

УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ

Допущено до захисту

“ ” 2025 p.

Зав. кафедри, д.т.н., професор

_____ Дідур В.В.

Кваліфікаційна робота (дипломна робота)

другий (магістерський)

(освітній рівень)

на тему **«ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПАРАМЕТРІВ
ВИРОЩУВАННЯ СОЇ»**

Виконав: студент 2 курсу,

групи 21м-ім

Спеціальність Н7

«Агроінженерія»

Андрій СЛІПЕНЬКИЙ

(прізвище та ініціали)

Керівник Юрій КОВАЛЬЧУК

(прізвище та ініціали)

Рецензент Володимир НОВІКОВ

(прізвище та ініціали)

Умань – 2025

УМАНСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ

Освітній рівень _____ магістр _____
Спеціальність _____ Н7 «Агроінженерія» _____
(шифр і назва)

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри

_____ Дідур В.В.
“ ____ ” _____ 20 ____ р.

З А В Д А Н Н Я
НА МАГІСТЕРСЬКУ РОБОТУ СТУДЕНТУ

_____ Сліпенькому Андрію Олександровичу _____
(прізвище, ім'я, по батькові)

1. Тема роботи «Дослідження техніко-технологічних параметрів вирощування сої»

керівник роботи _____ Ковальчук Ю.О., доцент _____
(прізвище, ім'я, по батькові, науковий ступінь, вчене звання)

затверджені наказом вищого навчального закладу від

“ 22 ” _____ січня 20 16 р. № 20-08/9

2. Строк подання студентом роботи _____ 20.11.2025 р. _____

3. Вихідні дані до роботи: звіти про виробничу діяльність господарства; виробничий процес – виробництво сої; технології вирощування сої: інтенсивна, No-till, Strip-till.

4. Зміст розрахунково-пояснювальної записки (перелік питань, які потрібно розробити):
коротка характеристика господарства і аналіз господарської діяльності; технології вирощування сої; енергетична оцінка механізованих робіт за різних технологій вирощування сої; багатокритеріальний аналіз технологій вирощування сої; питання охорони і безпеки праці; економічне обґрунтування роботи.

5. Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):
підготувати ілюстративний матеріал у вигляді презентації (до 20 слайдів) як додаток до доповіді за темою магістерської роботи.

6. Консультанти розділів роботи

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата	
		завдання видав	завдання прийняв
Охорона праці	Прокопенко Е.В., доцент		

7. Дата видачі завдання 04 квітня 2025 року

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів магістерської роботи	Строк виконання етапів роботи	При- мітка
1.	Підбір та вивчення літературних джерел, підготовка вступу	02.05.2025 р.	
2.	Розділ 1. Стан питання та задачі досліджень	02.06.2025 р.	
3.	Розділ 2. Енергетична оцінка механізованих робіт за різних технологій вирощування сої	02.09.2025 р.	
4.	Розділ 3. Багатокритеріальна оцінка механізованих технологій вирощування сої	29.09.2025 р.	
5.	Розділ 4. Охорона праці	15.10.2025 р.	
6.	Розділ 5. Економічне обґрунтування виробництва сої	30.10.2025 р.	
7.	Виконання графічної частини роботи	17.11.2025 р.	
8.	Представлення роботи керівнику на перевірку	20.11.2025 р.	

Студент

(підпис)

Андрій СЛІПЕНЬКИЙ

(прізвище та ініціали)

Керівник роботи _____

(підпис)

Юрій КОВАЛЬЧУК

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Сліпенький А.О. Дослідження техніко-технологічних параметрів вирощування сої (Магістерська робота. Умань, Уманський національний університет, 2025. – 90 с).

Об'єкт дослідження – механізований технологічний процес виробництва сої.

Мета роботи – обґрунтування технології та набору машин і раціональне їх використання при вирощуванні сої.

В роботі написано вступ, де висвітлено актуальність досліджень. В першому розділі наведено загальні відомості про с-г. підприємство, огляд технологій, технічних засобів і результатів попередніх наукових досліджень з теми та сформульовано задачі досліджень.

В другому розділі виконано енергетичну оцінку механізованих робіт за різних технологій вирощування сої.

В третьому розділі викладена програма експериментальних досліджень по визначенню фізико-механічних властивостей зрізаних гілок, описані прилади і методи проведення експериментальних досліджень. Наведено результати експериментальних досліджень.

Також, запропоновані заходи з покращення умов охорони праці при роботі з напіпними знаряддями. Наведено розрахункову економічну ефективність від впровадження розробленої машини.

Зроблено висновки і пропозиції, складено список використаної літератури, оформлено додатки.

Ключові слова: утилізація гілок, подрібнення, гілка, молоток, удар

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
РОЗДІЛ 1 СТАН ПИТАННЯ І ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕНЬ.....	6
1.1. Умови та особливості вирощування сої	6
1.2. Коротка характеристика технологій вирощування сої, їх переваги та особливості	9
РОЗДІЛ 2 ЕНЕРГЕТИЧНА ОЦІНКА МЕХАНІЗОВАНИХ РОБІТ ЗА РІЗНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ	16
2.1. Розрахунок коефіцієнта енергетичної ефективності.....	16
2.2. Розрахунок структури врожаю с.-г. культури	17
2.3. Екологічна оцінка технології виробництва сої за енергонасиченістю	18
2.4. Розрахунок енергетичної ціни умовного еталонного гектара	19
2.5. Щільність механізованих робіт.....	19
2.6. Екологічна оцінка технології виробництва с.-г. культури за ущільненням ґрунту.....	20
2.7. Розрахунок енергетичної ціни с.-г. продукції	21
2.8. Висновки.....	23
РОЗДІЛ 3 БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНА ОЦІНКА МЕХАНІЗОВАНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ.....	24
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ	27
РОЗДІЛ 5 ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ВИРОБНИЦТВА СОЇ.....	30
5.1. Розрахунок затрат на придбання технологічних матеріалів.....	30
5.2. Розрахунок прямих експлуатаційних затрат на виробництво сільськогосподарської продукції.....	30
5.3. Розрахунок балансової вартості основних виробничих фондів і амортизаційних відрахувань.....	33
5.4. Розрахунок загальновиробничих та загальногосподарських витрат.....	34
5.5. Розрахунок виробничої собівартості.....	35
5.6. Калькуляція собівартості продукції.....	37
5.7. Баланс грошових витрат і надходжень.....	39
5.8. Висновки.....	41
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ.....	42
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	43

ВСТУП

Останніми роками вирощування сої в Україні набуло особливого стратегічного та економічного значення. Світовий попит на соєві боби для виробництва кормів, харчової олії та білкових інгредієнтів постійно зростає, що робить сою привабливою експортною культурою і стимулює фермерів розширювати її посіви. Підвищення світових і внутрішніх цін, поширення форвардних контрактів і розвиток інфраструктури переробки — олійножиркомбінатів, елеваторів та логістичних ланцюгів — забезпечують кращі ринкові умови та знижують цінові ризики для виробників.

Не менше значення мають агрономічні переваги сої. Як бобова культура, вона здатна фіксувати атмосферний азот у кореневих бульбах завдяки симбіозу з бульбочковими бактеріями, що сприяє підвищенню родючості ґрунту та зменшенню потреби у мінеральних добривах. Включення сої в сівозміну покращує агроекологічний баланс, знижує тиск певних шкідників і хвороб на наступні культури та допомагає оптимізувати використання агротехніки й ресурсів.

Технічний прогрес суттєво розширив можливості вирощування сої: з'явилися високопродуктивні та більш стійкі до абіотичних стресів сорти, удосконалені технології обробітку ґрунту, точного висіву, системи захисту рослин і гібридні рішення, які дозволяють отримувати стабільні врожаї в ширшому діапазоні кліматичних умов. Водночас зміна споживчих уподобань у напрямі продуктів з рослинним білком та зростання ринку альтернативних білкових продуктів підсилюють довгостроковий попит на сою як сировину.

Також вагомими чинниками є інституційна підтримка: державні програми субсидіювання, страхування врожаю, кредитні інструменти й програми розвитку переробної галузі роблять інвестиції в соєве господарство більш прийнятними для фермерів. У підсумку, уявлення про сою як про рентабельну, агрономічно корисну і ринково запитану культуру визначає подальше збільшення її частки в сівозмінах українських господарств та формує основу для інвестицій у технології і переробку.

РОЗДІЛ 1. СТАН ПИТАННЯ І ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕНЬ

1.1. Умови та особливості вирощування сої

Загальні біологічні характеристики

Соя (*Glycine max*) — однорічна бобова культура із високою пластичністю морфології: існують низькорослі, середньорослі та високорослі форми, які відрізняються типом кушіння та потенційною продуктивністю. Вегетаційний період сої варіює від приблизно 80 до 160 днів залежно від генетичного матеріалу і агрокліматичної зони. Розвиток рослини проходить через типовий комплекс фаз: проростання — утворення сходів — кушіння — формування бутонів — цвітіння — зав'язування і налив бобів — досягання. На ранніх етапах розвитку (сходи — фаза двох-чотирьох справжніх листків) соя особливо чутлива до температурних стресів і нестачі вологи.

Коренева система та симбіотична фіксація азоту

Коренева система сої складається з розгалуженого стрижневого кореня з великою кількістю бічних коренів; на коренях утворюються бульбочки внаслідок симбіозу з бульбочковими бактеріями *Rhizobium spp.* Саме ця особливість забезпечує економну азотну систему: за сприятливих умов біологічна фіксація може задовольнити значну частку потреби рослини в азоті, зменшуючи потребу в мінеральних N-добривах. Проте ефективність інокуляції залежить від попередньої історії поля, стану ґрунту і наявності відповідних штамів бактеріальної інокуляції.

Фотоперіодизм, світло і температура

Соя проявляє різну ступінь чутливості до довжини дня залежно від сорту: переважна кількість сортів — короткоденні або нейтрально реагуючі, що визначає фазування генеративного розвитку. Оптимальна температура росту — 20–30 °C; мінімальна температура для проростання насіння близько 8–10 °C. Низькі температури в період появи сходів і на початкових фазах кушіння негативно впливають на інокуляцію і розвиток корневих бульбочок. Періоди високих температур і дефіциту вологи під час цвітіння та наливу бобів знижують кількість і масу насіння.

Ґрунтові вимоги і водний режим

Найбільш сприятливими для сої є ґрунти середньої механічної структури — суглинки й легкосуглинкові ґрунти з достатнім вмістом органічної речовини, доброю аерацією та водоутримуючою здатністю. РН ґрунту оптимальний у межах 6,0–7,5; на кислих ґрунтах потрібно вапнування. Глибина родючого шару та відсутність ущільнення важливі для формування розвиненої кореневої системи. Водний режим культури помірно-високий: критичні періоди — бутонізація,

цвітіння і початок наливу бобів. Нестача вологи в ці фази значно зменшує врожайність, тоді як надмірна вологість під час досягання ускладнює збирання і підвищує ризик біологічних ушкоджень.

Місце сої в сівоzmіні та роль попередників

Як бобова культура, соя виконує кілька важливих агроекологічних функцій: вона збагачує ґрунт біологічним азотом, покращує структуру ґрунтового профілю, сприяє наростанню мікробної активності і зниженню захворювань та шкідників специфічних для зернових попередників. Оптимальні попередники для сої — зернові культури (озима пшениця, ячмінь), сидерати або культурні посіви з мінімальною конкуренцією щодо кореневих шкідників. Небажані попередники — інші бобові та культури, які ускладнюють збір або залишають подібний спектр збудників і шкідників (наприклад, горох, нут). Включення сої в сівоzmіну дозволяє зменшити загальну потребу в азотних добривах для наступних культур і покращити економічну віддачу сівоzmіни.

Термін сівби, глибина і норма висіву

Сівба сої проводиться при прогріві верхнього шару ґрунту до температури згори 8–10 °C і за відсутності загрози нічних заморозків. Глибина загортання насіння типово становить 2–4 см на легких ґрунтах і 3–5 см на важчих; надмірне заглиблення сповільнює проростання і знижує енергію схожості. Норма висіву залежить від цільового типу продукції, біологічних властивостей сорту та технології: для зернового вирощування в умовах звичайної густоти — орієнтовно 40–80 тис. рослин/га (що відповідає приблизно 70–160 кг/га насіння залежно від маси 1000 насінин). Ширина міжрядь коливається від 15 до 45 см; вузькорядні та точні системи сівби дозволяють підвищити ефективність використання площі і збільшити урожайність за умов якісного догляду.

