НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Механіко-технологічний факультет

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри
сільськогосподарських машин
та системотехніки
ім. акад. П.М. Василенка
_____ Гуменюк Ю. О.
«___»_____2026 р.

ДИПЛОМНИЙ ПРОЄКТ БАКАЛАВРА

на тему: «Модернізація конструкції плуга в технологіях вирощування сої»

Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

Гарант освітньої програми
Доктор технічних наук, професор Братішко В.В.

Керівник дипломного проєкту бакалавра
Кандидат технічних наук, доцент Сівак І.М.

Виконав: Твердохліб Р.В.

Київ -2026

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Механіко – технологічний факультет

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
сільськогосподарських машин і системотехніки
ім. академіка П.М. Василенка,
к.т.н., доцент_____Гуменюк Ю.О.
«_____»_____2025 р.

ЗАВДАННЯ
на виконання дипломного проєкту бакалавра студенту
Твердохлібу Роману Вячеславовичу

Спеціальність: 208 «Агроінженерія»

Тема дипломного проєкту бакалавра: «Модернізація конструкції плуга в технологіях вирощування сої».

Затверджена наказом ректора НУБіП України від 1 червня 2026 року № 1612 «С».

Термін подання завершеного проекту на кафедру: 1 травня 2026 року

Вихідні дані до дипломного проекту бакалавра:

Умови господарства, літературні джерела, нормативні документи.

Перелік питань, які потрібно розробити:

Розділ 1. Аналіз виробничого та організаційно-економічного стану господарства;

Розділ 2. Обгрунтування механізованої технології вирощування сої;

Розділ 3. Модернізація конструкції плуга ПЛН-6-35;

Розділ 4. Охорона праці і безпека життєдіяльності;

Перелік графічних документів

Аркуш 1.	*Загальний вигляд комбінованого агрегата*
Аркуш 2.	*Робочий орган*
Аркуш 3.	*Технологічна карта вирощування сої*
Аркуш 4.	*Операційна карта*
Аркуш 5.	*Екомічна ефективність*
Аркуш 6.	*Деталювання*

Дата видачі завдання « 01 » *грудня* 2025 р.

Керівник дипломного проєкту бакалавра: **Сівак І.М.**

Завдання прийняв до виконання : **Твердохліб Р.В.**

ЗМІСТ

1 Аналіз виробничої діяльності господарства	9
1.1 Загальна характеристика господарства	9
1.1.1 Місце розташування господарства	8
1.1.2 Природно-кліматичні умови	10
1.1.3 Земельні ресурси	10
1.1.4 Виробничий напрямок господарства	11
1.2 Аналіз рослинництва	13
1.3 Аналіз використання машино-тракторного парку	15
2 Технологія вирощування сої	19
2.1 Аналіз комплексу машин для вирощування сої з урахуванням ґрунтозахисної системи землеробства	
2.2 Розробка технологічної карти вирощування сої	19
2.3 Розробка технології та організації виконання оранки	22
2.4 Висновки до розділу	29
3 Модернізація плуга ПЛН-6-35	41
3.1 Призначення та область застосування, технічні вимоги до агрегату	42
3.2 Технічна характеристика модернізованого плуга	42
3.3 Технічні розрахунки запропонованої конструкції	42
3.4 Кінематичний розрахунок, розрахунок на міцність, підтвердження роботоздатності та надійності конструкції	43
3.5 Висновки до розділу	
4 Охорона праці та довкілля	44
4.1 Організація охорони праці ПП «Калиновий край»	44
4.2 Нормативні посилання	45
4.3 Вимоги безпеки праці при виконанні технологічних операцій	47
4.4 Аналіз потенціальних небезпек при роботі механізатора	51
4.5 Проектні рішення по забезпеченню рівня безпеки та екологічності виробництва до нормативних значень	52
4.6 Особливості вимог безпеки при експлуатації плуга з пристроєм для внесення мінеральних добрив	52
4.7 Висновки до розділу	55
5 Розрахунок і аналіз техніко-економічних показників вирощування та збирання сої	57
Загальні висновки .	63
Список літератури . .	64

РЕФЕРАТ

Дипломний проект: 71 сторінка тексту, 5 розділів, 9 таблиць, 21 посилання.

Графічна частина роботи – 6 аркушів формату А1.

Об’єкт розробки – комплекс машин для вирощування та збирання сої, плуг з пристроєм для внесення мінеральних добрив.

Мета роботи: зменшення витрат палива та збільшення продуктивності агрегатів для вирощування та збиранні сої.

Наведено аналіз стану машинно-тракторного парку у ПП «Калиновий край» та виробничо-технічна характеристика господарства, показники господарської діяльності. Відкриті резерви для покращення показників використання МПТ при виробництві сої.

Розроблена технологічна карта на вирощування та збирання сої. Розраховані основні експлуатаційні та економічні показники при вирощуванні та збирання сої.

Розроблено операційна карта на проведення оранки з одночасним внесенням мінеральних добрив.

Запропоновано пристрій для внесення мінеральних добрив одночасно з оранкою, який дозволить скоротити кількість технологічних операцій. Наведені розрахунки які підтверджують надійність, працездатність, довговічність пристрою.

Наведені основні положення з безпеки життєдіяльності під час виконання технологічного процесу вирощування та збирання сої. Розроблені заходи по безпечному ведені механізованих робіт.

Наведено техніко-економічну оцінку впровадженої технології.

Ключові слова: СОЯ, ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТА, ОПЕРАЦІЙНА КАРТА, СОБІВАРТІСТЬ, ВИТРАТИ ПАЛИВА, ВИТРАТИ ПРАЦІ.

ВСТУП

Загальною задачею робітників сільського господарства є ріст сільськогосподарського виробництва, надійне забезпечення сільськогосподарськими виробами державу.

На перший план виноситься питання забезпечення високих темпів сільськогосподарського виробництва, високоефективного використання землі, укріплення матеріально-технічної бази, прискореного впровадження досягнень науки та техніки, передового досвіту, поліпшення використання машинно-тракторного парку. Впровадження передових технологій, прогресивної організації, ефективного використання машинно-тракторного парку, ріст якості ремонту та технічного обслуговування, поліпшення умов зберігання. Усе це забезпечує значний ріст рівня механізованих робіт, надійність та довговічність машин.

Всебічне знання техніки керуючись передовою технологією виконання робіт по технічному обслуговуванню та ремонту машин, ефективне використання у кожному господарстві забезпечить ріст виробничої праці у 2…2,5 рази.

Даний дипломний проєкт скеровано на високоефективне використання машинно-тракторного парку, забезпечення зниження кількісного складу, витрат праці та засобів на експлуатацію, технічне обслуговування та ремонт техніки для отримання високих врожаїв сільськогосподарських культур.

Завдання дипломного проєкту – визначення та розробка способів рішення конкретних задач, з урахуванням досягнень та сучасного розвитку передових сільськогосподарських підприємств, досягнень науки та техніки.

1 АНАЛІЗ ВИРОБНИЧОЇ ДІЯЛНОСТІ ГОСПОДАРСТВА

1.1 Загальна характеристика господарства

1.1.1 Місцерозташування підприємства

Об'єктом дипломного проектування є ПП «Калиновий край», розташоване в західній частині Черкаської області.

Поля господарства розосереджені на ділянці радіусом 10 км. Відстань до обласного центру м. Черкаси 117 км.

Основними видами діяльності підприємства є землеробство, спрямоване на отримання максимального прибутку і збереження родючості ґрунтів. ПП «Калиновий край» займається виробництвом продукції рослинництва.

Рослинницька галузь представлена вирощуванням зернових, зернобобових та овочевих культур, а саме пшениці, кукурудзи, сої, ячменю, гороху, вівса і інших зернових, а також виробництвом цукрового буряку. Що стосується галузі тваринництва, то в господарстві вона відсутня.

Земельна площа всіх сільськогосподарських угідь на січень 2024р. складає 1718 га, в тому числі: рілля - 1718 га. У період з 2020р. по 2024 р. значно піднялися темпи нарощування сільськогосподарського виробництва. Сільськогосподарські приміщення знаходяться в технічно справному стані.

Вирощування сільськогосподарських культур проводиться за розробленою схемою сівозміни.

1.1.2 Природньо-кліматичні умови

Територія землекористування ПП «Калиновий край» по зволоженості і термічних умовах належить до району з континентальним, помірно теплим кліматом. Температурний режим характеризується помірно теплим літом і помірно холодною зимою з частими відлигами. Найспекотнішим місяцем є липень, найхолоднішим січень. Початком весни вважають дату стійкого переходу температури повітря через нуль у бік підвищення.

Зволоження території відбувається під впливом атмосферних опадів, вологості повітря, температурного режиму. Вітровий режим території

характеризується пануванням південно-східних вітрів. Таким чином кліматичні умови щодо забезпечення теплом і тривалості вегетаційного періоду цілком сприятливі для вирощування великої різноманітності сільськогосподарських культур.

1.1.3 Земельні ресурси

В таблиці 1.1 розглянемо структуру розподілу сільськогосподарських угідь у ПП «Калиновий край».

Таблиця 1.1 - Структура сільськогосподарських угідь у ПП «Калиновий край» у 2023-2025 рр.

Вид угідь	2023 р.		2024 р.		2025 р.		Відхилення 2023 р. від 2025 р.	
	га	%	га	%	га		га	%
Загальна площа сільськогосподарських угідь	1718	100	1718	100	1718	100	0	-
в т.ч.: - рілля	1718	100	1718	100	1718	100	0	-

З таблиці 1.1 видно, що оброблювана площа є постійною, що полегшує планування сівозміни і використання техніки. Підприємство є типовим господарством для даної зони, земельні ресурси дозволяють розвивати різні галузі сільськогосподарського виробництва.

1.1.4 Виробничий напрямок господарства

Для того, щоб більш конкретно визначити спрямованість діяльності підприємства, необхідно зупинитися на його спеціалізації. Спеціалізація підприємства відображає якісний бік поділу праці і вказує, виробництво яких видів продукції є переважним в господарстві. Для визначення спеціалізації аграрних підприємств використовують показник структури товарної продукції, що використовується при визначенні виробничого напряму

господарства. При формулюванні виробничого напрямку підприємства до його назви доцільно включати одну, дві або максимум три галузі, які мають найбільшу питому вагу в структурі товарної продукції господарства.

Проаналізувавши дані таблиці 1.2., Можна зробити наступні висновки. Спостерігається зменшення виручки від реалізації продукції рослинництва, так її сума в 2023 році склала 584,4 тис. грн., Що на 345,6 тис. грн. менше, ніж у 2022 році та на 608,6 тис. грн. менше, ніж у 2021.

Виробничий напрямок ПП «СП Калиновий край» на протязі всіх трьох років був зерновим.

Крім реалізації продукції рослинництва господарство мало збільшення в два рази (із 2021 го по 2023рр) виручки від надання техніки в оренду, що склало 13,3% від загальної виручки господарства.

Таблиця 1.2 - Склад і структура товарної продукції ПП «СП Калиновий край» в динаміці за 2023-2025 рр.

Види товарної продукції	2023 рік		2024 рік		2025 рік		Номер в ранжируваному ряду		
	Сума виручки, тис.грн.	Питома вага,%	Сума виручки, тис.грн.	Питома вага,%	Сума виручки, тис.грн.	П тома вага,%	2023р.	2024р.	2025р.
1	***2***	***3***	***4***	***5***	***6***	***7***	***8***	***9***	10
Зернові та зернобобові	1172	92,5	912	91,8	572,2	84,9	1	1	1
Овочі відкритого ґрунту	-	-	-	-	-	-	-	-	-
Інша продукція рослинництва	21	1,7	18	1,8	12,2	1,8	8	8	12
Разом по рослинництву	1193	94,2	930	93,6	584,4	86,7	-	-	-
Надання техніки в оренду	74	5,8	64	6,4	89,5	13,3	7	6	7
Всього по підприємству	1267	100	994	100	673,9	100	-	-	-

1.2 Аналіз рослинництва

Дані про структуру посівних площ за період з 2023 по 2025 роки наведені в таблиці 1.3

Таблиця 1.3 - Структура посівних угідь ПП «СП Калиновий край» за основними видами сільськогосподарських культур

Найменування	2023 рік		2024 рік		2025 рік	
	Площа		Площа		Площа	
	г	Питома вага %	га	Питома вага %	га	Питома вага %
1	***2***	***3***	***4***	***5***	***6***	***7***
Усього землі	1718	100	1718	100	1718	100
У т. ч. с.-г. угідь	1666	97	1666	97	1666	97
Ріллі:	1666	97	1666	97	1666	97
-у т. ч. зернові, всього	1376	80	1396	81,3	1346	78,3
-у т. ч. оз. пшениця	407	23,7	610	35,5	541	31,5
-оз. жито	20	1,2	-	-	-	-
- ячмінь	20	1,2	50	2,9	-	-
- овес	102	5,9	50	2,9	61	3,6
- соя	67	3,9	-	-	38	2,2
- соняшник	360	20,1	300	17,5	287	16,7
- кукурудза на зерно	400	23,3	386	22,5	419	24,4
Овочі, всього:	290	17	270	15,6	169	18,7
- цукровий буряк	290	17	270	15,6	320	18,7
Пасовища та сіножаті	-	-	-	-	-	-
Ставки	-	-	-	-	-	-
Польові дороги	52	3	52	3	52	3
Інші землі	-	-	-	-	-	-

У таблиці 1.4 розглянемо врожайність основних видів сільськогосподарських культур у ПП «СП Калиновий край» за період з 2023 по 2025 рік.

