МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ САДІВНИЦТВА
Інженерно-технологічний факультет
Кафедра агроінженерії

Допущено до захисту
"__" _____ 2025р.
Зав. кафедри к.т.н., доцент___
(науковий ступінь, вчене звання)
_____А.В. Войтік___
(підпис) (ініціали, прізвище)

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА (дипломний проект)
перший (бакалаврський)
(назва освітнього ступеня)

тема роботи **«Розробка операційної технології лущення стерні для вирощування гречки»**

Виконав: студент 3 курсу, групи 31к-ім
освітньої програми __бакалавра_____
спеціальності_____
208 «Агроінженерія»
Грищенко М. Р.
(прізвище та ініціали)

Керівник к.т.н., доцент Шевчук В.В.
(науковий ступінь, вчене звання, прізвище та ініціали)

м. Умань – 2025 рік

ЗМІСТ

ВСТУП
…… 5
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ВИКОРИСТАННЯ ЛУЩЕННЯ СТЕРНІ З ПРОЕКТУВАННЯМ ВИРОБНИЧОЇ ХАРАКТЕРИСТИКИ …… 6
1.1 Значення лущення стерні в сівозміні …… 6
1.2 Агротехнічні вимоги до ґрунту під гречку …… 6
1.3 Сучасні технічні засоби для лущення стерні …… 8
1.4 Економічна доцільність застосування лущення стерні …… 9
1.5 Висновки до розділу …… 10
РОЗДІЛ 2. ОБҐРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ І СКЛАДУ МАШИННИХ АГРЕГАТІВ ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ ГРЕЧКИ …… 11
2.1 Розробка складових плану механізованих робіт …… 11
2.2 Розрахунок потреби в транспортних засобах та показників їх використання …… 13
2.3 Визначення складу сільськогосподарських машин …… 15
2.4 Послідовність виконання операцій відповідно до агротехнічних вимог …… 16
2.5 Склад агрегату і його техніко-економічні показники …… 17
2.6 Підготовка агрегата до роботи та поля до обробки …… 18
2.7 Конструктивне удосконалення дискового лущильника …… 21
2.8 Розрахунок підшипників на довговічність …… 24
РОЗДІЛ 3. ОХОРОНА ПРАЦІ ПРИ ВИКОНАННІ ОПЕРАЦІЙ ЛУЩЕННЯ СТЕРНІ ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ ГРЕЧКИ …… 25
3.1 Загальні вимоги безпеки …… 25
3.2 Робота з агротехнічними засобами: вимоги безпеки …… 26
3.3 Виконання робіт із зниження ризику травмування …… 27
3.4 Пожежна безпека …… 28
3.5 Перша допомога …… 28
3.6 Психологічні аспекти та емоційний стан працівників …… 29
Висновки до розділу …… 29
РОЗДІЛ 4. ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ …… 30
ВИСНОВКИ…… 33
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ …… 34

ВСТУП

Ефективне функціонування аграрного сектору вимагає не стільки розширення посівних площ, скільки впровадження інноваційних рішень: оновлення парку сільськогосподарської техніки, використання високопродуктивних сортів та гібридів, а також сучасних енергозберігаючих технологій. Збільшення обсягів виробництва зерна можливе за рахунок відмови від застарілих технологій на користь прогресивних методів обробітку ґрунту й догляду за культурами, адаптованих до різних кліматичних зон країни.

Однією з ключових круп'яних культур, яка може забезпечити вагомий внесок у загальні обсяги виробництва зерна в Україні, є гречка. Основною зоною її вирощування залишається Лісостеп, де найсприятливішими ґрунтами для цієї культури є чорноземи.

Пріоритетними напрямами для підвищення ефективності роботи машинно-тракторного парку (МТП), механізації та автоматизації аграрного виробництва є:

- впровадження удосконалених машинних комплексів для вирощування та збирання сільськогосподарських культур у різних природно-кліматичних умовах;
- модернізація конструкцій сільськогосподарських агрегатів з метою створення оптимальних умов для росту й розвитку рослин, а також зменшення втрат на всіх етапах технологічного процесу;
- підвищення надійності техніки, що забезпечить стабільну якість виконання агротехнологічних операцій;
- удосконалення експлуатаційних характеристик МТП, включаючи технічне обслуговування, діагностику, ремонт, транспортування та зберігання техніки.

,

РОЗДІЛ 1
АНАЛІЗ СУЧАСНОГО СТАНУ ВИКОРИСТАННЯ ЛУЩЕННЯ СТЕРНІ З ПРОЕКТУВАННЯМ ВИРОБНИЧОЇ ХАРАКТЕРИСТИКИ

1.1 Значення лущення стерні в сівозміні

Гречка є культурою, чутливою до мінерального живлення, вологості та стану ґрунтового середовища, тому успішне вирощування потребує якісної підготовки ґрунту. Одним із перших і найбільш важливих заходів після збирання попередника є *лущення стерні* — поверхнева обробка ґрунту на глибину 5–10 см. Цей агротехнічний прийом має велике значення в системі сівозміни, зокрема при підготовці площ для висіву гречки.

Основні переваги лущення стерні полягають у:

- *Збереженні ґрунтової вологи.* У період після збирання попередника, особливо в умовах дефіциту опадів, обробка верхнього шару ґрунту перешкоджає випаровуванню вологи та сприяє її накопиченню в орному шарі.
- *Боротьбі з бур'янами та падалицею.* Лущення стимулює проростання насіння бур'янів та самосійних зернових (падалиці), які ефективно знищуються в подальших агротехнічних операціях, таких як оранка або глибоке розпушування. Це зменшує загальну забур'яненість поля та дозволяє скоротити використання гербіцидів при вирощуванні гречки.
- *Покращенні структури ґрунту.* Ущільнення поверхневого шару, яке виникає внаслідок роботи збиральної техніки, частково усувається завдяки лущенню. Це забезпечує кращу аерацію та водопроникність ґрунту.
- *Створенні сприятливих умов для перегнивання пожнивних решток.* Подрібнення та часткове загортання стерні стимулює біологічну активність ґрунту, сприяє утворенню гумусу та збагаченню ґрунту органічними речовинами.
- *Зменшенні ерозійних процесів.* Лущення залишає частину рослинних решток на поверхні поля, що допомагає зменшити ризик вітрової та водної ерозії, особливо на схилах або відкритих ділянках.

Таким чином, лущення стерні є важливим елементом інтегрованої системи обробітку ґрунту, який забезпечує оптимальні умови для розвитку гречки в наступному сезоні. Ефективність цього заходу залежить від правильно підібраної глибини обробітку, технічного забезпечення (лущильників, дискових борін тощо) та погодних умов.

1.2 Агротехнічні вимоги до ґрунту під гречку

Грунт для вирощування гречки повинен бути добре структурованим, пухким, з достатнім запасом продуктивної вологи. Ця культура чутлива до ущільнення орного шару та погано реагує на наявність великої кількості неутилізованих пожнивних решток, що можуть перешкоджати якісному контакту насіння з ґрунтом. Така ситуація негативно впливає на схожість, рівномірність сходів і подальший розвиток рослин. У зв'язку з цим *якісне виконання лущення стерні* є необхідною передумовою для створення сприятливого ґрунтового середовища при вирощуванні гречки.

Згідно з агротехнічними вимогами, лущення стерні повинно проводитися на глибину 5–8 см, залежно від біологічних особливостей попередника, ступеня ущільнення ґрунту та погодних умов. Обробка має бути рівномірною по всій площі, забезпечувати повне підрізання бур'янів, активізацію проростання падалиці зернових, часткове перемішування стерні з ґрунтом, а також підготовку поверхні для наступного основного обробітку.