Насіннєва підготовка та інокуляція

При посіві важливо застосувати високоякісне насіння з нормованою вологістю і високою енергією проростання. Інокуляція насіння спеціальними штамами бульбочкових бактерій є обов'язковою при першому вирощуванні сої на полі або за відсутності попередньої інокуляції, оскільки вона значно підвищує інтенсивність біологічної фіксації азоту. Передпосівна обробка насіння протруйниками та стимуляторами поліпшує захист сходів і стартовий ріст, особливо за несприятливих погодних умов.

Живлення рослин: макро- і мікропоживні елементи

Соя, завдяки здатності фіксувати азот, зазвичай має меншу потребу в позакореновому внесенні N; проте при бідних ґрунтах або у фазі формування сходів рекомендують невеликі стартові дози азоту (10–20 кг/га) для покращення росту. Важливими є фосфор і калій для розвитку кореневої системи і формування бобів; їхнє внесення має базуватися на агрохімічному аналізі ґрунту. Мікроелементи (бор, молібден, сірка та ін.) можуть впливати на ефективність

симбіозу та якість насіння; їхнє внесення обґрунтовується дефіцитом у ґрунті або вегетативними симптомами рослин.

Захист рослин і догляд за посівами

Ефективне вирощування сої вимагає системного захисту від бур'янів, шкідників і хвороб. Боротися з бур'янами можна як агротехнічними (своєчасні міжрядні обробки, оптимальна густота посіву), так і хімічними методами (селекція гербіцидів згідно з фенофазою). Для контролю шкідників і хвороб проводять фітомоніторинг і застосовують інтегровані заходи: сортова стійкість, ротація культур, локальні обробки інсектицидами або фунгіцидами за економічним порогом шкодочинності. Особливу увагу приділяють захисту рослин у фазі цвітіння і наливу, коли пошкодження призводять до значних втрат врожаю.

Збирання врожаю та післязбиральна обробка

Оптимальний час збирання визначають за вологістю насіння (приблизно 13–15 % для комбайнування) та за характером забарвлення стручків і листя. Запізніле збирання підвищує ризик осипання та погіршення якості насіння, раннє — призводить до підвищеної вологості й витрат на сушіння. Збирання проводять за допомогою адаптованих зернозбиральних комбайнів з відповідною наладкою молотильного апарата і сепарації. Після збирання потрібна досушка до безпечної вологості для зберігання, сортування та контроль якості (вміст протеїну, олійність, забрудненість).

Сортова адаптація по зонах та селекційні вимоги

Вибір сорту має враховувати локальні агрокліматичні умови: у північних і помірних зонах доцільні ранньостиглі сорти з підвищеною холодостійкістю; у південних і посушливих регіонах — сорти з розвиненою кореневою системою та стійкістю до посухи. Також важлива стійкість до основних хвороб і шкідників регіону та відповідність сорту технічним вимогам переробки. Рекомендовано базувати вибір на результатах місцевих випробувань і агрономічних досліджень.

Екологічні та економічні аспекти вирощування. Включення сої в сівозміну сприяє зниженню потреб у мінеральних азотних добривах і поліпшенню структури ґрунту, що має позитивний екологічний ефект. Економічно соя може бути високоокупною культурою за умов сприятливого ринкового попиту і правильно вибраної технології. Водночас ризики пов'язані із сильною залежністю врожаю від погодних умов у критичні фази, можливими захворюваннями за інтенсивного вирощування та вимогливістю до точності агротехніки.

Соя — високоадаптивна бобова культура, яка при дотриманні агрономічних вимог і правильному включенні в сівозміну приносить одночасно агрономічні (поліпшення фону азоту, структура ґрунту) і економічні вигоди. Успіх її вирощування залежить від грамотного вибору сорту, інокуляції насіння,

своєчасної і точної сівби, сбалансованого живлення, ефективного захисту від бур'янів та патогенів і правильного визначення строків збирання.

1.2 Коротка характеристика технологій вирощування сої, їх переваги та особливості

У комплексі заходів при вирощуванні сої важливе значення має система обробітку ґрунту, від якої залежить структура орного шару, його щільність, водоповітряний режим, які зумовлюють швидкість появи сходів, ріст і розвиток рослин та врожай. Якість обробітку ґрунту залежить від його механічного складу та вологості, знарядь обробітку, попередника. Тому вибрати спосіб обробітку ґрунту треба з урахуванням ґрунтових умов і особливостей поля.

Обробіток ґрунту проводять для створення сприятливих умов для схожості і росту рослин, для боротьби з бур'янами, для закладення в ґрунт мінеральних добрив, гною, соломи попередніх культур або сидератів і т.д. Але висока затратність традиційної технології вирощування сої, змушує приймати технологічні заходи, спрямовані на підвищення врожайності і зменшення собівартості продукції.

Існують різні дані про отримання врожайності сої з необробленого ґрунту і з ґрунту, обробленого з використанням традиційних систем. Урожайність сої при традиційному, смуговому або нульовому обробітку ґрунту може бути абсолютно однаковою. Однак гранулометричний склад ґрунту є важливим фактором, що впливає на результат. Перевага у виборі системи обробітку ґрунту може варіювати залежно від системи землеробства: традиційна обробка може бути краща для вирощування пізньостиглих культур, а система протиерозійного обробітку ґрунту – при одночасному обробітку двох культур. Іригаційні споруди також можуть впливати на продуктивність сої, обробленої при різних системах обробітку ґрунту. В умовах зрошення соя дає однакоvu врожайність як при протиерозійному, так і при традиційному обробітку ґрунту.

1.2.1 Технологія вирощування сої No-till

No-till – це технологія, при якій в полі виконується мінімальна кількість операцій: посів; внесення ЗЗР (засоби захисту рослин); збирання врожаю.

Технологія No-till передбачає: пряме розміщення зерна; мінімальне пошкодження структури ґрунту; накопичення та збереження рослинних решток на поверхні ґрунту; відсутність попередньої підготовки ґрунту.

При застосуванні даної технології потрібно мати сучасний комплекс машин.

Технологічні лінії вирощування сої за технологією No-till.

За 7-10 днів до проведення сівби вносять гербіциди суцільної дії.

Сівбу сої розпочинають при досягненні температури ґрунту на глибині загортання насіння не менш ніж $+10^{\circ}\text{C}$. При сівбі дотримуються рекомендованих норм висіву насіння для вирощуваних сортів. Мінеральні добрива вносять одночасно з сівбою. Норми висіву в районах достатнього зволоження Лісостепу й Полісся становить 550 – 650 тис. схожих насінин на 1 га, недостатнього 450 – 500; у Степу 300 – 450 тис.; в умовах зрошення норма висіву насіння ранніх сортів 600 – 700, середньостиглих 500 – 600, пізньостиглих 400 – 500 тис./га. Вагова норма висіву 35 – 100 кг/га. Насіння загортають на глибину 4 – 5 см, на важких ґрунтах 3 – 4 см, при недостатній вологості ґрунту 5 – 6 см. Для сівби використовують сівалки точного висіву.

Догляд за посівами сої включає внесення страхових гербіцидів для знищення однодольних та дводольних бур'янів. У випадках заселення посівів шкідниками використовують фунгіциди.

Для поліпшення умов живлення рослин проводять позакореневе підживлення посівів макро- та мікродобривами.

Догляд включає дворазову обробку посівів комплексом гербіцидів від однодольних та дводольних бур'янів.

Збирання. Сою збирають у фазі повної стиглості, коли вона скине листя. Насіння в цей час висихає і відокремлюється від ступок бобу, його вологість знижується до 16-18 %. Основні масиви сої краще збирати при вологості 13-14 % при низькому зрізі, коли зерно легко вимолочується і майже не травмується.

Збирають сою зерновими комбайнами з переобладнаною жниваркою для забезпечення мінімальної висоти зрізу. Для запобігання дроблення насіння частоту обертання молотильного барабану знижують до 500-600 об/хв.

Оптимальна швидкість руху комбайна при збиранні сої 3-4 км/год.

1.2.2 Інтенсивна технологія вирощування сої

Інтенсивна технологія вирощування сої — це комплекс науково-обґрунтованих агротехнічних, організаційних і технічних заходів, спрямованих на стабільне отримання високих і якісних урожаїв. Сучасна інтенсивна технологія поєднує класичні агрометоди з точними технологіями й ефективною механізацією: правильне розміщення у сівозміні, застосування адаптованих високоврожайних сортів, інокуляцію насіння, точне нормування висіву, диференційоване живлення, продуману систему основного і передпосівного обробітку ґрунту, інтегрований захист рослин, а також використання комплексу високопродуктивних агрегатів і цифрових рішень для моніторингу і управління процесом.

Розміщення в сівозміні і сортовий вибір
Інтенсивна технологія вимагає науково-обґрунтованого розміщення сої в

сівозміні з урахуванням попередника, ризиків хвороб і шкідників, агрофону поля та логістики збирання. Перевага віддається зерновим попередникам (озима пшениця, ячмінь) або сидератам; уникати послідовного вирощування бобових. Сорти обирають за адаптованістю до локального клімату, стійкістю до хвороб та вилягання, пристосованістю до механізованого збирання і вимогами ринку (вміст протеїну, олійність). Сучасні гібриди з підвищеною стресостійкістю та оптимальним вегетаційним періодом дозволяють розширити зони вирощування.

Сучасні підходи до обробітку ґрунту Система обробітку визначається механічним складом ґрунту, попередником, рівнем еродованості і запасом вологи. Окрім традиційних схем (зернова підготовка, луцення стерні, зяблева оранка), інтенсивні технології широко використовують мінімальний і нульовий обробіток (no-till), стріп-тілл і диференційований обробіток смуг (strip-till) у поєднанні з якісним розподілом поживних решток. Такі підходи збережуть вологу, структуру і органічну речовину ґрунту, зменшать ерозію і витрати пального. Водночас на полях із високою забур'яненістю або кореневищними бур'янами застосовують комбіновану обробку: два проходи дисковими агрегатами на 6–12 см з подальшою лемішною або паровою культивацією для руйнування кореневищ і вирівнювання ґрунту. На важких ґрунтах рекомендовані рання зяблева оранка та напівпарові заходи для накопичення вологи.

Передпосівна підготовка з урахуванням збереження вологи Передпосівний комплекс заходів має на меті зберегти та рівномірно розподілити вологу у посівному шарі і створити дрібногрудкувату поверхню для точного загортання насіння. Сучасні комбіновані агрегати (комбіновані культиватори з вирівнювачами і котками) дозволяють одним проходом культивувати, вирівнювати й ущільнювати ґрунт, знижуючи втрати вологи. У посушливих умовах доцільно використовувати агрегати з мінімальним обертанням пласта і коткуванням для збереження вологоутримання. На важких запливаючих ґрунтах практикують дворазовий передпосівний культиваційний обробіток (8–10 см і 5–6 см).

Технології сівби: точність і адаптація Ключовий елемент інтенсивної технології — точна сівба. Використовують сівалки точного висіву з системами контролю посадки, GPS-навігацією, секційним висівом і змінною нормою висіву (VRI) відповідно до карт продуктивності поля. Ширина міжрядь часто становить 45 см для класичної механізації; у інтенсивних системах застосовують вузькорядні схеми (15–25 см) з метою більш повного використання площі і підвищення врожайності за умови якісного обслуговування. Норма висіву коригується за вологістю ґрунту, сортовими особливостями та цілями (зерно/насіння), причому вагова норма для різних зон варіює згідно зональних рекомендацій. Сівба робиться в прогрітий

грунт (зазвичай 10–14 °C) на оптимальну глибину (3–5 см), з урахуванням типу ґрунту.

Насіння, інокуляція та обробки
Важливі сучасні практики: якісна підготовка насіння, фунгіцидно-інсектицидні протруйники з системною дією, біопрепарати та інокулянти високої якості (штами *Rhizobium* адаптовані до регіону). Інокуляція особливо потрібна при першому вирощуванні сої на полі або при тривалій відсутності бобових. Крім того, усе ширше застосовують захисні та стимулювальні покриття насіння (coatings) для покращення емалі, збереження вологи й покращення старту сходів.

