МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ПОЛІСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерії та енергетики
Кафедра агроінженерії та технічного сервісу

Кваліфікаційна робота
на правах рукопису

Макаревич Владлен Леонідович

УДК 631.3:633.12:631.51

КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

Удосконалення комплексу машин для вирощування гречки з модернізацією лущильника стерні

208 “Агроінженерія”

Подається на здобуття освітнього ступеня бакалавр
кваліфікаційна робота містить результати власних досліджень. Використання ідей, результатів і текстів інших авторів мають посилання на відповідне джерело _____ Макаревич В.Л.

Керівник роботи
Борак К.В.
доктор технічних наук, професор

Житомир – 2026

АНОТАЦІЯ

Макаревич Владлен Леонідович. Удосконалення комплексу машин для вирощування гречки з модернізацією лущильника стерні. – *Кваліфікаційна робота на правах рукопису.*

Кваліфікаційна робота на здобуття освітнього ступеня бакалавр за спеціальністю 208 – Агроінженерія. – Поліський національний університет, Житомир, 2026.

Кваліфікаційна робота присвячена удосконаленню структури і складу комплексу машин для виробництва гречки з детальною розробкою технологічної операції лущення стерні. У роботі розглянуто значення гречки як цінної круп'яної культури та обґрунтовано актуальність підвищення ефективності її вирощування в умовах Житомирської області. Проаналізовано природно-кліматичні умови регіону, агротехнічні вимоги до культури та основні недоліки існуючих технологій виробництва гречки. Особливу увагу приділено післяжнивному обробітку ґрунту, зокрема операції лущення стерні, яка впливає на збереження вологи, зменшення забур'яненості та якість підготовки поля до наступних технологічних операцій. У роботі підібрано раціональний склад машинно-тракторного парку для вирощування гречки на площі 400 га. Розроблено технологічну карту виробництва гречки з урахуванням строків виконання робіт, складу агрегатів, продуктивності машин і потреби в ресурсах. Запропоновано конструктивне удосконалення дискового лущильника, спрямоване на підвищення якості обробітку ґрунту, стабілізацію глибини ходу робочих органів і зменшення експлуатаційних витрат. У розділі з охорони праці визначено основні небезпечні та шкідливі фактори під час виконання механізованих робіт і запропоновано заходи щодо безпечної експлуатації техніки. Проведене техніко-економічне обґрунтування підтвердило доцільність прийнятих проектних рішень та ефективність удосконалення технологічної операції лущення стерні.

Ключові слова: гречка, технологія вирощування, комплекс машин, машинно-тракторний агрегат, лущення стерні, дисковий лущильник.

ANNOTATION

Vladlen Leonidovich Makarevich. Improvements to the buckwheat cultivation machinery system, including the modernisation of the stubble thresher. *– Qualification work on the rights of the manuscript*.

Qualification work for obtaining a bachelor's degree in the specialty 208 – Agricultural Engineering. – Polissia National University, Zhytomyr, 2026.

This thesis is devoted to improving the structure and composition of the machinery complex for buckwheat production, with a detailed analysis of the stubble threshing process. The thesis examines the importance of buckwheat as a valuable cereal crop and justifies the need to improve the efficiency of its cultivation in the Zhytomyr region. The natural and climatic conditions of the region, the agrotechnical requirements for the crop, and the main shortcomings of existing buckwheat production technologies are analysed. Particular attention is paid to post-harvest soil cultivation, specifically the stubble ploughing operation, which influences moisture retention, weed control, and the quality of field preparation for subsequent technological operations. The study identifies an optimal fleet of machinery and tractors for growing buckwheat over an area of 400 ha. A production flowchart for buckwheat has been developed, taking into account work schedules, the composition of machinery units, machine productivity and resource requirements. A design improvement to the disc harrow is proposed, aimed at improving soil cultivation quality, stabilising the working depth of the working bodies and reducing operating costs. The section on occupational safety identifies the main hazardous and harmful factors during mechanised operations and proposes measures for the safe operation of machinery. The technical and economic justification carried out confirmed the feasibility of the design decisions taken and the effectiveness of the improvement to the stubble cultivation process.

Keywords: buckwheat, cultivation technology, machinery complex, machine-tractor unit, stubble cultivation, disc cultivator.

ЗМІСТ

ВСТУП……..……6
РОЗДІЛ 1. АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ГРЕЧКИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПЕРСПЕКТИВНИХ ШЛЯХІВ ЇЇ ВДОСКОНАЛЕННЯ ДЛЯ УМОВ ЖИТОМИРСЬКОЇ ОБЛАСТІ……..10
1.1. Значення гречки та актуальність удосконалення технології……..10
1.2. Природно-кліматичні умови Житомирської області та вимоги культури……11
1.3. Аналіз існуючої технології вирощування гречки……...…12
1.4. Значення лущення стерні у системі обробітку ґрунту……14
1.5. Оцінка структури машинного комплексу……..……..16
1.6. Перспективні шляхи вдосконалення технології……..16
Висновки по розділу……..28
РОЗДІЛ 2. ПРОЄКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ГРЕЧКИ ДЛЯ УМОВ ЖИТОМИРСЬКОЇ ОБЛАСТІ……...……..……19
2.1. Вихідні умови проєктування технології……..……19
2.2. Обґрунтування технологічної схеми вирощування гречки……..……..20
2.3. Підбір тракторів, сільськогосподарських машин і комбайна……22
2.4. Розрахунок потреби в основних матеріальних ресурсах…….....…..23
2.5. Проєктування технологічної операції лущення стерні……...…24
2.6. Розрахунок продуктивності агрегатів і строків виконання робіт……..26
2.7. Оцінка спроєктованої технології та організація виконання робіт…….....28
РОЗДІЛ 3. КОНСТРУКТИВНЕ УДОСКОНАЛЕННЯ ДИСКОВОГО ЛУЩИЛЬНИКА……...…….30
3.1 Опис конструктивного удосконалення……..30
3.2 Розрахунок підшипників на довговічність……32
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ……...…….….36
4.1 Загальні положення з охорони праці під час виробництва гречки……..36
4.2 Небезпечні та шкідливі фактори технологічного процесу…….……...…..37

4.3 Вимоги безпеки до тракторів і сільськогосподарських машин……..……38
4.4 Безпечне виконання лущення стерні……...…..…….39
4.5 Безпека під час сівби, догляду за посівами та збирання гречки…..…..….41
4.6 Навчання працівників і організація безпечної роботи……..…….42
4.7 Засоби індивідуального захисту і санітарно-гігієнічні вимоги……..42
4.8 Пожежна безпека та дії в аварійних ситуаціях……...……..43
4.9 Заходи щодо підвищення рівня безпеки проєктованої технології…….…44
Висновки по розділу……...…45
РОЗДІЛ 5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ……..47
5.1. Мета і методика техніко-економічного обґрунтування…….……47
5.2. Техніко-економічна характеристика запропонованого комплексу машин…….49
5.3. Розрахунок витрат на паливо, мастильні матеріали та оплату праці……51
5.4. Витрати на матеріальні ресурси і післязбиральну доробку зерна…….52
5.5. Калькуляція собівартості виробництва гречки……54
5.6. Розрахунок прибутку, рентабельності та окупності проектних рішень...55
5.7. Економічне значення удосконалення операції лущення стерні……..…57
5.8. Оцінка чутливості результатів і виробничих ризиків……...…..…58
Висновки по розділу…….…60
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ……...…….62
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ……...……..64

ВСТУП

Актуальність теми дослідження. Сільське господарство України є однією з провідних галузей національної економіки, яка забезпечує населення продовольством, переробну промисловість – сировиною, а державу – важливою часткою експортного потенціалу. У сучасних умовах особливого значення набуває виробництво круп'яних культур, серед яких гречка займає важливе місце завдяки високій харчовій цінності, дієтичним властивостям і стабільному попиту на внутрішньому ринку. Гречка є цінною культурою не лише з продовольчого, а й з агротехнічного погляду, оскільки вона здатна пригнічувати бур'яни, поліпшувати фітосанітарний стан поля та бути добрим попередником для багатьох сільськогосподарських культур.

Вирощування гречки в умовах Житомирської області має значні перспективи, оскільки природно-кліматичні умови регіону загалом відповідають біологічним вимогам цієї культури. Помірний температурний режим, достатня кількість опадів і наявність значних площ орних земель створюють передумови для отримання стабільних урожаїв. Водночас виробництво гречки часто стримується низкою чинників: нестабільністю погодних умов, недостатньою якістю обробітку ґрунту, порушенням строків виконання технологічних операцій, застарілим складом машинно-тракторного парку, підвищеною забур'яненістю полів і недостатнім рівнем механізації окремих процесів.

Однією з важливих технологічних операцій у системі вирощування гречки є лущення стерні. Його виконують після збирання попередника з метою подрібнення та часткового загортання післяжнивних решток, збереження вологи, провокування проростання насіння бур'янів і падалиці, а також підготовки поля до наступних операцій основного обробітку ґрунту.

В ід якості лущення стерні значною мірою залежить подальший стан поля, ефективність боротьби з бур'янами, рівномірність передпосівного обробітку та формування оптимального посівного ложа для гречки.

У багатьох господарствах операція лущення стерні виконується машинами, які не завжди забезпечують належну якість обробітку, особливо за умов підвищеної твердості ґрунту, значної кількості рослинних решток або нерівномірного рельєфу поля. Це призводить до збільшення витрат палива, повторного виконання окремих операцій, зростання собівартості продукції та зниження ефективності використання техніки. Тому удосконалення структури і складу комплексу машин для виробництва гречки, а також детальна розробка технологічної операції лущення стерні є актуальним завданням для сучасного аграрного виробництва.

Актуальність теми кваліфікаційної роботи полягає в необхідності підвищення ефективності виробництва гречки шляхом раціонального підбору машинно-тракторних агрегатів, удосконалення технології обробітку ґрунту та поліпшення якості виконання лущення стерні в умовах Житомирської області. Застосування обґрунтованого комплексу машин дає змогу скоротити витрати праці й палива, забезпечити своєчасне виконання польових робіт, підвищити продуктивність агрегатів і створити сприятливі умови для росту та розвитку рослин гречки.

Метою кваліфікаційної роботи є удосконалення структури і складу комплексу машин для виробництва гречки з детальною розробкою технологічної операції лущення стерні, спрямоване на підвищення якості обробітку ґрунту, зменшення виробничих витрат і підвищення економічної ефективності вирощування культури.

Для досягнення поставленої мети в роботі необхідно вирішити такі завдання:

– проаналізувати сучасний стан і особливості технології вирощування гречки в умовах Житомирської області;

– визначити основні недоліки наявної технології виробництва гречки та перспективні напрями її вдосконалення;

– обґрунтувати склад машинно-тракторного парку для виконання основних технологічних операцій;

– розробити технологічну карту вирощування гречки на площі 400 га;

– детально розглянути технологічну операцію лущення стерні та визначити її значення в загальній системі обробітку ґрунту;

– запропонувати конструктивне удосконалення дискового лущильника для підвищення якості виконання післяжнивного обробітку;

– розглянути вимоги охорони праці під час виконання механізованих робіт у технології вирощування гречки;

– провести техніко-економічне обґрунтування прийнятих проектних рішень.

Об’єктом дослідження є технологічний процес виробництва гречки в умовах Житомирської області.

Предметом дослідження є структура і склад комплексу машин для вирощування гречки та технологічна операція лущення стерні.

Методи дослідження використані в роботі ґрунтуються на аналізі агротехнічних вимог до вирощування гречки, порівнянні технологічних операцій, розрахунку продуктивності машинно-тракторних агрегатів, визначенні потреби в техніці, оцінюванні експлуатаційних показників машин і техніко-економічному обґрунтуванні проектних рішень. Також використано методи узагальнення виробничого досвіду та аналізу науково-технічної літератури з питань механізації вирощування сільськогосподарських культур.

Перелік публікацій за темою роботи:

1. Борак К.В., Макаревич В.Л., Кравчук М.Р., Вікарчук В.О. Перспективи застосування розробок військового походження в агроінженерії. VI Міжнародна науково-практична конференція молодих учених «Технічне забезпечення інноваційних технологій в агропромисловому комплексі». Запоріжжя: ТДАТУ. URL: https://www.tsatu.edu.ua/tstt/wp-content/uploads/sites/6/borak_26.pdf (дата звернення 02.06.2026).

2. Савченко В.М., Макаревич В.Л., Хоменко С.М. Оптимізація строків сівби та норм висіву гречки як складових технологічного процесу. Збірник тез XII Міжнародної науково-практичної конференції «Перспективи

і тенденції розвитку конструкцій та технічного сервісу сільськогосподарських машин і знарядь». 29 квітня 2026 року. Житомир. Видавничий центр ЖАТФК. 2026. С. 176-180.

Практичне значення одержаних результатів. Практичне значення роботи полягає в тому, що запропонована технологія вирощування гречки та підібраний комплекс машин можуть бути використані в сільськогосподарських підприємствах Житомирської області для підвищення ефективності виробництва культури. Удосконалення операції лущення стерні дає змогу поліпшити якість післяжнивного обробітку ґрунту, зменшити забур'яненість, зберегти вологу, підвищити продуктивність агрегату та знизити витрати на виконання польових робіт.

Структура та обсяг роботи. Кваліфікаційна робота складається з вступу, трьох розділів, висновків, списку використаних джерел з 29 найменувань. Загальний обсяг роботи становить 66 сторінок комп'ютерного тексту, містить 3 рисунки, 15 таблиць та 1 додаток.

РОЗДІЛ 1
АНАЛІЗ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ГРЕЧКИ ТА ВИЗНАЧЕННЯ ПЕРСПЕКТИВНИХ ШЛЯХІВ ЇЇ ВДОСКОНАЛЕННЯ ДЛЯ УМОВ ЖИТОМИРСЬКОЇ ОБЛАСТІ

1.1. Значення гречки та актуальність удосконалення технології

Гречка є традиційною для України круп'яною культурою, яка поєднує продовольче, агротехнічне та екологічне значення. Її зерно використовують для виробництва крупи, борошна і дієтичних продуктів, а посіви є важливим джерелом нектару для бджільництва. Культура має порівняно короткий вегетаційний період, тому може гнучко розміщуватися у сівозмінах, використовуватися після ранніх попередників і частково компенсувати втрати площ у разі пересіву. Для господарств Житомирщини це важливо, оскільки область має строкаті ґрунти, різні за вологозабезпеченням райони та потребу у стабільних нішевих культурах.

За даними Житомирської обласної військової адміністрації, у 2025 році гречку в області зібрали з площі 12,3 тис. га, намолотили 14,9 тис. т, а середня урожайність становила 12,1 ц/га [1]. У 2024 році валовий збір гречки становив 16,5 тис. т за середньої урожайності 10,6 ц/га [2]. Такі показники підтверджують, що культура зберігає виробниче значення, але має значний резерв підвищення продуктивності. Реалізувати цей резерв можна завдяки своєчасному обробітку ґрунту, точнішому добору машин, удосконаленню сівби, контролю забур'яненості та зменшенню втрат під час збирання.