У сучасному землеробстві для виконання цього завдання використовуються:

- *дискові лущильники* (наприклад, ЛДГ-10, ДАН-2.4) — ефективні при великій кількості рослинних решток;
- *важкі борони* — розроблені для вирівнювання поверхні поля та обробки ущільненого шару;
- *чизельні агрегати* — для розпушування без обороту пласта, що зберігає структуру ґрунту;

- *комбіновані агрегати*, які поєднують операції лущення, вирівнювання, ущільнення і прикочування, що підвищує продуктивність і якість обробітку.

У дипломному проекті передбачено розташування господарства в зоні Лісостепу, що характеризується помірно континентальним кліматом із достатньою кількістю опадів та сприятливими умовами для вирощування гречки. Основні типи ґрунтів у цій зоні включають:

- темно-сірі опідзолені ґрунти;
- сірі та чорноземи опідзолені, що мають середній вміст гумусу та хорошу водоутримуючу здатність;
- типові чорноземи — найродючіші ґрунти з глибоким гумусовим горизонтом;
- дерново-підзолисті ґрунти — менш продуктивні, потребують додаткових заходів покращення структури.

З урахуванням ґрунтово-кліматичних умов регіону, застосування якісного лущення стерні в системі обробітку ґрунту є обов'язковим для забезпечення стабільної урожайності гречки. Результатом правильного проведення цього агроприйому є зменшення втрат вологи, поліпшення фітосанітарного стану поля, активізація мікробіологічних процесів у ґрунті та створення рівномірного посівного ложа для насіння.

1.3 Сучасні технічні засоби для лущення стерні

На сьогодні в Україні найчастіше застосовують такі знаряддя для лущення стерні:

- БДТ-7, БДВ-6,3 — важкі дискові борони, які забезпечують глибину обробітку стерні 6–10 см. Завдяки своїй масі вони ефективно працюють на полях після зернових, забезпечуючи подрібнення пожнивних решток і часткове перемішування з ґрунтом.

- ЛДГ-10, ЛДГ-15 — легкі та середні дискові агрегати, які використовуються на легких ґрунтах або в умовах невеликої кількості рослинних решток.
- Дискатори типу ДАН, АГ — модернізовані агрегати з посиленими робочими органами, що забезпечують високу якість перемішування ґрунту та стерні. Вони характеризуються підвищеною зносостійкістю, більшою шириною захвату та глибшою обробкою.
- Мульчувачі та ротаційні подрібнювачі — ефективні на полях із великою кількістю грубих решток (наприклад, після кукурудзи або соняшнику), дозволяють рівномірно подрібнити залишки та зменшити ризик засмічення ґрунтообробної техніки при наступних операціях.

Переваги сучасних агрегатів полягають у:

- високій продуктивності (до 10–15 га/год);
- можливості роботи в різних ґрунтово-кліматичних умовах;
- якісному перемішуванні рослинних решток із верхнім шаром ґрунту;
- зменшенні витрат пального за рахунок зменшення кількості проходів;
- зниженні навантаження на трактори завдяки оптимізації агрегатування та ширини захвату.

1.4 Економічна доцільність застосування лущення стерні

Економічна ефективність лущення стерні полягає не лише у зниженні витрат на гербіциди, а й у загальному покращенні агрофізичних властивостей ґрунту, що, в свою чергу, забезпечує стабільне підвищення врожайності сільськогосподарських культур, зокрема гречки.

Завдяки лущенню:

- знижується кількість бур’янів за рахунок стимулювання проростання насіння з наступним їх знищенням;
- забезпечується краще утримання вологи в посушливий період;

- зменшується ущільнення орного шару, що покращує аерацію і водопроникність ґрунту;
- покращується структура посівного ложа, що сприяє дружнім сходам та формуванню розвиненої кореневої системи;
- зменшується навантаження на ґрунтообробну техніку при проведенні основного обробітку, що дозволяє скоротити витрати на ПММ, амортизацію та обслуговування техніки.

Згідно з агрономічними дослідженнями, виконання лущення стерні перед посівом гречки дозволяє підвищити врожайність на 10–15% порівняно з полями, де цей прийом не застосовувався. Такий приріст урожайності окуповує витрати на виконання операції вже в перший рік.

Крім того, екологічна ефективність лущення полягає у зменшенні хімічного навантаження на довкілля через скорочення застосування гербіцидів, що відповідає сучасним вимогам до сталого землеробства.

1.5 Висновки до розділу

Проведений аналіз літературних джерел та практичного досвіду свідчить про доцільність включення лущення стерні як обов’язкового елемента у технології вирощування гречки. Це агротехнічний прийом, який забезпечує оптимальні умови для формування врожаю, особливо в умовах зменшеного природного зволоження. У подальших розділах проекту буде розглянуто конкретну технологічну схему, вибір агрегатів і розрахунок економічної ефективності лущення стерні в господарстві .Нами запропоновано проектне господарство яке має земельні угіддя під посівні площі та техніку для обробітку.

РОЗДІЛ 2
ОБГРУНТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ І СКЛАДУ МАШИННИХ АГРЕГАТІВ ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ ГРЕЧКИ

2.1 Розробка складових плану механізованих робіт

Планування механізованих робіт.

Розробка плану механізованих робіт здійснюється відповідно до рекомендацій типових технологічних карт, методичних вказівок, а також на основі нормативів виробітку й витрат пального. Цей процес враховує не лише агротехнічні вимоги, а й економічну доцільність використання матеріально-технічних ресурсів.

Під час складання технологічної карти обов'язково використовують вихідні дані, такі як: агрономічні характеристики попередника, запланована врожайність культури (в т/га), кількість і типи мінеральних та органічних добрив, відстані перевезення насіння, добрив і засобів захисту рослин, а також норми витрати насіння, добрив і пестицидів. Крім цього, враховують логістику транспортування як основної, так і побічної продукції.

Проектування починається з аналізу попередників, рівня засміченості поля, домінуючих видів бур'янів, а також оцінки потенційної ерозійної небезпеки ґрунтів. Це дає змогу адаптувати технологію до конкретних умов господарства.

У таблиці (табл. 2.1) механізовані роботи структуровано за такими графами:

- *Графа 1* — періодичність виконання технологічних операцій, відповідно до агротехнічного календаря;
- *Графа 2* — черговість виконання операцій, що базується на дотриманні технологічної послідовності;
- *Графа 3* — агротехнічні вимоги та якісні показники: глибина обробітку, ступінь загортання насіння, норма висіву, дози внесення добрив тощо;

- *Графа 4* — одиниці виміру операцій: для обробітку ґрунту та сівби — га, для транспортних робіт — т/км, для навантаження/розвантаження — т, для механізованих робіт у годинному вимірі — год, для землерийних — м³;
- *Графа 5* — фактичний обсяг запланованих робіт з урахуванням їх повного виконання;
- *Графа 6* — строки виконання, які встановлюються з урахуванням агротехнічних термінів і рекомендацій передових господарств;
- *Графа 7* — узгодження сумісних технологічних операцій, які повинні виконуватись у межах одного календарного періоду;
- *Графа 8* — тривалість виконання кожної операції, яка не повинна перевищувати допустимі агротехнічні строки;
- *Графа 9–12* — склад машинно-тракторних агрегатів (МТА), які підбираються згідно з типовими нормами виробітку, витрати палива та з урахуванням взаємної сумісності агрегатів за рядністю та продуктивністю;
- *Графа 15* — зміни виробітку на зміну, що також розраховуються за типовими нормативами.