Повноцінне живлення: точне і диференційоване внесення добрив
Інтенсивна технологія базується на агрохімічному обґрунтуванні потреб ґрунту і рослин. Хоча соя має здатність фіксувати азот, на бідних ґрунтах і після ресурсомістких попередників (наприклад, кукурудза) потрібно вносити стартові дози N. Перевага — диференційоване (VRT) внесення фосфору й калію за картами забезпеченості; фосфорні добрива часто вносять локально при сівбі (banding) у дозі 10–15 кг P₂O₅/га. Загальні орієнтири корегують за результатами аналізів: збалансовані дози (орієнтовно 45–60 кг/га по елементу) корисні, але залежать від врожайності-цілі. Внесення мікроелементів (бор, молібден, сірка) за показами підвищує ефективність фіксації азоту і якість насіння. Використовують точкові аплікатори та системи внесення при сівбі або під час вегетації.

Інтегрований захист рослин і сучасні інструменти моніторингу
Інтенсивна технологія передбачає інтегровану систему захисту: профілактичні агротехнічні заходи, сортова резистентність, моніторинг, хімічні і біологічні засоби. Сучасні підходи включають застосування гербіцидів з вибором часу (до посіву, після появи сходів), використання фунгіцидів на етапах ризику (фази бутонізації–цвітіння), а також інсектицидів за порогами шкідливості. Активно впроваджують дроніві і супутникові моніторингові рішення для швидкого виявлення стресів, хвороб і дефіциту елементів, що дозволяє виконувати цільові обробки (spot-spraying). Системи прогнозування (метеодані, моделі розвитку хвороб) допомагають оптимізувати строки обробок.

Механізація: сучасні агрегати і цифрові рішення
Для інтенсивних технологій застосовують продуктивну техніку: високоточні сівалки, комбіновані передпосівні агрегати, мультифункціональні культиватори, котки і вирівнювачі, агрегати для внесення добрив при сівбі, а також адаптовані жатки і комбайни з приставками для бобових. Ключові елементи — GPS-навігація, автопілоти, секційне відключення, телеметрія, системи контролю робочої глибини та притискового зусилля, системи картування врожайності. Це зменшує перекриття, забезпечує точний облік затрат і підвищує ефективність ресурсів.

Догляд за посівами і міжрядні операції
За доброї попередньої обробки й застосування ґрунтових гербіцидів догляд може бути мінімальним — 1–2 міжрядних проходи; у системах без гербіцидів — кілька міжрядних культивувань і боронувань. Інтенсивна технологія включає регулярний фітомоніторинг, оцінку стану бульбочок на коренях (індикатор азотфіксації), контроль густоти й калібрування техніки під час вегетації. У вузькорядних посівах можливі механічні міжрядні обробки з використанням GPS-керованих міжрядних культиваторів.

Збирання, доробка і налаштування комбайна
Оптимальний час збирання визначають за вологістю насіння (ціль — близько 13–14 % для економічного зберігання) та станом рослин. Для зниження втрат і ушкоджень використовують жниварки з низьким зрізом і спеціальними ножами, налаштовують молотильний апарат на нижчі обороти (орієнтовно 500–600 об/хв), коригують відстань решета і режими сепарації. Сучасні комбайни з телеметрією дозволяють збирати картографічні дані врожайності та вологості для подальшого аналізу і корекції технологічних карт.

Збереження якості і післязбиральна логістика
Після збирання треба забезпечити досушування до безпечної вологості, контроль за температурою і прозорістю зберігання. Інтенсивні господарства застосовують вентильовання, контроль біохімічних показників і сортування для підвищення якості продукції. Логістика — планування черг на млинах/елеваторах і оптимізація перевезень через системи управління партіями.

Економічні та екологічні аспекти інтенсивної технології
Інтенсивний підхід підвищує врожайність і ефективність використання площі, проте вимагає інвестицій у якісне насіння, інокулянти, техніку та цифрові рішення. Екологічна складова — за рахунок збереження азоту в сівозміні, мінімізації ерозії (при no-till), зниження загального викиду CO₂ завдяки меншому числу проходів техніки. Водночас потрібен контроль за використанням пестицидів і землеустрійними практиками, щоб уникнути деградації ґрунту і забруднення навколишнього середовища.

Організаційні заходи та впровадження інновацій
Успіх інтенсивної технології досягається через планування (технологічні карти, карти внесення), підготовку та навчання персоналу, сервісне обслуговування техніки, контрактну логістику та використання аналітики (KPI: витрати на га, врожайність, MTBF техніки). Впровадження інновацій (прецизійне землеробство, дрони, біопрепарати) переводить господарство на новий рівень продуктивності та стійкості.

Інтенсивна технологія вирощування сої — це інтеграція класичних агротехнічних прийомів із сучасними технологіями точного землеробства, біотехнологічними засобами та прогресивною механізацією. Правильне

поєднання обробітку ґрунту, якісного насіння з інокуляцією, точного живлення, інтегрованого захисту і ефективної механізації дозволяє отримувати високі, стабільні й якісні врожаї сої при оптимальному використанні ресурсів.

1.2.3 Технологія вирощування сої Strip-till

Strip-Till – технологія обробітку ґрунту при вирощуванні сільськогосподарських культур, коли земля обробляється смугами в рядах сівби.

Ця технологія, завдяки точно зробленому розпушуванню ґрунту, дозволяє створити найкращі умови для росту кореневої системи культур, особливо – зі стрижневим коренем. Вона передбачає прибирання стерні з рядків і залишення її в міжряддях. У результаті виходить хороше розпушене посівне ложе.

Технологія Strip-Till допомагає підтримувати запаси вологи в ґрунті. Збереження капілярної сітки на незайманих міжряддях робить доступною ґрунтову воду і попутно скорочує її витрата через зменшення розмірів розкриття ґрунту та зменшення його висихання. Стерня, що залишилася в міжряддях у вигляді мульчі також знижує випаровування вологи, підтримує сталість ґрунтової температури, перешкоджає водній та вітровій ерозії.

Завдяки спеціальній техніці, описувана технологія надає рослинам підкореневе підживлення мінеральними і органічними добривами.

Технологію можна здійснювати 2 шляхами: поступовим – обробіток ґрунтів рядках і сівба виконуються в різний час, і комбінованим – операції здійснюються одночасно. Варіант роботи вибирається виходячи з польових умов, рельєфу, структури ґрунту і т. д. Наприклад, поле з середньою і високою часткою глини вимагає поступової технології, коли розпушування рядків проводиться восени року. Для ґрунту з невисокою часткою глини і великим вмістом піску ефективний комбінований спосіб – одночасне весняне розпушування і сівби. При одночасному розпушуванні і внесення добрив на глибину склад ґрунту визначальна характеристика. При цьому треба враховувати можливість перерозподілу добрив на глибину в легких ґрунтах, і можливу затримку поживних речовин на глинистих ґрунтах і гумусі.

Машини та обладнання в технології Strip-Till повинно відповідати специфічним умовам, наприклад, несуча рама при розпушуванні на глибину до 20 – 25 см і більше вимагає підвищеної міцності. Склад робочого комплексу включає в себе пристрої розрізання ґрунту, збирання стерні, розпушування, формування рядків і дообробки. При суміщенні процесів розпушування ґрунту, сівби і удобрення до агрегатів додаються вузли посівних сошників та механізми внесення добрив.

Пристрої для смугової технології бувають навісними і причіпними. Їх обладнують дисковими або анкерними робочими органами. Форма сошників

залежить від складу ґрунту: чим він важчий, і чим глибше здійснюється розпушування, тим вже потрібні робочі органи.

В технології Strip-Till великі посівні агрегати оснащуються приймачами систем позиціонування не тільки на самому тракторі, але і на сівалці. Завдяки цьому досягається ювелірна точність визначення місцезнаходження готових рядів. Втім, технологія припускає просте використання систем паралельного водіння з збереженням даних розташуванні рядів для наступних робіт (у тому числі підготовчих – у наступні роки).

Дана технологія передбачає попередню обробку стерні, а також – можливість обійтися без неї. Фактори, що впливають на це: якість, обсяг, рівномірність розподілу пожнивних залишків. Часто велика кількість стерні та її хаотичне розташування вимагають застосування сітчастої борони для розподілу її по полю. Очищення ґрунту рядків – один з ключових факторів успіху методу Strip-Till.

Технологічні лінії вирощування сої за технологією Strip-till.

Восени проводять смуговий обробіток ґрунту, агрегатом, який розпушує ґрунт на глибину до 30 см, з одночасним внесенням мінеральних добрив в ці розпушені рядки.

За 7-10 днів до проведення сівби вносять гербіциди суцільної дії.

Сівбу сої розпочинають при досягненні температури ґрунту на глибині загортання насіння не менш ніж +10°C. При сівбі дотримуються рекомендованих норм висіву насіння для вирощуваних сортів. Мінеральні добрива вносять одночасно з сівбою. Висівають кондиційним насінням, протруєним ТМТД (2,4 – 3,2 кг/т), тигаом (2,8 – 4,2 кг/т) або іншими рекомендованими препаратами з додаванням 5 – 10 л води на 1 т насіння. Безпосередньо перед сівбою насіння обробляють у затінку соєвим ризоторфіном. Сіють сою у добре прогрітий ґрунт (12 – 14 °C) широкорядним способом з міжряддям 45 – 60 см або звичайним рядковим способом (на землях 2-ї технологічної групи).

Норма висіву в районах достатнього зволоження Лісостепу й Полісся становить 550 – 650 тис. схожих насінин на 1 га, недостатнього 450 – 500; у Степу 300 – 450 тис.; в умовах зрошення норма висіву насіння ранніх сортів 600 – 700, середньостиглих 500 – 600, пізньостиглих 400 – 500 тис./га. Вагова норма висіву 35 – 100 кг/га. Насіння загортають на глибину 4 – 5 см, на важких ґрунтах 3 – 4 см, при недостатній вологості ґрунту 5 – 6 см. Для сівби використовують сівалки точного висіву.

Догляд за посівами сої включає внесення страхових гербіцидів для знищення однодольних та дводольних бур'янів. У випадках заселення посівів шкідниками використовують фунгіциди.

РОЗДІЛ 2

ЕНЕРГЕТИЧНА ОЦІНКА МЕХАНІЗОВАНИХ РОБІТ ЗА РІЗНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ

2.1. Розрахунок коефіцієнта енергетичної ефективності.

Енергетичну ефективність виробництва сільськогосподарських культур визначають енергетичною ціною врожаю - відношенням кількості енергії, яка міститься у вирощеній продукції, до кількості енергії, витраченої на формування врожаю. Таке співвідношення називають коефіцієнтом енергетичної ефективності K_{ee} , який підраховують за формулою:

$$K_{ee} = \frac{E_n}{E_s} \quad (2.14)$$

де E_n - кількість енергії, що міститься у вирощеній продукції, МДж/га;
 E_s - кількість енергії, витраченої на формування врожаю, МДж/га.
Енергоємність продукції (E_n , МДж/га) визначають як:

$$E_n = (Y_o - Y_{zo} - Y_{yo}) K_c \cdot \alpha_{no} + Y_n \cdot K_c \cdot \alpha_{nn} \quad (2.15)$$

де Y_o, Y_n - урожай основної і незернової продукції, кг/га;
 Y_{zo}, Y_{yo} - засміченість і усушка зерна, кг/га; $Y_{zo} = 3\%$; $Y_{yo} = 2\%$;
 K_c - коефіцієнт вмісту сухої речовини (с.р.) в зерні чи в незерновій частині;
 α_{no}, α_{nn} - енергетичний еквівалент одержаної основної і незернової частини врожаю, МДж/кг с.р.

Енергоємність сої вирощеної за інтенсивною, нульовою та стрічковою технологією:

$$E_{ni} = (3000 - 90 - 60) \cdot 0,88 \cdot 19,38 + 4500 \cdot 0,65 \cdot 11,6 = 81430, \text{ МДж/га}$$

$$E_{nN} = (2500 - 75 - 50) \cdot 0,88 \cdot 19,38 + 3750 \cdot 0,65 \cdot 11,6 = 68780, \text{ МДж/га}$$

$$E_{nS} = (3000 - 90 - 60) \cdot 0,88 \cdot 19,38 + 4500 \cdot 0,65 \cdot 11,6 = 81430, \text{ МДж/га.}$$

Коефіцієнт енергетичної ефективності вирощування сої за інтенсивною, нульовою та стрічковою технологією:

$$K_{eei} = \frac{81430}{3501} = 23,3,$$

$$K_{eeN} = \frac{68780}{1118} = 61,5,$$

$$K_{ees} = \frac{81430}{1949} = 41,8 .$$

2.2. Розрахунок структури врожаю с.-г. культури

Коефіцієнт енергетичної ефективності характеризує загальну енергетичну ціну врожаю. Щоб виявити ціну окремих видів витрат енергії, як правило, розраховують енергетичну структуру витрат енергії на виробництво сільськогосподарської культури (табл. 1).