Таблиця 1.4 - Урожайність основних видів сільськогосподарських культур у ПП «СП Калиновий край», ц / га

Найменування	Врожайність, ц / га		
	2023 рік	2024 рік	2025 рік
1	***2***	***3***	***4***
Зернові, всього	39,9	46	47,3

- у т. ч: оз. пшениця	23,8	29,3	30,0
- оз. жито	24,5	-	-
- ячмінь	34,1	32,3	-
- овес	31,2	36	16
- кукурудза на зерно	85,7	87	96,4
Технічні, всього	58,4	68,5	45,9
- у т. ч: соя	18,4	-	13,1
- соняшник	30,7	30,1	26,5
- цукровий буряк	126	107	98
Всього по господарству	49,15	57,3	46,6

З таблиці 1.4 видно, що по зернових культурах за три роки ми бачимо збільшення середньої врожайності на кожен гектар за рахунок збільшення врожайності кукурудзи, а ось по технічних культурах, спостерігаємо зниження врожайності, що призводить до загального зниження врожайності по підприємству.

1.3 Аналіз використання машино-тракторного парку

Матеріально-технічну базу ПП «СП Калиновий край» представимо в таблиці 1.5 спираючись на дані інвентаризації за 2023 р.

Таблиця 1.5 - Склад машинно-тракторного парку ПП «СП Калиновий край»

Найменування і марка	**Кількість, шт**
Трактор ЮМЗ-6Л	4
Трактор МТЗ-82	5
Трактор МТЗ-80	3
Трактор ХТЗ-181 (бульдозер)	1
Трактор John Deere 8310R	3
Трактор Т-150К	3
Трактор ХТЗ - 248 К	1
Трактор-екскаватор	1
Комбайн СК-5 «Нива»	5
Комбайн «Дон-1500»	1
Комбайн КСК-100	1
Комбайн КПИ	1
Плоскоріз ПГ-3-100	2
Плоскоріз ПГ-5-100	1
Плуг Kverneland RN-80	1
Плуг ПЛН 3-35	4

Сівалка СУПН-8	3
Сівалка ССТ-12	1
Сівалка СЗТ-3,6	3
Сівалка Ніка-4	2
Сівалка John Deere DB-64	1
Культиватор КПС-4	2
Культиватор КРН-5,6	2
Культиватор КРН-4,2	1
Зчіпка СП-16	1
Зчіпка СГ-21	1
Зчіпка СП-21	1
Жатка ЖВН-6А-01	1
Жатка ЖРБ-4,2	3
Причіп 2ПТС-4	15
Обприскувач ОП-2000	2
Канавокопач КЗУ-0,3	1
Навантажувач ПЕ-1А	1
Граблі ГВК-6	1
Машина МВУ-6	1
Розсадосадильна машина СКМ-60	2
Прес-підбирач	1
Грейдер	1
Розкидач органічних добрив РОУ-6 Гичкозбиральна	1
машина МБК-4	1
Корнезбиральна машина МКК-6	1
Жижерозкидач РЖТ-4	1
Гичкозбиральна машина МБК-2,7	1
Машина для відділення кукурудзи на зерно	1
Борона БДТ-7	1
Батарея ЛДГ-10	1
Стогомет ПФ-0,5	1
Жатка ЖВ-4,9	1
Плоскоріз КПШ	2
Культиватор КПЕ-3,6	2
Каток ЗКВГ-1-4	2
Каток ЗККШ-6	1

Рівень використання МТП у ПП «Калиновий край» за 2025 рік розглянемо в таблиці 1.7

Таблиця 1.7 - Рівень використання МТП у ПП «Калиновий край»

Показники	2025
Середньорічна кількість умовно - еталонних тракторів, шт.	18,4
- у т.ч. гусеничних	4,95
- колісних	13,45
Кількість фізичних тракторів	18
- у т.ч. гусеничних	3
- колісних	15
Кількість трактористів – машиністів	12
Забезпеченість механізаторами	0,67
Відпрацьовано машиноднів на рік на 1 трактор:	
-Т-150К	100,1
-John Deere 8310	120
-ХТЗ -181	200
-Т-40	108
-ЮМЗ-6Л	202
-МТЗ-80	236
Річний наробіток на 1 трактор в у.е.га, всього в перерахунку на 1 у.е.тр.	
-Т-150К,	1365
- Т-150	1578
-ХТЗ -181	1953
-Т-40	491
-ЮМЗ-6Л	1372

2 ТЕХНОЛОГІЯ ВИРОЩУВАННЯ СОЇ

2.1 Аналіз комплексу машин для вирощування сої з урахуванням ґрунтозахисної системи землеробства

Ґрунтозахисна технологія вирощування сої знижує витрати праці на виробництво приблизно в 1,5–2 рази, за рахунок поєднання окремих видів робіт, виключення ручних обробітків, зменшення кількості технологічних операцій, в тому числі міжрядних обробітків [4, 6, 7].

Враховуючи природно-кліматичні фактори в умовах України, основною вимогою, при виконанні технологічного процесу, буде боротьба за збереження вологи в ґрунті.

Основними попередниками сої є: зернобобові, колоскові.

Основний обробіток ґрунту. Умови зони вирощування, місце сої в сівозміні і особливості поля визначає систему і заходи основного обробітку ґрунту.

Заходи підготовки ґрунту диференціюються в залежності від попередника. Після ранніх культур виконується лущення ґрунту лущильником ЛДГ-10 (ЛДГ-15), або дискуванням за допомогою дискових борін БД-10 на глибину 6-8 см. При наявності на полі корневідбризкових бур'янів дискування або лущення доцільно замінити на обробіток культиваторами плоскорізами КПШ-5 (КПШ-9) або ОПТ-3-5. Перший раз обробіток проводиться вслід за збиранням попередника на глибину 8-10 см, другий на глибину 10-12 см після появи багаторічних корневідбризкових бур'янів. Для більш якісного обробітку і підрізання бур'янів розпушування ґрунту плоскорізами виконується впоперек або під кутом 45^{o} до попереднього обробітку. При відростанні корневідбризкових бур'янів вносять добрива і виконують оранку зябу. При великому забрудненні багаторічними бур'янами (будяк польовий, осот польовий, в'юнок польовий) замість другого обробітку вносять гербіциди: 2,4ДА – 5 л/га або «Раундап» – 3 л/га розчинений в 250 л води, а через 12…14 днів, коли з'являються признаки пригнічення цих

бур'янів, виконують оранку на глибину24…27 см. Для внесення розчину гербіцидів використовують оприскувачі ПОМ-630 або ОП-2000.

Після збирання пізніх попередників вносять повну дозу мінеральних добрив і ретельно подрібнюють корнестебельні залишки важкими дисковими боронами БДТ-7 в два сліди, а після дискування проводять оранку.

Зяблева оранка. Оранка виконується на глибину 24…27 см. Найкращі результати дають ярусні плуги ПНЯ-6-40, ПНЯ-4-40, ПЯ-3-35, ПТН-3-40.

Якщо таких плугів у господарстві немає, то використовуються плуги ПТК-9-35, ПЛН-5-35, ПЛН-4-35, ПЛП-6-35 з передплужниками.

Передпосівний обробіток ґрунту. Ранньою весною, при настанні фізичної стиглості ґрунту, поле, якщо це не було зроблено восени, слід вирівняти. Враховуючи стан ґрунту, якість оранки і величину схилу використовують важкі зубові борони, шлейф-борони, або культиватори в агрегаті з боронами, а також інші вирівнювачі. Використовувати ці знаряддя необхідно в залежності від ступеню стиглості ґрунту.

Необхідна якість вирівнювання поля може бути досягнена використанням зубової борони БЗТС-1,0 агрегатуємо по засобам зчіпки СП-21 з трактором Т-150.

Найбільш ефективне використання комбінованих ґрунтообробних агрегатів, поєднуючи за один прохід розпушування, вирівнювання і коткування ґрунту, на добре вирівняних полях передпосівний обробіток ґрунту бажано проводити культиватором УСМК-5,4, який забезпечує кращі умови для рівномірного, по глибині, загортання зерна.

Для передпосівного обробітку ґрунту використовують культиватор УСМК-5,4 в агрегаті з трактором ДТ-75М або 2 – 3 культиватори КПС-4 агрегатуємо з трактором Т-150 по засобам зчіпки СП-11. Їх доцільно використовувати на забруднених бур'янами полях, якщо поле чисте, то використовування культиватора КШП-8, з наступним коткуванням перед посівом, що забезпечить якісний передпосівний обробіток ґрунту.

Необхідно відмітити, що перед початком передпосівних операцій необхідно в повному обсязі закрити ґрунт азотними, фосфорними, калійними

добривами, якщо їх не вдалося внести восени. Точне визначення доз внесення азотних добрив ускладнене із-за великої рухливості цього елементу в ґрунті.

Просіяні, відповідно до оптимального гранулометричного складу тукові азотні добрива, змішані з іншими, безпосередньо перед внесенням, розкидаються по поверхні поля машинами РУМ-5, РУМ -8 і ССТ-10 з допустимою нерівномірністю по ширині не більше 25%.

Сівба. До сівби соняшника слід приступати, коли середньодобова температура ґрунту на глибину загортання зерна досягає 10…12оС. Питання про час сівби повинні вирішуватися окремо в кожному господарстві, з урахуванням погодних умов. В першу чергу рекомендується висівати більш пізні гібриди, а закінчувати посів середньо-ранньостиглими.

Сівалки СПЧ-6 (СУПН-8) повинні бути обладнані шлейфами для загортання слідів прикочувальних коліс. Спочатку засівають поворотні смуги, а потім всю ділянку. Коткувати посіви слід за підвищеної грудкуватості або розпушеності поля. У випадку утворення щільної кірки після дощу її руйнують за допомогою ротаційних мотиг або борін.

Якщо планується механічна обробка (післясходове боронування, міжрядний обробіток), то норму висіву зерна підвищують на 25…30%.

Догляд за посівами. Догляд за посівами включає в себе підтримання оптимального стану ґрунту, внесення добрив, боротьбу з бур’янами, шкідниками, при збереженні оптимальної густини стояння рослин.

В боротьбі з бур’янами головну роль грають агротехнічні заходи: правильне чергування культур, висока якість основного і передпосівного обробітку ґрунту, оптимальний строк і щільність посівів та інше. Хімічні засоби лише доповнюють їх і допомагають більш повному знищенню бур’янів.

Надійний захист посівів сої від комплексу шкідливих факторів є суттєвим резервом підвищення врожайності і підвищення її якості.

На чистих від бур’янів полях (після колоскових) при вирощуванні сої доцільно використовувати безгербіцидну або малогербіцидну технологію, базуючись на дотриманні чергування культур, високої якості основного і

передпосівного обробітку ґрунту, необхідної кількості до,- і післяпосівних боронувань, культивації міжрядь з пристроєм для знищення бур'янів в рядках. Вибір препаратів повинен базуватися на даних про ступінь забрудненості поля і видовому складі бур'янів, а також з урахуванням гербіцидів, використаних в минулих роках, планів розміщення наступних після соняшника культур в сівозміні.

Ґрунтові гербіциди подавлюють більшість однорічних бур'янів, проте доцільно привести додаткове досходове боронування за 4…5 днів до появи сходів середніми зубовими боронами БЗСС-1,0 (на схилах – під кутом 30…45о до напрямку сівби).

В фазі 3…5 листочків бур'яни при необхідності знищують боронуванням сходів середніми боронами БЗСС-1,0 в яких зубки встановлені скосами вперед. Боронування виконується по діагоналі або поперек напрямку сівби. Швидкість руху агрегату не більше 5 км/г. В подальшому для боротьби з бур'янами проводять міжрядну обробку на глибину 5…7 см; першу із спеціально виготовленими підгортаючими пристроями.

Один із способів, дозволяє знизити витрати на удобрення і підвищити врожайність є некореневе підживлення рослин азотними добривами.

Збирання врожаю. Для збирання сої використовують зернозбиральні комбайни Славутич, Sampo та інші. Також використовують імпортні комбайни наприклад John Deere 9500, продуктивність і якість роботи яких трохи вище наведених машин.

2.2 Розробка технологічної карти вирощування сої

Вибір і обґрунтування технологічних операцій. Приймаючи ту чи іншу технологію, треба виходити із виду сільськогосподарської культури, й планової врожайності і фактичного стану полів. Враховуючи, що стан полів, після попередників задовільний і не виснажений, приймаємо рішення внести органічні добрива 20 т/га, а мінеральні добрива – по 100…120 кг/га під оранку і ще 100 кг/га у два прийому при посіві 50 кг/га гранульованого суперфосфату (стартова доза) і при другому міжрядному обробітку 50 кг/га азотно-калійних добрив. Технологічні

операції вибираються по кожному з технологічних процесів виробництва основного та передпосівного обробітку ґрунту, посіву, доглядом за посівами, збирання та післязбирального обробітку. Операції, їх агротехнологічні показники, та агротехнічні терміни проведення наведені в гр. 1...5 технологічної карти на виробництво сої [6]. Визначення обсягу роботи технологічних операцій.