Особливу увагу приділяють режиму роботи: за основу приймається 7-годинний робочий день, допускається поділ на 1, 1.5, 2 або 3 зміни. У випадку виконання операцій у шкідливих умовах праці тривалість зміни скорочується до 6 годин. Механізовані роботи при цьому плануються з урахуванням рівномірного завантаження техніки та мінімізації простоїв.

У випадку транспортування та навантаження/розвантаження основної продукції, норми виробітку встановлюються з орієнтацією на продуктивність основного агрегату, що є провідним у технологічному процесі. Усі розрахунки проводяться з урахуванням оптимального використання техніки, мінімізації витрат ПММ і трудових ресурсів.

Розрахунок складових та плану механізованих робіт за технологічною картою таблиці 2.1., представлено в Додаток А

Таблиця 2.1 – Технологічна карта на виробництво гречки

Код операції	Назва операції	Агротехнічні вимоги і допуски	Одиниця вимірювання	Обсяг роботи у фізичних одиницях	Строки виконання операції		Тривалість роботи за день (добу), год	Склад агрегату			Кількість обсл. персоналу одного МТА		Виробіток (т, га)			Потрібно для виконання операції			Виконано норми змін на операції	Виконано умовних га на операції	Затрати праці людино-годин		Витрата палива в кг.	
					Комбайн	Робочі		Марка			Кількість с.г. машин в агрегаті					Агрегатів					На одиницю роботи	На операцію	За нормою одиницю роботи	На операцію
								Трактор або комбайн	Зчіпка	С/г. машина		Механізаторів	Допоміжних працівників	за зміну	за годину	за день (добу)		Механізаторів	Допоміжних працівників					
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
1	Лущення стерні	6-8 см	га	30	15.08-16.08	1	3	Т-150К		ЛДГ-15	1	1	0	78,4	11,2	33,6	1	1	0	0,4	4,4	0,1	2,7	2,2	66,0
2	Навантаження мінеральних добрив	0,3 т/ га	т	9	15.10-17.10	1	7	ЮМЗ-6Л		ПЕ-0,85	1	1	0	9,0	1,3	9,0	1	1	0	1,0	4,2	0,8	7,0	0,3	2,3
3	Перевезення та внесення мінеральних добрив	0,3 т/ га	га	30	15.10-17.10	1	7	МТЗ-82		МВУ-0,5	1	1	0	30,0	4,3	30,0	1	1	0	1,0	4,2	0,2	7,0	0,7	21,0
4	Оранка	22 см	га	30	15.10-19.10	5	7	МТЗ-82		ПТН-3-35	1	1	0	6,4	0,9	6,4	1	1	0	4,7	19,7	1,1	32,8	14,2	426
5	Раньовесняне боронування	5 см	га	30	1.04-02.04	1	3	Т-150К	СГ-21	3БЗСГ-1	6	1	0	85,2	12,2	36,5	1	1	0	0,4	4,1	0,1	2,5	1,4	42,0
6	Підвезення води для приготування робочого розчину	0,3 т/ га	т	9	30.04-01.05	1	8	ЮМЗ-6Л		АПВ-3	1	1	0	12,1	1,7	13,8	1	3	0	0,7	3,1	1,7	15,6	1,0	9,3
7	Приготування та внесення гербіцидів	0,3 т/ га	га	9	30.04-01.05	1	4	МТЗ-82		ОП-600	1	1	0	60,0	8,6	34,3	1	1	0	0,2	0,6	0,1	1,1	0,5	4,5
8	Доставка та завантаження посівного агрегату насінням		т	2,6	18.05-19.05	2	7	ЮМЗ-6Л		2ПТС-4	1	1	0	3,0	0,4	3,0	1	1	0	0,9	3,6	2,3	6,1	1,0	2,6
9	Сівба	4-6 см	га	30	18.05-19.05	2	7	МТЗ-82		СЗ-3,6	1	1	0	14,5	2,1	14,5	1	1	0	2,1	8,7	0,5	14,5	3,8	114,0
10	Досходове боронування	2-4 см	га	30	22.05-23.05	1	5	Т-150К	СГ-21	3БЗСГ-1	6	1	0	49,7	7,1	35,5	1	1	0	0,6	2,5	0,1	4,2	1,4	42,0
11	Навантаження мінеральних добрив	0,2 т/ га	т	6	12.06-14.06	1	7	ЮМЗ-6Л		ПЕ-0,85	1	1	0	6,0	0,9	6,0	1	1	0	1,0	4,2	1,2	7,0	0,3	1,8
12	Перевезення та внесення мінеральних добрив	0,2	га	30	12.06-14.06	1	7	МТЗ-82		МВУ-0,5	1	1	0	30,0	4,3	30,0	1	1	0	1,0	4,2	0,2	7,0	0,7	21,0
13	Перевезення гички на поле		км	1	05.07-06.07	1	14	ЮМЗ-6Л		2ПТС-4	1	1	2				1	1	2			0,3		4,0	4,0
14	Перевезення гички з поля		км	1	01.08-02.08	1	14	ЮМЗ-6Л		2ПТС-4	1	1	2				1	1	2			0,3		4,0	4,0
15	Скошування гички у валки		га	30	10.08-12.08	1	7	МТЗ-82		ЖВП-6,4	1	1	0	37,6	5,4	37,6	1	1	0	0,8	3,4	0,2	5,6	1,8	54,0
16	Підбирання і обмолочування		га	30	13.08-16.08	1	12	КЗС-9-1		ПДЕ-3,4	1	1	0	19,0	2,7	32,6	1	1	0	1,6		0,4	11,1	24,9	747
17	Транспортування зерна від комбайна		т км	900	13.08-16.08	1	12	ГАЗ-3307			1	1	0				1	1	0					0,12	255,0
18	Транспортування подрібненої соломи		т	135	13.08-16.08	1	12	МТЗ-82		2ПТС-4	1	1	0	80,0	11,4	137,1	1	1	0	1,7	7,1	0,1	11,8	0,6	75,6

2.2 Розрахунок потреби в транспортних засобах та показників їх використання

Транспортне забезпечення під час вирощування гречки. Упродовж періоду вирощування сільськогосподарських культур необхідно виконувати комплекс транспортних операцій, пов’язаних із забезпеченням функціонування посівних, доглядових, збиральних та інших агрегатів. Особливо важливо організувати ефективне перевезення врожаю гречки з поля до місць тимчасового зберігання або переробки.

Для виконання цих завдань найчастіше застосовуються бортові автомобілі та самоскиди. У разі їх відсутності або недостатньої кількості

можуть використовуватись трактори з причіпними транспортними агрегатами, що забезпечують гнучкість логістичних операцій.

Ключовими критеріями при виборі транспортного засобу є максимальна продуктивність, мінімальна собівартість перевезень та відповідність техніки умовам експлуатації**.** Для обґрунтованого вибору необхідно враховувати такі параметри:

- тип і клас вантажу (у даному випадку — зерно гречки);
- групу доріг за прохідністю (тверде покриття, ґрунтові дороги, польові шляхи);
- номінальну вантажопідйомність обраної техніки;
- об’ємну масу вантажу (групова щільність);
- місткість кузова або причепа;
- технічну та експлуатаційну швидкість транспорту в конкретних умовах.

Для конкретизації транспортного плану проводиться розрахунок потреби в транспортних засобах для перевезення врожаю гречки з поля до пункту переробки. У даному проекті передбачається використання автомобіля *ГАЗ-3307*, який добре пристосований до умов польових перевезень завдяки простій конструкції, надійності та прийнятним техніко-економічним характеристикам.