Актуальність удосконалення структури і складу комплексу машин пояснюється тим, що гречка дуже чутлива до якості початкової підготовки поля. Повільний ріст у перші фази розвитку робить її неконкурентоспроможною щодо бур'янів, а недостатнє збереження вологи у верхньому шарі ґрунту погіршує появу дружних сходів. Тому механізована технологія повинна забезпечувати не просто виконання окремих операцій, а їх узгодженість за строками, глибиною, якістю та енерговитратами. Особливе

місце у цій системі займає лущення стерні, яке формує вихідні умови для основного і передпосівного обробітку під гречку.

1.2. Природно-кліматичні умови Житомирської області та вимоги культури

Житомирська область розміщена у межах Полісся і Лісостепу, тому умови вирощування гречки в різних частинах області помітно відрізняються. На півночі переважають дерново-підзолисті, супіщані та піщані ґрунти з нижчою природною родючістю, підвищеною кислотністю і швидким пересиханням верхнього шару. У південних районах поширені сірі лісові ґрунти та опідзолені чорноземи, які краще забезпечені поживними речовинами, але можуть ущільнюватися за невчасного проходу важкої техніки. Через це технологія не може бути однаковою для всіх господарств: глибина обробітку, тип знаряддя і кількість проходів мають добиратися з урахуванням механічного складу ґрунту.

Клімат області загалом сприятливий для вирощування гречки, проте останні роки характеризуються різкими коливаннями погодних умов. Весняна посівна кампанія 2025 року проходила за аномально високих температур у березні, заморозків у квітні, низьких запасів вологи після зими і подальших затяжних дощів [3]. Такі умови підтверджують необхідність гнучкого планування технології. Господарство повинно мати достатньо продуктивний комплекс машин, щоб швидко виконати обробіток і сівбу у короткий сприятливий період, не допускаючи пересушування або переущільнення ґрунту.

Гречка належить до теплолюбних культур. Її доцільно висівати після прогрівання посівного шару та зникнення загрози пізніх приморозків. Для Житомирської області це найчастіше друга половина травня або початок червня, хоча конкретні строки залежать від температури, вологості ґрунту і прогнозу погоди. Надто рання сівба може призвести до пошкодження сходів холодом, а запізнення скорочує період наливу зерна. Культура потребує

вирівняного посівного ложа, достатнього запасу вологи, доброї аерації та відсутності щільної кірки.

Коренева система гречки здатна засвоювати поживні речовини з важкодоступних сполук, однак вона не компенсує низьку якість обробітку ґрунту. На ущільнених ділянках корені розвиваються слабше, рослини гірше використовують вологу і швидше пригнічуються бур'янами. У період бутонізації, цвітіння і наливу зерна гречка особливо потребує вологи та сприятливого температурного режиму. Через розтягнуте цвітіння і нерівномірне достигання важливо сформувати рівномірний стеблостій, адже неоднорідні посіви збільшують втрати під час збирання.

1.3. Аналіз існуючої технології вирощування гречки

У сівозміні гречку розміщують після культур, які рано звільняють поле, залишають його відносно чистим від бур'янів і не висушують ґрунт. Для Полісся рекомендованими попередниками є картопля, озимі зернові, льон-довгунець і багаторічні трави, а для Лісостепу - цукрові буряки, кукурудза, озима пшениця та горох [5]. У Житомирській області практичними попередниками можуть бути озима пшениця, жито, овес, картопля, кукурудза, багаторічні трави. Від попередника залежить кількість решток, рівень забур'яненості, потреба в лущенні і вибір основного обробітку.

Після стерньових попередників технологія повинна починатися з негайного лущення стерні. Його завдання - розпушити верхній шар, перервати капілярне випаровування, подрібнити рештки, загорнути частину насіння бур'янів і спровокувати їх проростання. Після появи сходів бур'янів виконують наступний обробіток: зяблеву оранку, глибоке розпушування або поверхнево-мульчувальну операцію залежно від ґрунтових умов і системи землеробства. Для гречки головним є поєднання збереження вологи з очищенням поля, тому запізнення першого післяжнивного обробітку істотно погіршує результат усієї технології.

Весняна підготовка поля має бути мінімальною за кількістю проходів, але якісною за результатом. Спочатку проводять боронування або закриття вологи, потім одну чи кілька культивацій для вирівнювання поверхні і знищення проростків бур’янів. Передпосівна культивація повинна виконуватися на глибину загортання насіння, щоб утворити щільне насіннєве ложе і розпушений верхній шар. За пересушеного ґрунту доцільне коткування, але на вологих суглинках його слід застосовувати обережно, щоб не утворити кірку.

Сівбу гречки виконують звичайним рядковим або широкорядним способом. Звичайний рядковий спосіб доцільний на чистих полях із достатнім запасом вологи, оскільки швидше змикання рядків допомагає пригнічувати бур’яни. Широкорядний спосіб ефективний на забур’янених площах, де планують міжрядний обробіток. Норма висіву залежить від сорту, способу сівби, маси тисячі насінин, схожості, вологості ґрунту і прогнозованого рівня догляду. Надмірно зріджені посіви слабко конкурують із бур’янами, а загущені можуть вилягати і нерівномірно достигати.

Система удобрення має бути помірною. Надлишок азоту сприяє надмірному росту вегетативної маси, затягуванню достигання і ризику вилягання. Основну увагу потрібно приділяти фосфорно-калійному живленню, використанню післядії органічних добрив і корекції кислотності ґрунту. На дерново-підзолистих ґрунтах Полісся доцільно враховувати нижчу буферність, підвищену кислотність і можливий дефіцит рухомих форм поживних речовин. Тому удобрення варто визначати за результатами агрохімічного обстеження конкретного поля.

Догляд за посівами включає руйнування ґрунтової кірки, механічний контроль бур’янів, міжрядну культивацію за широкорядного способу та організацію запилення. У фазі цвітіння важливо уникати операцій, які можуть пошкоджувати рослини або негативно впливати на бджіл. Збирання ускладнюється нерівномірним достиганням зерна, тому його починають тоді, коли основна маса зернівок достигла, а втрати від осипання ще не є

критичними. Залежно від стану посіву застосовують пряме або роздільне комбайнування з обов'язковим регулюванням молотильного апарата для зменшення травмування зерна.

Таблиця 1.1 – Узагальнена технологічна схема вирощування гречки для умов Житомирської області

Операція	Призначення	Орієнтовні параметри	Машини
Лущення стерні	Збереження вологи, провокація бур'янів, подрібнення решток	4-10 см, одразу після збирання попередника	Дискові лущильники, короткі дискові борони
Основний обробіток	Розпушення орного шару, загортання решток	18-25 см залежно від ґрунту	Плуги, чизелі, комбіновані агрегати
Весняне боронування	Закриття вологи, вирівнювання поверхні	За фізичної стиглості ґрунту	Зубові, пружинні борони
Передпосівна культивація	Насіннєве ложе, знищення бур'янів	4-6 см	Культиватори суцільного обробітку
Сівба	Рівномірне розміщення насіння	Рядковий або широкорядний спосіб	Зернові або просапні сівалки
Догляд	Контроль бур'янів і кірки	Боронування, міжрядний обробіток	Борони, культиватори, котки
Збирання	Зменшення втрат і травмування	За достигання основної маси зерна	Комбайни, валкові жатки, підбирачі

1.4. Значення лущення стерні у системі обробітку ґрунту

Лущення стерні є першою і однією з найвідповідальніших операцій післязбирального обробітку. Воно розпушує верхній шар ґрунту, підрізає бур'яни, перемішує рослинні рештки із землею та створює мульчувальний шар, який зменшує випаровування вологи. Для гречки це особливо важливо, оскільки дружність сходів залежить від вологості посівного шару і рівномірності підготовки поля. Якщо лущення затримується, верхній шар пересихає, ущільнюється, гірше кришиться під час наступних операцій і потребує більших витрат енергії.

За даними джерел із механізації обробітку ґрунту, затримка лущення стерні може спричиняти втрати продуктивної вологи, а своєчасне виконання операції покращує наступний основний обробіток і зменшує питомий опір ґрунтообробних знарядь [6]. На легких ґрунтах Полісся це дає змогу зберегти вологу після збирання попередника. На важчих ґрунтах південної частини

області лущення сприяє кращому кришінню, зменшує брилуватість і полегшує вирівнювання поля перед сівбою.

Глибина лущення залежить від типу забур’яненості та стану поля. За переважання однорічних бур’янів доцільне мілке дискування на 6-8 см, яке провокує проростання насіння у верхньому шарі. За наявності кореневищних бур’янів застосовують глибше або повторне лущення, інколи у перехресних напрямах. За коренепаросткової забур’яненості ефективнішим може бути поєднання дискового і лемішного або плоскорізного обробітку. Отже, режим роботи агрегату повинен змінюватися залежно від агрофону, а не встановлюватися однаково для всіх полів.

Якість лущення оцінюють за рівномірністю глибини, повнотою підрізання бур’янів, подрібненням і розподілом решток, відсутністю огріхів та надмірної гребенистості. Для поверхневого обробітку в агротехнічних вимогах зазначають робочу глибину 4-10 см, допустиме відхилення глибини близько 2 см і гребенистість поверхні не більше 4 см [7]. Для подальшої сівби гречки важливо, щоб після проходу агрегату не залишалися необроблені смуги, високі гребені або валки соломи, які призводять до нерівномірної глибини загортання насіння.

Традиційні дискові лущильники забезпечують значну ширину захвату, але потребують правильного регулювання кута атаки, справності підшипникових вузлів і стабільного заглиблення. Сучасні короткі дискові борони з індивідуальним кріпленням дисків краще копіюють рельєф, менше забиваються рештками і можуть комплектуватися котками. Перспективне удосконалення агрегату для лущення стерні повинно забезпечити рівномірний хід дисків, якісне перемішування решток, роботу на мілкій глибині без пропусків і достатню продуктивність для виконання операції у стислий строк.

1.5. Оцінка структури машинного комплексу

Комплекс машин для виробництва гречки повинен відповідати послідовності технологічних операцій і площі посіву. До нього входять трактори відповідних тягових класів, дискові або комбіновані знаряддя для післязбирального обробітку, плуги чи глибокорозпушувачі, культиватори суцільного обробітку, сівалки, котки, борони, міжрядні культиватори та зернозбиральні комбайни. Ефективність комплексу залежить не лише від кількості машин, а й від їх змінної продуктивності, технічного стану, можливості швидкого переналагодження та відповідності ґрунтовим умовам.

Для Житомирщини важливо враховувати різноманіття полів за площею, рельєфом, вологістю і механічним складом ґрунту. Надто важкі агрегати на перезволожених ділянках можуть спричиняти переущільнення, а надто легкі не забезпечують стабільної глибини на щільних суглинках. Тому доцільними є універсальні агрегати з регулюванням робочих органів, котками і можливістю поєднання кількох функцій за один прохід. Це зменшує витрати пального, скорочує строки робіт і краще зберігає структуру ґрунту.

Найбільш напруженими періодами технології є післяжнивний обробіток, передпосівна підготовка, сівба і збирання. Якщо лущення стерні не виконане відразу після збирання попередника, втрачається волога і погіршується якість наступних операцій. Якщо сівба затягується, посів може потрапити у несприятливі умови. Якщо не підготовлені комбайни, зростають втрати від осипання. Тому оптимізацію комплексу машин слід починати з визначення продуктивності агрегатів у критичні строки, а центральним елементом удосконалення вважати агрегат для лущення стерні.

1.6. Перспективні шляхи вдосконалення технології

Перспективи вдосконалення технології вирощування гречки в області пов’язані з агротехнічним, ґрунтозахисним, машинно-технологічним та організаційним напрямами. У регіональному плані гречка розглядається як

одна з нішевих культур, для яких в області є сприятливі умови; план заходів із реалізації стратегії розвитку Житомирської області передбачає збільшення виробництва жита, гречки та картоплі [4]. Це підтверджує доцільність пошуку технологічних рішень, які забезпечують стабільну врожайність без надмірного збільшення витрат.

Агротехнічне вдосконалення має передбачати правильний добір попередника, своєчасне лущення стерні, диференційований основний обробіток, якісне насіннєве ложе, збалансоване удобрення і механічний контроль бур'янів. На дерново-підзолистих ґрунтах потрібно враховувати кислотність, низький вміст гумусу та швидке пересихання верхнього шару. На важчих ґрунтах важливо не проводити обробіток за надмірної вологості і не допускати ущільнення. За такого підходу технологія стає не шаблонною, а адаптованою до конкретного поля.

Ґрунтозахисний напрям полягає у скороченні непотрібних проходів і збереженні рослинних решток як мульчі. Це особливо актуально на легких ґрунтах Полісся, де надмірне розпушування підвищує втрати вологи. Перспективними є комбіновані агрегати, які одночасно розпушують, подрібнюють рештки, вирівнюють поверхню і прикочують оброблений шар. На схилових землях доцільно працювати впоперек схилу, зберігати частину решток на поверхні та уникати операцій, що підвищують ризик ерозії.

Машинно-технологічне вдосконалення передбачає застосування агрегатів з точним регулюванням глибини, стабільною роботою на різних агрофонах і достатньою продуктивністю. Для лущення стерні перспективним є дисковий агрегат із регульованим кутом атаки, надійним заглибленням, захистом робочих органів, котком і можливістю якісної роботи на 4-10 см. Використання навігаційних систем, контроль перекриттів і правильне комплектування агрегату з трактором зменшують витрати пального та кількість огріхів.

Організаційні заходи включають розроблення технологічної карти, підготовку техніки до сезону, перевірку робочих органів, забезпечення

запасними частинами і навчання механізаторів. Навіть якісна машина не дасть належного результату без правильного регулювання. Для дискового лущильника необхідно контролювати кут атаки, стан дисків, роботу підшипників, рівномірність глибини і відсутність забивання рештками. Для сівалки - норму висіву, рівномірність подачі насіння та глибину загортання. Для комбайна - режими молотіння і очищення, щоб зменшити втрати та травмування зерна.

Отже, перспективна технологія вирощування гречки для умов Житомирської області повинна поєднувати збереження вологи, контроль бур'янів, мінімізацію зайвих проходів і високу якість ключових операцій. Центральною операцією у запропонованій роботі є лущення стерні, оскільки воно впливає на вологозабезпечення, фітосанітарний стан поля, енергоємність наступного обробітку і рівномірність майбутньої сівби. Саме тому подальша детальна розробка цієї операції є обґрунтованою частиною удосконалення комплексу машин.

Висновки по розділу

Аналіз показує, що гречка є перспективною нішевою культурою для Житомирської області, а природно-кліматичні умови регіону загалом дають можливість отримувати стабільні врожаї. Основні обмеження пов'язані із забур'яненістю, нерівномірним збереженням вологи, строкатістю ґрунтів, ризиком весняних приморозків, недостатньою якістю підготовки посівного шару і втратами під час збирання. Удосконалення структури і складу комплексу машин має бути спрямоване на своєчасне виконання критичних операцій, насамперед лущення стерні. Саме ця операція створює основу для збереження вологи, провокації проростання бур'янів, подрібнення решток і полегшення наступного обробітку. Перспективний агрегат для лущення повинен забезпечувати рівномірну глибину, якісне перемішування решток, стабільний хід робочих органів і достатню продуктивність у стислий післяжнивний період.