Таблиця 2.1 Енергетична структура врожаю с.-г. культури за видами ресурсів

Показник	Енергоємність					
	Інтенсивна технологія		Технологія No-till		Технологія Strip-till	
	E, МДж	%	E, МДж	%	E, МДж	%
Механізми (машинні агрегати)	21257	4,67	13302	9,15	13949	5,50
Паливо	3634	0,80	2392	1,65	2702	1,07
Електроенергія	111	0,02	111	0,08	111	0,04
Добрива	414380	91,03	107190	73,76	214380	84,58
Насіння	2036	0,45	2036	1,40	2036	0,80
Праця людини	193	0,04	150	0,10	136	0,05
Засоби хім.захисту	13599	2,99	20135	13,86	20135	7,94
Разом	455212	100%	145316	100%	253449	100%

За даними табл. 2.1 аналізують структуру витрат енергії на формування врожаю і планують заходи щодо їх зниження. Аналогічно аналізують витрати енергії за функціональними ознаками (табл. 2.2).

Таблиця 2.2 Енергетична структура врожаю с.-г. продукції за функціональними ознаками

Функціональна ознака	Енергоємність					
	Інтенсивна технологія		Технологія No-till		Технологія Strip-till	
	<i>E</i> , МДж	%	<i>E</i> , МДж	%	<i>E</i> , МДж	%
Підготовка ґрунту	10686	2,35	0	0,00	1048	0,41
Сівба	1177	0,26	1597	1,10	1597	0,63
Догляд	16741	3,68	15546	10,70	15546	6,13
Збирання	6221,4	1,37	6221,4	4,28	6212,4	2,45
Транспортування	2240	0,49	2849	1,96	2753	1,09
Інші роботи	418145	91,86	119102	81,96	226292	89,28
Разом	455212	100%	145316	100%	253449	100%

2.3. Екологічна оцінка технології виробництва сої за енергонасиченістю

Рівень екологічності технології виробництва сільськогосподарської продукції визначають за формулою:

$$K_{ек} = \frac{E_{ен}}{E_з} \quad (2.16)$$

де $E_з$ - кількість енергії, витраченої на формування врожаю, МДж/га;

$E_{ен}$ - екологічно допустима межа енергонасиченості технологічного процесу виробництва сільськогосподарської культури за рік; $E_{ен} = 15000$ МДж/га.

Рівень екологічності технології виробництва сої за інтенсивною, нульовою та стрічковою технологією:

$$K_{eki} = \frac{15000}{3501} = 4,3$$

$$K_{екN} = \frac{15000}{1118} = 13,4$$

$$K_{екS} = \frac{15000}{1949} = 7,7$$

2.4. Розрахунок енергетичної ціни умовного еталонного гектара

Енергетичну ціну (МДж/ум.ет.га) визначають за формулою:

$$E_{\text{ум.ет.га}} = \frac{E_3}{Q_{\text{ум.ет.га}}} \quad (2.17)$$

де E_3 - кількість енергії, витраченої на формування врожаю, МДж;

$Q_{\text{ум.ет.га}}$ - обсяг робіт за рік на формування врожаю, ум.ет.га.

Енергетичну ціну виробництва сої за інтенсивною, нульовою та стрічковою технологією:

$$E_{\text{ум.ет.гаI}} = \frac{455212}{428} = 1064 ,$$

$$E_{\text{ум.ет.гаN}} = \frac{145316}{131} = 1109 ,$$

$$E_{\text{ум.ет.гаS}} = \frac{253449}{150} = 1689 .$$

2.5. Щільність механізованих робіт

Щільність механізованих робіт технологічного процесу вирощування с.-г. культур (ум.ет.га/га) визначають за формулою:

$$\text{Щ}_{\text{мр}} = \frac{Q_{\text{ум.ет.га}}}{F} \quad (2.18)$$

де F - площа вирощування с.-г. культури.

Щільність механізованих робіт виробництва сої за інтенсивною, нульовою та стрічковою технологією:

$$\text{Щ}_{\text{мрі}} = \frac{428}{130} = 3,2 , \quad \text{Щ}_{\text{мрм}} = \frac{131}{130} = 1 , \quad \text{Щ}_{\text{мрп}} = \frac{150}{130} = 1,15 .$$

2.6. Екологічна оцінка технології виробництва с.-г. культури за ущільненням ґрунту.

Щільність ґрунту після збирання с.-г. культур складатиме:

$$\Pi_{nz} = \Pi_{nk} \cdot K_{виц} + \Pi_o + \Delta\Pi_z \cdot T_{nz} \cdot \left(\frac{S_{уз1}}{S_{зз1}} + \frac{S_{уз2}}{S_{зз2}} + \dots + \frac{S_{узн}}{S_{ззн}} \right) + \Delta\Pi_k \cdot T_{nk} \cdot \left(\frac{S_{ук1}}{S_{зк1}} + \frac{S_{ук2}}{S_{зк2}} + \dots + \frac{S_{узн}}{S_{зкн}} \right) \quad (2.19)$$

де Π_{nk} - щільність ґрунту після збирання попередньої с.-г. культури, г/см³; якщо цих даних немає, то приймається нормативне значення $\Pi_{nk} = 1,5$ г/см³;

$K_{виц}$ - коефіцієнт, який враховує відновлення щільності; $K_{виц} = 0,05-0,10$;

Π_o - початкова щільність; $\Pi_o = 1,08-1,11$ г/см³;

$\Delta\Pi_z, \Delta\Pi_k$ — темп зростання щільності для гусеничних 0,025 г/см³ і колісних 0,03 г/см³ машин відповідно;

T_{nz}, T_{nk} - кількість проходів відповідно гусеничної і колісної машин від початку весняно-польових робіт до закінчення збирання;

$S_{уз1}, S_{уз2}, \dots, S_{узн}$ - ширина ущільнення ґрунту при проході агрегату з гусеничною машиною, м;

$S_{зз1}, S_{зз2}, \dots, S_{ззн}$ - ширина захвату агрегату з гусеничною машиною, м;

$S_{ук1}, S_{ук2}, \dots, S_{узн}$ - ширина ущільнення ґрунту при проході агрегату з колісною машиною, м;

$S_{зк1}, S_{зк2}, \dots, S_{зкн}$ - ширина захвату агрегату з колісною машиною, м.

Щільність ґрунту після збирання сої за інтенсивною, нульовою та стрічковою технологією:

$$\begin{aligned} \Pi_{nz} = & 1,5 \cdot 0,05 + 1,1 + 0,03 \cdot 11 \cdot \left(2 \cdot \frac{0,53 \cdot 4 + 0,23 \cdot 2}{7} 0,74 + \frac{0,4 \cdot 2 + 0,3 \cdot 2 + 0,31 \cdot 2}{16} 0,13 + \right. \\ & + \frac{0,53 \cdot 2 + 0,4 \cdot 2}{3,15} 0,59 + \frac{0,53 \cdot 4 + 0,2 \cdot 2}{3,15} 0,8 + \frac{0,4 \cdot 2 + 0,3 \cdot 2 + 0,15 \cdot 2}{5,4} 0,31 + \frac{0,4 \cdot 2 + 0,3 \cdot 2 + 0,15 \cdot 2}{12} 0,14 + \\ & \left. + \frac{0,53 \cdot 4 + 0,2 \cdot 2}{21} 0,12 + 2 \cdot \frac{0,4 \cdot 2 + 0,3 \cdot 2 + 0,31 \cdot 2}{18} 0,22 + \frac{0,5 \cdot 2 + 0,3 \cdot 2}{4} 0,4 \right) = 2,28 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Pi_{nzN} = & 1,5 \cdot 0,05 + 1,1 + 0,03 \cdot 6 \cdot \left(\frac{0,53 \cdot 4 + 0,2 \cdot 2}{6} 0,42 + 3 \cdot \frac{0,4 \cdot 2 + 0,3 \cdot 2 + 0,31 \cdot 2}{18} 0,34 \right. \\ & \left. + \frac{0,53 \cdot 2 + 0,4 \cdot 2 + 0,3 \cdot 2}{5,4} 0,46 + \frac{0,5 \cdot 2 + 0,3 \cdot 2}{4} 0,4 \right) = 1,46 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} \Pi_{nzS} = & 1,5 \cdot 0,05 + 1,1 + 0,03 \cdot 7 \cdot \left(\frac{0,53 \cdot 4 + 0,2 \cdot 2}{6} 0,42 + \frac{0,53 \cdot 2 + 0,4 \cdot 2 + 0,3 \cdot 2}{5,4} 0,46 + \right. \\ & \left. 3 \cdot \frac{0,4 \cdot 2 + 0,3 \cdot 2 + 0,31 \cdot 2}{18} 0,34 + \frac{0,4 \cdot 2 + 0,3 \cdot 2 + 0,15 \cdot 2}{5,4} 0,31 + \frac{0,5 \cdot 2 + 0,3 \cdot 2}{4} 0,4 \right) = 1,58 \end{aligned}$$

Коефіцієнт екологічності за ущільненням ґрунту визначають за формулою:

$$K_{eu} = \frac{\Pi_{en}}{\Pi_{nz}} \quad (2.20)$$

де Π_{en} - поріг ущільнення ґрунту; $\Pi_{en} = 1,5 \text{ г/см}^3$;

Π_{nz} - щільність ґрунту після збирання с.-г. культури.

Коефіцієнт екологічності за ущільненням ґрунту при виробництві сої за інтенсивною, нульовою та стрічковою технологією:

$$K_{euI} = \frac{1,5}{2,28} = 0,65, \quad K_{euN} = \frac{1,5}{1,46} = 1,02, \quad K_{euS} = \frac{1,5}{1,58} = 0,95$$

2.7. Розрахунок енергетичної ціни с.-г. продукції

Енергетичну ціну с.-г. продукції (МДж/т) визначають за формулами: використання тільки зернової продукції:

$$E_{zm} = \frac{E_3}{U_3} \quad (2.21)$$

де E_3 - кількість енергії, витраченої на формування врожаю, МДж;

U_3 - урожай зернової продукції з усієї площі, т;

Енергетичну ціну сої за інтенсивною, нульовою та стрічковою технологією:

$$E_{zmi} = \frac{455212}{390} = 1167, \text{ МДж/т.}$$

$$E_{zmN} = \frac{145316}{325} = 447, \text{ МДж/т.}$$

$$E_{zmS} = \frac{253449}{390} = 650, \text{ МДж/т.}$$

Таблиця 2.3 Енергетична і екологічна оцінка механізованого технологічного процесу вирощування сої за різними технологіями на площі 130 га

Показник	Одиниця виміру	Технологія		
		інтенсивна	No-till	Strip-till
Енергоемність продукції	МДж/га	81430	68780	81430
Витрачено енергії на формування врожаю	МДж	455212	145316	253449
	МДж/га	3501	1118	1949
Коефіцієнт енергетичної ефективності	–	23,3	61,5	41,8
Коефіцієнт екологічності за енергонасиченістю	–	4,3	13,4	7,7
Енергетична цінність умовного еталонного гектара	МДж ум.ет.га	1064	1109	1689
Щільність механізованих робіт	ум.ет.га га	3,2	1	1,15
Ущільнення ґрунту після збирання	г/см ³	2,28	1,46	1,58
Нормативне ущільнення ґрунту	г/см ³	1,5	1,5	1,5
Коефіцієнт екологічності за ущільненням	–	0,65	1,02	0,95
Енергетична цінність виробництва сої	МДж/т	1167	447	650

2.8. Висновки

Підібрано та розраховано оптимальний склад МТП за інтенсивною технологією вирощування сої, а також за технологіями No-till та Strip-till. Загальні витрати енергії на формування врожаю склали відповідно 455212 МДж та 145316 та 253449 МДж.

Розрахунок показників енергетичної та екологічної оцінки механізованих технологій показав, що коефіцієнт енергетичної ефективності буде більшим при нульовій технології вирощування сої порівняно з інтенсивною та стрічковою технологіями ($K_{eei} = 23,3$, $K_{eeN} = 61,5$, $K_{eeS} = 41,8$), також коефіцієнти екологічності за енергонасиченістю та ущільненням ґрунту при нульовій технології будуть кращими за інші технології.

Таким чином, можна зробити висновок, що технологія No-till є найменш енергоємною та найбільш сприятливою в екологічному сенсі. Технологія Strip-till є більш енергонасиченою та з гіршими екологічними показниками за рахунок більшої кількості операцій та більшої норми внесення добрив. Інтенсивна технологія є найбільш енергонасиченою та має найгірші показники по екологічному аналізу щодо ущільнення ґрунту.