Обсяг роботи у фізичних одиницях, виконуваний агрегатом і-го виду на j-ій технологічній операції (графа 7), од.

$$U_{фji} = F_{ji} \cdot P_j, \qquad (2.1)$$

де F_{ji} - загальна площа полів, з якими пов'язане виконання j-ої операції, га;

P_j - агротехнічний показник обсягу j-ої операції: для польових робіт, $P_j = 1$, для стаціонарних робіт $P_j = H_j$ і для транспортних робіт $P_j = H_j \cdot l_j$;

H_j - норма внесення (збору) технологічного матеріалу на j-ій операції, т/га;

l_j - відстань транспортування технологічного матеріалу на j-ій операції, км;

Так для операції № 14 „Посів та внесення мінеральних добрів".

$$U_{ф14} = 100 \cdot 1 = 100 \text{ га.}$$

Результати розрахунків заносяться в технологічну карту (графа 7).

Вибір та розрахунок складу агрегатів. Склад с. г. агрегату визначається для кожної технологічної операції. Насамперед визначається тип і клас енергетичного засобу. Основними енергетичними засобами є трактори. Приймаємо три основні марки тракторів Т-150, МТЗ-80, ЮМЗ-6. Вибір трактора для конкретної с. г. операції проводимо виходячи із можливості і як найбільшої ефективності виконання роботи агрегатом з цих чи іншим трактором визначалось враховуючи що:

1) на ранніх весняних роботах, на спушеному ґрунті доцільно використовувати агрегати з гусеничними тракторами загального призначення;

2) на енергомістких роботах доцільно використовувати більш потужні трактори загального призначення;

3) при сівбі та обробці міжрядь просапних культур треба використовувати універсально-просапні трактори;

4) при виконанні не енергомістких та транспортних робіт доцільно використовувати колісні трактори низького тягового класу;

5) при транспортуванні (та розкиданні) добрив доцільно використовувати більш потужні колісні трактори.

Якщо технологічну операцію тракторами виконувати не можливо або не доцільно – приймається інший енергетичний засіб: самохідний комбайн чи автомобіль.

С.-г. машини вибираються за умов найбільшої їх відповідності агротехнічним вимогам до заданої операції, можливості агрегатування з обраними тракторами і можливостей щодо придбання чи орендування на необхідний термін.

Обґрунтування вибору технології та комплексу машин для вирощування та збирання сої:

1) Обґрунтування технологічних, строків та способів їх проведення

Керуючись стратегією прийнятої технології, технологічні операції обираються по кожному з технологічних процесів виробництва: основному і передпосівному обробітку ґрунту, сівбі, доглядом за посівами, збирання та післязбиральному обробітку – із асортименту технологічних операцій за вказаними технологічними процесами. Технологічні операції заносяться в графи 1 і 2 технологічної карти на виробництво сої.

2) Обґрунтування й вибір сільськогосподарський агрегатів для виконання технологічних операцій, та вибір засобів механізації

Основними енергетичними засобами є трактори. Основні марки тракторів приймаються із завдання і їх використання обов’язкове. Однак, не виключається застосування й інших марок тракторів, а також самохідної техніки.

Вибір трактора для конкретної с.-г. операції проводився виходячи із можливості і якнайбільшої ефективності виконання роботи агрегатом з цим

трактором. При визначенні ефективності використання агрегату з тим чи іншим трактором приймалося до уваги наступне:

- на ранніх весняних роботах, на спушеному ґрунті доцільно використовувати агрегати з гусеничними тракторами загального призначення;
- на енергомістких роботах доцільно використовувати більш потужні трактори загального призначення;
- на сівбі та обробці міжрядь просапних культур треба використовувати універсально-просапні трактори;
- при виконанні не енергомістких та транспортних робіт доцільно використовувати колісні трактори низького тягового класу;
- при транспортуванні (та розкиданні) добрив доцільно використовувати більш потужні колісні трактори.

Якщо якусь технологічну операцію тракторами виконувати не можливо або не доцільно – приймається інший енергетичний засіб: самохідний комбайн чи автомобіль.

С.-г. машини вибираються за умов найбільшої їх відповідності агротехнічним вимогам до заданої операції, можливості агрегатування з обраними тракторами і можливостей щодо придбання чи орендування на необхідний термін.

Розробка технологічної карти на вирощування та збирання сої.

Таблиця технологічної карти має 29 граф, із яких 1...9 і 13...17 заповнюють вихідними даними. Тарифні ставки оплати праці за формозміну для механізаторів й допоміжних працівників (графи 15 та 16) приймаються відповідно до розрядів роботи. Тривалість роботи за добу спочатку приймається рівною 7 годин (6 годин при роботі з отрутохімікатами), тобто в одну зміну.

Розрахунок параметрів виконання с.-г. операцій

1) Обсяг роботи у фізичних одиницях, виконуваний агрегатом і-го виду на j-ій технологічній операції (графа 7), од.

$$U_{фji} = F_{ji} \cdot P_j, \qquad (2.2)$$

де F_{ji} - загальна площа полів, з якими пов'язане виконання j-ої операції, га;

P_j - агротехнічний показник обсягу j-ої операції: для польових робіт, $P_j = 1$, для стаціонарних робіт $P_j = H_j$ і для транспортних робіт $P_j = H_j \cdot l_j$;

H_j - норма внесення (збору) технологічного матеріалу на j-ій операції, т/га;

l_j - відстань транспортування технологічного матеріалу на j-ій операції, км;

Так для операції № 14 „Посів та внесення мінеральних добрів".

$$U_{ф14} = 100 \cdot 1 = 100 \text{ га.}$$

Результати розрахунків заносяться в технологічну карту (графа 7).

2) Кількість нормозмін (графа 18).

$$n_{нзмji} = U_{фj} / W_{тзмji}, \qquad (2.3)$$

де $W_{тзмji}$ - змінна норма виробітку агрегату і-го виду на j-ій операції (графа 13), од.;

Так для операції № 14 „Посів та внесення мінеральних добрів".

$$n_{нзм14} = 100 / 17{,}4 = 5{,}7 \text{ нормозмін.}$$

3) Кількість агрегатів (графа 19).

Необхідна кількість агрегатів визначається за формулою:

$$n_{aji} \geq \frac{7 \text{ n}_{\text{нзмji}}}{\text{Д}_{\text{aj}} \cdot T_{дj} \cdot k_{гji} \cdot k_{мj}}, \qquad (2.4)$$

де Д_{aj} - тривалість агростроку на j-ій операції в днях (див. графу 5);

$T_{дj}$ - тривалість робочого дня на j-ій операції: приймається рівною 7 (в одну зміну), 10 (в півтори зміни), 14 (в дві зміни) годин в залежності від ступеню напруженості в роботі, часу року і виду операції;

$k_{гji}, k_{мj}$ - коефіцієнти, що враховують технічну готовність і-го виду с.-г. агрегату на j-ій операції і метеорологічні умови під час проведення j-ої операції (якщо тривалість агротехнічного терміну на j-ій

операції не перевищує 10 днів і агрегат простий за складом, то приймається $k_{гji}$ = 1; якщо ж $Д_{aj}$ > 10 днів і якщо агрегат складний, то $k_{гji}$ варто зменшити до 0,9; $k_{мj}$ = 0,8...1,0).

У випадку, коли розрахункова кількість агрегатів n_{aji} приводить до «пікової» потреби в якій-небудь марці машини, проводиться частковий чи повний перехід на інший агрегат, у якого експлуатаційні показники трохи гірші.

Так для операції № 14 „Посів та внесення мінеральних добрів".

$$n_{a14} = 1 \geq \frac{7 \cdot 5{,}7}{5 \cdot 10 \cdot 1 \cdot 1} = 0{,}1.$$

4) Фактична тривалість роботи (графа 20), днів.

$$Д_{pji} \geq \frac{7\ n_{нзмji}}{Д_{aj} \cdot T_{дji} \cdot k_{гji} \cdot k_{мj}} \leq Д_{aj} \qquad (2.5)$$

У формулі (2.5) значення $T_{дji}$ вибирається з наступних розумінь: якщо операція є потоковою, тобто виконується в зв'язку з іншими операціями (наприклад, транспортування насіння і посів), то для всього потоку $T_{дji}$ повинно бути однаковим, причому рівним найбільшому його значенню в потоці; якщо операція може бути виконана в одну зміну, тобто по 7 годин на день і це не вимагає додаткових агрегатів, то роботу варто планувати в одну зміну.

Так для операції № 14 «Сівба та внесення мінеральних добрив».

$$Д_{p14} = 4 = \frac{7 \cdot 5{,}7}{1 \cdot 10 \cdot 1 \cdot 1} \leq 5 = Д_{a14},$$

5) Потреба в робочій силі (графи 21 і 22).

$$m_j = \sum_{i=1}^{N_{aj}} m_{aji} \cdot n_{aji} \cdot n_{змji}, \qquad (2.6)$$

де N_{aj} - кількість видів агрегатів, що виконують j-ту технологічну операцію;

m_{aji} - кількість робітників на і-му виді агрегатів j-ої технологічної операції (окремо для механізаторів і для допоміжних робітників, див. гр. 11 і 12);

$n_{змji}$ - кількість разів змін за добу персоналу на і-му виді агрегатів j-ої технологічної операції; $n_{змji} = 1$, якщо $T_{дji} \leq$ 10 год.; $n_{змji} = 2$, якщо $T_{дji} >$ 10 год.

Так для операції № 14 «Сівба та внесення мінеральних добрив».

$$n_{зм14} = 1;$$

$$m_{14} = 1 \cdot 1 \cdot 1 = 1.$$

6) Витрата палива (графа 23), кг.

$$Q_{nj} = \sum_{i=1}^{N_{aj}} g_{wji} \cdot \Phi_{ji}, \qquad (2.7)$$

Так для операції № 14 „Посів та внесення мінеральних добрив".

$$Q_{m14} = 3{,}31 \cdot 100 = 331 \text{ кг.},$$

7) Платня за працю (графа 24), грн.

$$S_{зпj} = \sum_{i=1}^{N_{aj}} n_{нзмji} \cdot \left(Y_{мji} \cdot m_{мji} + Y_{дji} \cdot m_{дji} \right), \qquad (2.8)$$

де $m_{мji}$, $m_{дji}$ - кількість механізаторів і допоміжних робітників на і-ому виді агрегатів j-ої технологічної операції, люд.;

$Y_{мji}$, $Y_{дji}$ - змінна тарифна ставка відповідно для механізатора і для допоміжного робочого на і-ому виді агрегатів j-ої технологічної операції згідно з тарифним розрядом, грн./зміну.

Так для операції № 14 „Посів та внесення мінеральних добрів".

$$S_{зп14} = 5{,}7 \cdot (8{,}60 \cdot 1 + 0) = 49{,}42 \text{ грн.}$$

8) Витрати праці (графа 25), люд.-год.

$$З_{nj} = T_{зм} \cdot \sum_{i=1}^{N_{aj}} n_{нзмji} \cdot \left(m_{мji} + m_{дji} \right), \quad (2.9)$$

Так для операції № 14 „Посів та внесення мінеральних добрив”.

$$З_{n14} = 7 \cdot 5{,}7 \cdot (1 + 0) = 40{,}2 \text{ люд.-год.}$$

9) Обсяг роботи в умовних га. (графа 26).

$$U_{уji} = 7 \cdot n_{нзмji} \cdot k_{emi} , \quad (2.10)$$

де k_{emi} - годинний еталонний виробіток (коефіцієнт переводу в еталонні трактори) для тракторів і-ої марки, ум.га/год.

Так для операції № 14 «Сівба та внесення мінеральних добрив»

$$U_{у14} = 7 \cdot 5{,}7 \cdot 0{,}73 = 29{,}31 \text{ ум. га.}$$

10) Розрахунок підсумкових значень.

За графами 18 (Кількість нормозмін), 23 (Витрати палива), 24 (Заробітна платня), 25 (Витрати праці) та 26 (Обсяг умовних га.) підбиваються підсумки, до яких

додаються 5 % обсягу на невраховані роботи.

2.3 Розробка технології та організація виконання оранки

Організаційно – технологічні карти необхідно складати на усі механізовані сільськогосподарські операції згідно до технологічної карти на виробництво сої. Вони є основними документами, на підставі яких визначається послідовність виконання технологічної операції на конкретному полі конкретними сільськогосподарськими агрегатами, а також забезпечують упровадження науково обґрунтованих норм наробітку і витрати палива, матеріальних витрат і коштів. Користуючись літературними джерелами розроблена операційна технологічна карта оранки.

Характеристика умов роботи:

1. Операція – Оранка.
2. Агрофон – стерня.

3. Марка трактора – Т-150К.
4. Марка плуга – ПЛН-6-35.
5. Подовжній ухил поверхні поля -i = 2 %.
6. Глибина оранки h=27 см.
7. Розміри поля: довжина – 800 м; ширина – 1875 м.

Агротехнічні вимоги вибираються із літературних джерел і подаються в п.2 технологічної карти.