РОЗДІЛ 2
ПРОЄКТУВАННЯ ТЕХНОЛОГІЇ ВИРОЩУВАННЯ ГРЕЧКИ ДЛЯ УМОВ ЖИТОМИРСЬКОЇ ОБЛАСТІ

2.1. Вихідні умови проєктування технології

Проєктування технології вирощування гречки для господарства Житомирської області доцільно виконувати з урахуванням природно-кліматичних особливостей Полісся і перехідної зони Лісостепу. Для цієї території характерні достатні запаси вологи у весняний період, помірні температури, строкатість ґрунтового покриву та підвищена ймовірність ущільнення орного шару після проходу важких агрегатів. Гречка належить до культур, які добре реагують на якісну підготовку ґрунту, вирівняність посівного ложа, своєчасне знищення бур’янів і збереження продуктивної вологи. Тому структура комплексу машин повинна забезпечувати не лише виконання окремих операцій, а й узгодженість усієї технологічної схеми за строками, продуктивністю та енерговитратами.

Основною метою розділу є розроблення такої технології вирощування гречки, яка відповідає площі посіву 400 га, забезпечує своєчасне проведення польових робіт і створює передумови для стабільного врожаю. За розрахункову врожайність у проєкті прийнято 1,7 т/га, що дає можливий валовий збір зерна 680 т. Такий рівень урожайності є реалістичним для виробничих умов за умови правильного вибору попередника, дотримання строків сівби, якісного лущення стерні, раціонального удобрення і мінімізації втрат під час збирання.

Вихідні параметри технології наведено з урахуванням того, що господарство має можливість використовувати як власну техніку середнього тягового класу, так і тимчасово залучати додаткові збиральні агрегати у напружений період.

Гречка є культурою короткого вегетаційного періоду, проте вона дуже чутлива до конкуренції бур’янів у початкові фази розвитку. У зв’язку з цим

підготовка поля має починатися відразу після збирання попередника. Найбільш прийнятними попередниками для умов області є озима пшениця, жито, ячмінь, зернобобові культури, картопля та кукурудза на силос, після яких залишається порівняно чисте поле і є достатній проміжок часу для зяблевої підготовки. У проєкті за базовий варіант прийнято розміщення гречки після зернових колосових культур, що робить технологічну операцію лущення стерні ключовою для формування майбутньої системи обробітку ґрунту.

2.2. Обґрунтування технологічної схеми вирощування гречки

Технологічна схема вирощування гречки в проєкті побудована за класичним для зони Полісся принципом: післяжнивне лущення стерні, зяблевий або напівпаровий основний обробіток, ранньовесняне закриття вологи, передпосівне вирівнювання і розпушування посівного шару, сівба кондиційним насінням, коткування, догляд за посівами та збирання з мінімальними втратами. Кожна операція має бути не ізольованою дією, а елементом єдиного технологічного процесу. Особливе значення має перша операція після збирання попередника, оскільки вона визначає інтенсивність проростання падалиці, збереження вологи, зменшення випаровування та якість подальших обробітків.

Лущення стерні доцільно виконувати дисковим лущильником на глибину 6-8 см відразу після збирання колосового попередника. Робочі органи дискового лущильника підрізають стерню, частково перемішують рослинні рештки з верхнім шаром ґрунту, руйнують капіляри і стимулюють проростання насіння бур’янів. Для умов Житомирської області, де часто спостерігається післяжнивна хвиля бур’янів і падалиці зернових, це дає можливість перенести частину забур’яненості з посіву гречки на осінній період і знищити її повторним обробітком. Саме тому операція лущення стерні в даній кваліфікаційній роботі розглядається як одна з основних для детальної розробки.

Після появи сходів падалиці і бур’янів виконується повторне дискування або культивація на глибину 10-12 см. Ця операція покращує фітосанітарний стан поля, вирівнює поверхню і створює передумови для якісного основного обробітку. У разі достатнього зволоження та наявності ущільненого підорного шару доцільно застосовувати чизельний або глибокорозпушувальний обробіток на 20-22 см. Такий підхід зменшує ризик утворення плужної підошви, поліпшує водопроникність ґрунту і зберігає частину рослинних решток у верхньому горизонті. Якщо поле сильно забур’янене багаторічними бур’янами, основний обробіток може бути виконаний оранкою, однак для ресурсозбережної схеми перевага надається безполицевому розпушуванню.

Для проєктованої технології прийнято звичайний рядковий спосіб сівби з міжряддям 15 см, що забезпечує швидке змикання рядків і підвищує конкурентну здатність посіву проти бур’янів. Норма висіву приймається 90 кг/га кондиційного насіння, тобто для площі 400 га необхідно приблизно 36 т насіння з урахуванням страхового запасу. Перед сівбою насіння має бути очищене, відкаліброване та протруєне дозволеним препаратом відповідно до фітосанітарного стану. Після сівби передбачається коткування кільчасто-шпоровими котками, яке покращує контакт насіння з ґрунтом, вирівнює поверхню поля і полегшує наступні операції догляду та збирання.

Система удобрення проєктується помірною, оскільки надмірне внесення азоту для гречки є небажаним: воно може спричинити надмірний розвиток вегетативної маси, затягування цвітіння і нерівномірне достигання. Основу живлення повинні становити фосфорно-калійні добрива, які сприяють розвитку кореневої системи, підвищують стійкість рослин і покращують формування генеративних органів. У проєкті прийнято орієнтовну систему N30P40K40 з коригуванням за агрохімічним аналізом ґрунту. На кислих ґрунтах Полісся важливим резервом підвищення ефективності технології є підтримання оптимальної реакції ґрунтового

розчину, оскільки гречка краще розвивається на слабокислих і близьких до нейтральних ґрунтах.

2.3. Підбір тракторів, сільськогосподарських машин і комбайна

Підбір машинно-тракторного парку виконано з урахуванням площі 400 га, агротехнічних строків, тягового опору робочих машин і необхідності зменшення кількості проходів по полю. Для важких і широкозахватних операцій обрано трактори тягового класу 3-4, які здатні працювати з дисковими лущильниками, глибокорозпушувачами та посівними агрегатами. Для транспортних, обприскувальних, допоміжних і легких польових операцій доцільно використовувати універсально-просапні трактори класу 1,4. Такий поділ дає змогу раціонально завантажити техніку, не витрачати потужні трактори на малонавантажені роботи та одночасно зберегти достатню продуктивність у напружені періоди.

Для виконання основних енергоємних робіт у проєкті прийнято трактор ХТЗ-17221 або аналогічний колісний трактор потужністю близько 170-180 к. с. Він агрегатується з дисковим лущильником ЛДГ-15А, важкою дисковою бороною або глибокорозпушувачем. Для сівби та частини культиваційних робіт передбачено трактор МТЗ-1221.2, який має достатній запас потужності для роботи з широкозахватною зчіпкою посівних машин. Для обприскування, коткування, транспортування насіння, добрив і зерна прийнято трактор МТЗ-82.1. Така структура є доступною для більшості господарств області й одночасно забезпечує технологічну гнучкість.

Зернозбиральний комбайн для гречки має забезпечувати низьке травмування зерна, якісне очищення вороху і можливість роботи з валками або прямою жаткою. У проєкті прийнято комбайн CLAAS TUCANO 430 з жаткою 5,4 м та підбирачем валків або аналогічний комбайн середнього класу. Для площі 400 га у період збирання доцільно використовувати два комбайнові агрегати одного типу: один власний і один залучений за договором на піковий період. Це дозволяє завершити збирання в оптимальні

строки, зменшити втрати від осипання і скоротити період перебування достиглих рослин у полі.

Таблиця 2.1 – Обґрунтований склад машинно-тракторного парку для вирощування гречки на площі 400 га.

Операція	Енергетичний засіб	Сільськогосподарська машина	Ширина захвату, м	Робоча швидкість, км/год	Кількість, од.
Лущення стерні	ХТЗ-17221	ЛДГ-15А	15,0	8-10	1
Повторне дискування	ХТЗ-17221	АГД-4,5 або БДВП-6,3	4,5-6,3	8-10	1
Основний безполицевий обробіток	ХТЗ-17221	ПЧ-4,5 або чизельний агрегат	4,5	6-8	1
Внесення мінеральних добрив	МТЗ-1221.2	МВУ-8	8,0-12,0	8-12	1
Ранньовесняне боронування	МТЗ-1221.2	СГ-21 + БЗСС-1,0	18-21	8-10	1
Передпосівна культивація	МТЗ-1221.2	АКШ-7,2 або КПС-8	7,2-8,0	7-9	1
Сівба гречки	ХТЗ-17221	СП-11 + 2 сівалки СЗ-5,4	10,8	7-8	1 комплект
Коткування посіву	МТЗ-82.1	КЗК-6 або ЗККШ-6А	6,0	8-10	1
Обприскування посівів	МТЗ-82.1	ОП-2000-2	18-21	8-12	1
Скошування у валки	МТЗ-82.1	ЖВН-6А	6,0	6-8	1
Підбирання та обмолот валків	Самохідний комбайн	CLAAS TUCANO 430 з підбирачем	5,4	4-6	2 у період збирання
Перевезення зерна	МТЗ-82.1	2ПТС-6 або НТС-10	–	–	2

2.4. Розрахунок потреби в основних матеріальних ресурсах

Планування ресурсів виконано для площі 400 га. За прийнятої норми висіву 90 кг/га потреба в насінні становить 36 т. З урахуванням страхового запасу 3-5 % господарству необхідно підготувати близько 37-38 т кондиційного насіннєвого матеріалу. Насіння повинно мати високу енергію проростання, бути очищеним від домішок і відкаліброваним, оскільки

нерівномірне за розміром насіння ускладнює налаштування висівного апарата та призводить до неоднакової глибини загортання.

Потреба в мінеральних добривах визначається за запланованою системою живлення та результатами агрохімічного обстеження поля. У проєктних розрахунках прийнято внесення основної норми фосфорно-калійного добрива під основний або передпосівний обробіток і помірної дози азоту перед сівбою. Орієнтовна фізична маса комплексних добрив становить 180-220 кг/га, тобто для 400 га потрібно 72-88 т добрив. Точна норма уточнюється залежно від вмісту рухомого фосфору, обмінного калію, кислотності ґрунту та запланованого рівня врожайності.

Таблиця 2.2 – Вихідні проєктні показники технології вирощування гречки.

Показник	Прийняте значення	Пояснення
Площа посіву	400 га	Розрахункова площа для технологічної карти
Попередник	зернові колосові	Поле звільняється рано і придатне для лущення стерні
Запланована врожайність	1,7 т/га	Виробничий рівень за дотримання технології
Валовий збір зерна	680 т	400 га × 1,7 т/га
Спосіб сівби	звичайний рядковий, 15 см	Забезпечує швидке змикання рядків
Норма висіву	90 кг/га	Потреба насіння – близько 36 т
Глибина сівби	3-5 см	Залежить від вологості та механічного складу ґрунту
Основна операція детальної розробки	лущення стерні	Виконується одразу після збирання попередника
Тривалість робочої зміни	10 год	Використовується для розрахунку строків робіт

2.5. Проєктування технологічної операції лущення стерні

Операція лущення стерні є початковою і найбільш відповідальною ланкою післяжнивного обробітку ґрунту. Її призначення полягає у підрізанні стерні та кореневих шийок бур’янів, частковому загортанні рослинних решток, провокуванні проростання падалиці, зменшенні втрат вологи і створенні сприятливих умов для наступного основного обробітку. Для гречки ця операція має особливе значення, оскільки культура на початку вегетації

росте повільніше, ніж багато однорічних бур’янів, і потребує максимально чистого поля до моменту сівби.

Для виконання лущення стерні прийнято агрегат у складі трактора ХТЗ-17221 та дискового лущильника ЛДГ-15А. Ширина захвату лущильника 15 м дає змогу швидко обробити велику площу та виконати операцію в оптимальні строки. Робоча швидкість приймається 8-10 км/год, глибина обробітку – 6-8 см. Кут атаки дисків встановлюється залежно від вологості ґрунту і кількості рослинних решток: на сухому та ущільненому ґрунті його збільшують, а на легких ґрунтах або за невеликої кількості стерні – зменшують для запобігання надмірному розпиленню.

Розрахункова продуктивність агрегату для лущення стерні приймається 9,0 га/год. За площі 400 га загальна потреба часу становить 44,4 агрегато-години. За 10-годинної зміни один агрегат може виконати роботу приблизно за 5 робочих днів з урахуванням часу на переїзди, розвороти, регулювання та технічне обслуговування. Такий строк відповідає агротехнічним вимогам, оскільки післяжнивне лущення повинно проводитися без тривалого розриву після збирання попередника.

Удосконалення операції лущення стерні у межах кваліфікаційної роботи може полягати в раціональному доборі кута атаки дисків, застосуванні вирівнювальних або гребенерізних елементів, поліпшенні надійності підшипникових вузлів і оптимізації режиму руху агрегату. Практичний ефект від таких рішень проявляється у кращому подрібненні та перемішуванні рослинних решток, зменшенні гребенистості поверхні, підвищенні рівномірності наступного передпосівного обробітку та скороченні витрат палива на одиницю площі. Для площі 400 га навіть невелике зменшення питомих витрат палива або підвищення продуктивності дає помітний економічний результат.

2.6. Розрахунок продуктивності агрегатів і строків виконання робіт

Для визначення кількості агрегато-годин використано залежність: T=F/W, де T – потреба часу, год; F – обсяг роботи, га або т; W – розрахункова продуктивність агрегату, га/год або т/год. Якщо операція виконується кількома агрегатами, календарна тривалість зменшується пропорційно їх кількості. Загальна витрата палива визначається множенням питомої витрати на обсяг робіт. Отримані значення слід розглядати як проєктні, оскільки під час фактичної експлуатації вони уточнюються за даними обліку роботи машинно-тракторних агрегатів.

Найбільш напруженими за строками є сівба та збирання. Для сівби використовується зчіпка із двох сівалок СЗ-5,4, що забезпечує ширину захвату 10,8 м і дає змогу засіяти 400 га за 6-7 робочих днів. Для збирання прийнято два комбайнові агрегати, тому обмолот валків можна завершити приблизно за 7-8 змін. Така організація робіт дає змогу знизити втрати зерна, уникнути перевантаження техніки та своєчасно звільнити поле для післязбиральних операцій.

