі товарної продукції становить 58%. Спеціалізація господарства по товарній продукції – тваринництво з молочно-м'ясним напрямом з виробництвом продукції рослинництва.

У зв'язку з тим, що спеціалізація по структурі товарної продукції враховує тільки головні і основні галузі, але не враховує всі інші галузі, то встановлюють коефіцієнт спеціалізації з урахуванням всіх товарних галузей господарства. Він дорівнює 0,37, що відповідає середньому рівню спеціалізації.

Рослинництво є важливою галуззю в господарства. Крім товарної продукції (зерно, картопля), воно дає господарству корму, що забезпечує подальше зростання виробництва продукції тваринництва. Структура посівних площ представлена в таблиці 1.3.

Таблиця 1.3 Структура посівних площ господарства

Показники	Посівні площі по роках, га			Структура посівних площ 2023 р, %
	2021	2022	2023	
Зернові та зернобобові (всього)	617	780	617	11,87
У тому числі: озимі зернові	468	550	468	9,01
ярі зернові	193	180	193	3,71
зернобобові	10	50	10	0,19
Кукурудза: на зерно	50	210	50	0,96
на силос і зелений корм	250	300	250	4,81
Картопля	35	30	35	0,67
рпак	30	45	30	0,58
кормові коренеплоди	17	25	17	0,33
Багаторічні трави:				
на сіно	328	326	326	6,27
на насіння	21	41	41	0,27
Однорічні трави:				
на зелену масу	374	205	370	7,12
на насіння	23	12	27	0,52
Сінокоси і пасовища, в тому числі:				
природні:				
на сіно	---	465	---	---
на зелену масу	113	535	113	2,17

на випас	1508	454	1508	29,02
поліпшені:				
на сіно	414	---	414	7,97
на зелену масу	310	115	115	2,21
на випас	---	640	640	12,31
Інші культури	340	---	---	----
Разом:	5092	4936	5197	100

Як видно з таблиці 1.3, зернові та зернобобові займають у структурі посівних площ близько 11,87%, з них більша частина відведена під озимі зернові (близько 76%); кормові культури займають 46%, з них основну частину складають пасовища 29 %, основна частка кормів припадає на зелену масу (силос), близько 16,3%, з них основну частину складають однорічні трави 7,12%, а на кукурудзу на силос припадає – 4,81%. Загалом, спостерігається невелика тенденція збільшення площі посівів і станом на 2023 рік площа збільшилася по відношенню до 2021 року приблизно в 1,02 рази. Дані по врожайності сільськогосподарських культур за три роки зведено в таблиці 1.4.

Таблиця 1.4 - Урожайність с.-г. культур за три роки, ц./га

Культура	Роки		
	2021	2022	2023
Зернові та зернобобові (всього)	21,6	23,7	22,8
У тому числі озимі зернові	15	22,9	23,1
З них: пшениця	21	20	18,9
жито	14	17	17,4
тритікале	23	22	24,2
Ярі зернові (всього)	36,8	26,7	34,6
З них: пшениця	38	36,8	38,1
ячмінь	35	41,1	35,6

ріпак озимий	8	21,1	19,9
Картопля	129,1	119,7	132
Кормові культури:			
кормові коренеплоди	324	400	380
кукурудза на силос	284	249	276
однорічні трави на з / м	90	123	117,3
багаторічні трави на сіно	26,1	27,9	25,4
Трави на насіння:			
однорічні	1,5	1,6	2,0
багаторічні	1,7	2,1	1,9

Аналізуючи таблицю 1.4, можна зробити висновок, що врожайність основних культур знаходиться на рівні нижче середніх по республіці і нестабільна. На показники врожайності позначається недостатність використання коштів хімзахисту рослин, що пов'язано з важкими економічними становища сільського господарства в цілому і недостатнім фінансуванням з держбюджету. Крім того, значно знижують врожайність такі фактори як порушення агротехнічних термінів, низька якість виконуваних робіт.

Узагальнюючим показником господарської діяльності СТОВ «Семенівське» є валовий збір продукції. Дані по валовому збору сільськогосподарських культур в господарстві за три роки зведено в таблицю 1.5.

Таблиця 1.5 – Валовий збір продукції, т

Культура	Роки			В середньому за 3 роки	2023 р. у % до 2021 р.
	2021	2022	2023		
1	2	3	4	5	6
Зернові та зернобобові (всього)	1452	1851	1407	1570	96,9

У тому числі озимі зернові	700	1257	1081	1013	154,4
З них: пшениця	230	243	250	241	108,7
жито	180	523	546	416	303,3
тритікале	290	491	285	355	98,3
Ярі зернові (всього)	711	480	668	620	94,0
З них: пшениця	231	180	193	201	83,5
ячмінь	480	300	475	418	99,0
ріпак озимий	24	95	60	60	250,0
Картопля	452	359	462	424	102,2
Кормові культури:					
кормові коренеплоди	550	1001	646	732	117,5
кукурудза на силос	7109	7459	6900	7156	97,1
однорічні трави на з / м	3570	3400	4340	3770	121,6
багаторічні трави на сіно	855	910	828	864	96,8
Трави на насіння:					
однорічні	3,45	1,9	5,4	4	156,5
багаторічні	2	3	3	3	150,0