Розрахунок проводиться з урахуванням:

- загального обсягу врожаю гречки (т);
- відстані транспортування до переробного пункту (км);
- кількості поїздок на день;
- технічної швидкості руху з вантажем і без нього;
- часу на навантаження, розвантаження та простої.

Такий підхід дозволяє не лише забезпечити своєчасне вивезення врожаю, а й оптимізувати використання транспортних ресурсів господарства.

Розрахунок потреби в транспортних засобах та показників їх використання представлено у Додатку Б

2.3 Визначення складу с-г машин

Визначення складу машинно-тракторного парку для вирощування гречки. Формування складу сільськогосподарської техніки здійснюється на основі даних плану механізованих робіт (таблиця 2.1), відповідно до розробленої технологічної карти виробництва гречки на площі 30 гектарів. Узагальнений перелік необхідних машин і агрегатів представлений у таблиці 2.2.

Згідно з нормативними вимогами, при складанні технологічних карт розраховується кількість основних і спеціалізованих машин, які забезпечують повне виконання комплексу агротехнічних операцій. Основу машинного парку становлять агрегати загального призначення — плуги, борони, культиватори, сівалки, оприскувачі тощо. Ці машини можуть використовуватись багаторазово протягом року для різних культур, тому їх ефективне планування є особливо важливим.

У випадках, коли строки виконання окремих операцій збігаються, необхідну кількість машин на цей період визначають шляхом додавання потреб у техніці для кожної операції. Для більш точного планування графіки завантаження як сільськогосподарських машин, так і тракторів складаються з урахуванням календарних строків робіт і їх тривалості.

На основі розрахунків встановлено, що для обслуговування повного циклу вирощування гречки на площі 30 га необхідно:

- 3 трактори, які забезпечуватимуть роботу на всіх етапах технологічного процесу;
- 14 одиниць сільськогосподарських машин різного призначення — включаючи ґрунтообробні, посівні, доглядові та збиральні агрегати;
- орієнтовна потреба в дизельному паливі для виконання всього комплексу робіт становить 1892 кг.

Раціональне формування машинно-тракторного парку з урахуванням строків виконання робіт та продуктивності техніки дає змогу уникнути простоїв,

підвищити ефективність використання ресурсів і забезпечити своєчасне виконання технологічних операцій.

Таблиця 2.2 - Необхідна кількість сільськогосподарських машин

Назва с.г. машини	Марка	Необхідна кількість
Лущильник дисковий	ЛДГ-15	1
Плуг	ПЛН-3-35	1
Машина для внесення мінеральних добрив	МВУ-0,5	1
Сівалка	СЗ-3,6А	1
Агрегат для підвезення води для приготування робочого розчину	АПВ-3	1
Обприскувач	ОП-600	1
Причіп	2ПТС-4	1
Навантажувач мінеральних добрив	ПЕ-0,8Б	1
Борона	ЗБЗС-1	6

2.4 Послідовність виконання операцій відповідно до агротехнічних вимог

Технологічна послідовність виконання сільськогосподарських операцій повинна відповідати агротехнічним вимогам та включає кілька основних етапів:

- вибір оптимального способу виконання операції;
- технологічне комплектування агрегатів;
- підготовка поля до обробітку;
- підготовка посівного чи іншого матеріалу;
- наладка техніки перед початком роботи;
- організація самого процесу виконання операції;
- контроль за якістю виконання робіт на кожному етапі.

При застосуванні дискових лущильників необхідно забезпечити стабільну глибину обробітку з допустимим відхиленням не більше ніж ±1,5 см. Поверхня після обробітку має бути дрібно-грудкуватою, рівною, без

надмірного розпилення ґрунту. Підрізання бур’янів повинне бути повним (100%)**, а** перепади висот між гребенями та впадинами — не перевищувати 4 см.

Перекриття між проходами агрегату має становити 15–20 см для уникнення необроблених ділянок. Пропуски при обробітку ґрунту не допускаються, оскільки це може негативно вплинути на рівномірність сходів і якість подальших технологічних операцій.

2.5 Склад агрегату і його техніко-економічні показники

Ефективність виконання механізованих операцій значною мірою залежить від правильного вибору та комплектування агрегату. Це дозволяє забезпечити високу продуктивність, економію пального та дотримання агротехнічних норм.

Для виконання лущення стерні обрано агрегат у складі трактор Т-150К + лущильник ЛДГ-15. Така комбінація забезпечує стабільну роботу при ширині захвату 15 м і рекомендованій робочій швидкості 8–12 км/год. Цей діапазон швидкості досягається при роботі трактора на передачах ІІр2п, ІІр3п та ІІр4п. Теоретична швидкість руху для зазначених передач становить:

- ІІр2п — *8,1 км/год*,
- ІІр3п — *9,7 км/год*,
- ІІр4п — *11,5 км/год*.

Передаточні числа трансмісії для кожної передачі відповідно рівні: $i_{тр1} = 59{,}5; i_{тр2} = 50{,}1;\ i_{тр3} = 38{,}1.$

Розрахунок агрегату представлено в Додаток В.

Для правильного складання агрегату оцінюють коефіцієнт використання тягового зусилля, який у даному випадку наближається до максимально допустимого, але не перевищує його. Це свідчить про оптимальне навантаження трактора та ефективність агрегату в умовах конкретної операції.

Для Т-150К на дискуванні допустимий коефіцієнт використання номінального тягового зусилля складає $\eta_{доп}$=0,92.

Визначення витрати палива

Витрата пального агрегатом визначається залежно від:

- енергоємності технологічної операції;
- фактичного навантаження двигуна;
- умов виконання роботи (тип ґрунту, вологість, рельєф);
- часу роботи в полі, на розворотах, у простої та під час переїздів.

Найзручнішим способом є розрахунок витрати пального на 1 гектар виконаної роботи, що дозволяє точно визначити економічну ефективність агрегату.

У випадку з агрегатом Т-150К + ЛДГ-15, витрата дизельного палива становить у середньому *6,3–7,2 л/га* залежно від умов. Таким чином, для обробки 30 га орієнтовна загальна потреба в паливі становить близько 1892 кг, що відповідає попереднім розрахункам у технологічній карті.

2.6 Підготовка агрегата до роботи та поля до обробки

Перед початком роботи необхідно перевести трактор у крайнє верхнє положення та здійснити з'єднання агрегату, що складається з лущильника ЛДГ-15 **та** трактора Т-150К. Механізм начіпки встановлюється таким чином, щоб верхня тяга була закріплена на правому підйомному важелі, а причіпна серга повинна бути надійно зафіксована.

Регулювання агрегату здійснюється на спеціально обладнаних майданчиках. Перед початком роботи важливо перевірити комплектність та справність усіх механізмів і вузлів агрегату. Особливу увагу приділяють:

- перевірці затягування гайок батарей;
- наявності скребків;
- регулюванню їх положення;

- змащуванню рухомих частин;
- підтяганню кріплень вузлів, що піддаються тертю;
- встановленню необхідного кута атаки дискових батарей.

Настроюється горизонтальне положення рами, щоб забезпечити рівномірне торкання дисками передніх та задніх батарей до регулювального майданчика. Після цього визначається тиск у шинах опорних коліс батарей дискової борони (0,17–0,2 МПа).

Технічні вимоги до дискових батарей:

- Розмір фаски: 12–15 мм.
- Товщина ріжучої кромки: 0,3–0,5 мм.
- Зазор між скребками та дисками: 2–4 мм.
- Допустиме відхилення відстані між дисками: 8 мм.
- Просвіт між лезами дисків і регулювальним майданчиком: не більше 5 мм.