Експлуатаційна характеристика агрегату.

Альтернативні варіанти агрегатів мають різнитися марками енергетичних засобів чи машин-знарядь. Кількість варіантів має бути не менша за три. При доборі варіантів слід враховувати не тільки можливості з'єднання окремої марки сільськогосподарських машин – знаряддя із обраним трактором, а і якомога широкого збору їх тягових та швидкісних діапазонів з врахуванням і можливості складання багатомашинних агрегатів з використанням відповідної зчіпки. При доборі енергетичних засобів треба зважувати на ступінь ущільнюючої дії їх ходових систем на ґрунт.

Визначення оптимального складу, швидкості руху і годинної витрати палива для кожного з альтернативних варіантів агрегатів:

1) Визначення можливих робочих передач трактора.

Можливі робочі передачі в окремому агрегаті визначаються за умовою:

$$max\ (V_{amink}) \geq V_{pHj} \geq min\ (V_{amaxk}),\ k=1...N_{BM},\ j=N...M, \qquad (2.11)$$

де V_{amink}, V_{amaxk} – відповідно мінімальна та максимальна агротехнічні швидкості для сільськогосподарської машини k-ої марки, км/год;

V_{pHj}- номінальна робоча швидкість трактора на j-ій передачі, км/год;

N_{BM} - кількість марок сільськогосподарських машин – знарядь в агрегаті;

N, M - номери відповідно найнижчої та найвищої можливих робочих передач трактора.

Швидкості V_{amink} та V_{amaxk} беруться з паспортних даних відповідних машин [7], а V_{pHj} - із тягової характеристики заданого трактора на відповідному агрофоні [7].

Відповідно з формули (2.11). межі агротехнічних швидкостей становлять: від 6 км/год до 10 км/год;

Приклад розрахунків для тягових агрегатів подається для операцій: передпосівна культивація.

Для можливих робочих тракторів параметри їх тягових характеристик виписуються в таблиці 2.1.

2) Визначення питомого тягового опору сільськогосподарської машини на можливих робочих передачах трактора, кН/м.

$$K_v = K_0 \cdot h \cdot \left[1 + 0{,}006 \cdot \left(V_p - V_H\right)\right], \qquad (2.11а)$$

де K_o – питомий тяговий опір сільськогосподарської машини к-ої марки за швидкістю V_H= 5 км/год, кн./м [4];

h – глибина оранки, м.

Для трактора Т-150К+ПЛН-5-35

на 1 п. $K_v = 60 \cdot 0{,}27 \cdot (1+0{,}006(7{,}75^2-5^2) = 19{,}6$ кН/м;

на 2 п. $K_v = 60 \cdot 0{,}27 \cdot (1+0{,}006(9{,}3^2-5^2) = 22{,}18$ кН/м.

Таблиця 2.1. - Параметри тягових характеристик тракторів на агрофоні – стерня.

Марка трактора	Робоча передача, і	Номінальне крюкове зусилля $P_{кнi}$, кН	Швидкість руху, км/год		Годинна витрата палива, кг/год		Максимальна крюкова потужність $N_{крmaxj}$, кВт
			Номінальна робоча V_{pHj}	На холостому ході трактора V_{xxi}	Номінальна робоча G_{THj}	На холостому ході трактора G	
Т-150К	1	41,6	7,75	9,7	29,7	9,75	89,6
	2	35,8	9,3	11,4	29,8	10,4	92,5
ХТЗ-181	3	27,2	6,1	6,7	15,3	5,6	45,0
	4	22,9	6,8	7,5	15,2	5,9	4 ,4
	5	19,0	7,6	8,3	15,1	6,2	39,2
	6	15,7	8,4	9,3	15,1	6,7	35,9

3) Визначення граничної ширини захвату на можливих робочих передачах трактора (простий та комплексний МТА), м.

$$B_{npj} = \frac{\left[\xi_p\right] \cdot P_{kpHj} - G \cdot i/100}{\sum_{k=1}^{N_{BH}} (K_{vjk} + g_{Hk} \cdot i/100 + g_{зч} \cdot (f_{зч} + i/100)} \qquad (2.12)$$

де $[\xi]$ - припустимий ступінь завантаження трактора за тягою [7];

G – експлуатаційна вага трактора [7], кН;

I- ухил поверхні поля [7], %;

$f_{зч}$ – коефіцієнт опору перекочування зчіпки [7];

$g_{мк}$, $g_{зч}$ – середня вага на один метр ширини захвату відповідно для сільськогосподарської машини к-ої марки і для зчіпки, кн./м;

$$\partial_{нк} = (G_{нк} + 0.01\sum_{i=1}^{N_{нк}} V_{мк1} \cdot \gamma_{м1} + G_{пк}) / B_{нк} \; ; \qquad (2.13а)$$

$$\partial_{зч} = G_{зч} / B_{зч} \; ; \qquad (2.13б)$$

де $G_{нк}$, $G_{зч}$ – конструктивна вага відповідно сільськогосподарської машини к-ої марки і зчіпки (зчіпка приймається в разі, коли очікувана кількість прийнятої марки сільськогосподарської машини – знаряддя для заданого трактора більша за 1, див. [7] кН.;

$B_{мк}$, $B_{зч}$ - конструктивна ширина захвату відповідно сільськогосподарської машини знаряддя к-ої марки і зчіпки [7], м;

$N_{мк}$ - кількість видів технологічного матеріалу, що міститься в к-ій марці сільськогосподарської машини (насіння, добрива, та інші);

$V_{мк1}$ - місткість бункерів сільськогосподарської машини к-ої марки під технологічний матеріал 1-го виду [7], м^3;

$\partial_{м1}$ - об'ємна маса 1-го виду технологічного матеріалу [7], кг/м^3;

$G_{пк}$- середня вага додаткового вантажу, що знаходиться на сільськогосподарській машині к-ої марки (ґрунт, технологічний матеріал, обслуговуючий персонал), кН;

ПЛН-6-35$_{gмк}$ = 8,0/1,75 = 4,36 кН.

Для трактора Т-150К+ПЛН-6-35.

на 1 п. $B_{гр}$= 0,86·(41,6-76·0,02)/(19,6+4,36·0,02)=1,75 м.

на 2 п. $B_{гр}$= 0,86·(35,8-76·0,02)/(22,18+4,36·0,02)=1,32 м.

4) Для орного МТА визначаємо необхідну кількість корпусів плуга

$$n_{корпj} = цiле\left\{\frac{\left[\xi_p\right]\cdot\left(P_{прнj} - G\cdot\frac{i}{100}\right)}{R_{корпj}}\right\} \qquad (2.14)$$

$$R_{корпj} = K_{vj}\cdot B_{корпj} + 0{,}01\cdot G_{плj}\cdot C_n\cdot\frac{i}{N_{плj}} \qquad (2.15)$$

де $R_{корпj}$ – тяговий опір корпуса плуга, кН.

$B_{корпj}$, $N_{плj}$, $G_{плj}$, - відповідно ширина захвату одного корпуса(м), кількість корпусів і вага (кН) плуга;

C_n – коефіцієнт, що враховує вагу ґрунту, яка знаходиться на корпусі плуга, C_n =1,2.

Для трактора Т-150К+ПЛН-5-35.

$$R_{корп1} = 19{,}6\cdot 0{,}35 + 0{,}01\cdot 8\cdot 1{,}2\cdot\frac{2}{5} = 6{,}89\ кН.$$

$$R_{корп2} = 22{,}18\cdot 0{,}35 + 0{,}01\cdot 8\cdot 1{,}2\cdot\frac{2}{5} = 7{,}8\ кН.$$

$$n_{корп1} = \left\{\frac{0{,}86\cdot\left(41{,}6 - 76\cdot\frac{2}{100}\right)}{6{,}89}\right\} = 5{,}02$$

Приймаємо n_1=5 корпусів.

$$n_{корп2} = \left\{\frac{0{,}86\cdot\left(35{,}8 - 76\cdot\frac{2}{100}\right)}{7{,}8}\right\} = 3{,}78$$

Приймаємо n_2=4 корпусу.

5) Вибір робочої передачі і визначення робочої швидкості трактора.

Орієнтовний вибір робочої передачі проводиться за умов найкращого завантаження трактора за тягою:

$$\xi_{PL} = \max(\xi_{pj}) < [\xi_p], \text{ j=N…M;} \quad (2.16)$$

$$\xi_{pj} = \frac{R_{aj}}{P_{крнj} - G \cdot i / 100}; \quad (2.17)$$

де L- номер вибраної передачі трактора;

R_{aj}- тяговий опір МТА на j-й передачі трактора, кН;

$$R_{aj} = R_{корпj} \cdot n_{корпj} \quad (2.18)$$

Для трактора Т-150К+ПЛН-5-35.

на 1 п. R_a = 6,89·5 = 34,45 кН;

на 2 п. R_a = 7,8·3 = 23,4 кН;

Для трактора Т-150К+ПЛН-6-35.

на 1п ξ_p = 34,45/(41,6-76·0,02)=0,86;

на 2п ξ_p = 23,4/(35,8-76·0,02)=0,0,68;

Далі проводимо розрахунок за 1- ою передачу.

Остаточний вибір основної робочої передачі проводиться за умови максимуму „чистої” годинної продуктивності МТА.

$$W_{гчL} = max\ (W_{гчj}),\ j = N...M, \quad (2.19)$$

$$W_{гчj} = 0.1 \cdot B_{pj} \cdot V_{pj} \quad (2.20)$$

де B_{pj} – робоча ширина захвату МТА на j-й передачі трактора, м;

V_{pj} – робоча швидкість МТА на j-й передачі трактора, визначається за тяговою характеристикою трактора або за формулою, км/год.

$$V_{pj} = V_{рнj} + (V_{ххj} - V_{рнj}) \cdot (1 - \xi_{pj}), \quad (2.1)$$

де $V_{ххj}$ – швидкість холостого ходу трактора на j-й передачі (таблиця 2.1), км/год.

Робоча ширина захвату визначається:

$$B_{pj} = B_{корпj} \cdot n_{корпj} \cdot \beta \qquad (2.22)$$

де β - коефіцієнт використання конструктивної ширини захвату відповідної машини – знаряддя, β = 1,05 [7].

Для трактора Т-150К+ПЛН-6-35.

$$B_{pj} = 0,35 \cdot 5 \cdot 1,05 = 1,84 \text{ м.}$$

$$V_{pj} = 7,75 + (9,7 - 7,75) \cdot (1 - 0,86) = 8,02 \text{ км/год.}$$

$$W_{гчj} = 0.1 \cdot 1,84 \cdot 8,02 = 1,48 \text{ га/год.}$$

Розрахунок показників ефективності роботи агрегатів:

1) Питома витрата палива на обраній передачі, кг/год

$$G_{mpL} = G_{mнL} - (G_{mнL} - G_{mxxL}) \cdot (1 - G_{pL}) \qquad (2.23)$$

де G_{mxxL}, – годинна витрата палива на холостому ході трактора на обраній передачі, кг/год.;

$$G_{mpL} = 29,7 - (29,7 - 9,75) \cdot (1 - 0,86) = 26,91 \text{ кг / год.}$$

2) Визначаємо швидкість руху МТА на холостому ході

$$R_{ax} = \sum_{k=1}^{N} G_{mpL} \cdot n_{mpL} \cdot \left(f - \frac{i}{100} \right) \qquad (2.24)$$

де f – коефіцієнт опору перекочування коліс трактора.

$$R_{ax} = 8 \cdot 1 \cdot \left(0.06 - \frac{2}{100} \right) = 0,64 \text{ кН} .$$

3) Визначаємо передачу трактора за умовою

$$\xi_{px} = \max \left(\frac{R_{ax}}{R_{крнj} - G \cdot \frac{i}{100}} \right) \le [\xi_p] \qquad (2.25)$$

$$\xi_{px} = \frac{0,64}{26,9 - 76 \cdot \frac{2}{100}} = 0,025 \le [0,08]$$

Приймаємо 4 передачу.