Аналіз даних таблиці 1.5 показав, що валовий збір зернових і бобових в 2023 році в порівнянні з 2021 роком зменшилася на 3,1 % і становить 1407т в 2023 р. Валовий збір ріпаку, кормових коренеплодів, однорічних трав на зелену масу і на насіння, а також багаторічних трав на насіння в 2023 році в порівнянні з 2021 роком збільшився відповідно на 150%, 17,5%, 21,6%, 56,5%, 50%. А валовий збір кукурудзи на силос, багаторічних трав на сіно зменшився на 2,9%, 3,2% відповідно. Валовий збір інших культур протягом трьох років змінюється незначно. Непостійні розміри посівних площ спотворюють загальну динаміку розвитку виробництва. Головним напрямком

підвищення валового збору продукції має стати не розширення посівних площ, а підвищення врожайності сільськогосподарських культур. Варинництво є однією з основних галузей сільськогосподарського виробництва у СТОВ «Семенівське». Про склад і структуру тваринництва можна судити, виходячи з даних таблиці 1.6.

Таблиця 1.6 – Склад і структура стада

Найменування	Роки		
	2021	2022	2023
Велика рогата худоба (всього), гол.	1807	1883	1908
У тому числі:			
основне стадо	750	768	766
тварини на вирощуванні та відгодівлі	1057	1115	1142
Свині (всього), гол.	34	31	33
в тому числі: основне стадо свиней	15	15	16
свині на вирощуванні та відгодівлі	19	16	17
Доводиться на 100 га сільгоспугідь			
великої рогатої худоби	42,9	44,7	45,3
свиней	0,8	0,7	0,8

Аналізуючи таблицю 1.6, можна відзначити, що поголів'я великої рогатої худоби з кожним роком збільшується, а поголів'я свиней протягом усього періоду залишається практично постійним.

Показники ефективності тваринництва зведені в таблиці 1.7.

Таблиця 1.7 – Показники ефективності тваринництва

Найменування	Роки		
	2021	2022	2023
Приплід, голів: телят	581	582	586
поросят	43	110	127
Середньодобовий приріст ваги, г:			

великої рогатої худоби	518	554	579
свиней	156	188	214
Удій молока на одну середньорічну корову, кг	3513	3878	3905
Середній відсоток жиру в молоці,%	3,6	3,7	3,5

Як видно з таблиці 1.7, спостерігається збільшення продуктивності тварин. Це викликано підвищенням якості кормів, дотриманням технологій годівлі та догляду за тваринами. Удій молока на одну середньорічну корову в 2023 році збільшився на 392 літра в порівнянні з 2021 роком. Коливається середній відсоток жиру в молоці 3,6% в 2021 році, 3,7% в 2022 році і 3,5% в 2023 році.

1.3 Аналіз складу МТП і показники його використання

Для виконання різних технологічних операцій при виробництві продукції рослинництва і тваринництва СТОВ «Семенівське» має свою технічну базу. Її склад представлено в таблиці 1.8.

Таблиця 1.8 – Технічна база СТОВ «Семенівське»

Найменування машини	роки		
	2021	2022	2023
	Кількість		
1	2	3	4
Трактори			
Беларус-80/82	12	12	13
Беларус-2522		1	1
Беларус-1220/1221	5	5	6
Беларус-2022			1
Беларус-1523	1	1	1
Беларус-3022			1

Беларус-1221	5	5	6
Т-40	1	1	1
Т-25	1	1	
АМКОДОР-332С	1	2	2
Т-150	1	1	1
УЭС-2-250А-122			1
К-700/701/744	2	2	2
Разом:	17	19	23
Сільськогосподарські машини			
Прес-підбирач ПРФ-7	1	1	1
Плющилка зерна ПВЗ-10		1	1
Протруювач ПС-10	1	1	1
Грейдер СД-105, 3	1	1	1
Подрібнювач ПК-1-01			1
Обприскувач ОПШ-15	1	1	1
Буртовкривач БН-100	1	1	1
Катки КБН-3,0	1	1	1
Разом:	6	7	8
Косарки			
КПП-3,1	1	1	1
КИП-1,5	1	1	1
КЛАС ДИСКО 3050		1	1
KLASS-3050	1	1	1
Разом:	3	4	4
Розкидачі органічних і мінеральних добрив			
УПТС-15	1	1	1
РУ-1600	1	1	1
НДС-935	1	1	1

Разом:	3	3	3
Навантажувачі			
ПФП-2	1	1	1
ПКУ-0,8-3	1	1	1
Разом:	2	2	2
Плуги			
ПКГ-5-40		1	1
ППО-4-40	1	1	1
ПО-8			1
ПО-(4-1)-40			1
ПЛН-5-50			1
ПЛН-3-35	2	2	1
Разом:	3	4	6
Культиватори			
КОН-2,8	1		
КПС-4А	1	1	1
ПК-6	1	1	1
АКШ-7,2	1	1	2
АКШ-3,6	1	1	1
КП-6	1	1	1
Разом:	6	5	6
Граблі тракторні			
ГВУ-6	1	1	1
ВОЛЬТО-770	1	1	1
ГВВ-6,0	1	1	1
Разом:	3	3	3
Сіялки			
HORSCH-Pronto		1	1