У разі, коли глибина установки дисків перевищує посівну глибину, обробіток ґрунту дисковими лущильниками буде виконано з високою якістю. Тому при зміні глибини лущення потрібно також коригувати кут атаки дисків в межах 25–35°.

Перед початком операцій агрегатами важливо очистити поле від залишків соломи. Це забезпечить належну ефективність обробітку ґрунту та запобігатиме засміченню техніки. Оскільки границі поворотних смуг для дискових лущильників не потребують додаткової розмітки, вони будуть відображатися в процесі роботи агрегату, забезпечуючи правильну орієнтацію та ефективне використання техніки.

Контроль за якістю роботи агрегату здійснюється на кількох етапах:

- На початку роботи та протягом зміни, механізатор або відповідальний спеціаліст перевіряє виконання операцій згідно з агротехнічними вимогами.
- Агроном або інший кваліфікований спеціаліст проводить періодичний контроль в процесі роботи.

- Наприкінці зміни виконуються остаточні перевірки для оцінки якості виконаної роботи. Результати контролю фіксуються і надаються замовнику для подальшого аналізу.

Таблиця 3.1. - Оцінка якості роботи дисковими агрегатами

Показник	Норматив	Бал	Метод оцінки
1. Допустиме відхилення від заданої глибини обробітку, см	±1 ±2 понад 2	3 2 1	Заміряти в 10 місцях по діагоналі поля, одержане середнє значення порівнюють з нормативом
2. Кількість непідрізаних рослин, бур'янів	відсутні наявні	3 1	За допомогою рамки 0,5м^2 по діагоналі поля через 50…100м; кількість вимірів 5…7
3. Вирівняність поверхні поля, %	не більше 3 не більше 5 понад 5	3 2 1	За допомогою лінійки або глибиноміра по діагоналі поля через 30…100м. кількість вимірів 10
4. Наявність огріхів	не допускається		

Для виконання операцій лущення стерні було встановлено необхідні умови роботи агрегату та його агротехнічні вимоги. Техніко-економічні показники агрегату у складі Т-150К + ЛДГ-15 були розраховані. При робочій швидкості руху агрегату близько 7,8 км/год, він повинен ефективно рухатись по полю. Для досягнення високої якості виконання операції важливо правильно налаштувати агрегат та підготувати поле до обробки. Враховуючи довжину гонів, загінки повинні мати ширину 135 м.

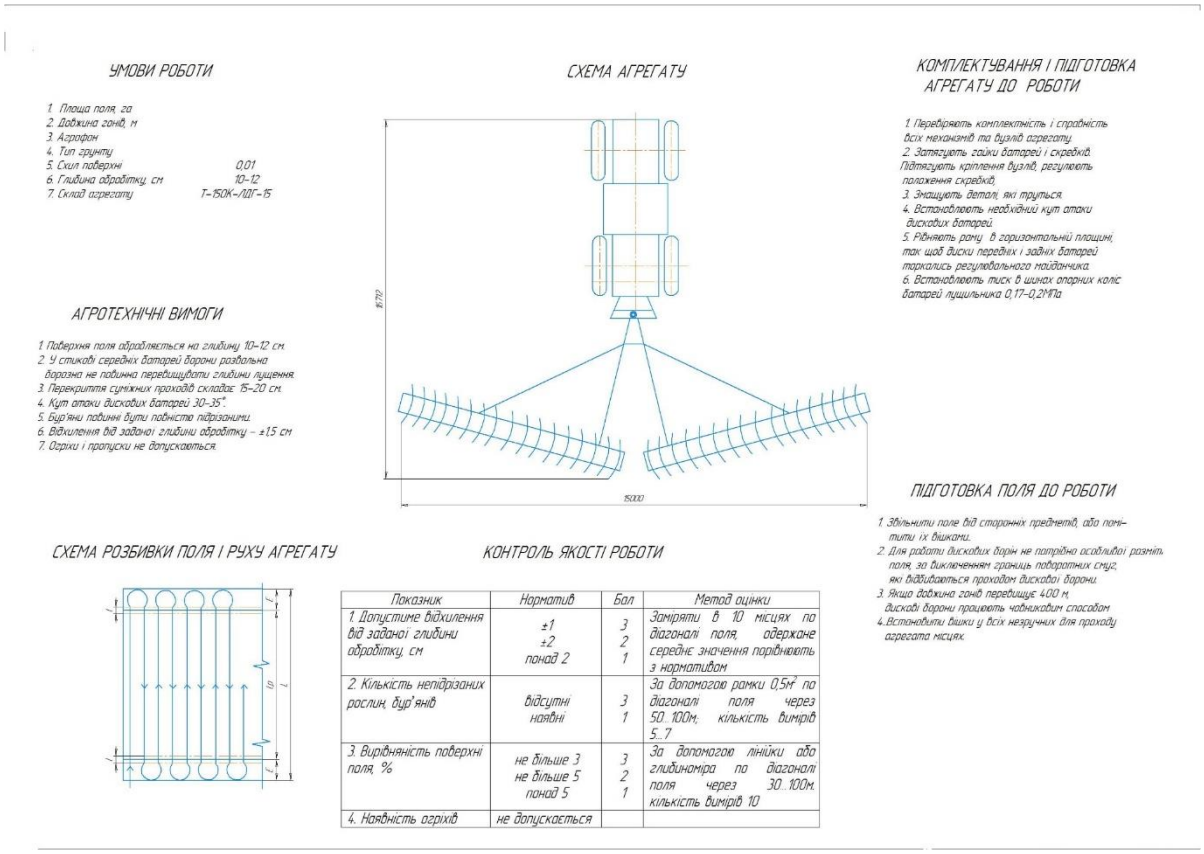

Рисунок 2.1 Операційно-технологічна карта виконання операції лущення стерні

На основі наведених параметрів була складена операційно-технологічна карта, яка відображає порядок виконання операцій та визначає технологічні вимоги до роботи агрегату.

2.7 Конструктивне удосконалення дискового лущильника

Для лущення ґрунту після збирання зернових культур призначено причіпний дисковий лущильник ЛДГ-15А, який також використовується для догляду за парами та подрібнення брил після оранки.

Плоскосферичні або плоскі диски з загостреною різальною кромкою є основними робочими органами дискових лущильників. Диски складаються в батареї по 6–10 штук і встановлюються на одній осі з інтервалом 160–180 мм.

Кут атаки дисків, який визначає їх нахил до напрямку руху, є важливим параметром. Під час роботи диски підрізають скибу ґрунту разом з рослинними рештками. Обертаючись, вони розпушують ґрунт, частково перевертають його і зсувають у бік. Глибина лущення та якість обробітку ґрунту прямо залежать від кута атаки дисків: чим більший кут, тим глибше і ефективніше розпушується ґрунт. Зазвичай кут атаки дисків в лущильниках варіюється в межах 25–35°. Якщо кут атаки менший за 25°, диски не зможуть якісно розпушувати ґрунт і їх використовують як дискові борони.

Лущильники ЛДГ-15А обладнані гідравлічним механізмом піднімання секцій і примусового заглиблення дисків. Секція рами кріпиться до повзунів понижувачів в двох точках і підвішується до важелів, закріплених на трубі піднімання. Подача масла у праву порожнину гідроциліндра призводить до виходу штока з циліндра, що дозволяє підняти батареї. Для опускання батарей масло подається у ліву порожнину циліндра, що викликає їх опускання. При цьому важелі стискають пружини і примусово заглиблюють диски в ґрунт.