Таблиця 2.3 – Технологічна карта вирощування гречки на площі 400 га: а) склад агрегатів та агротехнічні вимоги

№	Технологічна операція	Строк виконання / фаза	Агротехнічні вимоги	Склад агрегату	К-сть агрегатів
1	Лущення стерні	липень-серпень	6-8 см; повне підрізання стерні; відсутність огріхів	ХТЗ-17221 + ЛДГ-15А	1
2	Повторне дискування	через 12-18 діб	10-12 см; знищення падалиці та бур’янів	ХТЗ-17221 + АГД-4,5	1
3	Внесення мінеральних добрив	до основного обробітку	рівномірне розкидання за прийнятою нормою	МТЗ-1221.2 + МВУ-8	1
4	Основний безполицевий обробіток	вересень-жовтень	20-22 см; розпушення ущільненого шару	ХТЗ-17221 + ПЧ-4,5	1
5	Ранньовесняне закриття вологи	рання весна	вирівнювання поверхні та збереження вологи	МТЗ-1221.2 + СГ-21 + БЗСС	1

Продовження таблиці 2.3

6	Передпосівна культивація	за 1-2 доби до сівби	4-5 см; дрібногрудкувате посівне ложе	МТЗ-1221.2 + АКШ-7,2	1
7	Підготовка насіння	перед сівбою	очищення, калібрування, протруювання	ПС-10А	1
8	Сівба гречки	II-III декада травня	15 см; 90 кг/га; глибина 3-5 см	ХТЗ-17221 + СП-11 + 2 СЗ-5,4	1 комплект
9	Коткування	після сівби	ущільнення посівного ложа	МТЗ-82.1 + КЗК-6	1
10	Досходове боронування	через 4-5 діб	знищення бур’янів у фазі «білої нитки»	МТЗ-82.1 + легкі борони	1
11	Післясходове боронування	1-2 листки	робота поперек рядків у денні години	МТЗ-82.1 + легкі борони	1
12	Обприскування посівів	за обстеженням	дотримання регламентів і вимог захисту бджіл	МТЗ-82.1 + ОП-2000-2	1
13	Позакореневе підживлення	бутонізація	борне підживлення за потреби	МТЗ-82.1 + ОП-2000-2	1
14	Скошування у валки	70-75 % бурих плодів	висота зрізу 15-18 см; рівні валки	МТЗ-82.1 + ЖВН-6А	1
15	Підбирання та обмолот	через 4-6 діб	щадний режим обмолоту; мінімальні втрати	2 × CLAAS TUCANO 430	2
16	Перевезення зерна	під час збирання	недопущення простоїв комбайнів	2 × МТЗ-82.1 + 2ПТС-6	2
17	Первинне очищення	після надходження	очищення вороху і контроль вологості	ЗАВ-20 або ОВС-25	1
18	Сушіння або вентилювання	за потреби	доведення зерна до безпечної вологості	зерносушарка або вентильований склад	1

б) розрахункові показники виконання робіт

№	Продуктивність, га(т)/год	Обсяг робіт, га(т)	Потреба, агрегато-год	Орієнтовна тривалість, змін	Паливо, л/га(т)	Паливо всього, л
1	9.0	400 га	44.4	4.4	4.8	1920.0
2	4.0	400 га	100.0	10.0	6.0	2400.0
3	10.0	400 га	40.0	4.0	3.2	1280.0
4	2.0	400 га	200.0	20.0	14.0	5600.0
5	12.0	400 га	33.3	3.3	2.0	800.0
6	5.0	400 га	80.0	8.0	6.0	2400.0
7	10.0	36 т	3.6	0.4	0.3	10.8
8	6.0	400 га	66.7	6.7	7.0	2800.0
9	8.5	400 га	47.1	4.7	3.5	1400.0
10	10.0	400 га	40.0	4.0	2.0	800.0
11	8.0	400 га	50.0	5.0	2.2	880.0

Продовження таблиці 2.3

12	12.0	400 га	33.3	3.3	2.0	800.0
13	12.0	400 га	33.3	3.3	2.0	800.0
14	5.0	400 га	80.0	8.0	5.0	2000.0
15	2.8	400 га	142.9	7.1	13.0	5200.0
16	25.0	680 т	27.2	1.4	0.8	544.0
17	20.0	680 т	34.0	3.4	1.0	680.0
18	15.0	680 т	45.3	4.5	1.5	1020.0

2.7. Оцінка спроєктованої технології та організація виконання робіт

Запропонована технологічна карта показує, що за наявності підібраного комплексу машин площа 400 га може бути оброблена в агротехнічно допустимі строки. Лущення стерні одним широкозахватним агрегатом виконується приблизно за п’ять змін, що відповідає вимозі оперативного післяжнивного обробітку. Основний обробіток є найбільш тривалим, але він виконується восени, коли часовий інтервал ширший, тому застосування одного потужного агрегату є допустимим. За потреби його можна посилити другим агрегатом на орендній основі, якщо погодні умови скорочують тривалість польового періоду.

Збирання гречки у проєкті передбачено роздільним способом, оскільки ця культура достигає нерівномірно і схильна до осипання. Скошування у валки проводиться тоді, коли основна частина плодів набуває бурого забарвлення. Після підсушування валків комбайн виконує підбирання та обмолот у щадному режимі. Використання двох комбайнових агрегатів у період збирання дозволяє завершити роботу за 7-8 змін і зменшити втрати. Якщо погодні умови сприятливі та посіви достигають рівномірно, допускається пряме комбайнування, однак у технологічній карті прийнято більш надійний варіант для виробничих умов.

Отже, спроєктована технологія вирощування гречки для умов Житомирської області базується на своєчасному післяжнивному обробітку, якісній весняній підготовці ґрунту, помірному удобренні, використанні

широкозахватної посівної техніки та організованому збиранні. Підібраний комплекс машин забезпечує виконання робіт на площі 400 га без надмірного розтягування строків. Найважливішою операцією, яка потребує детальної конструктивно-технологічної розробки, є лущення стерні, оскільки саме вона формує вихідні умови для боротьби з бур’янами, накопичення вологи та зниження енерговитрат наступних операцій.

РОЗДІЛ 3
КОНСТРУКТИВНЕ УДОСКОНАЛЕННЯ ДИСКОВОГО ЛУЩИЛЬНИКА

3.1 Опис конструктивного удосконалення

Причіпний дисковий лущильник ЛДГ-15А застосовують для післязбирального поверхневого обробітку ґрунту, насамперед після збирання зернових культур. Машина забезпечує підрізання стерні та верхнього шару ґрунту, часткове загортання рослинних решток, догляд за парами, а також подрібнення великих грудок, що залишаються після оранки.

Основну технологічну дію виконують дискові батареї. До їх складу входять плоскосферичні або плоскі диски із загостреною різальною крайкою. Зазвичай в одній батареї встановлюють від шести до десяти дисків, які монтують на спільній осі з проміжком 160–180 мм між сусідніми робочими органами.

Під час роботи диски розміщені не паралельно напряму руху агрегату, а під певним кутом, який називають кутом атаки. Завдяки такому положенню диск, перекочуючись по полю, зрізує скибу ґрунту разом із пожнивними рештками, розпушує її, частково обертає та зміщує вбік. Зі збільшенням кута атаки підсилюється заглиблення робочих органів і поліпшується кришення шару. Для лущильників типовим є діапазон 25–35°. Якщо кут атаки зменшити нижче 25°, робочий процес стає менш інтенсивним, а машина за характером дії наближається до дискової борони.

Піднімання батарей у транспортне положення та їх примусове введення в ґрунт здійснюється гідравлічним механізмом піднімання секцій. Рамка кожної секції шарнірно приєднана до повзунів понижувачів у двох точках, а через систему штанг підвішена до важелів, закріплених на трубі піднімання.

Коли робоча рідина подається в одну порожнину гідроциліндра, шток переміщується, повертає важіль і разом із ним трубу, внаслідок чого батареї підіймаються. Під час подавання рідини в протилежну порожнину

відбувається опускання секцій, а пружини через важелі створюють додаткове зусилля заглиблення дисків.

Робочу глибину встановлюють за допомогою обмежувача ходу штока гідроциліндра та зміною попереднього стиску пружин. Для цього шплінти переставляють у відповідні отвори штанг. На фактичну глибину обробітку також впливає кут атаки: за більшого кута диски активніше врізаються у ґрунт. У разі роботи на важких за механічним складом ґрунтах для стабільного заглиблення конструкцією передбачають використання баластного ящика.

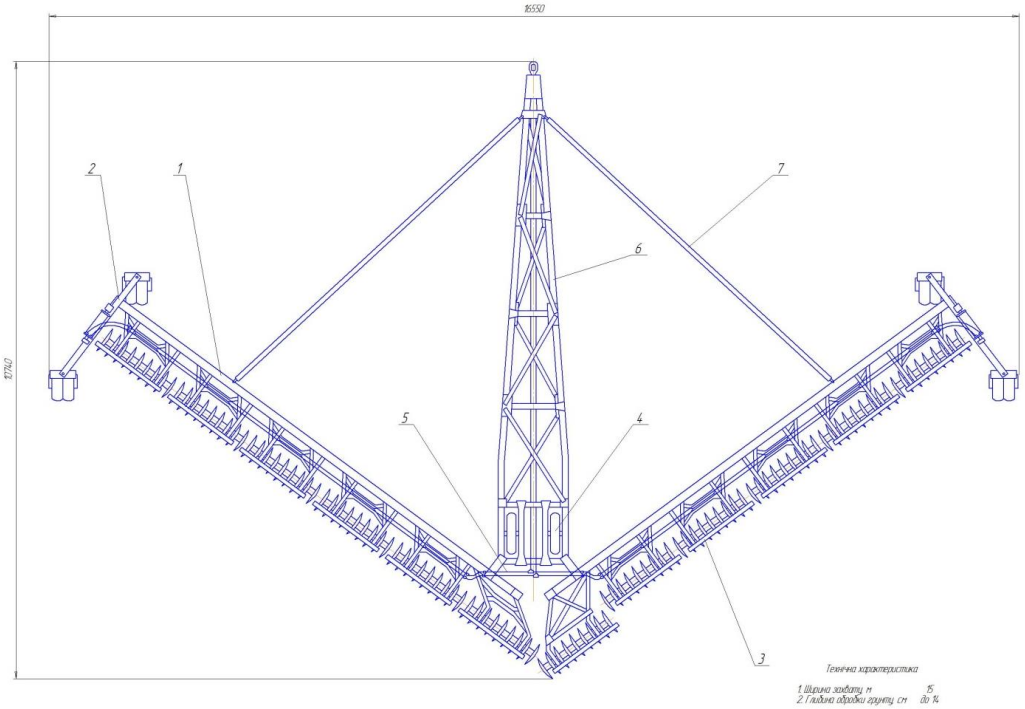


Рис. 3.1 – Дисковий лущильник ЛДГ-15А: 1 – брус; 2 – рамка; 3 – батарея; 4 – колесо; 5 – тяга; 6 – рама; 7 – тяга

За загальною будовою лущильник включає дві праві та дві ліві робочі секції, з’єднувальний вузол секцій, раму з транспортними колесами, причіпний пристрій і опорні колеса. Ліві та праві секції мають однакове конструктивне виконання, що спрощує обслуговування та взаємозамінність елементів.

Під час проходу суміжних дискових секцій на поверхні поля можуть залишатися гребені. Для їх усунення між секціями встановлюється

гребенеріз, який розпушує і зрізує нерівності, сформовані робочими органами сусідніх батарей.

Запропоноване конструктивне удосконалення полягає у застосуванні пружинних зубів, розташованих між дисками таким чином, щоб їх горизонтальна частина була зорієнтована у бік гребеня. У процесі руху агрегату зуби підрізають верхню частину гребеня, руйнують ущільнені ділянки та вирівнюють мікрорельєф після проходу дискових батарей.

Таке рішення підвищує рівномірність обробленої поверхні, зменшує кількість необроблених смуг між секціями, покращує замулення рослинних решток і створює більш сприятливі умови для подальших технологічних операцій. Конструкція не потребує істотної зміни базової схеми лущильника, тому модернізація може бути виконана з мінімальним втручанням у наявні вузли машини.

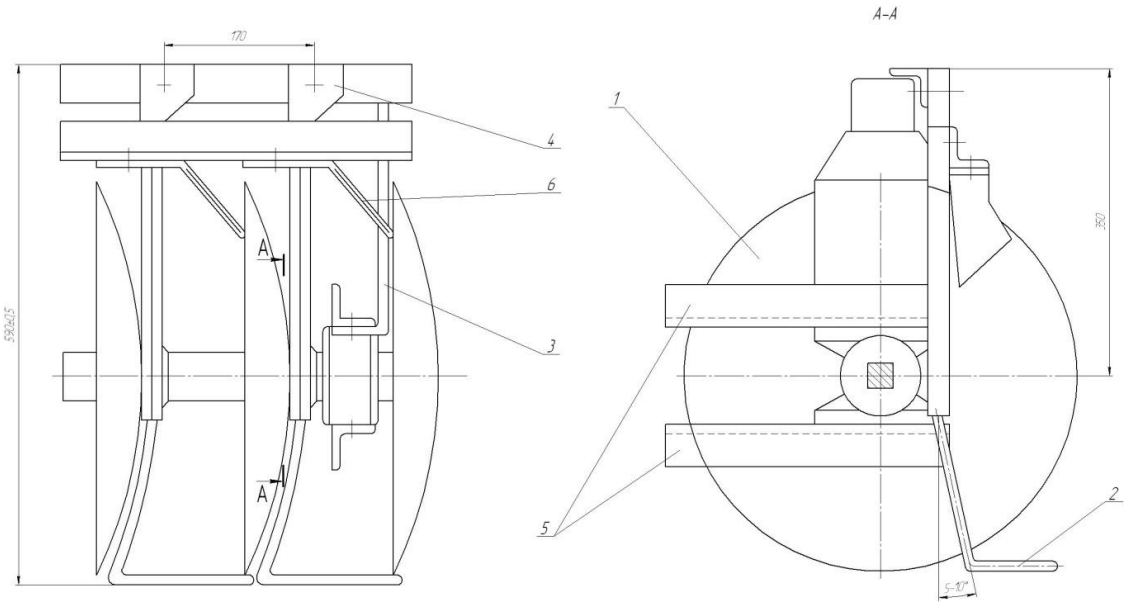


Рис. 3.2. Робоча секція дискової борони з елементами вирівнювання.

3.2 Розрахунок підшипників на довговічність

Для перевірки працездатності модернізованої секції виконаємо розрахунок підшипникових опор вала, на якому закріплені диски батареї. Надійність цього вузла є важливою, оскільки під час руху агрегату

підшипники сприймають одночасно радіальні та осьові складові навантаження, що виникають унаслідок взаємодії дисків із ґрунтом.

Основним показником, за яким оцінюють придатність підшипника до заданих умов експлуатації, є його номінальна довговічність у годинах. Такий розрахунок виконують для випадків, коли частота обертання рухомого кільця становить не менше 10 об/хв. За швидкості руху агрегату 10,6 км/год частота обертання вала дискової батареї становить приблизно 113 об/хв.

Необхідний ресурс підшипникового вузла приймаємо на рівні 20000 год. Для попереднього розрахунку обираємо роликовий радіально-упорний підшипник № 7212 з такими параметрами: внутрішній діаметр d = 60 мм, зовнішній діаметр D = 110 мм, ширина B = 23 мм, кут контакту β = 12°, динамічна вантажопідйомність C = 72200 Н. Оскільки опори працюють у подібних умовах і сприймають однакове навантаження, перевірку виконаємо для одного підшипника, а другий приймемо аналогічним.

Номінальну довговічність підшипника визначаємо за залежністю:

$$L_n = \frac{10^6}{60n}\left(\frac{C}{P}\right)^m \qquad (3.1)$$

де n – частота обертання вала, об/хв; C – динамічна вантажопідйомність підшипника, Н; P – еквівалентне навантаження на підшипник, Н; m – показник, що враховує форму тіл кочення; для роликових підшипників m = 3,33.

Еквівалентне навантаження для роликових радіально-упорних підшипників знаходимо за формулою:

$$P = \left(V \cdot X \cdot F_r + Y \cdot F_a\right) \cdot K_б \cdot K_T \qquad (3.2)$$

У цій залежності V – коефіцієнт обертання кільця; якщо обертається внутрішнє кільце, приймаємо V = 1. Величини F_r і F_a характеризують відповідно радіальне та осьове навантаження. Коефіцієнти X і Y враховують приведення цих складових до еквівалентного навантаження; для підшипника 7212 приймаємо X = 0,4 та Y = 1,71. Коефіцієнт безпеки $K_б$ для умов роботи дисків приймаємо 1,3, а температурний коефіцієнт K_T за температури нижче 100 °C дорівнює 1,0.