СЗУ-3,6			1
СУ -12М	1	1	1
СПУ-6 Д	1	1	1
СТВ-8	1	1	1
Разом:	3	4	4
Борони			
БДН-7	1	1	1
БЗС-1	1	1	1
ЗПБ-0,6			1
ЗБС-0,6		1	1
Разом:	2	3	4
Зерноочисні машини			
ПЕТКУС 531	1	1	1
Комплекс зерноочисний КЗС-25	1	1	1
Зерносушилка ЗСК-15	1	1	1
Разом:	2	3	3
Картоплесаджалки			
КСМ-4	1	1	1
СН-4Б	1	1	2
Разом:	2	2	3
Комбайни			
Зернозбиральні:			
КЗС-10К	1	1	2
КЗС-7	2	3	3
КЗР-10	1	1	1
Дон-1500А/1500Б	2	2	
Кормозбиральні			
"Ягуар"			1

К-Г-6			1
КСК-100А	2	1	1
Картоплезбиральні:	1	1	1
Разом:	9	9	10
Вантажні автомобілі			
ГАЗ-53	7	9	9
ГАЗ-2705	1	3	3
ЗИЛ-131	8	9	8
ГАЗ-3307 (бензовоз)	1	1	1
УАЗ-31512	2	1	1
ВАЗ-2121	1	2	2
Нива-Шевроле		1	1
Разом:	20	26	25
Причіпи			
2-ПТС-4	3	3	3
Б-20	1	1	1
ПІМ-40	1	1	1
ПТС-4	1	1	1
Разом:	6	6	6

У господарстві за досліджуваний період кількість зернозбиральних комбайнів збільшилася на один. На баланс надійшли також два трактори Беларус-82. По лізингу в 2023 році був придбаний трактор Беларус-3022. Технічний стан комбайнів і тракторів хороше і підтримується на належному рівні.

У СТОВ «Семенівське» є достатньо потужностей, щоб механізувати основні виробничі процеси. Про це свідчить такий показник, як енергоозброєність господарства, яка склала в 2023 році 57,5 кВт на одного працівника; відбулося навіть деяке збільшення цього показника в порівнянні з

2022 роком, хоча це відбулося через зменшення числа працівників на тлі вибування енергетичних потужностей.

В цілому по господарству оснащення технікою достатня. Про це свідчать такі показники, як площа ріллі, що припадає на один умовний еталонний трактор, рівна 101 га/ум. пов. тр.; кількість автомашин на 1000 га сільгоспугідь, рівне 4,0 шт./1000 га, а також доводиться 165 гектарів посівів зернових на один зернозбиральний комбайн.

Таблиця 1.9 – Показники використання МТП

Найменування показників	Марки тракторів											
	Беларус-80/82	Беларус-2522	Беларус-1220/1221	Беларус-2022	Беларус-1523	Беларус-3022	АМКОДОР-332С	Беларус-1221	Т-40	Т-25	Т-150	К-700/701/744
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
Показники складу МТП												
Кількість фізичних тракторів, од.	13	1	6	1	1	1	2	6	1	0	1	2
Кількість еталонних тракторів, ет.тр.	48,82											
Тракторозабезпеченість: од./1000га	3,1	0,2	1,4	0,2	0,2	0,2	0,5	1,4	0,2	0,0	0,2	0,5
ет.тр./ 1000 га	11,6											
Площа ріллі на 1 еталонний трактор, га/ет.тр.	37											
Енергоозброєність, кВт/чол.	57,5											
Енергонасиченість	2,0											

землеробства, кВт/га													
Показники використання технічних можливостей МТП													
Середні показники на 1 фізичний трактор за планований період: тракторозмін, змін/од.	5,14	8,1	73,2	37	68	63,5	3,5	12	1,4	2	2,8	11,2	
тракторогодин, год./од.	41,1	64,8	586	296	544	508	28	96	11,2	16	22,4	89,6	
трактороднів, дн./од.	5,87	9,26	83,7	42,3	77,7	72,6	4	13,7	1,6	2,29	3,2	12,8	
вироблення (ет.га), ет.га/од.	13,6	8,64	0,96	1,89	1,03	1,1	20	5,83	50	35	25	6,25	
вироблення (ет.га) за тракторозміну, ет.га	1,54	1,96	1,6	1,4	1,7	2	1,54	1,43	136	1,87	1,9	1,56	
Середні показники на 1 еталонний трактор за планований період:	85,28												
7-годинну зміну, змін./ет.тр.	596,96												
тракторогодин, год./ет.тр.	57,08												
трактороднів, дн/ет.тр.	472,81												
вироблення (ет.га), ет.га/ет.тр.	5,54												
середня вироблення за 7-годинну зміну, пов. га/зміну	1,29	1	1,32	1,37	1,98	1,59	1,29	1	1,32	1,15	1,98	1,54	
Коефіцієнт змінності: по маркам	1,49												
середній	0,03	0,02	0,36	0,66	0,33	0,31	0,54	0,3	0,27	0,34	0,42	0,02	
Коефіцієнт використання календарного часу: по	0,44												

маркам	
середній	12,7

Наявна в господарстві сільськогосподарська техніка дозволяє механізувати основні виробничі операції і процеси, підвищити продуктивність праці та якість виконуваних робіт. Однак, поряд з цим в господарстві, за винятком АКШ, немає широкозахватних комбінованих агрегатів для більш повного використання енергосасобів, що дозволило б скоротити терміни підготовки ґрунту і зменшити енерговитрати .

Комплексна механізація та електрифікація в сільському господарстві є найважливішою умовою підвищення продуктивності праці, зниження частки ручної непродуктивної праці. Про рівень механізації окремих процесів в господарстві можна судити за даними, наведеними в табл. 1.10.