Регулювання глибини обробітку здійснюється за допомогою обмежувача ходу штока гідроциліндра та зміною стиску пружин, що здійснюється шляхом перестановки шплінтів у отвори штанг. Глибина лущення також залежить від кута атаки дисків — при збільшенні кута диски заглиблюються глибше. Для забезпечення надійного заглиблення дисків під час роботи на важких ґрунтах лущильник оснащується баластним ящиком, що додає необхідної ваги агрегату і покращує його працездатність на складних ґрунтах.

Таким чином, правильно налаштовані та технічно вдосконалені дискові лущильники забезпечують високий рівень ефективності та якості обробітку ґрунту, що є основою для підвищення продуктивності сільськогосподарських робіт.

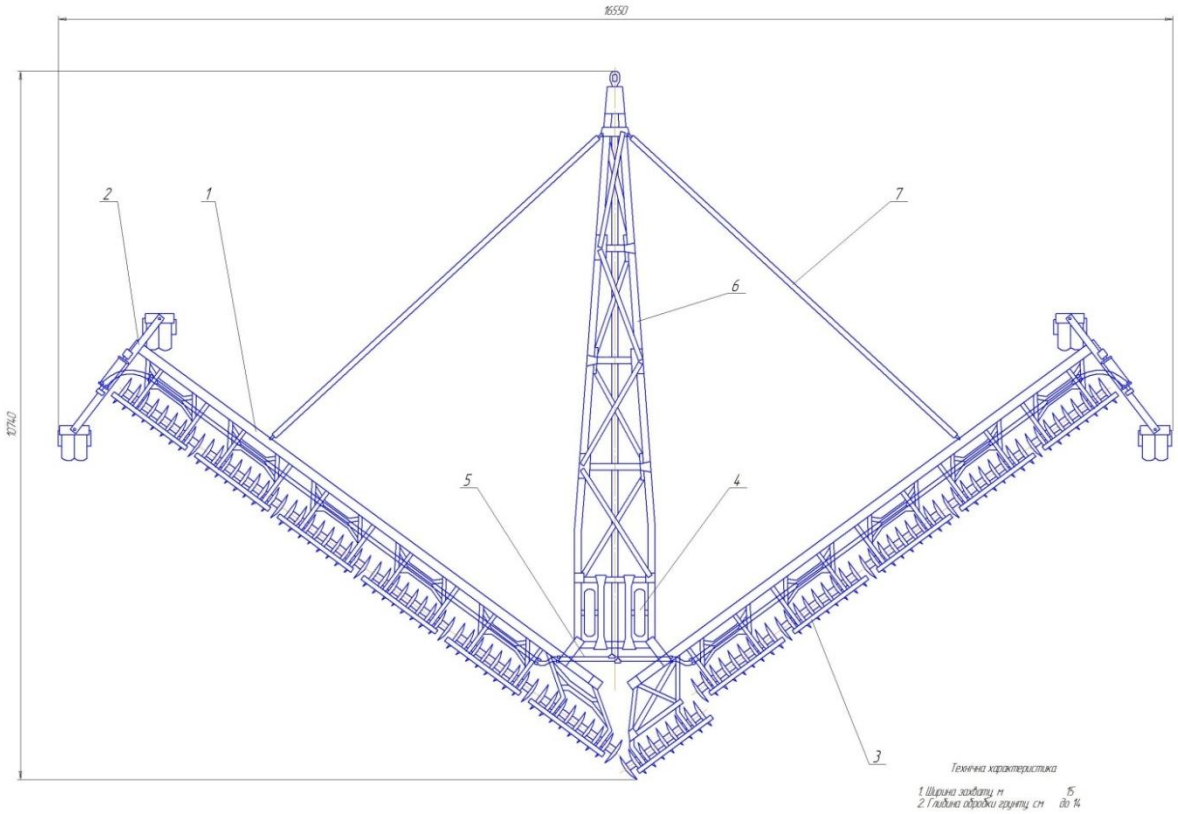

Рисунок 2.2 – Дисковий лущильник ЛДГ-15А: 1 – брус, 2 – рамка, 3 – батарея, 4 – колесо, 5 – тяга, 6 – рама, 7 – тяга

Лущильник складається з двох лівих та двох правих робочих секцій, з'єднувача секцій, рами транспортних коліс, рами з причіпним пристроєм та опорних коліс. Ліві та праві робочі секції мають однакову конструкцію, що забезпечує ефективність роботи агрегату та легкість в обслуговуванні.

Між секціями лущильника розташований гребенеріз, який руйнує гребені, що утворюються між дисками сусідніх секцій під час роботи. Для покращення цього процесу між дисками встановлюються пружинні зуби, горизонтальна частина яких спрямована на гребінь. Ці зуби під час роботи борони активно підрізають гребені, вирівнюючи поверхню ґрунту після проходу лущильника.

Таким чином, конструкція лущильника забезпечує не лише ефективне розпушування ґрунту, але й рівномірне вирівнювання поверхні, що сприяє покращенню умов для подальших агротехнічних операцій.