Спочатку визначимо зовнішнє навантаження, що діє на батарею. Питомий опір дискових борін під час роботи по пару за швидкості υ_0 = 5 км/год приймається k_0 = 2 кН/м. Розрахункова швидкість руху становить υ_p = 10,6 км/год. Питомий опір на цій швидкості визначаємо за виразом:

$$k = k_0\left(1+(\upsilon_p-\upsilon_0)\right)\cdot\frac{\Delta\delta}{100} \qquad (3.3)$$

де Δδ – коефіцієнт, який показує приріст опору при збільшенні швидкості на 1 км/год відносно початкового значення υ0. Для дискових борін приймаємо Δδ = 7 %. Після підстановки вихідних даних отримуємо:

$$k = 2\cdot\left(1+(10{,}6-5)\right)\cdot\frac{7}{100} = 7{,}78\ кН/м$$

Ширина захвату однієї дискової батареї дорівнює Вб = 2 м. Тоді опір батареї становить:

$$F_б = B_б\cdot k = 2\cdot 7{,}78 = 15{,}56\ кН \qquad (3.4)$$

На один підшипник припадає половина загального навантаження батареї, тому розрахункове навантаження приймаємо F = 7780 Н.

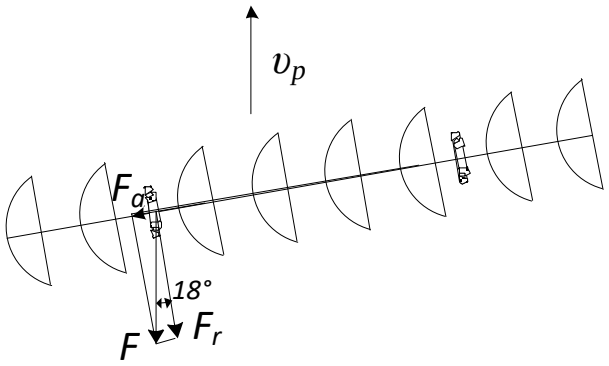


Рис. 3.3. Розрахункова схема визначення навантажень на підшипникові опори

За розрахунковою схемою визначаємо складові навантаження, що діють на підшипник. Радіальна складова дорівнює:

$$F_r = F\cdot\cos 18 = 7780\cdot\cos 18 = 7399\ H \qquad (3.5)$$

Осьову складову навантаження знаходимо за залежністю:

$$F_a = F\cdot\sin 18 = 7780\cdot\sin 18 = 2404\ H \qquad (3.6)$$

Повна реакція підшипникової опори, окрім радіальної складової F_r, створює також осьову реакцію S. Важливо розрізняти осьову реакцію

підшипника та зовнішнє осьове навантаження. Реакція S залежить від конструктивних параметрів опори, кута контакту β і типу тіл кочення, тоді як фактичне осьове навантаження визначається співвідношенням реакцій опор і зовнішньої сили, прикладеної до вала.

Для роликових підшипників із конічними роликами осьову реакцію визначаємо так:

$$S = 0{,}83 \times e \times F_r = 0{,}83 \times 0{,}35 \times 7399 = 2149 \text{ Н},$$

де e – параметр осьового навантаження підшипника; для підшипника № 7212 приймаємо e = 0,35.

З урахуванням осьової реакції результуюче осьове навантаження становитиме:

$$F_a' = F_a - S = 2404 - 2149 = 255 \ H \tag{3.7}$$

Після визначення радіальної та осьової складових розраховуємо еквівалентне навантаження:

$$P = (1 \cdot 0{,}4 \cdot 7399 + 1{,}71 \cdot 255) \cdot 1{,}3 \cdot 1 = 4414{,}4 \ H$$

Підставляючи отримане еквівалентне навантаження у формулу довговічності, маємо:

$$L_n = \frac{10^6}{60 \cdot 113} \left(\frac{72200}{4414{,}4} \right)^3 = 645307 \tag{3.8}$$

Для нормальної роботи вузла фактична довговічність повинна бути більшою за необхідну:

$$L_h > [L_h],$$

де $[L_h]$ – задана мінімальна довговічність підшипника. У даному випадку $[L_h]$ = 20000 год. Отримане значення L_h = 645307 год значно перевищує необхідний ресурс, тобто умова L_h = 645307 год > $[L_h]$ = 20000 год виконується.

Отже, для вала дискової батареї можна прийняти роликовий радіально-упорний підшипник № 7212. Розрахунок показує, що він має достатній запас довговічності для роботи у складі удосконаленої секції дискового лущильника.

РОЗДІЛ 4
ОХОРОНА ПРАЦІ

4.1 Загальні положення з охорони праці під час виробництва гречки

Охорона праці у проєкті виробництва гречки розглядається як система правових, організаційних, технічних і санітарно-гігієнічних заходів, що забезпечують безпечні умови виконання польових робіт. Для технології вирощування гречки ця система має особливе значення, оскільки основні операції виконуються у стислі строки та пов’язані з використанням тракторів, ґрунтообробних машин, сівалок, обприскувачів, транспортних засобів і зернозбирального комбайна. Під час роботи працівники зазнають впливу рухомих механізмів, пилу, шуму, вібрації, температурних коливань і підвищеного нервово-емоційного напруження.

Об’єктом розгляду є технологія вирощування гречки для умов Житомирської області з детальною увагою до операції лущення стерні. Ця операція виконується після збирання попередника і є початковою ланкою системи обробітку ґрунту. Вона впливає не тільки на агротехнічний результат, а й на безпеку наступних проходів агрегатів, оскільки якісне подрібнення і часткове загортання рослинних решток зменшує забивання робочих органів, тяговий опір та кількість аварійних зупинок.

Умови Житомирщини характеризуються різноманітністю ґрунтів, чергуванням легких і суглинкових ділянок, підвищеною залежністю польових робіт від вологості ґрунту та наявністю полів із нерівним мікрорельєфом. Тому безпечна організація робіт повинна передбачати попередній огляд поля, визначення небезпечних зон, правильний вибір швидкості руху, справність машин, підготовку персоналу, забезпечення засобами індивідуального захисту та чіткий порядок взаємодії між механізаторами, водіями і керівником робіт.

Нормативну основу розділу становлять Закон України «Про охорону праці», Кодекс законів про працю України, Правила охорони праці у сільськогосподарському виробництві, Типове положення про порядок проведення навчання і перевірки знань з питань охорони праці та Правила пожежної безпеки в Україні. На підприємстві ці вимоги конкретизуються у посадових інструкціях, інструкціях з охорони праці за видами робіт, журналах інструктажів, графіках технічного обслуговування та експлуатаційній документації на машини.

4.2 Небезпечні та шкідливі фактори технологічного процесу

Найбільша кількість потенційних небезпек під час виробництва гречки пов’язана з використанням мобільних машинно-тракторних агрегатів. Трактори та причіпні машини мають значну масу, працюють на різних швидкостях, виконують часті розвороти і переміщуються на полях із нерівностями. Для механізатора небезпечними є рух заднім ходом, обмежена оглядовість, маневрування біля лісосмуг, канав, електроопор, меліоративних споруд, а також робота на перезволожених ділянках, де погіршується зчеплення рушіїв з ґрунтом. Під час лущення стерні основними небезпечними зонами є дискові батареї, рама лущильника, гідравлічні механізми, транспортні колеса, причіпний пристрій і простір між трактором та машиною. Диски під час руху обертаються, кришать ґрунт, підрізають рослинні рештки і можуть захоплювати сторонні предмети. Тому перебування людей біля робочих органів під час руху агрегату неприпустиме, а очищення або регулювання дозволяється лише після повної зупинки трактора та опускання машини в безпечне положення.

Шкідливими факторами є шум, загальна і локальна вібрація, пил ґрунтового та рослинного походження, підвищена температура в кабіні, а також перевтома під час тривалих змін. Запиленість зростає під час лущення пересушеного поля, передпосівного культивування, збирання і перевантаження зерна. Зменшення впливу цих факторів забезпечується

справною кабіною, вентиляцією, очищенням фільтрів, використанням респіраторів, захисних окулярів та раціональним режимом праці і відпочинку.

Під час внесення добрив, сівби протруєним насінням і застосування засобів захисту рослин додатково виникає хімічний фактор. Небезпека полягає у потраплянні пилу, гранул добрив або робочого розчину на шкіру, слизові оболонки та в органи дихання. Під час збирання гречки комбайном підвищується небезпека контакту з жаткою, шнеками, приводами, пилом зерна та сухою рослинною масою, яка може створювати пожежний ризик.

Основні небезпечні фактори та профілактичні заходи під час виконання технологічних операцій наведено в табл.4.1.

Таблиця 4.1 – Основні небезпечні фактори та профілактичні заходи під час виконання технологічних операцій

Операція	Небезпечні та шкідливі фактори	Основні заходи безпеки
Лущення стерні	Рухомі дискові батареї, гідросистема, пил, сторонні предмети у ґрунті.	Передзмінний огляд агрегату, робота без сторонніх осіб у зоні руху, очищення і регулювання тільки після зупинки.
Основний і передпосівний обробіток	Перекидання на схилах, вібрація, запиленість, небезпека під час розворотів.	Контроль маршруту, обмеження швидкості, справні гальма, освітлення, надійні зчіпки та фіксатори.
Внесення добрив і сівба	Пил добрив, протруєне насіння, рух висівних апаратів, завантаження ящиків.	ЗІЗ, механізоване завантаження, заборона перебування на сівалці під час руху, миття рук після роботи.
Догляд та обприскування	Хімічний фактор, тиск у магістралях, дрейф робочого розчину.	Робота за сприятливої погоди, герметичність системи, ЗІЗ, промивання обладнання у визначеному місці.
Збирання і транспортування	Жатка, шнеки, транспортери, пил зерна, пожежна небезпека, ризик наїзду.	Огородження приводів, очищення після зупинки, вогнегасники, організовані маршрути руху транспорту.

4.3 Вимоги безпеки до тракторів і сільськогосподарських машин

Безпечна експлуатація машин починається з їх технічної справності. Перед початком сезону перевіряють гальмівну систему, рульове керування, трансмісію, гідросистему, освітлення, сигналізацію, дзеркала, кабіну, сидіння, ремінь безпеки, причіпні пристрої та захисні огородження. Машини

з тріщинами рами, підтіканням робочої рідини, несправними гідроциліндрами, пошкодженими кожухами, відсутніми шплінтами або ослабленими кріпленнями до роботи не допускаються.

Робоче місце механізатора має забезпечувати достатню оглядовість і зручне керування агрегатом. У кабіні не повинно бути сторонніх предметів, які можуть заважати роботі педалей або органів керування. Перед зміною перевіряють наявність аптечки, вогнегасника, знака аварійної зупинки, засобів зв’язку і мінімального комплекту інструменту. Перевезення людей на рамі, підніжках, причіпній машині або в кабіні, якщо це не передбачено конструкцією, забороняється.

Зчеплення трактора з машиною виконують на рівному майданчику. Помічник повинен перебувати поза зоною защемлення між трактором і причіпним знаряддям та подавати сигнали з безпечного місця. Після агрегатування перевіряють фіксацію пальців, наявність шплінтів, страхувальних ланцюгів і правильність підключення гідрорукавів. Під час перевірки герметичності гідросистеми не можна торкатися рукавів під тиском руками, оскільки витік робочої рідини може спричинити травмування.

Перед виїздом у поле керівник робіт або механізатор оглядає ділянку, визначає межі поля, місця розворотів, небезпечні ділянки біля канав, ярів, опор, каміння і перезволожених місць. Під час транспортних переїздів робочі органи переводять у транспортне положення, фіксують секції, вмикають габаритні вогні та дотримуються безпечної швидкості. На дорогах загального користування агрегат має бути позначений відповідно до його габаритів.

4.4 Безпечне виконання лущення стерні

Лущення стерні є однією з ключових операцій у системі підготовки ґрунту під гречку. Воно сприяє подрібненню пожнивних решток, провокує проростання бур’янів, зменшує втрати вологи та створює кращі умови для наступного обробітку. З погляду охорони праці ця операція потребує

підвищеної уваги, оскільки дисковий лущильник працює з ударними навантаженнями, а його робочі органи перебувають у постійному контакті з ґрунтом і рослинними рештками.

Перед початком роботи перевіряють раму лущильника, дискові батареї, підшипникові вузли, кріплення дисків, чистики, транспортні колеса, гідроциліндри, рукави високого тиску та механізми регулювання. Диски не повинні мати тріщин, значної деформації або надмірного зношування різальної кромки. Підшипники мають бути змащені, а секції надійно фіксуватися в транспортному і робочому положеннях.

Починати лущення слід на пониженій швидкості, поступово заглиблюючи диски в ґрунт. Різке опускання робочих органів на ходу не допускається, оскільки це збільшує навантаження на раму, підшипники, гідросистему і зчіпний пристрій. Під час роботи механізатор контролює рівномірність ходу, відсутність сторонніх осіб у небезпечній зоні, якість обробітку, шум, вібрацію, температуру підшипників і можливе забивання дискових батарей рослинними рештками.

Очищення дисків виконують тільки спеціальним інструментом після повної зупинки агрегату, вимкнення двигуна і встановлення трактора на стоянкове гальмо. Забороняється очищати робочі органи ногами або руками, працювати під піднятою секцією без надійних упорів, виконувати регулювання під час руху чи залишати агрегат із піднятими робочими органами без фіксації. Розвороти на краях поля виконують із піднятими дисками, без різких маневрів і перевищення безпечної швидкості.

У Житомирській області під час лущення потрібно враховувати нерівномірну вологість ґрунту. На перезволожених ділянках можливе налипання ґрунтової маси на диски, забивання міждискового простору, буксування трактора і різке зростання тягового опору. За таких умов швидкість зменшують або переносять роботу до досягнення фізичної стиглості ґрунту. Це знижує ризик пошкодження машини, аварійних зупинок і травмування під час очищення агрегату.

4.5 Безпека під час сівби, догляду за посівами та збирання гречки

Під час сівби небезпечними є приводи висівних апаратів, сошники, маркери, насіннєві ящики, механізми регулювання норми висіву та зона зчеплення з трактором. Завантаження насіння виконують на рівному майданчику або на краю поля за умови стійкого положення працівника. Під час руху агрегату забороняється перебувати на сівалці, вирівнювати насіння в ящиках, очищати сошники або змінювати налаштування. Перевірку висіву проводять тільки після зупинки агрегату.

Якщо висівається протруєне насіння, працівники застосовують рукавички, спецодяг, респіратор і захисні окуляри. Пил насіння не можна здувати в напрямку працівника або залишати на робочому майданчику. Порожню тару збирають окремо, а після закінчення робіт працівники очищують спецодяг, миють руки та не допускають потрапляння залишків насіння до місць відпочинку і приймання їжі.