Таблиця 1.10 – Рівень механізації окремих процесів, %

Види і марки машин	Роки		
	2021	2022	2023
У рослинництві:			
косіння	100	100	100
прибирання картоплі та кормових культур	65	70	65
У тваринництві:			
подача води і напування ВРХ	100	100	100
роздача кормів	75	75	75
видалення гною	90	90	90
доїння корів на фермах і в полі	100	100	100

Як видно з таблиці 1.10, в рослинництві найбільш трудомісткі процеси механізовані повністю.

У тваринництві процеси механізовані недостатньо, наприклад, роздача кормів і видалення гною. Для підвищення рівня механізації даних процесів необхідна реконструкція та оновлення наявного устаткування, що є дорогим

процесом і недоступним господарству в нинішньому економічному становищі.

Також необхідне удосконалення існуючих машин для внесення органічних добрив для підвищення урожайності сільськогосподарських культур, які йдуть на відгодівлю ВРХ.

2 ТЕХНОЛОГІЯ ТА ОРГАНІЗАЦІЯ ТЕХНОЛОГІЧНОГО ПРОЦЕСУ ВНЕСЕННЯ ОРГАНІЧНИХ ДОБРІВ

2.1 Вибір раціонального складу технічних засобів

Таблиця 2.1 – Технічні характеристики агрегатів

№	кВт	М		W	с
		Unit1	Unit2		
1.БЕЛАРУС-1221+УПТС-15	125	8855	5300	28	200
2.Т-150+РТД-9	110	8200	4300	17	252
3.К-701+РТД-14	220	13000	5200	32	245

$$W_{z.zm} = W_o \cdot \tau_{zm} \quad (2.1)$$

$$W_{z.zm1} = 28 \cdot 0,48 = 13,44;$$

$$W_{z.zm2} = 17 \cdot 0,48 = 8,16;$$

$$W_{z.zm3} = 32 \cdot 0,48 = 15,36.$$

$$g_{za} = \frac{10^{-3} N_{en} \cdot g_{en}}{W_{z.zm}} \quad (2.2)$$

$$g_{za1} = 0,125 \cdot 200 / 13,44 = 1,86;$$

$$g_{za2} = 0,11 \cdot 252 / 8,16 = 3,4;$$

$$g_{za3} = 0,22 \cdot 245 / 15,36 = 3,51.$$

$$E_{nn} = \alpha_n g_{za} + \sum_m \alpha_{mi} g_{mi} \frac{\alpha_{mp} M_{mp} + \sum^k \alpha_p M_p + \sum^j \alpha_i N_i}{W_{z.3M}} \quad (2.3)$$

$$E_{nn1} = (52,8 \cdot 1,86 + 0,42 \cdot 30000) + ((0,0243 \cdot 8855 + 0,058 \cdot 5300 + (60,8 \cdot 1)) / 13,44) = 12741,62;$$

$$E_{nn2} = (52,8 \cdot 3,4 + 0,42 \cdot 30000) + ((0,0243 \cdot 8200 + 0,058 \cdot 4300 + (60,8 \cdot 1)) / 8,16) = 12841,8;$$

$$E_{nn3} = (52,8 \cdot 3,51 + 0,42 \cdot 30000) + ((0,0243 \cdot 13000 + 0,058 \cdot 5200 + (60,8 \cdot 1)) / 15,36) = 12829,44.$$

$$C_{m3} = A + K + 3\delta + \Pi + C_m + 3n + B_n + B_M + B_{TO}, \quad (2.4)$$

$$C_{m31} = 85,48 + 11,967 + 0,855 + 0,3 + 15 + 412,6 + 365,8 = 892;$$

$$C_{m32} = 70,78 + 9,909 + 0,708 + 0,3 + 15 + 457,5 + 349,5 = 903,7;$$

$$C_{m33} = 106,39 + 14,894 + 1,064 + 0,35 + 15 + 889,6 + 563,5 = 1590,8.$$

Таблиця 2.2 – Загальні дані Паретто

Варіант	$W_{z.3M}$	g_{za}	E_n	C_{m3}
1.БЕЛАРУС-1221+УПТС-15	13,44	1,86	12741,6	892,0
2.Т-150К+РТД-9	8,16	3,40	12841,8	903,7
3.К-701+РТД-14	15,36	3,51	12829,4	1590,8

Таблиця 2.3 – Паретто з оберненою продуктивністю

Варіант	$\frac{1}{W_{z.3M}}$	g_{za}	E_n	C_{m3}	Π_j
1.БЕЛАРУС-1221+УПТС-15	0,07	1,86	12741,6	892,0	5694516,85
2.Т-150К+РТД-9	0,12	3,40	12841,8	903,7	5824369,72
3.К-701+РТД-14	0,07	3,51	12829,4	1590,8	10226974,07