4) Питома витрати палива

$$g_w = \frac{G_{тр} \cdot T_р + G_{тх} \cdot T_х + G_{то} \cdot T_о}{60 \cdot W_{тсм}}, \quad (2.26)$$

де $G_{тр}$, $G_{тх}$, $G_{то}$ – годинна витрата палива агрегатом відповідно при роботі, холостому ході, на зупинках, кг/год;

$T_{тр}$, $T_{тх}$, $T_{то}$ – загальна тривалість за зміну відповідно при роботі, холостому ході, на зупинках, кг/год;

$$T_р = T^*_{зм} \cdot \tau, \quad (2.27)$$

$$T_р = 418 \cdot 0{,}54 = 226 \; хв.$$

$$T_х = t_х \cdot n_{прц} \cdot n_ц + t_{в1} + t_{в2}, \quad (2.28)$$

$$T_х = 0{,}53 \cdot 2 \cdot 20 + 19{,}5 + 19{,}5 = 60{,}2 \; хв.$$

$$T_о = (t_{оч} \cdot n_{прц} + t_з) \cdot n_ц + t_к + t_{то} + t_ф, \quad (\quad .29)$$

$$T_о = (2 \cdot 2 + 0) \cdot 20 + 20 + 18 + 13 = 131 \; хв.,$$

$$g_w = \frac{26{,}91 \cdot 226 + 8{,}73 \cdot 60{,}2 + 3{,}1 \cdot 131}{60 \cdot 5{,}3} = 22{,}1 \; кг / га.$$

5) Витрати праці:

$$З_т = \frac{m}{W_{тч}}, \quad (2.30)$$

де m – кількість обслуговуючого персоналу, люд.

$$З_т = \frac{1}{0{,}76} = 1{,}32 \; люд.год / га.$$

6) Прямі експлуатаційні витрати, грн./га.

$$U_w = \left(C_т + \sum_{к=1}^{N_{вн}} n_{мк} \cdot C_{мк} + C_{зч} \right) / W_{тч} + S_{пмм} + S_{зп}, \quad (2.31)$$

де $C_т$, $C_{мк}$, $C_{зч}$ – вартість однієї години експлуатації відповідно енергетичного засобу, сільськогосподарської машини – знаряддя к-го виду та зчіпки, грн./год;

$S_{пмм}$, $S_{зп}$ – питомі витрати відповідно на паливно - мастильні матеріали (ПММ) і зарплатню обслуговуючого персоналу, грн./га

$$C_т = 0{,}01 \cdot Б_т \; (a_{рт} + a_{кг} + a_{ртохт}) / T_{нт}, \quad (2.32а)$$

$$C_{мк} = 0,01 \cdot Б_{мк}(a_{рмк} + a_{кнк} + a_{ртомк})/T_{нмк}, \quad (2.32б)$$

$$C_{зч} = 0,01 \cdot Б_{зч}(a_{рзч} + a_{ртохзч})/T_{нзч}, \quad (2.32в)$$

де $Б_т$, $Б_{мк}$, $Б_{зч}$ – балансова вартість відповідно енергетичного засобу, сільськогосподарської машини – знаряддя к-го виду й зчіпки, грн.;

$a_{рт}$, $a_{рмк}$, $a_{рзч}$ – відсоток відрахувань від балансової вартості на реновацію (обновлення початкової вартості) відповідно для енергетичного засобу сільськогосподарської машини – знаряддя к-го виду й зчіпки [6];

$a_{кг}$, $a_{кнк}$ - відсоток відрахувань від балансової вартості на капітальний ремонт відповідно для енергетичного засобу і для сільської машини – знаряддя к-го виду [6], %;

$a_{ртохт}$, $a_{ртомк}$, $a_{ртохзч}$ – відсоток відрахувань від балансової вартості на поточний ремонт, ТО й зберігання відповідно для енергетичного засобу, сільськогосподарської машини – знаряддя к-го виду й зчіпки [6], %;

$T_{нт}, T_{нмк}, T_{нзч}$ – річне нормативного завантаження відповідно енергетичного засобу, сільськогосподарської машини – знаряддя к-го виду й зчіпки [7], год;

$$C_т = 0,01 \cdot 25000\ (1,25 + 7 + 22)/1350 = 7,7\ грн/год.$$

$$C_{мк} = 0,01 \cdot 5000 \cdot (12,5 + 27 + 0)/480 = 4,1\ грн/год$$

$$S_{пмм} = g_w \cdot Ц_{пмм}, \quad (2.33)$$

де $Ц_{пмм}$ – комплексна ціна ПММ, що враховує вартість як основного палива, $Ц_{пмм}$ = 57 грн/кг.

$$S_{пмм} = 22,1 \cdot 570 = 66,3\ грн/га,$$

$$S_{зп} = K_з(K_{нк} \cdot m_т \cdot Y_т + m_g \cdot Y_g) / W_{нзм}, \quad (2.34)$$

де $K_з$ – коефіцієнт, що враховує нарахування на зарплату (соцстрах, пенсії й ін.),

$K_з$ = 1.52;

$K_{нк}$ – коефіцієнт, що враховує надбавку до зарплати за класність:

1-й клас - $K_{нк}$ = 1.2 і 2-й клас - $K_{нк}$ = 1.1;

m_m, m_g – кількість на агрегаті відповідно механізаторів й допоміжних робочих, люд;

Y_m, Y_g – змінна тарифна ставка відповідно для механізатора і для допоміжного робочого за тарифним розрядом [9, 10], грн./зміну.

$$S_{зп} = 1{,}52(1{,}2 \cdot 1 \cdot 7{,}5 + 1 \cdot 0) / 5{,}3 = 2{,}58 \text{ грн/га.},$$

$$U_w = (7{,}7 + 4{,}1 + 0) / 0{,}76 + 33{,}15 + 2{,}58 = 51{,}3 \text{ грн / га}.$$

Параметри комплектування агрегату і показники його роботи подаються на технологічній карті в п.3 разом з експлуатаційною схемою агрегату в таблиці 3.1.

Підготовка агрегату до роботи:

Операції з підготовки агрегату до роботи подані в п.4 технологічної карти з використанням літературних джерел.

Підготовка поля до роботи:

Операції з підготовки поля до роботи викладені в п.5 технологічної карти з використанням літературних джерел.

Режим роботи агрегату:

Визначення коефіцієнтів використання часу зміни для альтернативних варіантів.

$$\tau = \frac{t_p \cdot n_{прц} \cdot n_ц}{t_ц \cdot n_ц \cdot T_{нц}} \qquad (2.35)$$

де t_p – середня тривалість одного робочого проходу агрегату по полю, хв.;

$n_ц$, $n_{прц}$ – відповідно загальна кількість циклів за зміну та кількість проходів агрегату за 1 цикл;

$t_ц$, $T_{нц}$ – тривалість одного циклу та усіх не циклових операцій за зміну, хв.

$$\tau = \frac{5{,}67 \cdot 2 \cdot 20}{16{,}45 \cdot 20 \cdot 90} = 0{,}54$$

$$t_p = 0{,}06 \cdot L_{pcp} / V_p \qquad (2.36)$$

де L_{pcp} – середня довжина одного робочого проходу агрегату по полю, м.

$$L_{pcp} = L_p = L - E_n \qquad (2.37)$$

де L – довжина поля, м;

C – ширина поля, м;

E_n – ширина поворотної смуги, м.

$$E_n = n_{пр} \cdot B_p \leq E_{nmin} \quad (2.38)$$

де $n_{пр}$ – кількість проходів агрегату на поворотній смузі;

$$n_{пр} \geq E_{nmin} / B_p \quad (2.39)$$

де E_{nmin} – мінімальна ширина поворотної смуги, м.

$$E_{nmin} = K_e \cdot R_0 + e + d_к \quad (2.40)$$

де K_e – коефіцієнт, що залежить від способу повороту. Для однобокої петлі K_e=2,6;

R_0- радіус повороту агрегату, м;

e-довжина виїзду агрегату, $e=0,1l_a$, м;

$d_к$ – кінематична ширина агрегату з зовнішнього боку повороту $d_к = 0,5B_р$.м;

$$l_a = l_т + l_{зч} + l_м \quad (2.41)$$

де $l_т$,$l_{зч}$,$l_м$ – кінематична довжина відповідно енергетичного засобу, машин - знаряддя і зчіпки, м.

$$l_a = 2,9 + 4,3 = 7,2 \text{ м.}$$

$$e = 0,1 \cdot 7,2 = 0,72 \text{ м.}$$

$$E_{nmin} = 2,6 \cdot 70 + 0,72 + 0,875 = 19,8 \text{ м.}$$

$$n_{пр} \geq 19,8/1,75 = 11,3 = 12 \text{ м.}$$

$$E_n = 12 \cdot 1,75 = 21 \text{ м} \leq E_{nmin} = 19,8 \text{ м.}$$

$$L_{рср} = L_р = 800 - 2 \cdot 21 = 758 \text{ м.}$$

$$t_р = 0,06 \cdot 758/8,02 = 5,67 \text{ хв.}$$

5) Кількість циклів агрегату за зміну.

$$n_ц = ціле[(T_{см} - T_{нц})/t_ц + 0,5] \quad (2.42)$$

де $T_{см}$ – тривалість зміни, $T_{см} = 420$ хв.

$$T_{нц} = t_{в1} + t_{в2} + t_х + t_{ТО} + t_ф \quad (2.43)$$

де $t_{в1}$, $t_{в2}$ – тривалість переїзду на поле й з поля, хв.;

$$t_{в1} = t_{в2} = \frac{0{,}06 \cdot L_п}{V_п}, \tag{2.44}$$

$$t_{в1} = t_{в2} = \frac{0{,}06 \cdot 4}{12{,}4} = 19{,}5 \text{ хв.}$$

$$t_ц = (t_р + t_х + t_{оч}) \cdot n_{прц} + t_з, \tag{2.45}$$

де $t_х$- середня тривалість одного повороту, хв.;

$t_{оч}$ – середня тривалість очищення робочих органів в розрахунку на один робочий прохід, $t_{оч}$=0...5 хв.

$t_з$- тривалість зупинки для заправки технологічних ємкостей, для оранки $t_з$=0 хв.

Кількість проходів агрегату в цикл приймаємо $n_{прц}$=2.

$$t_х = \frac{0{,}06 \cdot L_х}{V_х}, \tag{2.46}$$

$L_{хст}$ - середня довжина одного повороту;

$$L_{хср} = K_х \cdot R_0 + 2 \cdot e + X_{ср}, \tag{2.47}$$

де $K_х$ - коефіцієнт, що залежить від способу повороту, для однобокої петлі $K_х$ =6,0...7,5;

$X_{ср}$ - середня довжина прямолінійної ділянки повороту, м.

$$X_{ср} = \frac{C_з}{2} - R_0, \tag{2.48}$$

де $C_з$ - ширина зчіпки, що визначається;

$$C_з = 2 \cdot B_р \cdot ціле\left(\frac{0{,}5 \cdot C_{зопт}}{B_р} + 0{,}9\right), \tag{2.49}$$

де $C_{зопт}$ - оптимальна ширина загінки, м;

$$C_{зопт} = \sqrt{16 \cdot R^2 + 2 \cdot B_р \cdot L_р}, \tag{2.50}$$

$$C_{зопт} = \sqrt{16 \cdot 7^2 + 2 \cdot 1.75 \cdot 758} = 58{,}6 \text{ м.}$$

$$C_з = 2 \cdot 1{,}75 \cdot \left(\frac{0{,}5 \cdot 58{,}6}{1{,}75} + 0{,}9\right) = 61{,}75 \text{ м.}$$

$$X_{ср} = \frac{61,75}{2} - 7 = 23,9 \text{ м.}$$

$$L_{хср} = 6,5 \cdot 7,0 + 2 \cdot 0,72 + 23,9 = 70,84 \text{ м.}$$

$$t_x = \frac{0,06 \cdot 70,84}{8} = 0,53 \text{ хв.}$$

$$t_ц = (5,67+0,53 +2) \cdot 2 +0=16,4 \text{ хв.}$$

$$n_ц=(420-90)/16,4+0,5=20,6$$

Приймаємо 20 циклів.

Фактична тривалість зміни:

$$T^*_{зм} = t_ц \cdot n_ц + T_{нц}, \quad (2.51)$$

$$T^*_{зм} = 16,4 \cdot 20 + 90 = 418 \text{ хв.}$$

6) Технічна продуктивність:

годинна

$$W_{тч} = 0,1 \cdot B_р \cdot V_р \cdot \tau \quad (2.52)$$

$$W_{тч} = 0,1 \cdot 1,75 \cdot 8,02 \cdot 0,54 = 0,76 \text{ га / год.}$$

змінна

$$W_{тч} = \frac{W_{тч} \cdot T^*_{зм}}{60}, \quad (2.53)$$

$$W_{тч} = \frac{0,76 \cdot 418}{60} = 5,3 \text{ га / зм.}$$

Параметри режиму роботи агрегату подані в п. 6 технологічної карти в таблиці 6.1 разом зі схемою руху агрегату по полю, що розраховані у пункті 1.3.

Контроль якості роботи.

Контролю підлягають параметри, регламентовані агротехнічними вимогами. Матеріали даного пункту подані в п. 7 технологічної карти.

Безпека життєдіяльності.

Вимоги безпеки до обслуговуючого персоналу, до технічних засобів і до навколишнього середовища подані в п. 8 технологічної карти.

2.4 Висновки до розділу

1. Розроблена технологічна карта на вирощування сої, яка дозволяє отримати врожайність 25 ц/га. В технологічну карту обрано оптимальний перелік технологічних операцій, склад сільськогосподарських агрегатів добраний за допомогою розрахунків експлуатаційних показників альтернативних варіантів, до них складено план механізованих робіт, підібраний склад механізованої ланки, визначено потрібні ресурси для отримання високого врожаю.

2. Розроблено операційну технологічну карту на оранку агрегатом Т-150+ПЛН-6-35.

3 МОДЕРНІЗАЦІЯ ПЛУГА ПЛН-6-35

3.1 Призначення та область застосування, технічні вимоги до агрегата

Модернізований плуг ПЛН-6-35 призначений для оранки зябу з одночасним внесенням мінеральних добрив.

При внесенні добрив одночасно з оранкою спостерігається зменшення економічних затрат, зменшуються витрати праці, при тому, що врожайність підвищується на 2 – 3 ц/га.