РОЗДІЛ 3

БАГАТОКРИТЕРІАЛЬНА ОЦІНКА МЕХАНІЗОВАНИХ ТЕХНОЛОГІЙ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ

Розрахунок показників енергетичної та екологічної оцінки механізованих технологій вирощування сої показав, що кожна з технологій має свої переваги і недоліки. Для визначення кращої технології в даних умовах необхідно провести системний аналіз цих технологій.

Оцінку альтернативних методів вирощування сої здійснено за допомогою чотирьох критеріїв: витрати праці Z , люд.-год/га (K_1); витрати енергії на формування врожаю E , МДж/га (K_2); ущільнення ґрунту Π , г/см³ (K_3); собівартість продукції Π_3 , грн/га (K_4). Вихідна множина альтернативних варіантів технологій й відповідних критеріїв та їх значення наведені в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1 Вихідна множина альтернативних варіантів технологій

№	Технологія	Витрати праці Z , люд.-год /га (K_1)	Витрати енергії на формування врожаю E , МДж/га (K_2)	Ущільнення ґрунту Π , г/см ³ (K_3)	Собівартість продукції Π_3 , грн/т (K_4)
1	Інтенсивна	328	3501	2,28	2537
2	No-till	176	1118	1,46	2450
3	Strip-till	204	1949	1,58	2448

Здійснено порівняння всіх варіантів вихідної множини з умовним ідеалізованим варіантом, в якому присутні кращі значення критеріїв з вихідної множини альтернативних варіантів. Формування множини прийнятих критеріїв здійснено при однаковому напрямку покращення (зменшення) всіх критеріїв. Завдання їх порівняльної оцінки вирішувалось методом розставлення пріоритетів за допомогою використання коефіцієнтів значимості критеріїв λ_i , значення яких розраховано при забезпеченні умови $\sum \lambda_i = 1$. Для цього критерії порівнювались попарно і у відповідних комірках матриці (таблиця 1.2) проставлені коефіцієнти переваг. Якщо критерій в i -й стрічці має перевагу над критерієм в j -у стовпчику, то коефіцієнт приймають рівним 1,5; при їх однаковій значимості – 1,0; а при меншій – 0,5. Екологічний критерій ущільнення ґрунту K_3 та економічний K_4 , який урахує собівартість вирощеної продукції, мають найбільшу важливість в порівнянні з іншими, що рівнозначні. Тобто прийнято $K_1 = K_2 = K_5 < K_3 = K_4$.

Таблиця 3.2 Матриця визначення пріоритетів

Номера критеріїв	Номера критеріїв				$\sum_{j=1}^{j=5} K_i$	P_{ij}	λ_i
	K_1	K_2	K_3	K_4			
K_1	1,0	1,0	0,5	0,5	3,0	11,0	0,183
K_2	1,0	1,0	0,5	0,5	3,0	11,0	0,183
K_3	1,5	1,5	1,0	1,0	5,0	19,0	0,317
K_4	1,5	1,5	1,0	1,0	5,0	19,0	0,317

Коефіцієнти значимості критеріїв λ_i знайдені за формулою:

$$\lambda_i = \frac{P_{ij}}{\sum P_{ij}}, \quad (3.5)$$

де P_{ij} – сума добутків кожного елементу i -ї стрічки на елементи вектор-стовпчика $\sum K_{ij}$, визначається як:

$$P_{ij} = [K_{ij} \sum K_{ij}] \downarrow \quad (3.6)$$

Після визначення коефіцієнтів значимості критеріїв, розраховують відстань до цілі для заданої множини альтернативних варіантів:

$$\mu_i = \sum \left(\frac{U_{ij}}{U_{io}} \lambda_i \right) - 1, \quad (3.7)$$

де U_{ij} , U_{io} – значення i -го критерію j -го та ідеалізованого варіанту;

λ_i – коефіцієнт значимості i -го критерію.

З вихідної множини альтернатив вибрано варіант, що знаходиться найближче до ідеалізованого варіанту, для якого $\mu = 0$. Визначена таким чином відстань до цілі для заданої множини альтернативних варіантів дає порівняльну оцінку варіантів технологій (таблиця 3.3).

Таблиця 3.3 Оцінка механізованих варіантів технологій

Номери варіантів технологій	Критерії, що використані для аналізу				μ	Ранг технології
	З, люд.-год /га	Е, МДж/га	Щ, г/см ³	П _з , грн/т		
1	328	3501	2,28	2537	0,7377	3
2	176	1118	1,46	2450	0,0003	1
3	204	1949	1,58	2448	0,1912	2
Ідеалізований варіант	176	1118	1,46	2448	0	

На графічній моделі це матиме наступний вигляд:

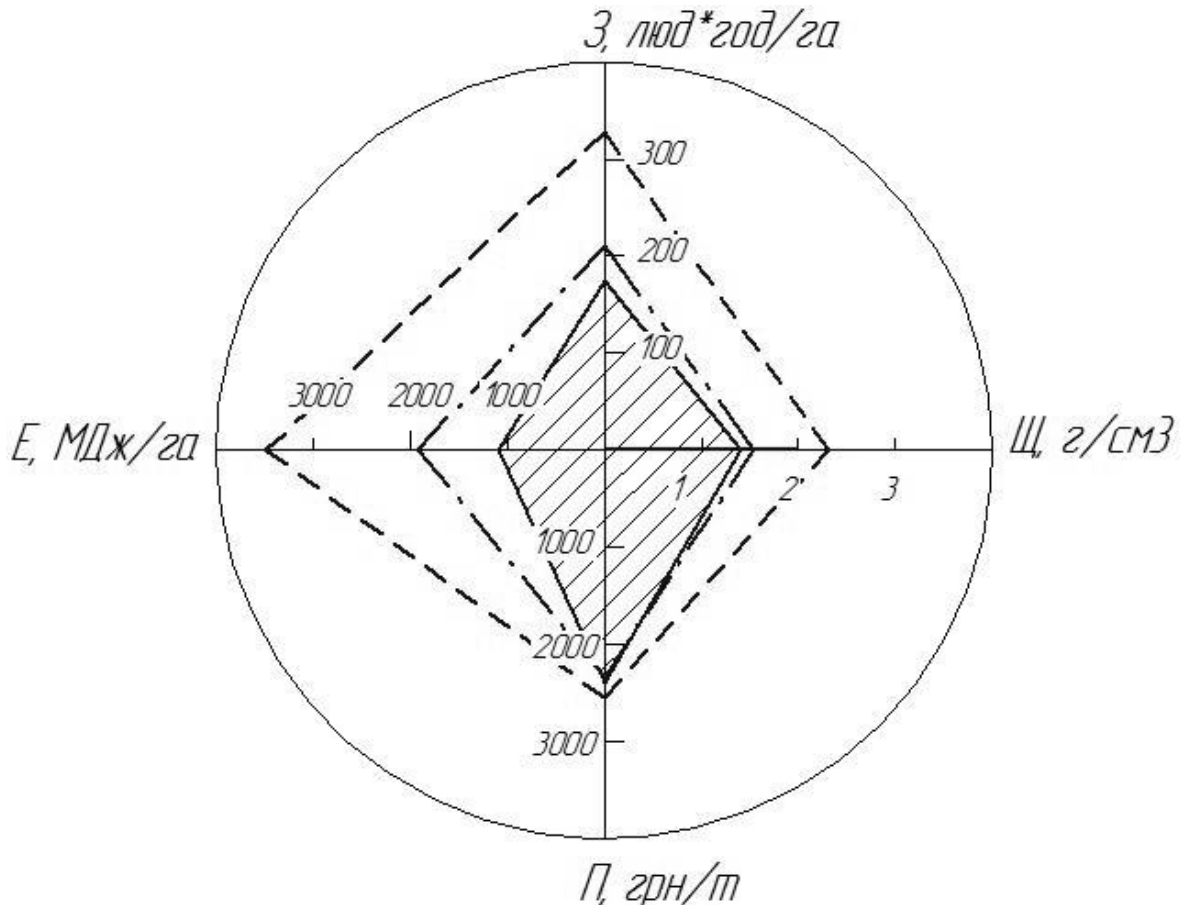


Рисунок 3.2 Полігон вибору за методом відстані до цілі для чотирьох критеріїв U_i і трьох варіантів рішень S_i . Ідеалізований варіант побудований на кращих значеннях критеріїв.

Висновки

Таким чином, варіант застосування технології No-till визначено як найбільш раціональний з врахуванням енергетичних та екологічних критеріїв. Варіант застосування технології Strip-till наближається за цими критеріями до ідеалізованого варіанту і має перевагу над No-till по економічному критерію. Інтенсивна ж технологія дещо наближається до ідеалізованого варіанту за економічним критерієм, але має значно гірші показники за енергетичними та екологічними критеріями, а також за затратами праці.

РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ

Відповідальність за стан охорони праці в підприємстві покладена на керівника господарства, у структурних підрозділах відповідальними є керівники підрозділів (головні спеціалісти).

В господарстві обладнано кабінет з охорони праці, розміром 26 м², в якому проводяться вступні інструктажі. Кабінет обладнаний стендами, плакатами, таблицями, які використовуються при проведенні навчання. Керівником кабінету є інженер по охороні праці, інженер-механік по спеціальності, стаж роботи на цій посаді – 10 років.

У виробничих підрозділах господарства обладнані куточки з охорони праці. На території цих підрозділів обладнані протипожежні щити з необхідним інвентарем та протипожежним інструментом.

В підприємстві, основні положення з питань охорони праці викладені в колективному договорі. Відповідно до цього договору, в підприємстві проводяться роботи по поліпшенню стану охорони праці, виділяються кошти на забезпечення робітників зайнятих на шкідливих роботах спеціальним харчуванням а також на придбання необхідної кількості засобів індивідуального захисту працюючих.

Враховуючи, що підприємство має багато споруд, то всі вони обладнуються блискавкозахистом, а також укомплектованими пожежними щитами. Також у кожній споруді є укомплектована інженером з охорони праці медична аптечка.

Рекомендації орієнтовані на типові операції: підготовка поля, сівба, догляд (обробітки, внесення ЗЗР/добрив), техобслуговування техніки, збирання, післязбиральна обробка, логістика та зберігання.

Короткий опис підходу

Аналіз ризиків проведено за видами робіт і робочими місцями; визначено основні джерела небезпеки, потенційні наслідки та ймовірність виникнення; запропоновано заходи трьох рівнів: організаційні, технічні, індивідуальні (ППЕ), а також заходи контролю та навчання.

Основні небезпечні фактори за етапами робіт

А) Підготовка ґрунту (орні, дискування, культивація)

Небезпеки: перекидання трактора/агрегату на схилах; травми при зачепленні/захопленні рухомих частин; викид каміння/відлітні елементи; пил/шум; контакт з гідросистемою під тиском.

Типові слабкі місця: відсутність огорожень, несправні РЗК/гальма, недостатній контроль швидкості, ненавчені оператори.

Б) Передпосівна підготовка і сівба

Небезпеки: контакт із навісним обладнанням; ураження електрострумом при роботі поруч ЛЕП; травмування під час агрономічних налаштувань; отруєння від залишків пестицидів/добрих.

Слабкі місця: відсутність процедур LOTO при настроюванні, порушення інструкцій із застосування хімії.

В) Внесення ЗЗР і добрив (оприскування, розкидання)

Небезпеки: хімічні ризики (отруєння при контакті/інгаляції), перевертання обприскувача, ураження очей/шкіри, аварійний вилив баку.

Слабкі місця: нерегламентоване зберігання/маркування хімікатів, відсутність дозаторів/запобіжників, необладнані місця для миття/деконтамінації.

Г) Догляд (міжрядні роботи, обробіток)

Небезпеки: травми від рухомих робочих органів, контакт із пилом, сонячний/тепловий стрес працівників.

Слабкі місця: відсутність захисту робочих органів, неорганізовані перерви/вода.

Д) Технічне обслуговування та ремонти

Небезпеки: падіння деталей, затискання, ураження електрострумом, викид гідрорідини під тиском, падіння з висоти (борту причепа, платформи).

Слабкі місця: відсутність процедур LOTO, недотримання інструкцій з безпечного підйому вантажів, відсутність перевірок і журналів ТО.

Е) Збирання врожаю (комбайни, транспорт)

Небезпеки: контакти з молотильними/різальними органами; пожежа в ході комбайнування; перевантаження транспортних засобів; травми під час обслуговування на полі.