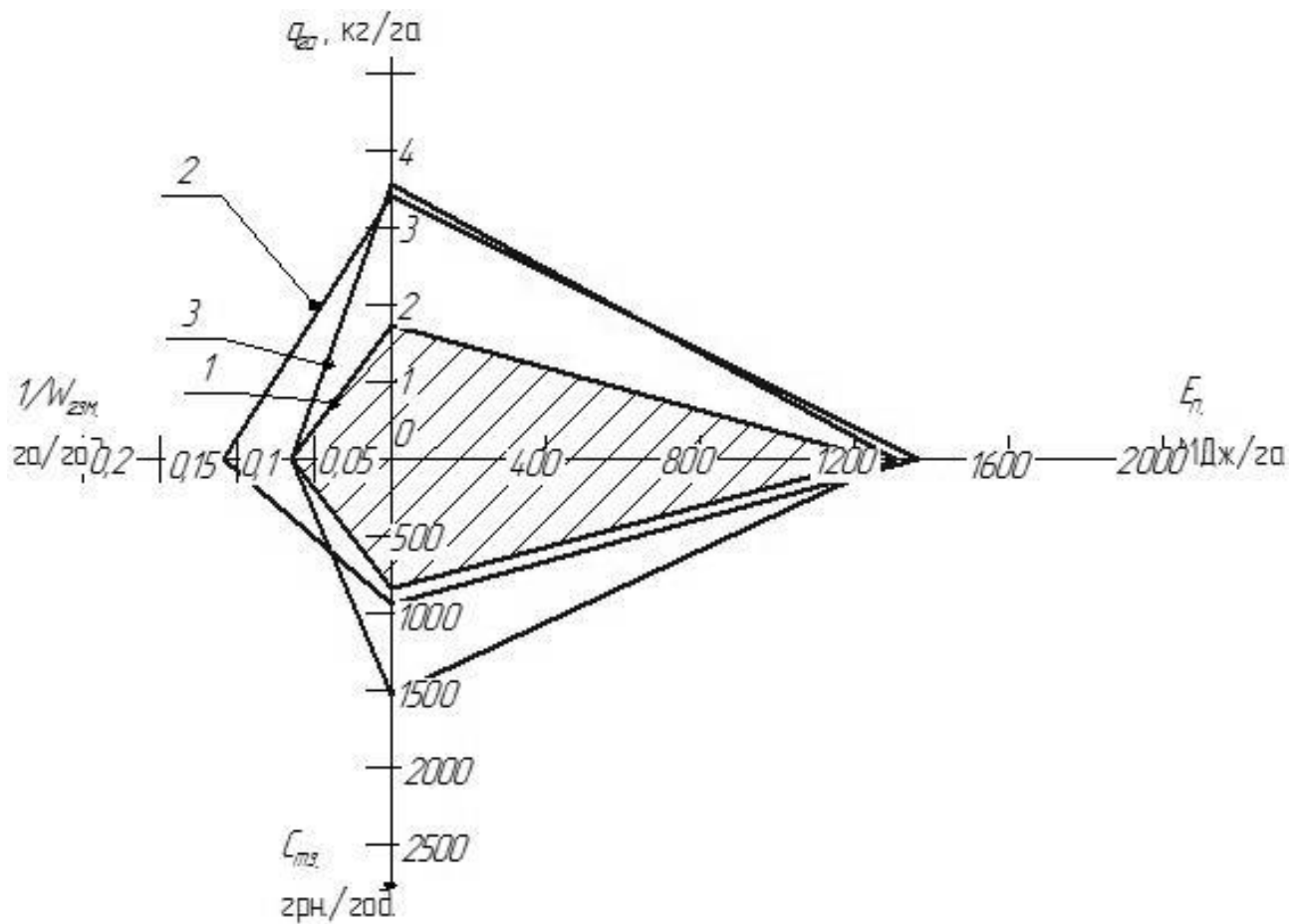


Рисунок 2.1 – Графічний результат вибору

$$\Pi_j = \frac{1}{2} \cdot \frac{1}{W_{z.zmj}} \cdot g_{zaj} + \frac{1}{2} g_{zaj} \cdot E_{nj} + \frac{1}{2} E_{nj} \cdot C_{mzj} + \frac{1}{2} C_{mzj} \cdot \frac{1}{W_{z.zmj}} \quad (2.5)$$

$$\Pi_1 = (0,5 \cdot 0,07 \cdot 1,86) + (0,5 \cdot 1,86 \cdot 12741,62) + (0,5 \cdot 12741,62 \cdot 891,98) + (0,5 \cdot 891,98 \cdot 0,07) = 5694516,9;$$

$$\Pi_2 = (0,5 \cdot 0,12 \cdot 3,4) + (0,5 \cdot 3,4 \cdot 12841,8) + (0,5 \cdot 12841,8 \cdot 903,69) + (0,5 \cdot 903,69 \cdot 0,12) = 5824369,7;$$

$$\Pi_3 = (0,5 \cdot 0,07 \cdot 3,51) + (0,5 \cdot 3,51 \cdot 12829,44) + (0,5 \cdot 12829,44 \cdot 1590,78) + (0,5 \cdot 1590,78 \cdot 0,07) = 10226974,1.$$

$$\Pi_0 = (0,5 \cdot 0,07 \cdot 1,86011904761905) + (0,5 \cdot 1,86011904761905 \cdot 12741,62) + (0,5 \cdot 12741,62 \cdot 891,98) + (0,5 \cdot 891,98 \cdot 0,07) = 5694516,85.$$

$$\mu_j = \frac{\Pi_j}{\Pi_o} \quad (2.6)$$

Таблиця 2.4 – Узагальнені показники

Варіант	$\frac{1}{W_{г.зм}}$	$g_{га}$,	E_n ,	$C_{тз}$	Π_j	μ
1.БЕЛАРУС-1221+УПТС-15	0,07	1,86	12741,62	891,98	5694516,9	1,00
2.Т-150К+РТД-9	0,12	3,40	12841,80	903,69	5824369,7	1,02
3.К-701+РТД-14	0,07	3,51	12829,44	1590,78	10226974	1,80
Ідеал	0,07	1,86	12741,62	891,98	5694516,9	1