Догляд за посівами може включати механічний міжрядний обробіток, боронування або обприскування. Під час роботи культиваторів і борін небезпеку створюють лапи, зуби, маркери та рух агрегату під час розворотів. Під час обприскування додатково контролюють герметичність бака, фільтрів, штанг, форсунок і магістралей. Усунення протікань або очищення форсунок виконують після зниження тиску в системі, не допускаючи контакту працівника з робочим розчином.

Перед збиранням гречки комбайн оглядають, перевіряють справність жатки, різального апарата, мотовила, похилої камери, молотильного апарата, шнеків, транспортерів, гальм, освітлення і сигналізації. Огородження приводів мають бути встановлені на місцях. Очищення жатки, мотовила, шнеків або молотильного апарата допускається лише після повної зупинки механізмів. Під час вивантаження зерна працівникам заборонено перебувати в кузові транспортного засобу або під вивантажувальним шнеком.

4.6 Навчання працівників і організація безпечної роботи

До самостійного виконання робіт допускаються працівники, які мають відповідну кваліфікацію, пройшли навчання, інструктажі та перевірку знань з питань охорони праці. Вступний інструктаж проводиться для всіх працівників, первинний – на робочому місці, повторний – у встановлені строки, позаплановий – у разі зміни технології або порушень, а цільовий – перед виконанням разових робіт підвищеної небезпеки. Факт проведення інструктажу фіксується у журналі.

На площі 400 га важливо забезпечити планову організацію руху агрегатів і транспорту. Поле доцільно поділити на робочі загони, визначити напрямки руху, місця розворотів, під’їзди для завантаження і вивантаження, майданчики для заправлення та місця короткочасного відпочинку. У разі роботи кількох агрегатів установлюють безпечні інтервали, порядок обгону, зв’язку та взаємодії з водіями транспортних засобів.

Виробнича дисципліна є важливою умовою профілактики травматизму. Працівник повинен виконувати лише доручену роботу, не передавати керування технікою стороннім особам, не перебувати біля рухомих робочих органів і не виконувати обслуговування машини під час руху. У період сівби та збирання потрібно дотримуватися режиму праці й відпочинку, оскільки перевтома знижує увагу механізатора та підвищує ймовірність помилок під час маневрування і регулювання агрегатів.

4.7 Засоби індивідуального захисту і санітарно-гігієнічні вимоги

Засоби індивідуального захисту підбирають відповідно до характеру роботи. Для механізатора під час лущення стерні, культивації та збирання необхідні спецодяг із щільної тканини, захисне взуття з неслизькою підошвою, рукавички для обслуговування вузлів, окуляри під час очищення агрегату та респіратор у запилених умовах. Одяг має бути застібнутий, без звисаючих кінців, які можуть бути захоплені рухомими деталями.

Під час роботи з добривами, протруєним насінням і засобами захисту рослин застосовують хімічно стійкі рукавички, захисний одяг, окуляри або щиток, респіратор і гумове взуття. Після роботи спецодяг очищують і зберігають окремо від повсякденного одягу. Забороняється приймати їжу, пити або палити під час заправлення обприскувача, завантаження протруєного насіння або роботи з препаратами.

Санітарно-гігієнічні умови в полі передбачають забезпечення працівників питною водою, аптечкою, місцем для відпочинку, можливістю миття рук після контакту з пилом, добривами, паливно-мастильними матеріалами чи препаратами. У спекотний період необхідно передбачати перерви, провітрювання кабін і контроль самопочуття працівників. За холодної або дощової погоди потрібен відповідний захисний одяг, оскільки переохолодження також знижує увагу і працездатність.

Рекомендований підбір засобів індивідуального захисту для основних операцій наведено в табл. 4.2.

Таблиця 4.2 – Рекомендований підбір засобів індивідуального захисту для основних операцій

Вид робіт	Необхідні засоби захисту	Додаткові вимоги
Лущення стерні та культивація	Спецодяг, рукавички, захисне взуття, окуляри, респіратор при пилу.	Очищення агрегату тільки після зупинки і фіксації робочих органів.
Сівба та робота з насінням	Рукавички, спецодяг, респіратор, окуляри при протруєному насінні.	Заборонено приймати їжу в зоні завантаження насіння.
Обприскування	Комбінезон, хімічно стійкі рукавички, окуляри, респіратор, гумове взуття.	Промивання обладнання лише у спеціально визначеному місці.
Збирання і транспортування зерна	Спецодяг, рукавички, захисне взуття, респіратор при запиленості.	Наявність вогнегасників і заборона перебування людей у кузові.

4.8 Пожежна безпека та дії в аварійних ситуаціях

Пожежна безпека особливо важлива під час достигання і збирання гречки, коли на полі є суха рослинна маса, пил і солома. Джерелами

займання можуть бути перегріті підшипники, несправна електропроводка, витік пального або масла, іскри з вихлопної системи, тертя намотаних решток об обертові деталі та необережне поводження з вогнем. Трактори, комбайни, автомобілі й зернотоки повинні бути забезпечені справними вогнегасниками.

Перед початком роботи комбайн очищують від пилу і сухих решток, перевіряють стан паливної системи, електропроводки, вихлопної труби, підшипників і приводних пасів. Під час заправлення двигун зупиняють, куріння та відкритий вогонь забороняються. У разі загоряння працівник повинен зупинити агрегат, вимкнути двигун, повідомити відповідальну особу і розпочати гасіння первинними засобами, якщо це не створює небезпеки для життя.

Аварійні ситуації можуть бути пов’язані з перекиданням агрегату, розривом гідрорукава, відмовою гальм, травмуванням працівника, контактом з хімічними речовинами, грозою або різким погіршенням погоди. Кожен працівник повинен знати порядок повідомлення керівника робіт, телефони екстрених служб, місце аптечки, найкоротші під’їзні шляхи до поля та порядок припинення роботи машин у небезпечній ситуації.

Екологічна безпека також впливає на умови праці. Не допускається зливання пального, мастил або промивних вод у ґрунт, канави чи водойми, залишення тари з-під препаратів на полі або неорганізоване спалювання пожнивних решток. Відходи, що утворюються під час заправлення, ремонту, обприскування та очищення машин, збирають у визначені місця і передають для подальшого поводження відповідно до правил підприємства.

4.9 Заходи щодо підвищення рівня безпеки проєктованої технології

Для підвищення безпеки виробництва гречки доцільно застосовувати ризик-орієнтований підхід. Він передбачає виявлення небезпечних ситуацій, оцінювання їх імовірності та наслідків, а також розроблення заходів, які усувають небезпеку до початку роботи. Найбільш імовірними ризиками є

травмування під час обслуговування робочих органів, защемлення під час агрегатування, наїзд транспортних засобів, контакт з агрохімікатами, перевтома механізатора і загоряння техніки під час збирання.

Технічні заходи включають підтримання справності огороджень, гальм, освітлення, гідросистеми, рульового керування, кабін, фільтрів вентиляції та причіпних пристроїв. Для операції лущення стерні особливо важливими є надійні підшипникові вузли, справні диски, міцна рама, безпечне регулювання кута атаки та можливість фіксації секцій у піднятому положенні. Удосконалення агрегату має зменшувати потребу працівника перебувати біля небезпечних зон.

Організаційні заходи передбачають планування маршрутів руху, контроль швидкості, передзмінний огляд агрегатів, допуск до роботи лише підготовлених працівників і наявність зв’язку. Для лущення стерні доцільно застосовувати короткий контрольний лист, у якому механізатор відмічає стан дисків, кріплень, підшипників, гідрорукавів, шин, зчіпного пристрою, аптечки та вогнегасника. Це дисциплінує працівників і допомагає вчасно виявити несправності.

Перспективним напрямом є використання навігаційних систем і технологічних карт руху. Паралельне водіння зменшує втому механізатора, кількість перекриттів і пропусків, забезпечує прямолінійність руху та знижує кількість зайвих маневрів. Для лущення стерні це сприяє рівномірності обробітку, стабілізації навантаження на агрегат і зменшенню аварійних зупинок. Водночас електронні засоби не замінюють вимог інструктажу, технічного огляду і дисципліни праці.

Висновки по розділу

У розділі розглянуто вимоги охорони праці під час вирощування гречки для умов Житомирської області. Встановлено, що безпека виробництва повинна охоплювати всі етапи технології: лущення стерні, основний і передпосівний обробіток ґрунту, внесення добрив, сівбу, догляд

за посівами, збирання, транспортування та післязбиральну доробку зерна. Найбільш небезпечними є операції з рухомими робочими органами, агрегатуванням машин, застосуванням агрохімікатів і роботою в умовах підвищеної запиленості.

Детальний аналіз лущення стерні показав, що головними умовами безпеки є справність дискових батарей, підшипників, гідросистеми та зчіпного пристрою, правильне переведення машини у транспортне і робоче положення, очищення робочих органів тільки після зупинки, дотримання безпечної швидкості та недопущення сторонніх осіб у небезпечну зону. Виконання запропонованих заходів дає змогу зменшити ризик травматизму, поліпшити умови праці механізаторів і забезпечити безперервне виконання технологічних операцій у встановлені агротехнічні строки.

РОЗДІЛ 5
ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПРОЕКТНИХ РІШЕНЬ

5.1. Мета і методика техніко-економічного обґрунтування

Техніко-економічне обґрунтування проектних рішень є завершальною частиною кваліфікаційної роботи, у якій результати технологічного і конструктивного опрацювання оцінюються з позицій виробничої доцільності. Для аграрного підприємства недостатньо лише підібрати ефективний комплекс машин або запропонувати конструктивне удосконалення робочого органа. Необхідно встановити, як такі рішення впливають на витрати, собівартість продукції, продуктивність праці, своєчасність виконання польових робіт і кінцевий фінансовий результат. Саме тому в даному розділі розглядається економічна результативність удосконаленої технології виробництва гречки на площі 400 га з детальною розробкою операції лущення стерні.

Об’єктом економічної оцінки є технологічна система вирощування гречки для умов Житомирської області. У попередніх розділах для цієї системи було обґрунтовано структуру комплексу машин, підібрано енергетичні засоби, сільськогосподарські машини і зернозбиральний комбайн, а також визначено виробничу роль післяжнивного лущення стерні. У цьому розділі ці технологічні положення переводяться у вартісні показники. Розрахунок виконується на підставі прийнятої площі посіву, запланованої урожайності, витрат палива, потреби в насінні, добривах, засобах захисту рослин, витрат на оплату праці, ремонт, технічне обслуговування та амортизацію машин.

Для забезпечення порівнянності розрахунків усі показники наведено у гривнях на всю площу, у гривнях на 1 га та у гривнях на 1 т отриманої продукції. Такий підхід дає змогу оцінити як загальну економіку виробництва, так і ефективність окремих елементів технології. Найбільша увага приділяється операції лущення стерні, оскільки вона є першою ланкою

післяжнивного обробітку, визначає умови накопичення вологи, проростання падалиці й бур’янів, якість подальшого основного обробітку ґрунту і рівномірність передпосівної підготовки поля.

Економічні розрахунки виконано за проектними цінами і нормативними припущеннями, які можуть уточнюватися під час впровадження технології у конкретному господарстві. Прийнято, що реалізаційна ціна товарного зерна гречки становить 18 500 грн/т, вартість дизельного палива – 55 грн/л, вартість кондиційного насіння – 32 000 грн/т, тривалість робочої зміни – 10 год, а погодинна тарифна ставка механізатора з урахуванням стимулюючих виплат і нарахувань – 207,4 грн/год. Наведені значення використовуються не як фіксовані ринкові ціни, а як розрахункова база для порівняння проектного і базового варіантів.

Методика оцінки передбачає визначення валового збору, грошової виручки від реалізації продукції, повної суми виробничих витрат, собівартості 1 т зерна, прибутку, прибутку з 1 га, рівня рентабельності та строку окупності витрат на удосконалення. Економічний ефект від запропонованого проектного рішення формується за рахунок двох груп чинників: прямої економії ресурсів і приросту виробничого результату. До прямої економії належать зменшення витрат палива, часу роботи агрегату, витрат на ремонт і усунення огріхів. До другої групи належить підвищення урожайності, яке досягається завдяки якіснішому лущенню стерні та поліпшенню умов для наступних операцій.

Таблиця 5.1 – Вихідні дані для економічних розрахунків

Показник	Одиниця	Прийняте значення	Пояснення
Площа вирощування гречки	га	400	площа технологічної карти
Запланована урожайність	т/га	1,70	реалістичний виробничий рівень для проектної технології
Валовий збір зерна	т	680	400 га × 1,70 т/га
Ціна реалізації зерна	грн/т	18 500	розрахункова проектна ціна
Норма висіву	кг/га	90	звичайний рядковий спосіб сівби
Потреба насіння зі страховим запасом	т	37,8	36 т + 5 % запасу

Продовження таблиці 5.1

Загальна витрата дизельного палива	л	31 334,8	за технологічною картою
Обсяг роботи машинних агрегатів	агр.-год	1 101,1	сума за всіма операціями
Тривалість робочої зміни	год	10	для розрахунку зайнятості агрегатів

5.2. Техніко-економічна характеристика запропонованого комплексу машин

Удосконалений комплекс машин для вирощування гречки побудований за принципом поєднання достатньої енергонасиченості тракторів, широкозахватності агрегатів і технологічної відповідності машин агротехнічним вимогам культури. Для важких операцій прийнято трактор ХТЗ-17221, який агрегатується з дисковим лущильником ЛДГ-15А, важкою дисковою бороною або чизельним агрегатом, а також із посівним комплектом. Для середніх і легких операцій використовується МТЗ-1221.2 і МТЗ-82.1. Такий розподіл дає можливість уникнути використання потужного трактора на малонавантажених роботах, зменшити витрати палива та підвищити коефіцієнт використання машинно-тракторного парку.

Особливе значення має правильний вибір агрегату для лущення стерні. У проекті використовується лущильник ЛДГ-15А, ширина захвату якого забезпечує обробіток 400 га в обмежений післяжнивний строк. Виконання лущення відразу після збирання попередника дає змогу порушити капілярні зв’язки у верхньому шарі ґрунту, частково загорнути післяжнивні рештки, спровокувати проростання падалиці та бур’янів. У подальшому це зменшує навантаження на передпосівний обробіток і забезпечує більш рівномірне формування посівного ложа.

З економічного погляду широкозахватний лущильник доцільний через високу змінну продуктивність. За проектною продуктивністю 9,0 га/год обробіток усієї площі потребує 44,4 агрегато-години, тобто близько 4,4 десятигодинних змін. Це означає, що одна машинно-тракторна одиниця може

завершити роботу приблизно за п’ять робочих днів, не створюючи затримки для наступних операцій. Якщо ж господарство використовує менш продуктивний агрегат, кількість робочих днів збільшується, зростає ризик пересихання ґрунту, а якість загортання рослинних решток погіршується.

Комбайнове збирання в проекті передбачає використання двох самохідних комбайнів CLAAS TUCANO 430 з підбирачами валків. Такий варіант обґрунтований нерівномірним достиганням гречки та потребою виконати підбирання і обмолот у стислі строки. За продуктивності 2,8 га/год сумарно для двох комбайнів площа 400 га може бути зібрана за 7–8 змін. Це зменшує втрати від осипання зерна, підвищує якість товарної продукції і забезпечує швидке звільнення поля для післязбиральних робіт.