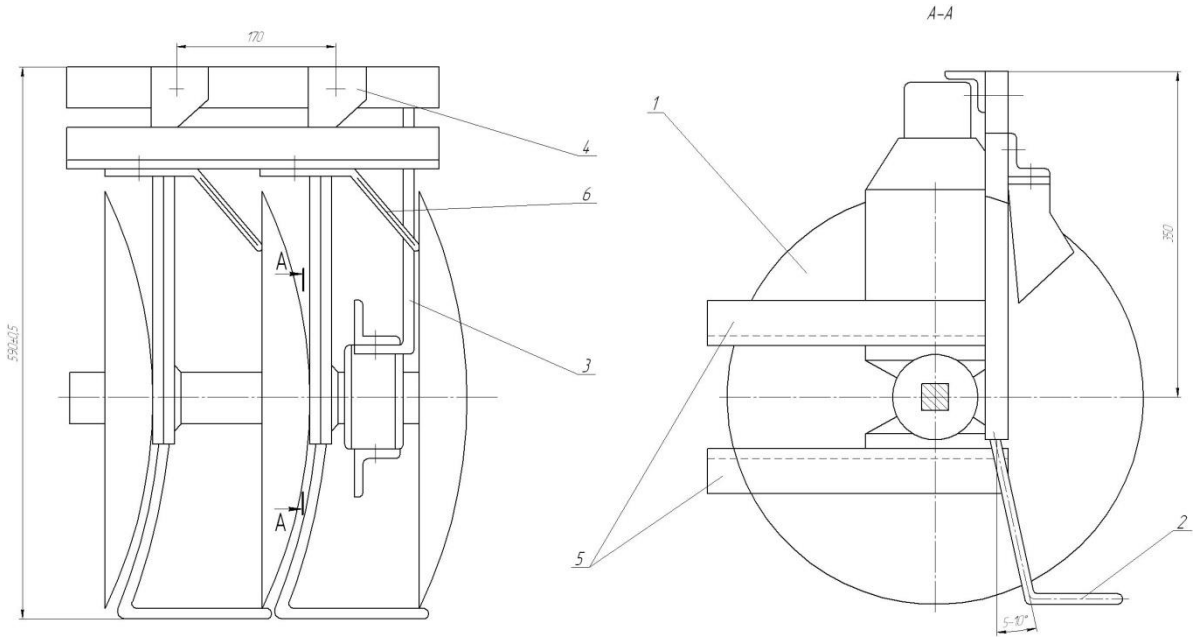

Рисунок 2.3 – Секція борони

2.8 Розрахунок підшипників на довговічність

Розрахуємо довговічність підшипників вала, на якому розміщені диски борони. Фактична довговічність підшипника є ключовим параметром, що визначає працездатність підшипникової опори та вимірюється в годинах $L_{h \cdot факт}$ в годинах. Для підшипника, що обертається з частотою $n \geq 10$ *об/хв*, довговічність можна розрахувати. У нашому випадку, при швидкості руху агрегату 10,6 км/год астота обертання рухомого кільця складе приблизно 113 об/хв. Необхідний час роботи підшипника складає 20000 *год*. Для цього використовуємо роликовий радіально-упорний підшипник № 7212, у якого d = 60 *мм*, D = 110 *мм*, B = 23 *мм*, β = 12°, C = 72200 H - динамічна вантажопідйомність. Оскільки обидві опори підшипників на валу несуть однакове навантаження, розрахунок довговічності буде проводитися для одного підшипника. Для другого підшипника вибір проводиться аналогічно, враховуючи однакові умови навантаження та експлуатації. Розраxенок яких представлено в Додаток В

РОЗДІЛ 3
ОХОРОНА ПРАЦІ ПРИ ВИКОНАННІ ОПЕРАЦІЙ ЛУЩЕННЯ СТЕРНІ ДЛЯ ВИРОЩУВАННЯ ГРЕЧКИ

3.1 Загальні вимоги безпеки

Охорона праці є важливою складовою безпеки в сільському господарстві. При виконанні операцій лущення стерні важливо забезпечити належний рівень безпеки працівників, а також безпеку техніки. Всі працівники, що беруть участь у виконанні операцій з лущення стерні, повинні дотримуватися вимог охорони праці, мати відповідне навчання та пройти медичний огляд.

1. Загальні вимоги до техніки безпеки:
   - Для роботи на агрегатах та техніці необхідно проходити відповідні інструктажі з техніки безпеки.
   - Обов'язкове використання засобів індивідуального захисту: каски, рукавички, спецвзуття, захисні окуляри та навушники.
   - При роботі з технікою повинні бути дотримані норми шуму та вібрацій, що забезпечують комфорт і безпеку працівників.
   - Всі технічні засоби повинні проходити регулярні перевірки на наявність дефектів і несправностей, особливо до початку кожного робочого дня.
2. Перевірка технічного стану:
   - Перед початком роботи агрегатів для лущення стерні обов'язково потрібно перевірити технічний стан тракторів, дискових борон та іншої техніки. Зокрема перевіряють:
     - стан гідравлічної системи,
     - належність захисних огороджень на рухомих частинах,
     - стан фільтрів і мастильних систем,
     - рівень палива та інших рідин.

- Перевірка проводиться лише кваліфікованим технічним персоналом.

3. Організація робочого місця:

- Робочі місця для виконання операцій повинні бути добре освітлені, вільні від зайвих предметів, що можуть стати причиною нещасних випадків.
- Забороняється працювати біля агрегатів в умовах обмеженої видимості, під час дощу, снігопаду або інших несприятливих погодних умов, що можуть погіршити видимість і збільшити ризик нещасних випадків.
-

3.2 Робота з агротехнічними засобами: вимоги безпеки

1. Безпека під час роботи з дисковими боронами:

- Дискові борони є основним робочим органом при лущенні стерні, тому їх технічний стан і налаштування мають важливе значення для безпеки працівників.
- Диски повинні бути надійно закріплені, і перед використанням необхідно перевірити їх на наявність тріщин, зносу та інших дефектів.
- На дискових боронах мають бути встановлені захисні кожухи, що захищають працівників від потрапляння частин тіла до рухомих елементів.
- Не можна працювати з дисковими боронами без належних засобів захисту органів слуху через високий рівень шуму, що виникає під час їх роботи.

2. Умови для роботи з гідравлічними системами:

- При роботі з агрегатами, оснащеними гідравлічними системами (наприклад, для підйому та опускання дискових батарей), слід перевіряти герметичність системи, щоб уникнути витоків гідравлічної рідини.
- При налаштуванні гідравлічної системи важливо переконатися, що всі з’єднання надійно затягнуті, а шланги не мають пошкоджень.

3. Безпека під час роботи з механічними системами:

- Механічні частини агрегатів (ланцюги, передачі, приводи) повинні бути ретельно захищені від потрапляння сторонніх предметів і рук працівників.
- Забороняється проводити налаштування або ремонт агрегатів під час їх роботи, а також робити спроби усунення несправностей без вимкнення техніки.
-

3.3 Виконання робіт із зниження ризику травмування

1. Робочі зони та відстані безпеки:

- Під час роботи з агрегатами необхідно забезпечити безпечну зону навколо техніки, де не дозволяється знаходитися стороннім особам. Це дозволить мінімізувати ризик травмування під час роботи з рухомими частинами.
- Для роботи з агрегатами слід дотримуватися встановлених норм щодо безпечних відстаней між працівниками, технікою та іншими об'єктами на полі.

2. Безпека на поворотах та при маневруванні:

- При маневруванні з агрегатом на полі потрібно враховувати габарити техніки та забезпечити достатньо простору для маневрів.
- Повороти агрегатів слід здійснювати поступово, без різких змін напряму, щоб уникнути перекидання техніки або втрати контролю над нею.
- При русі з агрегатом на великій швидкості необхідно утримувати достатню дистанцію від інших машин, щоб уникнути зіткнень.
-

3.4 Пожежна безпека

1. Запобігання загорянням**:**

- Пожежна безпека є важливою частиною охорони праці. Всі агрегати, що працюють на полі, повинні проходити регулярну перевірку на наявність витоків пального, мастил і гідравлічних рідин.
- Техніка повинна бути оснащена вогнегасниками, які відповідають вимогам до їх класу і типу вогню.
- Всі працівники повинні бути навчені основам пожежної безпеки та знати, як діяти у разі виникнення пожежі.

2. Правила гасіння пожежі:

- У разі виникнення пожежі потрібно негайно зупинити роботу агрегатів, викликати пожежну службу та почати гасіння за допомогою вогнегасників або водяних систем.

3. Особливі випадки:

- Пожежі, які виникають через перегрів техніки або неполадки в електричних системах, повинні бути усунені шляхом своєчасного обслуговування техніки та перевірки її справності.
-

3.5 Перша допомога

1. Дії при нещасних випадках**:**

- При отриманні працівниками травм (наприклад, порізи, удари або електричні ураження) необхідно негайно надавати першу допомогу:
  - Зупинка кровотеч: накладання пов'язок або джгутів на ушкоджені ділянки.
  - Охолодження ушкоджених ділянок у разі термічних травм.
  - Забезпечення дихальних шляхів потерпілому та стабілізація положення тіла до прибуття медичних працівників.

2. Перша допомога при ураженнях електричним струмом**:**

- У разі ураження електричним струмом негайно відключити джерело електроживлення і, якщо це необхідно, використовувати техніку для надання допомоги, наприклад, штучне дихання.

3. Взаємодія з медичними працівниками:

- У разі серйозних травм чи нещасних випадків необхідно терміново викликати швидку допомогу, забезпечити постраждалому першу допомогу і супроводжувати до лікарні, якщо це необхідно.

3.6 Психологічні аспекти та емоційний стан працівників

1. Зниження стресу і втому:

- Тривала робота з технікою може спричиняти стрес і втому, тому важливо організувати робочі зміни з урахуванням потреб працівників у відпочинку.
- Проведення регулярних перерв і підтримка комфортного робочого середовища є важливим для запобігання втомі, що може призвести до нещасних випадків.