До агрегату висувають наступні технічні вимоги:

– Всі деталі та вузли повинні забезпечити надійну, безвідмовну роботу агрегату;

– Всі деталі та вузли повинні бути взаємозамінні;

– Витрати на виготовлення деталей та вузлів, їх ремонт, повинні бути мінімальними;

– Плуг повинен проводити оранку з повним оборотом пласта та його кришінням;

– Пожнивні залишки, бур’яни, мінеральні добрива повинні бути повністю приорані.

3.2 Технічна характеристика модернізованого плуга

– Ширина захвату 2,1 м;
– Робоча швидкість 10,55 км/год.;
– Продуктивність 1,68 га/год.;
– Вага плуга 1150 кг;

Максимальна глибина оранки 0,30 м.

3.3 Технічні розрахунки запропонованої конструкції

Потужність необхідна для роботи плуга становить – 7,3 кВт.

Потужність на валу привода туковисівного апарата:

$$N_T = \frac{w \cdot 1000}{\omega}, \tag{3.1}$$

де w - потужність на валу туковисівного апарату, w =1,3 кВт;

ω - кутова швидкість;

$$\omega = \frac{\pi \cdot n}{30}, \tag{3.2}$$

де n - частота обертання, $n = 150c^{-1}$.

$$\omega = \frac{3{,}14 \cdot 150}{30} = 15{,}7 \ рад/с.$$

Тоді:

$$N_T = \frac{7{,}3 \cdot 1000}{15{,}7} = 464{,}97 \ Н \cdot м.$$

3.4 Кінематичний розрахунок, розрахунок на міцність, підтвердження роботоздатності та надійності конструкції

Розрахунок вала приводу висівного апарату.

Орієнтовні розрахунки.

Крутний момент на валу висівного апарату:

$$M_{кр} = 85 \cdot 10^3, Н \cdot м.$$

Крутний момент для двох висівних апаратів:

$$M_{кр} = 85 \cdot 10^3 \cdot 2 = 170 \cdot 10^3 \ Н \cdot м.$$

Визначаємо середній діаметр вала:

$$d = \sqrt[3]{\frac{M_к}{0{,}2 \cdot [r]_к}}. \tag{3.3}$$

$$d = \sqrt[3]{\frac{170 \cdot 10^3}{0{,}2 \cdot 25{,}7}} = 32{,}09 \ мм.$$

Розробляємо конструкцію вала і за кресленням визначаємо його розміри та діаметр в місцях посадки.

Діаметр вала під підшипники:

d = 30 мм.

Діаметр вала під шестерні:

D = 24 мм.

Розрахунок ділянки, розташованої під привідною зірочкою проводимо за умови згину.

Сила що діє на вал від натягнення ланцюга:

$$w = M \cdot \omega, \tag{3.4}$$

де M – крутний момент на валу, Н·мм

ω – кутова швидкість вала, ω = 5 рад/с.

$$w = 170 \cdot 10^3 \cdot 5 = 850\ кН.$$

Залишковий розрахунок вала на витривалість.

Максимально допустимий запас міцність:

$$K = K_1 \cdot K_2 \cdot K_3 \tag{3.5}$$

де K_1 - коефіцієнт враховуючий відповідальність деталі, $K_1 = 1{,}3$;

K_2 - коефіцієнт враховуючий ступінь точності, $K_2 = 1{,}1$;

K_3 - коефіцієнт враховуючий надійність матеріалу, $K_3 = 1{,}5$.

$$K = 1{,}3 \cdot 1{,}1 \cdot 1{,}5 = 2{,}1.$$

Небезпечним січенням вала є середина вала, оскільки в цьому місці діє найбільший згинаючий момент.

Визначається ефективний коефіцієнт концентрації напруження при згині вала, при наявності шпоночної канавки.

Для вала, виготовленого із сталі 45:

$\sigma_{вр}$=350 кг/м^2 , K_δ=1,95,

де $\sum_M = \dfrac{K_\delta}{\varepsilon_\delta} = \dfrac{1{,}95}{0{,}78} = 2{,}5.$ (3.6)

Задаємо поправочний коефіцієнт:

$$\sum_M = 2{,}5.$$

Запас міцності вала при згині:

$$u_{\delta} = \frac{\sigma - 1}{\sum_{M} \cdot \sigma} \tag{3.7}$$

де u_{δ} – запас міцності при згині.

$$\sigma - 1 = (0{,}4...0{,}5) \cdot \sigma_{вр} = 8{,}5\ МПа \text{ – поріг втомленості} \tag{3.8}$$

$$\sigma = \frac{M_{кр}}{0{,}2 \cdot d^3}. \tag{3.9}$$

$$\sigma = \frac{8{,}5 \cdot 10^2}{0{,}1 \cdot (0{,}32 \cdot 10^2)} = 28\ кН/м^2.$$

$$u_{\delta} = \frac{850}{4{,}5 \cdot 28} = 6{,}7.$$

Запас міцності на скручування визначається по формулі:

$$u_{\tau} = \frac{\tau - 1}{\sum_{M} + \psi_{\tau} \cdot \tau_{пост}}, \tag{3.10}$$

де $\tau - 1$ - межа міцності $(\tau - 1) = (0{,}2...0{,}3) \cdot \sigma_{вр}$;

$$(\tau - 1) = 269\ кН/м^2. \tag{3.11}$$

ψ_{τ} - величина яка залежить від технічної характеристики метала;

$\tau_{пост}$ - постійна.

$$u_{\tau} = \frac{269}{2{,}5 + 0{,}1 \cdot 314{,}6} = 3{,}42$$

При спільній дії напружень кручення та згину запас міцності визначаємо по формулі, [n]=2,15:

$$n = \frac{n_{\delta} \cdot n\tau}{\sqrt{n_{\delta}^2 + n_{\tau}^2}} \geq [n]. \tag{3.12}$$

$$n = \frac{6{,}6 \cdot 3{,}42}{\sqrt{6{,}6^2 + 3{,}42^2}} = 3{,}04$$

що більше допустимого.

Розрахунок шпонки.

Розрахунок шпонки проводиться виходячи з умови міцності на зріз та зминання.

Виходячи з величини діаметра вала довжина шпонки обирається по довжині з'єднуваної деталі.

Обираємо шпонку 10х8х40 ГОСТ 8792-88.

Перевіряємо обрану шпонку на зминання:

$$P_{зм} = \frac{M}{0{,}5 \cdot d + 0{,}25 \cdot h} \tag{3.13}$$

де M - шпонковий момент, Н·м;

d - діаметр вала, м;

h - висота шпонки, м.

$$P_{зм} = \frac{464{,}97}{0{,}5 \cdot 0{,}25 + 0{,}25 \cdot 0{,}008} = 1328{,}5\ H.$$

Для нормальної роботи шпонки повинна виконуватись умова:

$$\sigma = \frac{P_{зм}}{0{,}5 \cdot h \cdot l} \le [\sigma_{зм}], \tag{3.14}$$

де l - робоча довжина шпонки, м;

$[\sigma_{зм}]$ - допустиме напруження зминання, $[\sigma_{зм}] = 110\ МПа.$

$$\sigma = \frac{1328{,}5}{0{,}5 \cdot 8 \cdot 10} = 58{,}3 \quad МПа.$$

Умова виконується: $58{,}3 < [110]$.

Сила зрізу визначається по формулі:

$$P_{зh} = \frac{M}{0{,}5 \cdot d} \tag{3.15}$$

де M - момент що передається шпонкою;

d - діаметр вала.

$$P_{зh} = \frac{464{,}97}{0{,}5 \cdot 0{,}024} = 30990\ H.$$

Обрана шпонка перевіряється на зріз:

$$\tau_{зр} = \frac{P_{зр}}{в \cdot l} \le [\tau]_{зр}, \tag{3.16}$$

де $в$ - ширина шпонки,

$[\tau]_{зр}$ - допустиме напруження зрізу, $[\tau]_{зр} = 90$ *МПа.*

$$\tau_{зр} = \frac{30990}{8 \cdot 40} = 89{,}94 \text{ МПа.}$$

Умова міцності на зріз виконується: $89{,}84 < 90$ *МПа.*

З розрахунків видно, що вибрана шпонка витримує навантаження.

Розрахунок зірочки.

Основним матеріалом для виготовлення зірочок є чавун СЧ-24-2-6, СЧ-21-40, СЧ-24-2,4 та середньо вуглецеві конструкційні сталі 45, 40Х, 50 з поверхневим гартуванням HRC-45…55.

Приймається зірочка із сталі 45 з кількістю зубців Z=26 на піввісь опорного колеса та кількістю зубців Z=14 на вал приводу туковисівного апарата.

Зовнішній діаметр зірочки визначаємо по формулі:

$$D = t \cdot \left(0{,}5 \cdot \tan \frac{180}{z} \right), \tag{3.17}$$

де t - крок ланцюга, мм, $t = 19{,}05$ *мм.*.

z - кількість зубців, $z = 29$

$$D = 19{,}05 \cdot \left(0{,}5 \cdot \tan \frac{180}{26} \right) = 158{,}43 \text{ мм.}$$

Визначається діаметр ділильного кола:

$$d_g = \frac{t}{\sin \frac{180}{z}} \tag{3.18}$$

$$d_g = \frac{19.5}{\sin \frac{180}{36}} = 149{,}5 \text{ мм.}$$

Ширина зубчатого вінця визначається по формулі:

$$в = 0{,}93 \cdot B_{вн} - 0{,}15 \tag{3.19}$$

де $B_{вн}$ - відстань між внутрішніми ланками ланцюга, $B_{вн} = 1{,}27$.

$$в = 0{,}93 \cdot 12{,}7 - 0{,}15 = 11{,}66 \text{ мм.}$$

Радіус зуба в повздовжньому перерізі визначається за формулою:

$$r_3 = 1{,}7 \cdot D, \tag{3.20}$$

де D - діаметр ролика.

$$r_3 = 1{,}7 \cdot 11{,}91 = 20{,}24 \text{ мм}.$$

Координати центру кривої визначаються по формулі:

$$n = 0{,}8 \cdot D. \tag{3.21}$$

$$n = 0{,}8 \cdot 11{,}91 = 9{,}53 \text{ мм}..$$

Розрахунок проводиться аналогічно і для зірочки з кількістю зубців Z=14.

3.5 Висновки до розділу

При внесенні мінеральних добрив машиною РУМ-3 задіяні два робочих. При експлуатації конструкції на базі плуга ПЛП-6-35, трактор МТЗ-80 та РУМ-3 звільняються для роботи на інших ділянках.

Трактор Т-150К виконує оранку зябу плугом ПЛП-6-35, який має на рамі 4 кутника. На них встановлюється два ящика від зернової сіялки СУК-24.

Привід висівного апарата відбувається від опорного колеса через ланцюгову передачу, вал та 2-х пар конічних шестерень.

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ДОВКІЛЛЯ

4.1 Організація охорони праці приватного підприємства ПП «Калиновий край»

При аналізі організації робот по охороні праці в ПП «Калиновий край» встановлено, що відсутня система управління охороною праці.

Керуючись «Переліком нормативних документів із безпеки життєдіяльності» діючих в сільськогосподарському виробництві України встановлено, що в господарстві відсутні такі важливі документи, як Конституція України, Закон України «Про охорону праці», Положення по організації робіт по охороні праці в системі АПК, Рекомендації по управлінню охороною праці на сільськогосподарських підприємствах, Положення про розслідування і обліку нещасних випадків на виробництві, тощо [14].

На підприємстві не розроблені інструкції по охороні праці для трактористів, слюсаря, а також відсутні типові інструкції для цих категорій працівників.

Відповідальність за охорону праці по цеху механізації покладається на головного інженера, а також на бригадира. До їх обов'язків входить проведення інструктажу на робочому місці, забезпечення безпечних умов праці, спостерігання за дотриманням робочими інструкцій по охороні праці. Всі працівники, які поступають на роботу, проходять вступний інструктаж на робочому місці. Про проведення вступного інструктажу робиться запис в картці обліку. Якщо робітник не освоїв вимоги безпеки, йому встановлюється строк стажування, після якого знання робітника знов перевіряються.

При проведенні періодичного інструктажу викладаються питання вступного інструктажу і інструктажу на робочому місці. В результаті дослідження технологічних процесів, які виконуються механізаторами, а також зі співбесіди виявлені наступні недоліки в організації охорони праці:

1) не повністю забезпечуються здорові і безпечні умови праці;

2) засоби індивідуального захисту та спецодяг видаються не своєчасно і не в повному обсязі. Крім того, відсутній контроль за строком їх використання;

3) порушується періодичність проведення інструктажів на робочому місці;

4) недостатньо уваги приділяється технічному стану техніки;

5) не завжди проводяться інструктажі трактористів, які виконують ТО або ремонтні роботи;

6) пункт ТО та ремонтна майстерня не обладнані плакатами, ілюстраціями безпечного виконання роботи. Існуючі плакати вже не відповідають новим вимогам нормативних актів;

7) не складаються безпечні маршрути руху техніки з однієї ділянки на іншу з урахуванням пори доби, погодних умов, чим ігноруються вимоги ОСТ 70.0.003.020-83;

8) в рідких випадках позначені і виділяються місця для короткотермінового відпочинку працюючих;

9) показники травматизму і захворюваності для трактористів глибоко не аналізуються;

10) не проводиться контрольний огляд перед виходом мобільної техніки на лінію.