Комплекс машин також має організаційну перевагу: більшість операцій виконуються наявними в багатьох господарствах тракторами та агрегатами. Це зменшує потребу у великих одноразових капітальних вкладеннях. Удосконалення зосереджується не на повній заміні техніки, а на раціональному комплектуванні агрегатів і конструктивному поліпшенні ключової операції. Такий підхід є найбільш прийнятним для господарств середнього розміру, оскільки дозволяє отримати економічний ефект без надмірного фінансового навантаження.

Таблиця 5.2 – Виробниче значення основних агрегатів у проектній технології

Операція	Склад агрегату	Продуктивність, га(т)/год	Паливо, л/га(т)	Економічне значення
Лущення стерні	ХТЗ-17221 + ЛДГ-15А	9,0	4,8	швидке післяжнивне закриття
Основний обробіток	ХТЗ-17221 + ПЧ-4,5	2,0	14,0	розпушення ущільненого шару
Передпосівна культивація	МТЗ-1221.2 + АКШ-7,2	5,0	6,0	якісне посівне ложе
Сівба	ХТЗ-17221 + СП-11 + 2 СЗ-5,4	6,0	7,0	дотримання строків сівби
Обприскування	МТЗ-82.1 + ОП-2000-2	12,0	2,0	низькі витрати на догляд
Скошування у валки	МТЗ-82.1 + ЖВН-6А	5,0	5,0	зменшення втрат
Підбирання й обмолот	2 × CLAAS TUCANO 430	2,8	13,0	скорочення строків збирання

5.3. Розрахунок витрат на паливо, мастильні матеріали та оплату праці

Паливо є однією з найбільших статей змінних витрат у механізованому виробництві гречки. Його загальна потреба залежить від структури технологічних операцій, глибини обробітку ґрунту, ширини захвату машин, робочої швидкості агрегатів і кількості проходів по полю. У проектній технології сумарні витрати дизельного палива за всіма операціями становлять 31 334,8 л. Найбільша частка припадає на основний обробіток ґрунту, сівбу, збирання і повторне дискування. Саме тому економічно важливо не допускати зайвих проходів агрегатів, перекриттів, простоїв та роботи з неправильно відрегульованими робочими органами.

Вартість палива визначається множенням загальної витрати на розрахункову ціну дизельного палива. За ціни 55 грн/л сума витрат на паливо становить 1 723 414 грн. Додатково враховуються мастильні матеріали, технічні рідини та витратні матеріали, пов’язані з експлуатацією тракторів, комбайнів і сільськогосподарських машин. У розрахунку вони прийняті на рівні 12 % від вартості дизельного палива, що становить 206 810 грн. Разом витрати на паливо-мастильні матеріали дорівнюють 1 930 224 грн.

Витрати на оплату праці механізаторів визначаються за сумарною потребою в агрегато-годинах. За технологічною картою вона становить 1 101,1 год. Якщо прийняти погодинну ставку 170 грн/год і коефіцієнт нарахувань 1,22, то загальні витрати на оплату праці дорівнюють 228 368 грн. У цю суму включено оплату роботи трактористів-машиністів, комбайнерів і операторів стаціонарних машин у межах технологічних операцій вирощування, збирання та первинної доробки зерна.

Наведені витрати не є ізольованими від якості виконання робіт. Наприклад, погано відрегульований лущильник може збільшити тяговий опір, витрату палива і кількість огріхів. Нерівномірний обробіток поля змушує виконувати повторні проходи, що прямо підвищує витрати. Тому економія палива в проекті досягається не лише вибором техніки, а й

удосконаленням регулювань: правильним кутом атаки дисків, підтриманням однакової глибини лущення, своєчасним технічним обслуговуванням підшипникових вузлів і контролем стану різальних кромок.

Таблиця 5.3 – Витрати, пов’язані з експлуатацією машинно-тракторного парку

Стаття витрат	Розрахунок	Сума, грн	Частка у виробничих витратах, %
Дизельне паливо	31 334,8 л × 55 грн/л	1 723 414	20,5
Мастильні матеріали	12 % від вартості палива	206 810	2,5
Оплата праці з нарахуваннями	1 101,1 год × 170 грн/год × 1,22	228 368	2,7
Ремонт і технічне обслуговування	розрахунково за машинним парком	910 000	10,8
Амортизація машин і обладнання	розподіл на річний обсяг робіт	1 050 000	12,5
Разом механізовані витрати	сума наведених статей	4 118 592	48,9

5.4. Витрати на матеріальні ресурси і післязбиральну доробку зерна

Матеріальні ресурси формують другу велику групу витрат. Для гречки особливо важливими є якість насіння, помірне і збалансоване удобрення, своєчасний захист посівів та обережна післязбиральна доробка зерна. За норми висіву 90 кг/га на площу 400 га потрібно 36 т насіння. Із урахуванням страхового запасу 5 % приймається 37,8 т. За розрахункової ціни 32 000 грн/т витрати на насіння становлять 1 209 600 грн. Ця стаття є значною, однак використання кондиційного насіння є економічно виправданим, оскільки забезпечує дружні сходи, рівномірність розвитку рослин і зменшує ризик зрідження посівів.

Система удобрення в проекті прийнята помірною, оскільки гречка негативно реагує на надлишок азоту. Основна увага приділяється забезпеченню рослин фосфором, калієм і мікроелементами. Для розрахунку прийнято внесення комплексного добрива в нормі 150 кг/га. На всю площу це становить 60 т. За розрахункової ціни 22 000 грн/т витрати на мінеральні добрива дорівнюють 1 320 000 грн. Додатково враховано мікродобрива та позакореневе підживлення у сумі 160 000 грн.

Засоби захисту рослин розраховано за середньою нормою 800 грн/га, що на всю площу становить 320 000 грн. До цієї групи можуть входити протруювання насіння, страхові заходи проти бур’янів, біологічні або хімічні препарати, а також технологічні витрати на захист посівів у разі перевищення економічного порогу шкодочинності. Особливість гречки полягає в тому, що застосування препаратів має бути погоджене зі строками цвітіння та вимогами безпеки для бджіл, оскільки культура активно відвідується запилювачами.

Післязбиральна доробка зерна включає первинне очищення, контроль вологості, за потреби вентилювання або сушіння, а також підготовку зерна до реалізації чи зберігання. Ці операції часто недооцінюють, однак саме вони визначають товарність продукції. У розрахунку витрати на очищення, вентилювання, електроенергію та пов’язані роботи прийнято на рівні 420 грн/т валового збору. За обсягу 680 т це становить 285 600 грн. Інші матеріальні витрати, включаючи тару, дрібний інвентар, лабораторний контроль і виробничі потреби, прийняті на рівні 600 грн/га, тобто 240 000 грн.

Таблиця 5.4 – Розрахунок матеріальних витрат на виробництво гречки

Стаття матеріальних витрат	Норма або база розрахунку	Ціна / ставка	Сума, грн
Насіння гречки	37,8 т	32 000 грн/т	1 209 600
Комплексні мінеральні добрива	60 т	22 000 грн/т	1 320 000
Мікродобрива і позакореневе підживлення	400 га	400 грн/га	160 000
Засоби захисту рослин	400 га	800 грн/га	320 000
Очищення, вентилювання, сушіння	680 т	420 грн/т	285 600
Інші матеріальні витрати	400 га	600 грн/га	240 000
Разом матеріальні витрати	–	–	3 535 200

5.5. Калькуляція собівартості виробництва гречки

Собівартість є узагальнюючим показником, який відображає суму витрат на виробництво і доробку продукції. Для проектної технології до повної собівартості включено механізовані витрати, матеріальні ресурси та загальновиробничі витрати. Механізовані витрати складають 4 118 592 грн,

матеріальні – 3 535 200 грн. Разом прямі витрати дорівнюють 7 653 792 грн. Загальновиробничі витрати прийнято на рівні 10 % від прямих витрат, тобто 765 379 грн. Повна сума виробничих витрат становить 8 419 171 грн.

Витрати на 1 га визначаються діленням повної суми витрат на площу посіву. Для проекту цей показник становить 21 048 грн/га. Собівартість 1 т зерна визначається діленням повних витрат на валовий збір. За валового збору 680 т собівартість 1 т гречки становить 12 381 грн/т. Порівняння собівартості з розрахунковою ціною реалізації 18 500 грн/т показує, що технологія має достатній запас економічної стійкості за умови отримання запланованої урожайності.

Структура собівартості свідчить, що найбільша частка витрат пов’язана з машинним виконанням робіт і матеріальними ресурсами. Це означає, що резерви економії зосереджені у двох напрямах: підвищенні продуктивності агрегатів і точному використанні ресурсів. Удосконалення лущення стерні впливає на обидва напрями. З одного боку, воно зменшує тривалість і енергоємність операції. З іншого боку, якісний післяжнивний обробіток підвищує ефективність наступних заходів, дає змогу зменшити забур’яненість і краще використати вологу, що позитивно відбивається на урожайності.

Важливо врахувати, що зниження собівартості не повинно досягатися за рахунок погіршення технологічної дисципліни. Наприклад, відмова від лущення стерні може зменшити прямі витрати на одну операцію, але призведе до погіршення фітосанітарного стану поля, зростання витрат на доглядові операції і втрат урожаю. Тому економічно доцільним є не скорочення технології, а оптимізація її виконання: правильний агрегат, раціональні строки, належна глибина, мінімальні перекриття і достатній контроль якості.

Таблиця 5.5 – Калькуляція собівартості виробництва гречки

Показник	Формула / база розрахунку	Значення
Механізовані витрати	паливо + мастила + оплата праці + ремонт + амортизація	4 118 592 грн
Матеріальні витрати	насіння + добрива + ЗЗР + доробка + інші матеріали	3 535 200 грн
Прямі виробничі витрати	4 118 592 + 3 535 200	7 653 792 грн
Загальновиробничі витрати	10 % від прямих витрат	765 379 грн
Повні виробничі витрати	7 653 792 + 765 379	8 419 171 грн
Витрати на 1 га	8 419 171 / 400	21 048 грн/га
Собівартість 1 т зерна	8 419 171 / 680	12 381 грн/т

5.6. Розрахунок прибутку, рентабельності та окупності проектних рішень

Грошова виручка від реалізації продукції визначається як добуток валового збору зерна та ціни реалізації. За врожайності 1,70 т/га і площі 400 га валовий збір становить 680 т. За розрахункової ціни 18 500 грн/т виручка дорівнює 12 580 000 грн. При повних витратах 8 419 171 грн проектний прибуток становить 4 160 829 грн. У розрахунку на 1 га прибуток дорівнює 10 402 грн/га, а рівень рентабельності – 49,4 %. Ці показники підтверджують економічну доцільність запропонованої технології за умови дотримання агротехнічних строків.

Основні формули, використані у розрахунку, мають такий вигляд. Валовий збір визначається за залежністю $Q = S \times У$, де Q – валовий збір, т; S – площа посіву, га; У – урожайність, т/га. Виручка визначається як $В = Q \times Ц$, де Ц – ціна реалізації, грн/т. Прибуток визначається як $П = В – В_в$, де $В_в$ – повні виробничі витрати. Рівень рентабельності визначається за формулою $R = П / Вв \times 100$ %. Такий набір показників дозволяє оцінити і абсолютний, і відносний результат проектних рішень.

Окремо оцінюється ефект від удосконалення технологічної операції лущення стерні. У базовому варіанті передбачається менш якісне лущення, більша ймовірність огріхів, підвищена забур’яненість і гірші умови для подальшої підготовки ґрунту. У проектному варіанті якість роботи лущильника підвищується завдяки раціональному регулюванню кута атаки,

поліпшенню заглиблення дисків, контролю стану підшипникових вузлів і використанню вирівнювальних елементів, які руйнують гребені між суміжними проходами.

Прямий ефект від удосконалення проявляється у зменшенні витрати палива на 1,0 л/га, скороченні потреби в додатковому вирівнювальному проході на окремих ділянках, зниженні витрат на ремонт і простої. Непрямий ефект полягає у збільшенні урожайності за рахунок кращого збереження вологи, рівномірнішого посівного ложа і зменшення конкуренції бур’янів у початковий період розвитку гречки. Для розрахунку прийнято, що проектний варіант забезпечує підвищення урожайності з 1,60 до 1,70 т/га, тобто додатково 0,10 т/га.

На площі 400 га приріст урожаю становить 40 т. За ціни 18 500 грн/т додаткова виручка дорівнює 740 000 грн. З урахуванням додаткових витрат на збирання, очищення і доробку більшого обсягу зерна, а також амортизаційного навантаження від удосконалення лущильника, чистий річний економічний ефект оцінюється на рівні 603 800 грн. Якщо витрати на модернізацію вузлів лущильника, виготовлення і встановлення удосконалених елементів становлять 200 000 грн, строк окупності дорівнює 0,33 року. Це свідчить про високу привабливість проектного рішення.

Таблиця 5.6 – Порівняльна економічна оцінка базового і проектного варіантів

Показник	Базовий варіант	Проектний варіант	Відхилення
Урожайність, т/га	1,60	1,70	+0,10
Валовий збір, т	640	680	+40
Виручка, грн	11 840 000	12 580 000	+740 000
Повні витрати, грн	8 283 000	8 419 171	+136 171
Прибуток, грн	3 557 000	4 160 829	+603 829
Прибуток на 1 га, грн/га	8 893	10 402	+1 509
Рентабельність, %	42,9	49,4	+6,5 в.п.
Строк окупності модернізації, років	–	0,33	ефективне вкладення

5.7. Економічне значення удосконалення операції лущення стерні

Лущення стерні часто розглядається як допоміжна операція, однак для виробництва гречки воно має стратегічне значення. Після збирання зернового попередника на полі залишається стерня, подрібнена солома, падалиця і насіння бур’янів. Якщо цей шар не обробити вчасно, поверхня швидко пересихає, а рослинні рештки розміщуються нерівномірно. У результаті основний обробіток виконується у складніших умовах, зростає тяговий опір агрегатів, підвищуються витрати палива і погіршується якість передпосівного стану поля.

Проектне удосконалення операції спрямоване на стабілізацію глибини обробітку, підвищення надійності дискової батареї та вирівнювання поверхні після проходу агрегату. Економічно це означає, що господарство отримує більш передбачуваний результат за той самий агротехнічний строк. Зменшується ймовірність повторної переробки ділянок, знижується нерівномірність поля, а наступні агрегати працюють із меншою амплітудою навантажень. У практичних умовах навіть невелике зниження витрат на гектар дає помітний результат, оскільки операція виконується на всій площі 400 га.

Крім прямої економії, якісне лущення формує передумови для підвищення урожайності. Гречка на початкових етапах росту слабко конкурує з бур’янами, тому чистота поля до сівби має істотне значення. Лущення провокує проростання бур’янів і падалиці, які знищуються наступною культивацією або дискуванням. Це зменшує потребу в інтенсивному хімічному захисті, знижує ризик пригнічення рослин і сприяє кращому використанню вологи. Отже, економічний ефект утворюється не тільки в момент виконання операції, а протягом усього технологічного циклу.

Ще одним резервом є зменшення непродуктивного часу. Для широкозахватного агрегату особливо важливими є справність підшипникових опор, рівномірність ходу батарей, надійність кріплення

секцій і правильна робота гідравлічного механізму. Відмова одного вузла під час короткого післяжнивного періоду призводить до простою трактора, втрати робочого дня і порушення строків. Тому конструктивне удосконалення слід розглядати не лише як технічний захід, а як елемент управління виробничим ризиком.