Висновки

Охорона праці при виконанні операцій з лущення стерні є важливою складовою безпеки в аграрному секторі. Дотримання встановлених стандартів, правильне налаштування техніки, використання засобів індивідуального захисту та постійний контроль технічного стану техніки дозволяють знизити ризики та забезпечити безпечне і ефективне виконання агротехнічних операцій.

РОЗДІЛ 4
ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ

До критеріїв економічної доцільності розробки агротехнічних технологій відносяться такі важливі фактори: економія праці, зниження вартості продукції та підвищення продуктивності виробництва. Також важливим аспектом є зменшення приведених витрат та покращення річного економічного ефекту від застосування нових технологій.

У процесі економічного обґрунтування проекту можна виділити наступні завдання:

1. Розробити механізований процес для досягнення максимального прибутку при заданих обсягах виробництва.

2. Обґрунтувати механізовану технологію за сукупністю ключових критеріїв, з урахуванням економічної ефективності.

3. Розрахувати річний обсяг та організацію планів виробництва, що дозволяють максимально ефективно використовувати машини та технічні засоби (МТП).

4. Обчислити економічний ефект від впровадження конструкторських удосконалень техніки.

Для оцінки економічної ефективності запропонованої технології на основі агрегату ЛДГ-15, проводиться порівняння прямих витрат для двох технологій: використання базового лущильника ЛДГ-15А і його удосконаленої версії. Порівняння дозволяє визначити різницю в економії коштів, яка отримується при застосуванні модернізованої техніки.

Для визначення економічної оцінки запропонованої технології проведені розрахунки представлені в Додаток Г.

Вихідні дані для розрахунків наведені в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1 - Дані для розрахунку економічної ефективності

Показник	Лущення стерні ЛДГ-15А	Лущення стерні удосконаленим лущильником
Марка енергетичного засобу	Т-150К	Т-150К
Номінальна потужність двигуна енерго засобу, кВт	121,5	121,5
Балансова вартість трактора, грн.	250000	250000
Річне завантаження трактора, год.	1600	1600
Сумарні відрахування на трактор (амортизація, ТО та поточний і капітальний ремонт), %	21,5	21,5
Вартість лущильника, грн.	78240	83640
Річне завантаження машини, год.	200	200
Сумарні відрахування на пристрій (амортизація, ТО та поточний та капітальний ремонт), %	21,5	21,5
Кількість обслуговуючого персоналу	1	1
Робоча швидкість агрегату, км/год	12	16
Продуктивність агрегату, га/год	6,4	8,6
Заробітна плата, грн./год.	31,32	31,32
Витрата палива, кг/га	4	2,8
Ціна палива (комплексна), грн.	24,30	24,30

Таблиця 4.2 - Впровадження конструктивного удосконалення дискового лущильника розрахунок показників економічної ефективності

Показник	Лущення стерні ЛДГ-15А	Лущення стерні удосконаленим лущильником
Затрати праці, люд.-год/га	0,16	0,12
Заробітна плата, грн./га.	5,57	4,16
Вартість палива, грн./га	97,2	68,04
Відрахування на реновацію та капітальний ремонт трактора та с.-г. машин, грн./га;	12,83	10,02
Відрахування на поточний ремонт та ТО трактора і с.-г. машин, грн./га.	5,56	4,34
Сумарні прямі експлуатаційні витрати, грн./га	121,16	86,56
Економія прямих експлуатаційних витрат на гектар насаджень, грн./га	34,6	
Річний економічний ефект, грн.	1848	
Термін окупності капіталовкладень, років	2,9	

Економічна ефективність використання удосконаленого лущильника визначається за допомогою стандартної методики та включає оцінку економії затрат на одиницю площі. Згідно з результатами розрахунків, економія коштів від застосування модернізованого дискового лущильника для обробки стерні порівняно з базовою моделлю ЛДГ-15А складає 34,6 грн на гектар.

При цьому річний економічний ефект від використання удосконаленого агрегату складає 1848 грн/рік при обсязі робіт 30 гектарів. Це свідчить про значний потенціал для підвищення ефективності виробництва та зниження витрат на обробку грунту при застосуванні нових технологій та удосконалених технічних засобів.

ВИСНОВКИ

У рамках цього проекту було визначено оптимальний склад машинно-тракторного парку (МТП) для ефективного вирощування гречки, з урахуванням специфіки кліматичної зони. На основі проведених розрахунків розроблено операційну технологію лущення стерні та сформовано комплекс необхідних сільськогосподарських машин для виробництва цієї культури.

Для забезпечення високої якості лущення стерні були удосконалені робочі органи дискового лущильника. Крім того, були розроблені заходи з охорони праці, що гарантують безпечне виконання робіт по лущенню стерні, знижуючи ризики для операторів і підвищуючи ефективність роботи в цілому.

Запровадження удосконаленого технологічного процесу у виробництво дозволить отримати річний економічний ефект, який згідно з розрахунками складає 1848 грн на одну одиницю техніки. Термін окупності інвестицій в удосконалення становить 2,9 років, що робить цей проект економічно вигідним для аграріїв.

Застосування інтенсивної технології вирощування є найоптимальнішим варіантом для використання удосконалених методів вирощування гречки. У розробці технології враховані досягнення науки та передовий досвід господарств України, що забезпечує високий рівень ресурсозбереження та підвищення продуктивності праці. Водночас, нововведення дозволяють суттєво знизити собівартість виробництва, що робить цей підхід перспективним для сучасного сільського господарства.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Рослинництво: Підручник / О.І. Зінченко, В.Н. Салатенко, М.А. Білоножко. – К.: Аграрна освіта, 2011. – 591 с.

2. Сучасні технології АПК: Вирощування основних сільськогосподарських культур / Володимир Моргун, Віктор Швартау та ін. – К.: ТОВ «Видавничий дім «Імпрес-медіа»», 2010. – 144 с.

3. Технології вирощування зернових і технічних культур в умовах Лісостепу України / за ред.. П.Т. Саблука, Д.І. Мазоренка, Г.Є. Мазнєва. – 2-ге вид., доп. – К.: ННЦ ІАЕ, 2008. – 720 с.

4. Марченко В.І. Машиновикористання в землеробстві: навч. посіб. / В.І. Марченко, А.О. Яценко. – К.: Наук. Світ. 2006. – 372 с.

5. Головчук А.Ф. Машиновикористання та екологія довкілля: підручник / А.Ф. Головчук, А.С. Лімонт,; за ред. А.Ф. Головчука. –К.: Грамота, 2007. – 360 с.

6. Типові норми продуктивності машин і витрат палива на передпосівному обробітку грунту. – К.:НДІ «Украгропромпродуктивність», 2005. – 672 с.

7. Типові норми продуктивності машин і витрат палива на сівбі, садінні та догляді за посівами /В.В. Вітвіцький та інші – К.:НДІ «Украгропромпродуктивність», 2005. – 544 с.

8. Практикум з машиновикористання в рослинництві А.С.Лімонт, І.І.Мельник, А.С.Малиновський та ін. за ред. І.І.Мельника К. Кондор, 2004 – 282 с.

9. Войтюк Д.Г., Гаврилюк Г.Р. Сільськогосподарські машини: Підручник. 2-е вид. – К.: Каравела, 2008. – 552с.

10. Головчук А.Ф. Машини сільськогосподарські / А.Ф. Головчук, В.І Марченко, В.Ф. Орлов. – К.: Грамота, 2005. – 575 с.