Слабкі місця: відсутність вогнегасників і протипожежного інвентарю, неналаштовані датчики і сигналізації, недотримання швидкісних режимів.

Є) Зберігання і логістика

Небезпеки: самозігрівання і загоряння зерна; отруєння парою пестицидів/газами; падіння при роботі на бункерах; ДТП при навантаженні.

Слабкі місця: погана вентиляція, відсутність систем моніторингу температури/вологи, неконтрольований доступ.

Заходи з усунення та зниження ризиків

Організаційні заходи

Розробити і впровадити локальні інструкції з ОП для кожного виду робіт (SOP), включно з LOTO-процедурами для ремонтів агрегатів.

Призначити відповідальних за ОП: головний інженер/механік, майстер зміни, відповідальний за ЗЗР, відповідальний за пожежну безпеку.

Впровадити систему допусків операторів: лише допущені, сертифіковані працівники керують технікою та обробляють хімікати.

Планувати роботи з урахуванням погодних умов (вітер при обприскуванні, вологість при збиранні) і режиму навантаження працівників.

Вести журнал ТО, щоденні брифінги перед виїздом, аварійні телефони та інструкції.

Технічні та інженерні заходи

Забезпечити справність тракторів і агрегатів: робочі гальма, РЗП, огороження рухомих частин, справні світлові й звукові сигнали.

Встановити захисні щитки/огороження на робочих органах, блокувальні пристрої при відкритих кришках.

Оснастити обприскувачі та баки системами аварійного відключення, контрольними датчиками, запірною арматурою, протиопрокидними пристроями.

Пожежна безпека: вогнегасники на техніці, паливні вимикачі, захисні екрани на вихлопах, правило «без відкритого вогню» під час жнив; обладнати майданчики для заправки і зливу з лотками.

Зберігання хімікатів: окремі склади з піддонами, вентиляцією, маркуванням, вторинними запобіжними ємностями; наявність плит для миття рук/очей.

На елеваторах/сховищах: системи контролю температури й вологості, вентиляція, освітлення, огороження люків і страхівка при роботі на висоті.

ППЕ та гігієна праці

Забезпечити доступність ППЕ: комбінезони, рукавиці хімістійкі, респіратори/маски (клас залежить від робіт), захисні окуляри, каски, шумоізоляційні навушники, спеціальне взуття.

Встановити мінімальні стандарти гігієни: миття рук, душі/тисільники, ізольовані місця для переодягання; негайна декларація контактів із ЗЗР.

Навчання та інструктажі

Проведення первинних та повторних інструктажів (на місці, щомісяця для сезонних робіт), тренінги з ЛОТО, пожежної безпеки, надання першої допомоги.

Практичні тренування: евакуація, реагування на розливи ЗЗР, зупинка агрегатів у разі заїдання.

Вести облік допущених працівників, регулярно оцінювати знання (тести, практичні завдання).

Аварійні процедури та медицина праці

Розробити аварійні плани: порядок дій при розливах хімікатів, пожежі, травмах, отруєнні; контакти швидкої, місцевих пожежних підрозділів.

Оснастити підприємство аптечками, носилками, кисневою системою (мінімум у механічній майстерні/елеваторі).

Організувати профілактичні медогляди для працівників, що контактують із хімікатами.

Контроль і моніторинг

Впровадити щоденний чек-лист перед виїздом (світло, гальма, ППЕ, сумки з аптечкою) і після завершення робіт.

Використовувати КРІ: кількість випадків/інцидентів, число проходження інструктажів, стан обладнання (часи простоїв через поломки).

Регулярні внутрішні аудити з ОП (щомісячні) і зовнішні (щосезону).

Приклад конкретних заходів за пріоритетом (швидкий план)

Терміново (1–2 тижні): інвентаризація техніки (перевірити гальма, РЗК, огороження), забезпечення ППЕ для всіх бригад, розробка базових інструкцій ЛОТО і аварійної карти.

Короткостроково (1 місяць): навчання операторів техніки та персоналу з обробки ЗЗР; встановлення вогнегасників на всіх агрегатах; маркування й облаштування складу ЗЗР.

Середньостроково (1–3 місяці): обладнання майданчика для заправки з лотками/блоками збору; закупівля або модернізація огорожень рухомих органів; впровадження журналу ТО.

Довгостроково (до сезону): розробка системи моніторингу (телеметрія техніки, карти ризиків поля), регулярний аудит ОП, впровадження цифрових журналів інструктажів і допусків.

Контрольні списки (коротко, для оперативного використання)

Перед виїздом бригади: технічний стан трактора/агрегату, рівні рідин, гальма, світло, вогнегасник, аптечка, ППЕ в наявності, телефон/рація.

Перед обприскуванням: перевірка герметичності бака, ППЕ оператора, вітрове поле < допустимого, місце заправки з піддоном, карта ЗЗР і етикетки.

Перед ремонтом: застосування ЛОТО, встановлення упорів, спецінструменти, інструкція ремонту на робочому місці.

Оцінка ризиків і КРІ для контролю

Основні КРІ: кількість травм за рік (ціль — 0), % працівників з актуальними інструктажами (ціль — 100%), кількість інцидентів з витоків ЗЗР (ціль — 0), час простоїв техніки через несправності (зменшення на 20% рік до року).

Виконання заходів перевіряти через щомісячні звіти і аналіз інцидентів.

Короткий висновок Зниження ризиків при вирощуванні сої — це поєднання дисципліни в організації праці, модернізації техніки й устаткування, регулярного навчання персоналу та впровадження стандартів безпечного виконання робіт (ЛОТО, SOP, ППЕ). Наведені заходи дозволяють значно зменшити частоту травм і аварій, зменшити екологічні ризики при роботі з ЗЗР та підвищити продуктивність господарства.

РОЗДІЛ 5

ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ ВИРОБНИЦТВА СОЇ

Економічне обґрунтування виконується з метою визначення раціонального варіанту технології за одним або сукупністю економічних критеріїв (мінімум приведених затрат, максимум прибутку, термін повернення кредиту, строк окупності капіталовкладень тощо).

В залежності від заданих даних на розробку проекту та прийнятого критерію, можливі такі постановки рішення задач економічного обґрунтування [18]:

- розробка механізованого процесу (технології) за умови досягнення максимального прибутку при заданих обсягах виробництва;
- обґрунтування механізованої технології за сукупністю критеріїв (рівень рентабельності, собівартість, термін окупності тощо);
- обґрунтування річного обсягу та організаційних планів виробництва, що забезпечують найбільш ефективне використання машинно-тракторного парку.

Таблиця 5.1 – Затрати на придбання технологічних матеріалів

Варіант технології	C_1 , грн./га	C_2 , грн./га	C_3 , грн./га
інтенсивна	5400	1620	1800
No-till	2700	1620	2700
Strip-till	3600	1620	2700

5.2 Розрахунок прямих експлуатаційних затрат на виробництво сільськогосподарської продукції

Вартість паливно-мастильних матеріалів дорівнює:

$$C_4 = C_K Q_{II}, \text{ грн/га}, \quad (5.4)$$

де C_K - комплексна ціна кілограма палива, грн/кг ($C_K = 16,0 \text{ грн/кг}$);

Q_{II} - витрата палива, кг/га.

Основна заробітна плата:

$$C_5 = \frac{m_1 \Pi_1 + m_2 \Pi_2 + \dots + m_6 \Pi_6}{W_{3M}}, \text{ грн/га} \quad (5.5)$$

де m_i - кількість працівників на агрегаті i -ої кваліфікації;

P_i - оплата праці за змінну норму виробітку робочого i -ої кваліфікації, грн;

$W_{зм}$ - змінна продуктивність агрегату, га.

Додаткова заробітна плата:

$$C_6 = \frac{C_5 K_{дзн}}{100}, \text{ грн/га} \quad (5.6)$$

де $K_{дзн}$ – коефіцієнт нарахування додаткової заробітної плати, ($K_{дзн} = 10...35\%$).

Відрахування на соціальні заходи:

$$C_7 = ПФ + ФСС + ФЗ, \text{ грн/га}, \quad (5.7)$$

де $ПФ$, $ФСС$, $ФЗ$ – відрахування в пенсійний фонд, фонд соціального страхування і фонд зайнятості.

Вони розраховуються за формулами:

$$\begin{aligned} ПФ &= ФОП K_{пф} / 100, \text{ грн/га} \\ ФСС &= ФОП K_{фсс} / 100, \text{ грн/га}, \\ ФЗ &= ФОП K_{фз} / 100, \text{ грн/га} \end{aligned} \quad (5.8)$$

де $K_{пф}$, $K_{фсс}$, $K_{фз}$ - відповідно коефіцієнти відрахування в пенсійний фонд, фонд соціального страхування і фонд зайнятості, % ($K_{пф} = 32,7\%$; $K_{фсс} = 2,8\%$; $K_{фз} = 2,5\%$);

$ФОП$ – фонд заробітної плати. Він розраховується за формулою:

$$ФОП = C_5 + C_6, \text{ грн/га}. \quad (5.9)$$

Дані розрахунків заносимо в таблицю 5.2.

Таблиця 5.2 – Результати розрахунку прямих експлуатаційних затрат

Варіант технології	C_4 , грн./га	C_5 , грн./га	C_6 , грн./га	C_7 , грн./га
інтенсивна	1157,28	46,35	9,27	21,14
No-till	724,80	35,93	7,19	16,38
Strip-till	793,60	38,28	7,66	17,45

5.3. Розрахунок балансової вартості основних виробничих фондів і амортизаційних відрахувань

Відрахування на амортизацію будівель машинного двору:

$$C_8 = \kappa_0 C_{\text{БУД}} K_{\text{АБ}} / 100, \text{ грн}, \quad (5.10)$$

де $K_{\text{АБ}}$ - нормативні коефіцієнти відрахувань на амортизацію будівель машинного двору, % ($K_{\text{АБ}} = 2,5 \dots 3,5\%$).

$C_{\text{БУД}}$ - вартість будівництва, грн.

K_0 – коефіцієнт, що показує, яка частка продукції (або зарплати) припадає на даний вид продукції від загального її обсягу у рослинництві.

$$C_{\text{БУД}} = C_{\text{БУД}} V_{\text{БУД}} + C_T S_T, \text{ грн}, \quad (5.11)$$
$$C_{\text{БУД}} = 900 \cdot 1100 + 180 \cdot 9000 = 2610000, \text{ грн}$$

де $C_{\text{БУД}}$ - вартість будівництва будівель машинного двору, грн/м³

($C_{\text{БУД}} = 900$ грн./м³);

$V_{\text{БУД}}$ - загальний об'єм, м³; ($V_{\text{БУД}} = 1100$ м³);

C_T - витрати на благоустрій машинного двору, грн./м² ($C_T = 180$ грн./м²);

S_T - площа території машинного двору, м² ($S_T = 9000$ м²).

Відрахування на амортизацію обладнання машинного двору:

$$C_9 = \frac{\kappa_0 C_{\text{ОБЛ}} K_{\text{АО}}}{100}, \text{ грн.}, \quad (5.12)$$

де $K_{\text{АО}}$ - нормативний коефіцієнт відрахувань на амортизацію обладнання машинного двору, % ($K_{\text{АО}} = 15 \dots 25\%$);

$C_{\text{ОБЛ}}$ - балансова вартість обладнання, грн.

Відрахування на амортизацію МТП:

$$C_{10} = \frac{B_T \cdot a_{TP}}{100 \cdot W_r \cdot t_{TP}} + \frac{B_{зч} \cdot a_{зч}}{100 \cdot W_r \cdot t_{зч}} + \frac{B_M \cdot a_M \cdot n_M}{100 \cdot W_r \cdot t_M}, \text{ грн/га}, \quad (5.13)$$

де B_{TP} , $B_{зч}$, B_M – балансова вартість трактора, зчіпки і с.г. машини, грн;

a_{TP} , $a_{зч}$, a_M - норми відрахувань на амортизацію відповідно трактора, зчіпки і сільськогосподарської машини, 15%,

W_2 - продуктивність агрегату, га/год;

$t_{TP}, t_{зч}$ і t_M - зональне річне (або фактичне) завантаження трактора, зчіпки і сільськогосподарської машини, год.

Відрахування на поточний ремонт і технічне обслуговування МТП:

$$C_{11} = \frac{B_T \cdot P_T}{100 \cdot W_r \cdot t_T} + \frac{B_{зч} \cdot P_{зч}}{100 \cdot W_r \cdot t_{зч}} + \frac{B_{зч} \cdot P_M}{100 \cdot W_r \cdot t_M}, \text{ грн/га}, \quad (5.14)$$

де $P_T, P_{зч}, P_M$ - сумарна норма відрахувань на поточний ремонт і технічне обслуговування відповідно трактора, зчіпки і с.г., 6,5%.