Перевагою запропонованого рішення є його локальний характер. Господарству не потрібно замінювати весь комплекс машин, достатньо модернізувати конкретну машину і забезпечити її правильну експлуатацію. Це зменшує строк окупності та робить проект придатним для впровадження в господарствах із різним рівнем технічного забезпечення. За умови використання наявного трактора і лущильника основні витрати припадають на виготовлення або придбання удосконалених елементів, їх встановлення, регулювання та навчання механізаторів.

Таблиця 5.7 – Формування економічного ефекту від удосконалення лущення стерні

Складова ефекту	Метод визначення	Річний результат, грн
Приріст урожаю	40 т × 18 500 грн/т	740 000
Економія палива на лущенні	400 л × 55 грн/л	22 000
Скорочення додаткових вирівнювальних робіт	розрахунково за площею часткових огріхів	35 000
Зменшення ремонтних і простоївних витрат	за рахунок кращої надійності вузлів	24 000
Додаткові витрати на доробку приросту зерна	40 т × 420 грн/т	-16 800
Річна частка витрат на модернізацію	амортизаційне навантаження	-200 371
Чистий річний економічний ефект	сума складових	603 829

5.8. Оцінка чутливості результатів і виробничих ризиків

Економічна ефективність виробництва гречки залежить від факторів, частина яких не контролюється господарством. До них належать погодні умови, ціна реалізації, вартість палива, добрив, насіння та послуг післязбиральної доробки. Тому доцільно оцінити чутливість проекту до зміни ключових параметрів. Найбільш впливовими є урожайність і ціна

реалізації, оскільки вони безпосередньо визначають виручку. Наприклад, зниження урожайності на 0,1 т/га зменшує валовий збір на 40 т і виручку на 740 000 грн. Саме тому технологічні заходи, що стабілізують урожайність, мають високу економічну цінність.

Зростання ціни палива також впливає на результат, але менш різко, ніж зниження урожайності. Якщо паливо подорожчає на 10 грн/л, додаткові витрати становитимуть 313 348 грн. Це відчутна сума, однак вона менша за втрати від зменшення урожайності на 0,1 т/га. Водночас економія палива не втрачає значення, оскільки вона повторюється щороку і не залежить від ринкової ціни зерна. Зменшення витрат палива за рахунок якісного регулювання агрегатів є одним із найстабільніших джерел підвищення ефективності.

Ризик порушення строків польових робіт особливо небезпечний для післяжнивного обробітку і збирання. Запізнення з лущенням стерні зменшує його агротехнічну результативність, а затримка зі збиранням гречки підвищує втрати від осипання. У проекті ці ризики зменшуються завдяки використанню продуктивного лущильного агрегату та двох комбайнів у період збирання. Організаційно господарство повинно забезпечити завчасну підготовку техніки, запас палива, комплект запасних частин і чітке планування руху агрегатів по полях.

Важливим ризиком є недоотримання товарної якості зерна. Гречка потребує обережного обмолоту і швидкої первинної доробки. Якщо зерно надходить на зберігання з підвищеною вологістю або значною кількістю домішок, зростають витрати на сушіння, очищення і втрати маси. Тому економічна ефективність проекту залежить не лише від польової частини технології, а й від післязбиральної логістики. У розрахунках передбачено витрати на очищення і вентилювання, що дає змогу реалістичніше оцінити повну собівартість.

За результатами чутливості можна зробити висновок, що проект має прийнятний запас міцності. Навіть за певного зростання витрат або

коливання ціни реалізації він зберігає економічну доцільність за умови отримання урожайності близької до запланованої. Найважливішим управлінським завданням є не максимальне скорочення витрат, а забезпечення технологічної стабільності: своєчасне лущення, якісна сівба, контроль забур'яненості, правильний вибір строків збирання і недопущення простоїв машин.

Таблиця 5.8 – Оцінка чутливості економічного результату до основних ризиків

Сценарій	Зміна показника	Орієнтовний вплив на результат	Висновок
Зниження урожайності	-0,10 т/га	-740 000 грн виручки	найбільш критичний фактор
Зростання ціни палива	+10 грн/л	+313 348 грн витрат	потребує контролю витрати палива
Зменшення ціни реалізації	-1 000 грн/т	-680 000 грн виручки	важливе планування збуту
Затримка лущення стерні	порушення строків	зростання забур'яненості і витрат	потрібен готовий агрегат
Затримка збирання	понад оптимальний строк	втрати від осипання зерна	потрібні 2 комбайни
Підвищена вологість зерна	потреба в сушінні	зростання витрат на доробку	необхідний контроль вологості

Висновки по розділу

Проведене техніко-економічне обґрунтування підтверджує доцільність запропонованої структури і складу комплексу машин для виробництва гречки в умовах Житомирської області. За площі 400 га, запланованої урожайності 1,70 т/га та валового збору 680 т проектна технологія забезпечує виручку 12 580 000 грн. Повні виробничі витрати становлять 8 419 171 грн, у тому числі механізовані витрати – 4 118 592 грн, матеріальні витрати – 3 535 200 грн, загальновиробничі витрати – 765 379 грн.

Собівартість виробництва зерна гречки за проектною технологією становить 12 381 грн/т, а витрати на 1 га – 21 048 грн. Прибуток від реалізації продукції дорівнює 4 160 829 грн, або 10 402 грн/га. Рівень рентабельності виробництва становить 49,4 %, що свідчить про економічну прийнятність проектних рішень. Найбільшими статтями витрат є матеріальні ресурси, паливо, амортизація і ремонт машин, тому резерви підвищення ефективності зосереджені у точному використанні ресурсів і зменшенні непродуктивних проходів агрегатів.

Удосконалення технологічної операції лущення стерні має суттєвий економічний вплив. Воно забезпечує не тільки пряму економію палива, часу і ремонтних витрат, а й створює умови для підвищення урожайності через поліпшення післяжнивного обробітку, провокування проростання бур’янів, збереження вологи та вирівнювання поверхні поля. Порівняно з базовим варіантом проектна технологія дає додатковий прибуток близько 603 829 грн на рік. За витрат на модернізацію 200 000 грн строк окупності становить приблизно 0,33 року.

Отже, запропоновані проектні рішення є технічно й економічно обґрунтованими. Використання раціонально підібраного комплексу машин, своєчасне виконання післяжнивного лущення, зменшення простоїв, підвищення якості обробітку ґрунту і скорочення втрат під час збирання забезпечують підвищення ефективності виробництва гречки. Результати розрахунків можуть бути використані для планування виробничих витрат, оцінки потреби в техніці та обґрунтування впровадження удосконаленого дискового лущильника в господарствах Житомирської області.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

У кваліфікаційній роботі розглянуто питання удосконалення структури і складу комплексу машин для виробництва гречки з детальною розробкою технологічної операції лущення стерні. Актуальність теми зумовлена необхідністю підвищення ефективності вирощування гречки в умовах Житомирської області, своєчасного виконання польових робіт, збереження вологи у ґрунті, зменшення забур'яненості та раціонального використання машинно-тракторного парку.

У процесі виконання роботи проаналізовано технологію вирощування гречки та визначено напрями її вдосконалення. Встановлено, що природно-кліматичні умови Житомирської області загалом сприятливі для вирощування цієї культури, однак нестійкість погодних умов і забур'яненість полів потребують якісного післяжнивного та передпосівного обробітку ґрунту. Одним із важливих резервів підвищення продуктивності гречки є своєчасне лущення стерні після збирання попередника.

У роботі спроєктовано технологію вирощування гречки на площі 400 га. За розрахункової врожайності 1,7 т/га валовий збір зерна становить 680 т. Для виконання технологічних операцій підібрано раціональний склад машинно-тракторного парку, зокрема трактори ХТЗ-17221, МТЗ-1221.2, МТЗ-82.1, дисковий лущильник ЛДГ-15А, агрегати для основного й передпосівного обробітку ґрунту, внесення добрив, сівби, догляду за посівами та збирання врожаю.

Розроблена технологічна карта передбачає послідовне виконання основних операцій: лущення стерні на глибину 6–8 см, дискування або культивацію, основний безполицевий обробіток, закриття вологи, передпосівну культивацію, сівбу звичайним рядковим способом, коткування, догляд за посівами, скошування у валки та підбирання з обмолотом. Така система забезпечує якісну підготовку ґрунту, рівномірні сходи, зменшення забур'яненості та зниження втрат під час збирання.

Особливу увагу приділено операції лущення стерні, оскільки вона є важливою ланкою системи обробітку ґрунту. Якісне лущення сприяє підрізанню стерні, частковому загортанню рослинних решток, руйнуванню капілярів, збереженню вологи та провокуванню проростання бур’янів. У конструктивній частині обґрунтовано доцільність удосконалення дискового лущильника для стабілізації глибини обробітку, зменшення гребенистості поверхні, підвищення надійності роботи дискових батарей і продуктивності агрегату.

У розділі з охорони праці розглянуто основні вимоги безпеки під час виконання механізованих робіт при вирощуванні гречки. Визначено небезпечні та шкідливі виробничі фактори, а також заходи щодо безпечної експлуатації машин, проведення інструктажів, використання засобів індивідуального захисту, дотримання пожежної безпеки та правил роботи з пестицидами.

Техніко-економічне обґрунтування підтвердило ефективність запропонованих рішень. За площі посіву 400 га проєктна технологія забезпечує виручку 12 580 000 грн, прибуток 4 160 829 грн, або 10 402 грн/га. Рівень рентабельності становить 49,4 %, що свідчить про економічну доцільність упровадження розробленої технології. Річний економічний ефект від удосконалення операції лущення стерні становить близько 603,8 тис. грн, а строк окупності витрат на модернізацію – приблизно 0,33 року.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Борак К.В., Савченко В.М., Корнійчук Ю.М. Робототехнічні засоби в рослинництві. Збірник тез доповідей XXVI Міжнародної наукової конференції "Сучасні проблеми землеробської механіки" (17–18 жовтня 2025 року). Київ. НУБІП України. С. 589-601.

2. Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф., Іващук П. В., Корнійчук О. В. Рослинництво. Технології вирощування сільськогосподарських культур : навч. посіб. Львів : Українські технології, 2010. 1088 с.

3. Гамаюнова В. В., Філіп’єв І. Д., Сидякіна О. В. Агрохімія : навч. посіб. Миколаїв : МНАУ, 2016. 258 с.

4. Царенко О. М., Злобін Ю. А., Скляр В. Г., Панченко С. М. Землеробство з основами ґрунтознавства : навч. посіб. Суми : Університетська книга, 2008. 428 с.

5. Бомба М. Я., Періг Г. Т., Рижук С. М. Землеробство з основами ґрунтознавства, агрохімії та агроекології : навч. посіб. Київ : Урожай, 2003. 400 с.

6. Борак К. В. Комплексний підхід підвищення довговічності та зносостійкості робочих органів ґрунтообробних машин : дис. … д-ра. техн. наук : 05.05.11 / Поліський національний університет, м. Житомир. 2021. 380.

7. Борак К. В. Impact of soil moisture on wear intensity of the actuating elements of soil processing machines. Міжнародний науковий журнал «Проблеми трибології». 2020. № 2. С 34–41.

8. Борак К. В., Куликівський В. Л. Матеріалознавство та технологія конструкційних матеріалів. Ч. 1: Теоретичні основи матеріалознавства : навч. посіб. Житомир : Поліський нац. ун-т, 2024. 101 с.

9. Войтюк Д. Г., Гаврилюк Г. Р. Трактори і автомобілі : підручник. Київ : Урожай, 2007. 560 с.

10. Борак К. В. Impact of soil moisture on wear intensity of the actuating elements of soil processing machines. Проблеми трибології. 2020. № 2. С 34–41.

11. Rogovskii, I. L., Borak, K. V., Maksimovich, E. Yu., Smelik, V. A., Voinash, S. A., Maksimovich, K. Yu., & Sokolova, V. A. (2020). Wear resistance of blade and disc working bodies of tillage tilling machines hardened by electrodes. T-series. Journal of Physics : Conference Series. 1679 (4), art. №. 042084.

12. Петриченко В. Ф., Лихочвор В. В. Рослинництво. Нові технології вирощування польових культур : підручник. Львів : Українські технології, 2014. 1040 с.

13. Мащенко О. А. Удосконалення технології вирощування гречки в умовах Північно-Східного Лісостепу України : дис. ... доктора філософії : 201 Агрономія. Суми, 2024. 216 с.

14. Шевченко Н. В. Принципи підбору сортів гречки в умовах змін клімату. Таврійський науковий вісник. Серія: Сільськогосподарські науки. 2024. № 137. С. 321–329.

15. Технологія вирощування гречки. SuperAgronom.com. URL: https://superagronom.com/articles/347-tehnologiya-viroschuvannya-grechki (дата звернення: 28.05.2026).

16. Вирощування органічної гречки в Україні. Пропозиція. URL: https://propozitsiya.com/articles/tekhnolohiyi-vyroshchuvannya/vyroshchuvannya-orhanichnoyi-hrechky-v-ukrayini (дата звернення: 28.05.2026).

17. Войтюк Д. Г., Барановський В. М., Булгаков В. М., Грицишин М. І. Сільськогосподарські машини : підручник. Київ : Агроосвіта, 2015. 679 с.

18. Войтюк Д. Г., Дубровін В. О., Іщенко Т. Д. Сільськогосподарські та меліоративні машини : підручник. Київ : Вища освіта, 2004. 544 с.

19. Надикто В. Т. Основи агрегатування машинно-тракторних агрегатів : навч. посіб. Мелітополь : ТДАТУ, 2012. 240 с.

20. Заєць М. Л., Савчук В. Р. Обгрунтування параметрів агрегатування плуга при силовому аналізі його роботи: матеріали V Міжнар. наук.-практ. конф. Запоріжжя: ТДАТУ, 2025. С. 177-180.

21. Довідник з машиновикористання в землеробстві / за ред. В. І. Пастухова. Харків : Веста, 2001. 347 с.

22. Експлуатація машин і обладнання : навч. посіб. / за ред. Д. Г. Войтюка. Київ : Аграрна освіта, 2010. 617 с.

23. Сільськогосподарська техніка. Каталог машин для обробітку ґрунту, сівби та збирання врожаю. Київ : Міністерство аграрної політики та продовольства України, 2020. 210 с.

24. Лущильник дисковий гідрофікований ЛДГ-15А : технічний опис та інструкція з експлуатації. Одеса : ВО «Одесасільмаш», 2008. 48 с.

25. CLAAS TUCANO 430. Технічні характеристики зернозбирального комбайна. URL: https://www.claas.ua (дата звернення: 28.05.2026).

26. Трактор ХТЗ-17221. Технічні характеристики та особливості експлуатації. URL: https://xtz.ua (дата звернення: 28.05.2026).

27. Трактор Беларус МТЗ-1221.2. Технічні характеристики. URL: https://belarus-tractor.com (дата звернення: 28.05.2026).

28. Методичні рекомендації з економічної оцінки сільськогосподарської техніки та технологій у рослинництві. Київ : ННЦ «Інститут аграрної економіки», 2019. 62 с.

29. Державна служба статистики України. Сільське господарство України : статистичний збірник. URL: https://www.ukrstat.gov.ua (дата звернення: 28.05.2026).