2.2 Методика, методи і розрахунки

Таблиця 2.5 – Тягові параметри

Параметри	Передача		
	1	2	3
$V_{рТ}$, км/год.	6,47	7,59	9,03
$P_{Т.н}$, кН	31	31	28,91
$N_{т.мах}$, кВт	55,71	65,36	72,52

$$R_{Т-нр} = R_M + P_{нр} \quad (2.7)$$

$$R_M = (G_M + Q_в)(f_M + \sin \alpha) \quad (2.8)$$

$$Q_в = V_k \cdot \gamma_о \cdot g \cdot \alpha_{нр} \quad (2.9)$$

$$Q_в = 12 \cdot 0,4 \cdot 9,8 \cdot 0,8 = 37,63;$$

$$R_M = (51 + 37,632) \cdot (0,1 + \sin 1^\circ) = 10,41$$

$$P_{np} = \frac{3,6N_{B\Pi}\eta_{TP}}{V_p\eta_{B\Pi}} \quad (2.10)$$

$$P_{np}=(3,6\cdot44\cdot0,9)/(9,03\cdot0,94)=16,8$$

$$R_{T-np}=10,41+16,8=27,21$$

2.2.1 Оцінка правильності вибору робочої швидкості агрегату

$$\xi_p = \frac{R_{T-np}}{P_{Tn} - G_{mp} \sin \alpha}, \quad (2.11)$$

$$\xi_p = 27,21/(28,91-(83,2\cdot\text{Sin}1^\circ))=0,99.$$

2.2.2 Розрахунок фактичної потужності двигуна, яка витрачається в конкретних заданих умовах

$$N_\phi = \frac{V_p \cdot G_a (f_{mp} + \sin \alpha)}{3,6 \eta_{Tp} \eta_\delta} + \frac{N_{B\Pi}}{\eta_{B\Pi}} \quad (2.12)$$

$$\eta_\delta = \left(1 - \frac{\delta}{100}\right) \quad (2.13)$$

$$\eta_\delta = 1-(12/100)=0,88.$$

$$N_{\phi\epsilon} = (9,03/3,6)\cdot(((141,65\cdot(0,1+\text{Sin}1^\circ))/0,9\cdot0,88))+(44/0,94)=99,5.$$

$$N_{\phi n} = (5/3,6)\cdot(((141,65\cdot0,1)/(0,9\cdot0,88)))=24,84.$$

$$G_a=G_{mp}+G_M+Q_\epsilon \quad (2.14)$$

$$G_a=83,2+51+37,632=171,83.$$

$$N_{\phi mp}=(5/3,6) ((171,832 \cdot (0,2+ \text{Sin}1^\circ))/(0,9 \cdot 0,88))=65,53.$$

$$G_a=G_{mp}+G_m \quad (2.15)$$

$$G_a=83,2+51=134,2.$$

$$N_{\phi пер}=(5/3,6) \cdot ((134,2 \cdot (0,2+\text{Sin}1^\circ))/(0,9 \cdot 0,88))=51,18.$$

2.2.3 ККД силової установки

$$\xi_N = \frac{N_{\phi}}{N_{en}}, \quad (2.16)$$

Внесення:

$$\xi_N = 99,5/132,3=0,75.$$

Повороти:

$$\xi_N = 24,84/132,3=0,19.$$

Транспортування:

$$\xi_N = 65,53/132,3=0,5.$$

Переїзди:

$$\xi_N = 51,18/132,3=0,39.$$

2.3 Безвідмовність і надійність технологічного комплексу

Внесення органічних добрив проводять для підвищення фізико-хімічних властивостей ґрунту, також органічні добрива сприяють формуванню та збереженню гумусу. Виконуючи дану операцію маємо такі ланки: 1. Навантаження добрив. 2. Транспортування добрив. 3. Внесення добрив. 4. Заробка добрив у ґрунт.

1. Навантаження добрив: виконується завантаження добрив для їх подальшого транспортування. Використовуємо навантажувач Т-156.

2. Транспортування: виконується для перевезення добрив з місця зберігання відповідно до заїнки. Використовуємо БЕЛАРУС-1221+УПТС-15.

3. Внесення добрив виконується для розподїлення добрив по поверхні поля. Використовуємо БЕЛАРУС-1221+УПТС-15.

4. Заробку добрив у ґрунт виконують одразу після їх внесення. Використовуємо БЕЛАРУС-1221+ПНЯ-6-42

В залежності від агротехнічних вимог і строків внесення комплектуємо агрегати в залежності від продуктивності кожного агрегату і наявності техніки. Використовуємо 2 трактори БЕЛАРУС-1221 і 2 кузовні розкидачі УПТС-15. ($W_{зм}=6,74$) тривалість робочої зміни – 7 годин, операцію виконуємо по 2 зміни на день. кількість робочих днів – 12.