Дані розрахунків заносимо в таблицю 5.3.

Таблиця 5.3 – Результати розрахунку балансової вартості основних виробничих фондів і амортизаційних відрахувань

Варіант технології	C_8 , грн	C_9 , грн	C_{10} , грн./га	C_{11} , грн./га
інтенсивна	19575	40500	1594,78	691,07
No-till	19575	40500	1687,62	731,30
Strip-till	19575	40500	1814,13	786,12

5.4. Розрахунок загальновиробничих та загальногосподарських витрат

Загальновиробничі витрати включають затрати на спецодяг, витратні матеріали для забезпечення роботоздатності оргтехніки, телефонного зв'язку, санітарного стану побутових приміщень та непередбачені додаткові затрати на інші потреби (реклама продукції і т.д.):

$$C_{12} = C_{ПЕ} K_{ЗВ} / 100, \text{ грн.}, \quad (5.15)$$

де $K_{ЗВ}$ – коеф. відрахувань на загальновиробничі витрати, % ($K_{ЗВ} = 2,5 \dots 5\%$).

$C_{ПЕ}$ - прямі експлуатаційні витрати, грн.;

$$C_{ПЕ} = S \left(\sum_{i=4}^8 C_i + C_{10} + C_{11} \right) + (C_8 + C_9) \quad (5.16)$$

Загальногосподарські витрати – зарплата керівникам господарства, бухгалтерам, затрати на освітлення вулиць, рекламу продукції та інші.

$$C_{13} = (C_{ПЕ} + C_{12}) K_{ЗГ} / 100, \text{ грн.} \quad (5.17)$$

де $K_{3Г}$ - нормативний коефіцієнт відрхувань на загальногосподарські витрати, %, ($K_{3Г}=0,5\dots3,5\%$).

$C_{ПЕ} + C_{12}$ - сумарні витрати на виробництво, грн.

Дані розрахунків заносимо в таблицю 5.4.

Таблиця 5.4 – Результати розрахунку загальновиробничих та загальногосподарських витрат

Варіант технології	C_{12} , грн	$C_{ПЕ}$, грн	C_{13} , грн.	$C_{ПЕ} + C_{12}$
інтенсивна	41606,53	1664261,13	1705,87	1705867,65
No-till	34727,37	1389094,62	1423,82	1423821,99
Strip-till	38477,88	1539115,25	1577,59	1577593,13

5.5. Розрахунок виробничої собівартості

Виробнича собівартість всього обсягу продукції:

$$C_{14} = A \cdot n + B, \text{ грн} , \quad (5.18)$$

де A – поточні прямі витрати на одиницю продукції, грн/т;

B – разові непрямі витрати на весь обсяг продукції, грн.;

n – обсяг продукції, т.

Виробнича собівартість одиниці продукції:

$$C_{14_{np}} = A + \frac{B}{n}, \text{ грн/т} . \quad (5.19)$$

Поточні витрати:

$$A = \frac{\sum_{i=1}^7 C_i}{I} , \quad (5.20)$$

де I – урожайність культури, т/га.

Разові витрати:

$$B = (C_8 + C_9) + C_{12} + C_{13} + S(C_{10} + C_{11}), \quad (5.21)$$

де S - площа вирощування, га.

Дані розрахунків заносимо в таблицю 5.5.

Таблиця 5.5 – Результати розрахунку виробничої собівартості

Варіант технології	C_{14} , грн.	C'_{14} , грн./т	A, грн./т	Б, грн
інтенсивна	960701,50	2463,34	1436,29	400547,49
No-till	773029,23	2378,55	1114,90	410686,69
Strip-till	927166,03	2377,35	1253,86	438162,52

Відповідно до даної формули 5.21 зі збільшенням обсягу виробництва собівартість продукції знижується за гіперболічною залежністю (рисунок 5.1) (навіть при дотриманні незмінного технологічного процесу і пов'язаних з ним одноразовими і поточними витратами). Проте таке зниження собівартості відбувається тільки у визначених межах збільшення обсягу виробництва. Воно обмежується продуктивністю технологічного обладнання, що використовується. При необхідності збільшення обсягу виробництва буде потрібно додаткове введення визначеної кількості одиниць технологічного обладнання. При порівнянні економічності технологічних варіантів у якості найкращого приймається той варіант, який при заданому обсязі виробництва дає найменшу собівартість.

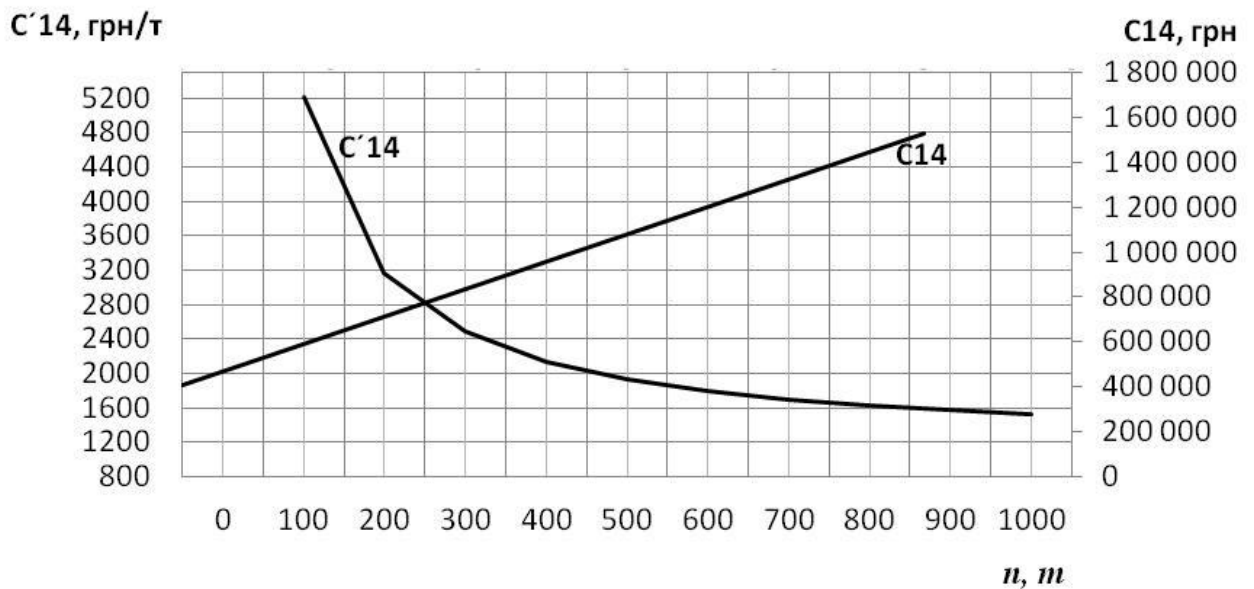


Рисунок 5.1. Графік зміни собівартості від обсягу виробництва продукції при виробництві сої за технологією No-till.

5.6. Калькуляція собівартості продукції.

Калькуляція собівартості (табл.5.7) складається для кожного виду продукції з урахуванням поза виробничих витрат.

Повна собівартість містить виробничу собівартість та поза виробничі витрати:

$$C_{16} = C_{14} + C_{15}, \text{ грн}, \quad (5.23)$$

де C_{14} - виробнича собівартість вибраного варіанту технології;

C_{15} - поза виробничі витрати на збут продукції та інші непередбачені статті витрат.

$$C_{15} = \frac{C_{14} K_{\text{Поз.В.}}}{100}, \text{ грн}, \quad (5.24)$$

де $K_{\text{Поз.В.}}$ – відсоток від виробничої собівартості ($K_{\text{Поз.В.}} = 3...6\%$).

Повна собівартість одиниці продукції дорівнює:

$$C = \frac{C_{16}}{n}, \text{ грн/т}, \quad (5.25)$$

де n – загальний обсяг продукції за обліковий період, т.

Дані розрахунків заносимо в таблицю 5.6.

Таблиця 5.6 – Результати розрахунку виробничої собівартості

Варіант технології	C_{15}	C_{16}	C
інтенсивна	28821,04	989522,55	2537,24
No-till	23190,87	796220,11	2449,91
Strip-till	27814,98	954981,02	2448,67

Таблиця 5.7. – Калькуляція виробництва продукції

Статті витрат					Витрати на одиницю продукції грн./т		
					Інтенс.	No-till	Strip-till
№	Назва статті		Позн.				
1	Технолог матеріали	Добрива	C ₁	Група А (поточні)	1800,00	1080,00	1200,00
2		Насіння	C ₂		540,00	648,00	540,00
3		Отрутохімікати	C ₃		600,00	1080,00	900,00
4	Прямі експлуатаційні витрати	Паливо	C ₄		385,76	289,92	264,53
5		Основна заробітна плата	C ₅	15,45	14,37	12,76	
6		Додаткова заробітна плата	C ₆	3,09	2,87	2,55	
7		Відрахування на соціальні заходи	C ₇	7,05	6,55	5,82	
8		Відрахування на амортизацію будівель машинного двору	C ₈	Група Б (разові)	50,19	60,23	50,19
9		Відрахування на амортизацію обладнання машинного двору	C ₉		103,85	124,62	103,85
10		Відрахування на амортизацію МТП	C ₁₀		531,59	675,5	604,71
11	Відрахування на ТО та поточний ремонт МТП	C ₁₁	230,36		292,52	262,04	
12	Накладні витрати	Загальновиробничі витрати	C ₁₂		106,68	106,85	98,66
13		Загальногосподарські витрати	C ₁₃	4,37	4,38	4,05	
14		Виробнича собівартість	C ₁₄		2463,34	2378,55	2377,35
15		Поза виробничі витрати	C ₁₅		73,90	71,36	71,32
16		Повна собівартість	C ₁₆		2537,24	2450,00	2448,67

5.7. Баланс грошових витрат і надходжень.

Прогнозований прибуток – сума виручки від реалізації продукції та інших доходів.

$$Д = В + Д_{\text{інші}}, \text{ грн.} \quad (5.26)$$

де $В$ – виручка від реалізації продукції, грн.;

$Д_{\text{інші}}$ – доходи від реалізації основних фондів, які вибули, доходи по акціях та інші доходи, грн.

Виручка від реалізації продукції дорівнює:

$$B_N = C_{\text{вд}} n = 9000 \cdot 325 = 2925000, \text{ грн} \quad (5.27)$$

$$B_S = C_{\text{вд}} n = 9000 \cdot 390 = 3510000 \text{ грн.}$$

де $C_{\text{вд}}$ -відпускна ціна, грн/т; $C_{\text{вд}} = 9000$ грн./т

n - загальний вихід продукції, т.

Прогноз на перші два-три роки роботи нового підприємства виконують без врахування доходів від реалізації основних фондів, що вибули, по акціях та інших, тобто розглядають ситуацію, коли доход формується тільки за рахунок продажу основної продукції, тобто:

$$Д = В, \text{ грн.} \quad (5.28)$$

Прибуток дорівнює:

$$П = В - C_{16}, \text{ грн,} \quad (5.29)$$

де C_{16} - повна собівартість, грн.;

$$P_N = 2925000 - 796220 = 2128780, \text{ грн}$$

$$P_S = 3510000 - 954981 = 2555019, \text{ грн}$$

Рівень рентабельності виробництва:

$$P = \frac{(C_{\text{вд}} - C)100}{C}, \% \quad (5.30)$$

де C – повна собівартість одиниці продукції ($C = C_{16} / n$)

$$P_N = \frac{(9000 - 2450)100}{2450} = 267 \%$$

$$P_S = \frac{(9000 - 2448)100}{2448} = 268 \%$$

Показник точки беззбитковості дозволяє визначити обсяг продукції, суми надходжень від реалізації якої дорівнюватимуть сумі всіх витрат на виробництво та реалізацію. За допомогою такого показника можна спрогнозувати, яку кількість одиниць продукції потрібно реалізувати для того, щоб господарство вийшло на беззбитковий рівень продажу.

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

Розрахунок рівня беззбитковості можна проводити двома методами: математичним та графічним.