4.2 Нормативні посилання

1) Конституція України;

2) Кодекс законів України про працю;

3) Основи законодавства України про охорону здоров′я;

4) Закон України «Про охорону навколишнього середовища»;

5) Закон України «Про охорону праці»;

6) Закон України «З пожежної безпеки»;

7) Законодавство України «Про охорону праці»;

8) ДСТУ 12.1.003-83 ССБП. Шум. Загальні вимоги безпеки;

ДСТУ 12.1.005-88 ССБП. Повітря робочої зони. Загальні санітарно-гігієнічні вимоги;

9) ДСТУ 12.1.004-85 ССБП Пожежна безпека. Загальні вимоги;

10) ДСТУ 12.1.007-76 ССБП Шкідливі речовини. Класифікація і загальні

вимоги безпеки;

11) ДСТУ 15.10.12-78 ССБП Вібрація. Загальні вимоги безпеки;

12) ДСТУ 12.1.918-86 ССБП Пожежна безпека. Електростатична іскробезпека;

13) ДСТУ 12.1.030-81 ССБП Електробезпека. Захисне заземлення;

14) ДСТУ 12.1.9-81 ССБП Техніка господарства. Методи оцінки безпеки;

15) ДСТУ 12.2.007-85 ССБП Обладнання електрозварювальне. Вимоги безпеки;

16) ДСТУ 12.2.019-86 ССБП Трактори і машини самохідні сільськогосподарські. Загальні вимоги безпеки;

17) ДСТУ 12.2.037-78 ССБП Пожежна техніка. Вимоги безпеки;

18) ДСТУ 12.2.111-85 ССБП Машини сільськогосподарські навісні і причіпні. Загальні вимоги;

19) ДСТУ 12.2.120-88 ССБП Кабіни і робочі місця операторів тракторів, самохідних сільськогосподарських машин. Загальні вимоги безпеки;

20) ДСТУ 12.3.009-76 ССБП Роботи навантажувальні і розвантажувальні. Загальні вимоги безпеки;

21) ДСТУ 12.3.031-84 ССБП Застосування мінеральних добрив в сільському і лісному господарстві. Загальні вимоги безпеки;

22) ДСТУ 12.4.026-76 ССБП Кольори сигнальні і знаки безпеки;

23) ДСТУ 12.4.068-79 ССБП Засоби індивідуального захисту дерматологічні. Класифікація і загальні вимоги;

24) ДСТУ 12.4.088-79 ССБП Засоби захисту працюючих від впливу механічних факторів. Класифікація;

25) ДСТУ 46.0.141-83 ССБП Виробничі процеси в сільському господарстві. Загальні вимоги;

26) ОСТ 46.1.0.177-81 ССБП Плакати про безпеку праці на сільськогосподарських роботах. Види, зміст, форми;

ОСТ 46.3.1.108-81 ССБП Обробіток грунту. Посів олійникових культур. Вимоги безпеки;

27) ОСТ 46.3.1.109-81 ССБП Збирання олійникових культур. Вимоги безпеки;

28) ОСТ 46.3.1.110-81 ССБП. Післязбиральний обробіток зерна. Вимоги безпеки;

29) ОТС 46.3.1.161-84 ССБП. Обробіток пестицидами грунту і посівів польових культур. Загальні вимоги;

30) ОСТ 46.3.1.169-84 ССБП. Застосування твердих і рідких мінеральних добрив. Вимоги безпеки;

31) ОСТ 46.3.3.116-81 ССБП. Переїзд сільськогосподарської техніки. Вимоги безпеки;

32) СНіП 11-4-79 Природні і штучні освітлення. Норми проектування;

33) СНіП 11-106-79. Склади нафти і нафтопродуктів;

34) СНіП 11-108-78. Склади сухих мінеральних добрив і хімічних засобів захисту рослин;

35) СНіП 2.04.05-85. Опалення, вентиляція і кондиціювання;

36) СНіП 2.10.05-85. Підприємства, будівля, спорудження для зберігання і переробки насіння;

37) СН 1042-73. Санітарні норми організації технологічних процесів та гігієнічні вимоги до виробничого обладнання.

4.3 Вимоги безпеки праці при виконанні технологічних операцій

Вимоги безпеки до територій

- Територія підприємства повинна відповідати вимогам ДБН Б.2.4-3-95, санітарних норм проектування, Правил пожежної безпеки в Україні.
- Територія має бути рівною, спланованою так, щоб був забезпечений відвід стічних вод до водостоків від будівель, майданчиків, проїздів, пішохідних доріжок.
- Вхід працівників на територію підприємства (тваринницьких комплексів, ферм, виробничих майданчиків, токів тощо) повинен здійснюватися через прохідні приміщення. Прохід людей через транспортні ворота не дозволяється.

Для зберігання різних матеріалів і вантажів на території підприємства повинні передбачатися спеціальні майданчики зі стелажами та підставками. Складування повинно виключати падіння матеріалів.

- Пожежні водойми, траншеї та інші споруди, влаштовані для виробничих потреб, слід закрити чи огородити, а в темний період доби забезпечити їх освітлення. Не дозволяється використовувати пожежні водойми не за призначенням.

- На території підприємства для проїзду транспорту і техніки повинні бути дороги і пішохідні проходи з твердим покриттям (асфальт, бетон тощо). Проїзна частина доріг і пішохідні доріжки мають систематично очищатися від грязі та снігу, а в темний період доби – освітлюватися.

- При перехрещенні залізничних колій з пішохідними й автомобільними шляхами повинні бути влаштовані переходи й переїзди через залізничні колії, обладнані попереджувальними знаками і світлозвуковою сигналізацією.

- Ширина дороги при односторонньому русі повинна бути на 1,8 м, а при двосторонньому на – 2,7 м більше ширини наявних на підприємстві машин.

- Резервуари, баки та інші ємкості для зберігання палива та мастильних матеріалів необхідно розміщувати на спеціально відведених ділянках згідно з вимогами ВБН В.2.2-58.1-94 та ДНАОП 0.01-1.01-95.

- Не дозволяється складування матеріалів, будівництво різних приміщень, стоянка машин в охоронній зоні високовольтної лінії електропередачі без погодження з організацією, яка експлуатує лінію.

- Небезпечні зони на території підприємства, на транспортних шляхах, переходах, у виробничих приміщеннях і спорудах, на виробничих майданчиках і робочих місцях повинні бути позначені відповідними знаками безпеки згідно з ДСТУ 12.4.026 і огороджені.

Вимоги безпеки до організації робочих місць

- Улаштування, розміщення й експлуатація обладнання повинні відповідати вимогам ДСТУ 12.2.061, ДСТУ 12.2.049, ДСТУ 12.2.124, ДСТУ 28693, правил і норм, затверджених в установленому порядку, експлуатаційної

документації заводів-виробників та цих Правил.

Приймання в експлуатацію всіх видів технологічного обладнання повинно проводитися відповідно до СНіП 3.05.05-84.

- При отриманні обладнання від постачальників перевіряється наявність і справність усіх передбачених захисних засобів і пристроїв. У разі потреби власник зобов'язаний вжити заходів щодо виготовлення й установлення допоміжних захисних засобів і пристроїв.
- Розміщення виробничого обладнання у приміщеннях і на робочих місцях здійснюється з врахуванням вимог ергономіки. Ергономічні вимоги повинні відповідати ДСТУ 12.2.032 і ГОСТ 12.2.033.
- Санітарно-гігієнічні параметри умов праці у виробничих приміщеннях і на виробничих майданчиках мають відповідати стандартам і нормативній документації з безпеки праці:
  - рівень шуму - ДНАОП 0.03-3.14-85 (СН № 3223-85), ДСТУ 12.1.003;
  - рівень вібрації - ДНАОП 0.03-3.12-84 (СН № 3044-84), ДСТУ 12.1.012;
  - рівень запиленості - ДНАОП 0.03-3.01-71 (СН 245-71);
  - вміст шкідливих речовин в повітрі робочої зони - ДСТУ 12.1.005;
  - освітлення - СНіП II-4-79.
- При розміщенні обладнання слід забезпечити зручність обслуговування і безпеку евакуації працівників в аварійних ситуаціях.
- Обладнання, що обслуговується кількома працівниками, з метою попередження про його запуск, устатковують звуковою й світловою сигналізаціями. Світлова сигналізація технологічних ліній (включити-виключити, відкрити-закрити) повинна розрізнятися за кольором. Засоби звукової сигналізації встановлюються на пульті керування відповідно до ДСТУ 21786.
- Робочі місця, розміщені на висоті не менше 1 м від рівня підлоги або перекриття, повинні мати огородження заввишки не менше 1 м з перилами або поручнями і з бортовою дошкою знизу огородження. Дошка має бути завширшки не менше 15 см. Площадки й містки повинні мати суцільний неслизький настил.

Приміщення, в яких розташовані робочі місця для приготування робочих розчинів пестицидів, змішування чи подрібнення добрив, протруювання насіння або встановлені машинні агрегати й лінії, під час роботи яких можливе виділення у приміщення пилу чи газу, повинні обладнуватися витяжною вентиляцією.

- Місця приготування розчинів пестицидів і заправлення ними машин повинні бути забезпечені аптечкою першої допомоги, питною водою в бачку з краном, умивальниками або душовою установкою.
- Електроприводи та електрообладнання стаціонарних установок повинні бути встановлені й експлуатуватися відповідно до ПУЕ та ДНАОП 0.00-1.21-98.
- У виробничих приміщеннях слід позначати маршрут та швидкість руху транспортних засобів.
- Додаткове змінне обладнання, інструмент та інвентар повинні бути розміщені у спеціально відведеному місці виробничого приміщення так, щоб не захаращувати проходи для людей і підступи до машин.
- Під час обслуговування агрегатів групою працівників з операторів призначається старший, який відповідає за організацію й безпеку робіт, що виконуються.

Вимоги безпеки до обладнання та інструменту.

При допуску працівників до різних видів робіт необхідно керуватися переліком робіт, де є потреба у професійному доборі (ДНАОП 0.03-8.06-94).

Право на керування транспортними засобами надається особам, як мають посвідчення, видане відповідним органом [14].

До керування підйомно-транспортним обладнанням допускаються особи не молодші 18 років, які мають посвідчення на право керування цим обладнанням пройшли медичний огляд і навчання з безпеки праці.

До робіт із застосуванням пестицидів, рідкого аміаку, хімічних консервантів не допускаються особи молодше 18 років, вагітні жінки й жінки-годувальниці, а також особи, які мають медичні протипоказання.

Працівники, які зайняті на вантаженні (розвантаженні) небезпечних

особливо небезпечних вантажів, повинні проходити спеціальне навчання з безпеки праці з подальшою перевіркою знань.

При виявленні у працівників ознак професійного захворювання або погіршення стану здоров′я внаслідок впливу шкідливих або небезпечних виробничих факторів власник, на підставі медичних показань, повинен перевести їх на іншу роботу у встановленому порядку [14].

4.4 Аналіз потенційних небезпек при роботі механізатора

В умовах сільськогосподарського виробництва значна кількість травм виникає через конструкторські недолікі машин, механізмів, обладнання, пристроїв, інструменту, захисних і запобіжних пристроїв, а також через недосконалості технологічних процесів, засобів захисту робітників.

Розробка і використання ефективних засобів запобігання травмонебезпечних ситуацій можливо тільки при своєчасному виявленні цих небезпек, з яких починаються процеси їх формування.

Оскільки небезпечні умови не завжди своєчасно можливо виявити, а для того, щоб вивчити небезпечні дії інколи необхідно багато часу. Щоб зібрати статистичний матеріал і методи виявлення цих небезпек і щоб вони були у відповідності з диференціюванням необхідно мати велике терпіння.

Головним при дослідженні робочих місць, є установлення небезпечних виробничих факторів і небезпечних умов, при яких вони впливають на людину в нормальних умовах виробництва, а також при появі аварійних і небезпечних ситуацій.

Дуже велика роль, при дослідженні стану технічних засобів належить технічній експертизі.

Під час проведення технічної експертизи дотримуються наступній послідовності огляду:

1. Досліджують робоче місце і оцінюють його у відповідності з вимогами стандартів і інших норм і правил: виявляють відхилення від проекту, технічних умов, вимог інструкції заводу-виробника.

2. Виявляють і фіксують наявність і характер небезпечних виробничих факторів, які виникають в процесі роботи, в аварійних і інших травмонебезпечних ситуаціях.

3. Для кожного виробничого небезпечного фактора виявляють умови (небезпеки), по яким він може впливати на людину.

В сільському господарстві найбільш часто виникають виробничі небезпечні фактори: фізичні; хімічні; біологічні; психофізіологічні.

Кожен небезпечний фактор має свою зону дії. Цю зону називають небезпечною зоною.

Робітники з недостатньою професійною підготовкою, в виробничій ситуації можуть допустити небезпечні дії.

Таким чином, небезпека любого виду робіт виявляється наявністю на робочому місці небезпечних виробничих факторів, небезпечних умов і можливими діями оператора в процесі праці.

4.5 Проектні рішення по забезпеченню рівня безпеки та екологічності виробництва до нормативних значень

Особисті інженерні рішення.