З ОБҐРУНТУВАННЯ МОДЕРНІЗАЦІЇ ТА РОЗРАХУНКИ СИЛОВОЇ ПЕРЕДАЧІ РОЗКИДАЧА ДОБРИВ



Рисунок 3.1 – Загальний вигляд



Рисунок 3.2 – Вид зверху



Рисунок 3.3 – Робочий орган



Рисунок 3.4 – Редуктор розкидача

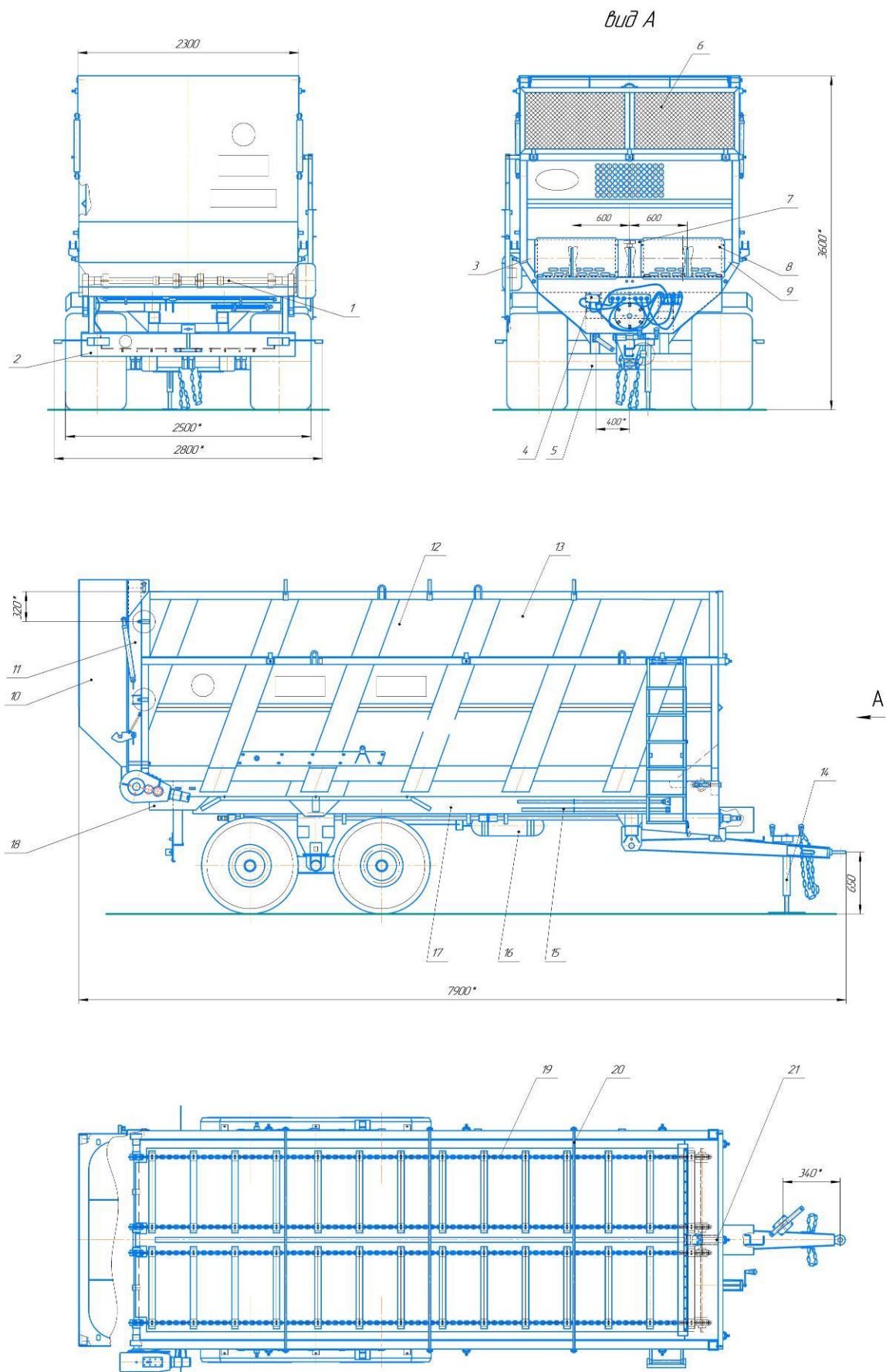


Рисунок 3.5 – Проектний варіант модернізованого розкидача
 Технологічні розрахунки представлені в додатку А.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Один з найбільш ефективних резервів для збільшення виробництва с.г. культур є якісне і своєчасне проведення передбачених технологічних операцій, що залежить в основному від застосовуваних засобів механізації та організації проведення робіт.

Проведений аналіз господарської діяльності господарства показав необхідність підвищення врожаю сільськогосподарських культур, особливо ячменю, який використовується в якості корму для тваринництва.

Проведено розрахунки та аналіз організації технологічного процесу внесення органічних добрив та визначено оптимальний склад агрегату в умовах господарства.

Обґрунтовано необхідність модернізації та проведено розрахунки силової передачі розкидача добрив, який безпосередньо задіяний на вирощуванні ячменю.

Запропонований пристрій забезпечує надійний технологічний процес, дозволяє зберегти оптимальну продуктивність розкидача твердих органічних добрив, підвищує продуктивність МТА за даних умов в 1,2...1,5 рази.