Математичний метод дозволяє зробити розрахунок швидше, його доцільно застосовувати при необхідності визначення рівня беззбитковості для багатьох варіантів. Обчислення точки беззбитковості виконується за формулою:

$$T_{\phi} = \frac{B_n}{C_B - B_z}, \text{ т}, \quad (5.31)$$

де B_n - постійні витрати на одиницю продукції - разові затрати групи Б, грн.;

C_B - ціна реалізації одиниці продукції, грн./т;

B_z - змінні витрати на одиницю продукції, що містять прямі експлуатаційні витрати та витрати технологічних матеріалів, тобто визначаються рівнянням:

$$B_z = \sum_{i=1}^7 C_i / I, \text{ грн/т}, \quad (5.32)$$

З таблиці 5.7 маємо: $B_{3N} = 3121,72$ грн./т, $B_{3S} = 2925,66$ грн./т.

$$T_{\phi N} = \frac{410686,70}{9000 - 3121,72} = 70 \text{ т},$$

$$T_{\phi S} = \frac{438162,53}{9000 - 2925,66} = 72 \text{ т}.$$

Графічний метод. Такий метод полягає в графічному розміщенні в системі координат наступних показників: обсяг реалізації в одиницях вимірювання продукції – по осі абсцис, виручка від реалізації та витрати на виробництво – по осі ординат (рис. 5.2). Графіки містять лінії: постійних витрат, загальних витрат (включає суму постійних витрат і суму змінних витрат) та отримуваної виручки від реалізації. Точка перетину ліній загальних витрат і виручки від реалізації й буде точкою беззбитковості.

Точки беззбитковості, визначені математичним і графічним способами, співпадають і дорівнюють 70 та 72 тонни відповідно.

Вищевказані дані рекомендується оформляти у вигляді таблиці 5.8.

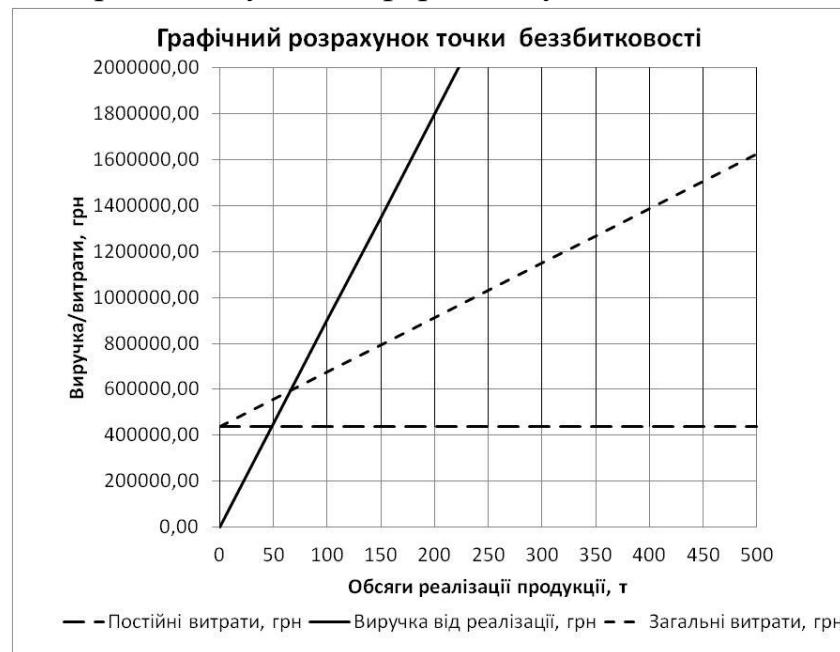


Рис. 5.2. Графічний розрахунок точки беззбитковості за технологією Strip-till.

Таблиця 5.8 – Економічні показники підприємства

Показники	Нова технологія	
	No-till	Strip-till
Річний обсяг виробництва продукції, т	325	390
Повна собівартість продукції, грн./т	2450	2448
Чистий прибуток, тис.грн.	2128780	2555019
Рівень рентабельності, %	267	268

5.8 Висновки

Таким чином, впровадження нульової або стрічкової технології вирощування сої, при річному обсязі виробництва 325 та 390 тонн, забезпечить рівень рентабельності виробництва 267% та 268%, чистий прибуток складе 2128780 та 2555019 гривень, а повна собівартість продукції, порівняно з інтенсивною технологією, знизиться з 2537,24 грн/т до 2450,00 та 2448,67 грн/т відповідно.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. У магістерській роботі проаналізовано, з врахуванням географічного положення та кліматичних умов, технології вирощування сої: інтенсивну, No-till та Strip-till, підбрано та розраховано оптимальний склад МТП для ТОВ «Карат» Маловиського району Кіровоградської області.

2. Розрахунок показників енергетичної та екологічної оцінки механізованих технологій показав, що технологія No-till є найменш енергоємною та найбільш сприятливою в екологічному сенсі. Технологія Strip-till є більш енергонасиченою та з гіршими екологічними показниками за рахунок більшої кількості операцій та більшої норми внесення добрив. Інтенсивна технологія є найбільш енергонасиченою та має найгірші показники по екологічному аналізу щодо ущільнення ґрунту.

3. Багатокритеріальний аналіз показав, що варіант застосування технології No-till є найбільш раціональний з врахуванням енергетичних та екологічних критеріїв. Варіант застосування технології Strip-till наближається за цими критеріями до ідеалізованого варіанту і має перевагу над No-till по економічному критерію. Інтенсивна ж технологія дещо наближається до ідеалізованого варіанту за економічним критерієм, але має значно гірші показники за енергетичними та екологічними критеріями, а також за затратами праці.

4. Проаналізовано стан охорони праці в ТОВ «Карат» та розроблено заходи з охорони праці при виробництві сої.

5. Впровадження нульової або стрічкової технології вирощування сої, при річному обсязі виробництва 325 та 390 тонн, забезпечить рівень рентабельності виробництва 267% та 268%, чистий прибуток складе 2128780 та 2555019 гривень, а повна собівартість продукції, порівняно з інтенсивною технологією, знизиться з 2537,24 грн/т до 2450,00 та 2448,67 грн/т відповідно.

Таким чином вибір технології вирощування сої залежить від пріоритетів, які ставить перед собою господарство: екологічні чи економічні.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Аналіз технологічних систем і обґрунтування рішень. Практикум : навч. посіб. / [Ю.П. Нагірний, І.М. Бендера, С.Ф. Вольвак та ін.]. – Кам'янець-Подільський: ФОП Сисин О.В., 2013. – 240 с.
2. Войтюк Д.Г. Сільськогосподарські машини / Д.Г. Войтюк, Г.Р. Гаврилюк. – К.: Вища школа, 2004. – 551 с.
3. Головчук А.Ф. Машиновикористання та екологія довкілля: підручник / А.Ф. Головчук, А.С. Лімонт,; за ред. А.Ф. Головчука. –К.: Грамота, 2007. — 360 с.
4. Головчук А.Ф. Машини сільськогосподарські / А.Ф. Головчук, В.І. Марченко, В.Ф. Орлов. - К.: Грамота, 2005. – 575 с.
5. Гречкосій В.Д. Ефективність технології STRIP-TILL в системі обробітку ґрунту / В.Д. гречкосій, Р.В. Шатров // Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Серія: техніка та енергетика АПК / Редкол.: С.М. Ніколаєнко (відп. Ред..) та ін. – К., 2015. – Вип. 212, ч. 1. – С. 309-314.
6. Експлуатація машино-тракторного парку в аграрному виробництві. В.Ю.Ільченко, П.У.Карасьов, А.С.Лісовий та ін. за ред. В.Ю.Ільченка К. Урожай, 1993 - 286 с.
7. Зінченко О.І. Рослинництво. – К.: Аграрна освіта, 2001. – 591 с.
8. Комплексна механізація виробництва зерна / В. Д.Гречкосій, Д.М.Алімов, В.І.Кифоренко, П.М.Чайка; За ред. В.Д.Гречкосія. – К.: Урожай, 1991. –216 с.
9. Комплексна механізація виробництва зерна: Навчальний посібник / В. Д.Гречкосій, М.Я.Дмитришак, Р.В.Шатров та ін.. За ред. В.Д.Гречкосія. – Київ: ТОВ «Нілан-ЛТД», 2012. –288 с.
10. Кобець А.С. Дипломне проектування з машиновикористання у рослинництві: Навчальний посібник / А.С. Кобець, В.Ю. Ільченко, В.Г. Бутенко та ін.. / За ред.. А.С. Кобця. – Дніпропетровськ: РВВ ДДАУ, 2007. – 277.
11. Марченко В.І. Машиновикористання в землеробстві: навч. посіб. / В.І. Марченко, А.О. Яценко. – К.: Наук. Світ. 2006. – 372 с.
12. Мельник І.І. Проектування технологічних процесів у рослинництві: Навчальний посібник / І.І. Мельник, В.Д. Гречкосій, С.М. Бондар; За ред. І.І. Мельника. – Ніжин: ТОВ “Видавництво Аспект-Поліграф”, 2005. – 192 с.
13. А. Мігальов Технічні й економічні складові в технології вирощування сої з використанням смугового обробітку ґрунту на зрошенні в зоні південного степу України / Мігальов А. // Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України: Збірник наукових праць / Український науково-дослідний інститут прогнозування та випробування техніки і технологій для с.-г. виробництва імені Леоніда Погорілого (УкрНДІПВТ

ім. Л. Погорілого); Редкол.: В.І. Кравчук (голов. ред.) та ін. – Дослідницьке, 2009. – Вип. 13 (27), кн.2. – С. 212-222. - Бібліогр. в кінці ст.

14. Нагірний Ю.П. Обґрунтування інженерних рішень. - К.: Урожай, 1994. - 216 с.

15. Нагірний Ю.П. Аналіз технологічних систем і обґрунтування рішень : підруч. / [Нагірний Ю.П., Бендера І.М., Вольвак С.Ф.; за ред. Ю.П. Нагірного]. – Кам'янець-Подільський: ФОП Сисин О.В., 2013. – 264 с.

16. Обробіток ґрунту та наукові основи його мінімізації: навч. посіб. / В.О. Єщенко, А.Ф. Головчук та ін.. За ред.. В.О. Єщенка. – Умань: Видавець Сочінський. – 2011. – 308 с.

17. Пастухов В.І. Енергетична оцінка механізованих технологій рослинництва. Методи і результати. – Харків: «Ранок-НТ». – 2003, 100 с.

18. Практикум з машиновикористання в рослинництві А.С.Лімонт, І.І.Мельник, А.С.Маличовський та ін. за ред. І.І.Мельника К. Кондор, 2004 - 282 с.

19. Працехоронні засади у схемах, таблицях і графіках: Посібник / Укл. Войналович О.В. – К.: Основа, 2009. – 88 с.

20. Проектування технологічних процесів у рослинництві: навчальний посібник / В.Д. Гречкосій, В.Д. Войтюк, Р.В. Шатров та ін.. – Видавець: ПП Лисенко М.М., 2014. – 392 с.

21. Сучасні технології АПК: вирощування основних сільськогосподарських культур / Володимир Моргун, Віктор Швартау, Бернд Шульце, Клеменс Фукс, Йохайм Кастен, Олег Грикун, Микола Мостіпан, Віталій Снісаренко. – К.: ТОВ «Видавничий дім «Імпрес-Медіа», 2010. – 144 с.

22. Типові норми на механізовані сільськогосподарські роботи.- 3-е вид., доп. І перероб. /Упоряд. Л.С.Пристапчук, О.Ф.Лук'янчук, В.М.Карпенко. – К.: Урожай, 1982. – 504 с.

23. Типові норми продуктивності машин і витрат палива на передпосівному обробітку ґрунту. –К.:НДІ «Укراгропромпродуктивність», 2005.- 672 с.

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

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

26. Технологічні карти та витрати на вирощування сільськогосподарських культур з різним ресурсним забезпеченням / за ред.. Д.І. Мазоренка, Г.Є. Мазнева. – Харків. ХНТУСГ. – 2006. – 725 с.

27. Типові задачі машиновикористання в землеробстві: Навчальний посібник / За ред. Ю.П. Нагірного. - Львів: ЛДАУ, 2001. - 180 с.

28. Шатров Р.В. Strip-till — нові можливості обробітку ґрунту і сівби сільськогосподарських культур / Р.В. Шатров // Агробізнес сьогодні. — К.: ТОВ Прес-медіа. — вип..№9 (304) , 2015. — С. 14-16.

29. Управління системами машин у виробничих процесах рослинництва: Навчальний посібник / І.І. Мельник, В.Д. Войтюк, С.М. Бондар, Л.С. Шимко. — Ніжин: ТОВ «Видавництво Аспект-Поліграф», 2013. — 504 с.