Це дозволить господарству підвищити врожай ячменю при значному зниженні його собівартості і підвищенні якості продукції.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Artiomov, N., Anikeev, A., Kaluzhniy, A., Sirovitskiy, K., & Kolodiazhnyi, I. (2022). Investigation of agricultural unit loads in non-established mode of motion when performing technological operations.
2. Blundell M., Harty D. The Multibody Systems Approach to Vehicle Dynamics. ButterworthHeinemann, 288, 2004. DOI: 10.1016/b978-0-7506-5112-7.x5000-3. (In German).
3. Cihangir, H. and Oktem, A. (2019) “The Effect of Different Organic Nutrients on Some Quality Properties of Popcorn (*Zea mays L. everta*)”, *Asian Food Science Journal*, 7(2), pp. 1–9. doi: 10.9734/afsj/2019/v7i229965.
4. Couhoulé Allou, S., Ebah, C. B., Gnelie Gnahoua, J.-B., Jean-François LOA, B. R. and Kouamé, F. (2021) “Influence of Organic Fertilization on the Physico-Chemical and Organoleptic Quality of Attiekes of Three Varieties of Cassava (*Manihot esculenta C.*)”, *Asian Food Science Journal*, 20(10), pp. 145–153. doi: 10.9734/afsj/2021/v20i1030370
5. Динаміка та енергетика руху багатоелементарних машинно-тракторних агрегатів [Текст] : монографія / Р. В. Антощенко ; Харків. нац. техн. ун-т сіл. госп-ва ім. П. Василенка. - Харків : Міськдрук, 2017. - 242 с.
6. Експлуатація машин і обладнання : методичні вказівки щодо виконання курсового проекту для студентів 4 курсу спеціальності 208 «Агроінженерія» денної і заочної форм навчання освітнього ступеня «бакалавр» / Зубко В.М., Сировицький К.Г. - Суми, 2022. – 36 с.
7. Експлуатація машин і обладнання : методичні вказівки щодо виконання лабораторно-практичних занять № 1 для студентів 4 курсу спеціальності 208 «Агроінженерія» денної і заочної форм навчання освітнього ступеня «бакалавр» / Зубко В.М., Сировицький К.Г. - Суми, 2022. – 68 с.
8. Експлуатація машин і обладнання : методичні вказівки щодо виконання лабораторно-практичних занять № 2 для студентів 4 курсу спеціальності 208

«Агроінженерія» денної і заочної форм навчання освітнього ступеня «бакалавр» / Зубко В.М., Сировицький К.Г. - Суми, 2022. – 195 с.

9. Експлуатація машин і обладнання. Каталог сільськогосподарської техніки. Навчальний посібник / М. П. Артёмов [та ін.] ; за ред. В. І. Мельника. 2-ге вид., перероб. і доп. – Х.: ТОВ «Планета-Прінт», 2022. - 600 с. Ковтун Ю. І. Технологічна блочно-варіантна система машиновикористання в землеробстві України: монографія. Частина 1/ Ю. І. Ковтун [та ін.] – Х.: ТОВ «Планета-Прінт», 2020. - 204 с.

10. Експлуатація машин і обладнання. Навчальний посібник : Каталог сільськогосподарської техніки / О. В. Нанка [та ін.] ; за ред. В. І. Мельника. – Х.: ТОВ «Планета-Прінт», 2021. - 594 с.

11. Експлуатація та сервіс техніки. Частина І. Трактори. Навчальний посібник. / С.О. Харченко, О.В. Адамчук, О.І. Анікеев, К.Г. Сировицький, Є.А. Гаєк, І.С. Тіщенко, Д.О. Харченко. За ред. С.О. Харченка. – Х.: ТОВ «Планета-Прінт», 2020. - 140 с.

12. Збірник методик з використання машин в землеробстві / За ред. Мельника В. І. – Харків: “Промпроект” – 2020, 257 с.

13. Збірник наукових праць. Випуск 28 (42). Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільськогосподарського господарства України. Дослідницьке 2021.

14. Зінько, Р., Шуляк, М., Скварок, Ю. і Глобчак, М. (2021) «Аналіз методик проектування сільськогосподарських машин», Науковий журнал «Інженерія природокористування», (1(19), с. 75-85. doi: 10.5281/zenodo.6902711.

15. Машини, обладнання та їх використання в тваринництві: підручник для здобувачів ступеня вищої освіти закладів вищої освіти / Р. В. Склар, О. Г. Скляр, Н. І. Болтянська, Д. О. Мілько, Б. В. Болтянський. – К.: Видавничий дім «Кондор», 2019. – 608 с., іл.

16. Практикум з теорії та розрахунку сільськогосподарських машин : навчальне видання / Д. Г. Войтюк [та ін.]. - К. : Видавничий центр НУБіП України, 2022. - 185 с.

17. Практикум з теорії та розрахунку сільськогосподарських машин : навчальне видання / Д. Г. Войтюк [та ін.]. - К. : Видавничий центр НУБіП України, 2022. - 185 с.

18. Протокол випробувань Південно-Української філії УкрНДППВТ ім. Л. Погорілого № 2392/1004-03- 2019.

19. Системи точного землеробства [Текст] : підручник / Л. В. Аніскевич [та ін.] ; ред. Л. В. Аніскевич. - Київ : НУБіП України, 2018. - 568 с.

20. Шкарівський, Григорій Васильович. Трансмісії мобільних машин : навчальний посібник / Г. В. Шкарівський. - К. : ФОП Ямчинський О.В., 2021. - 439 с.

ДОДАТКИ