За характером і часом проведення інструктаж працівників розділяють на: ввідний, первинний на робочому місці, повторний, позаплановий, цільовий.

Ввідний інструктаж проводить інженер з охорони праці або особа, яка виконує обов'язки керівника служби з ОП.

Первинний інструктаж на робочому місці, повторний, позаплановий, текучий проводить керівник роботи.

Первинний інструктаж на робочому місці проводять у відповідності до статей закону України «Про охорону праці».

Повторний інструктаж проходять усі працівники, за винятком людей, що не пов'язані з обслуговуванням, перевіркою, наладкою та ремонтом обладнання, використанням інструмента, охороною сировини та матеріалів, незалежно від кваліфікації, стажу роботи, освіти 1 раз у пів року, а для

робітників які виконують небезпечну роботу 1 раз у 3 місяця. Його проводять у відповідності до статей закону України «Про охорону праці».

Позаплановий інструктаж проводять при:

- зміні правил з охорони праці;
- зміні технологічного обладнання, або процесу, матеріалів та інших факторів, спливаючих на безпеку;

порушенні працівниками вимоги безпеки праці, яки можуть привести, або привели до нещасного випадку;

- перервах у роботі яка вимагає підвищених вимоги безпеки праці більш ніж на 30 календарних діб, а для інших робіт – 60 діб.

Позаплановий інструктаж проводять у відповідності до закону України “Про охорону праці”.

Цільовий інструктаж проводять з працівниками перед виконанням робіт які потребують наряд-допуск. Проведення цього виду інструктажу, а також і первиного інструктажу відбувається у відповідності до закону України “Про охорону праці”.

Заходи, що плануються до виконання поставленої мети – зниження травматизму та поліпшення умов праці приведенні в таблиці 4.1.

Таблиця 4.1

Заходи, заплановані на 2025 рік

Заходи, методи, прийоми, принципи та засоби захисту	Посади працівників	Строки виконання	Передбачені витрати грн.	Планова соціальна ефективність
1	2	3	4	5
До забезпечити умови праці на робочих місцях до здорових та безпечних	Керівник ПП, керівник служби з ОП, бригадир	Від 3 до 5 років	–	зменшення виробничого травматизму і захворювань робітників

Вести пропаганду ОП, підрозділи забезпечити літературою, інструкціями, учбово-наочними посібниками та технічними засобами навчання та пропаганди	Керівник служби з ОП, бригадир	1 рік	800,0	Зменшення травматизму, захворювань, втрат робочого часу
Забезпечити проведення паспортизації санітарно-технічного стану виробничих дільниць та об'єктів	Керівництво ПП, керівник служби з ОП	3 місяці	-	Покращення умов праці
Контролювати своєчасність та якість проведення первинного, повторного, позапланового та текучого інструктажів на робочих місцях	Керівник служби з ОП, бригадир	1 рік	–	Зменшення травматизму та захворювань працівників
Своєчасно складати замовлення на СІЗ, забезпечити працівників спецодягом, спецвзуттям	Бригадир	Теж саме	340,0	Зменшення захворювань, втрат робочого часу
Робочі місця трактористів та комбайнерів оснастити засобами пожежегасіння	Бригадир	Теж саме	890,0	Зменшення виробничого травматизму
Виділяти та позначати місця для коротко часового спочивання	Бригадир	Теж саме	–	Покрашення умов праці
Оснастити корпуси тракторів та комбайнів засобами заземлення	Бригадир	1 місяць	40,0	Зменшення травматизму
Оснастити трактори медичними аптечками та термосами зберігання питної води	Бригадир	Теж саме	206,0	Зменшення втрат робочого часу
Обладнати трактори іскрогасниками	Бригадир	Теж саме	256,0	Теж саме
Дообладнати обертаючи та рухливі деталі машин	Бригадир	Теж саме	53,0	Зменшення виробничого

та механізмів захисними кожухами				травматизму
Забезпечити працівників в процесах хімізації СІЗ	Бригадир	До 1 березня	230,0	Покращення умов праці
Ліквідувати підтікання ПСМ в системах змащування та живлення двигунів	Бригадир	1рік	37,0	Зменшення втрат робочого часу
Розробити направлені на до забезпечення безпечних способів праці при регулюванні, ремонті та ТО машин та механізмів	Керівник служби з ОП, бригадир	1рік	–	Зменшення втрат робочого часу
Розробити заходи по до забезпеченню здорових та безпечних умов праці при внесенні мінеральних добрив	Керівник служби з ОП, бригадир	До 1 березня	–	Зменшення захворювань працівників та втрат робочого часу
Не допускати до виконання робіт осіб молодше 18р.	Бригадир	1 рік		Зменшення травматизму
Скласти та затвердити безпечні маршрути руху сільськогосподарської техніки в серединні господарства	Керівник служби з ОП, бригадир	До 1 березня	–	Зменшення виробничого травматизму
Всього:	-	-	2092	-

4.6 Особливості вимог безпеки при експлуатації плуга з пристроєм для внесення мінеральних добрив

Результати аналізу наведені у таблиці 4.2

Таблиця 4.2. Особливості вимог безпеки” при експлуатації плуга з пристроєм для внесення мінеральних добрив

Небезпечні та шкідливі виробничі фактори	Конструкція						
	Базова			Пропонована			
	Фактор	Засоби захисту	Не устр фактори	Фактор	Засоби захисту	Не устр. фактори	Методи, прийоми та принципи захисту від фактора небезпеки
Електростатична іскронебезпека	+	Заземлення	-	-	-	-	Орієнтуючий принцип зниження небезпеки
Збільшена рухливість повітря	+	Кабіна трактора	-	-	-	-	Захід розмежування гомо сфери. небезпний принцип екстранирування
Підвищений рівень вібрації	+	Гідроамортизація сидіння	-	-	-	-	Захід розмежування. небезпечний принцип недоторканості (нерухливе огородження)
Нервово-психічні перевантаження, помилкові дії	+	Ідентичні правила керування	-	-	-	-	Орієнтуючий принцип нормування.
Руйнівні конструкції	+	ЄТО, експлуатація у заданому режимі	-	-	-	-	Керуючий принцип контролю, технологічний принцип міцності
Рухливі частини виробничого обладнання	+	Захисний кожух, знаки безпеки	-	-	-	-	Технічний принцип екранування
Розміщення робочого місця на значній висоті відносно землі	+	Кабіна, дробина, поручні	-	-	-	-	Орієнтуючий принцип зниження небезпеки

5 РОЗРАХУНОК І АНАЛІЗ ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНИХ ПОКАЗНИКІВ ВИРОЩУВАННЯ ТА ЗБИРАННЯ СОЇ

5.1 Показники виробництва сої у приватному підприємстві «Калиновий край»

Економічна ефективність технології, що пропонується, системи машин і організації робіт виражається в зменшенні трудових, енергетичних і грошових витрат на одну тону сої (розрахунок для порівняння вибираємо вихідні дані 2020 року).

Витрати праці, люд.-год.:

- на 1 га

$$З_{пга} = 1{,}05 \sum_{j=1}^{N_p} З_{пj} / F_п , \qquad (5.1)$$

де 1,05 – коефіцієнт, що враховує 5 % збільшення витрат на невраховані роботи;

N_p - кількість технологічних операцій у технологічній карті;

$З_{пj}$ - витрати праці на j-ій технологічній операції, люд.-год.;

$F_п$ - загальна площа вирощування заданої с.-г. культури, га;

$$З_{пга} = 1{,}05 \cdot 1267{,}2 / 100 = 16{,}67 \text{ люд.-год.}$$

- на 1 т. основної продукції

$$З_{пт} = З_{пга} / U , \qquad (5.2)$$

де U – планова врожайність соняшнику, т/га

$$З_{пт} = 16{,}67 / 2{,}5 = 6{,}67 \text{ люд.-год.}$$

Витрата палива, кг.:

- на 1 га

$$Q_{пга} = 1{,}05 \sum_{j=1}^{N_p} Q_{пj} / F_п , \qquad (5.3)$$

де $Q_{пj}$ - витрати палива на j-ій технологічній операції, люд.-год.

$$Q_{пга} = 1{,}05 \cdot 10408{,}1 / 100 = 104{,}1 \text{ кг/га.}$$

- на 1 т. Основної продукції

$$Q_{пт} = Q_{пга} / U, \tag{5.4}$$

$$Q_{пт} = 104{,}1 / 2{,}5 = 41{,}64 \text{ кг/т.}$$

5.1.3. Прямі експлуатаційні витрати, грн..:

- на один фізичний га

$$И_{га} = \left(\sum_{i=1}^{N_{мт}} S_{тi} + \sum_{k=1}^{N_{мм}} S_{мк} + K_{нз}^{соц} \sum_{j=1}^{N_{мт}} S_{зпj} + \sum_{l=1}^{N_{посл}} U_{послі} \cdot C_{послі} \right) / \tag{5.5}$$

$$F_п + Q_{пга} \cdot Ц_{пмм}$$

де $N_{мт}$, $N_{мм}$ - кількість марок відповідно тракторів і самохідних комбайнів, і с.-г. машин, що агрегатуються з тракторами і самохідними комбайнами;

$S_{тi}$, $S_{мк}$ - відрахування на утримання відповідно тракторів і самохідних комбайнів і-ої марки, й с.-г. машин k-ої марки, грн.

$S_{зпj}$ - основна і додаткова заробітна плата персоналу тракторних і комбайнових агрегатів на j-ій операції, грн.;

$K_{нз}^{соц}$ - коефіцієнт, що враховує всі соціальні нарахування на зарплату, можна прийняти $K_{нз}^{соц} = 1{,}52$;

$N_{посл}$ - кількість видів послуг (роботи, що передбачається виконувати сторонніми засобами й персоналом), $N_{посл} = 5$;

$U_{послі}$ - загальний обсяг послуг і-го виду за рік, 1) навантаження ПКС-80 і ЗПС-100 – 172,1 т.; 2) розтарювання мішків і навантажування добрив в причеп;

$С_{послі}$ - тариф оплати за послугу і-го виду, 1) навантаження – 2 грн/т.; 2) розтарювання мішків і навантажування добрив в причеп 3,5 грн/т.;

$Ц_{пмм}$ - комплексна ціна дизельного палива, $Ц_{пмм}$ = 5,7 грн/кг.;

- на 1т. основної продукції, грн./т.

$$И_т = И_{га} / U, \qquad (5.6)$$

Відрахування на утримання тракторів і самохідних комбайнів визначаються за формулою, грн.:

$$S_{ті} = 0{,}01 \cdot Б_{ті} \left[a_{рті} \cdot n_{ті} + \left(a_{крті} + a_{ртозті} \right) \cdot Т_{фті} / Т_{нті} \right], \qquad (5.7)$$

де $Б_{ті}$ - балансова вартість відповідно трактора чи самохідного комбайна і-ої марки, грн.;

$a_{рті}$, $a_{крті}$, $a_{ртозті}$ - нормативи річних відрахувань від балансової вартості трактора чи самохідного комбайна і-ої марки відповідно на реновацію (відновлення), на капітальний ремонт і на поточний ремонт, ТО і збереження, %;

$n_{ті}$ - потрібна кількість тракторів чи самохідних комбайнів і-ої марки в системі машин;

$Т_{нті}$, $Т_{фті}$ - річне відповідно нормативне і фактичне завантаження трактора чи самохідного комбайна і-ої марки, год.

Відрахування на утримання с.-г. машин, грн.

$$S_{мтk} = 0{,}01 \cdot Б_{мтk} \cdot \left[a_{рмтk} \cdot n_{мтk} + a_{ртозмтk} \cdot Т_{фмтk} / Т_{нмтk} \right] \qquad (5.8)$$

де $Б_{мтk}$ - балансова вартість с.-г. машини k-ої марки, що агрегатується з тракторами, грн.;

$n_{мтk}$ - потрібна кількість с.-г. машин k-ої марки, що агрегатується з тракторами

і-ої марки в системі машин;

$а_{рмтк}$, $а_{ртозмтк}$ - нормативи річних відрахувань від балансової вартості с.-г. машини k-ої марки, що агрегатується з тракторами, відповідно на реновацію і на поточний ремонт, ТО і збереження, %;

$Т_{нмтк}$, $Т_{фмтк}$ - річне відповідно нормативне і фактичне завантаження с.-г. машини k-ої марки, що агрегатується з тракторами, год.

$$I_{га} = 528{,}6\ грн/га.$$
$$I_{т} = 211{,}44\ грн/т.$$

Собівартість і тони сої, грн./т.

$$А_{С} = А'_{С} + В_{зв.}; \qquad (5.9)$$

де $А'_{с}$ – собівартість 1 тони сої без врахування загально виробничих витрат,

$$А'_{С} = К_{пр} \cdot \left(И_{т} + \frac{\sum В_{мга}}{U} \right); \qquad (5.10)$$

де $К_{пр}$ – коефіцієнт, що враховує частку основної продукції від усього врожаю сої, $К_{пр}$ =1,0;

$\sum В_{мга}$ - сумарні витрати на технологічні матеріали (графа 22 додатку Б), $\sum В_{мга}$ = 586,0 грн/т.

$$A'_{C} = 1{,}0 \cdot \left(211{,}44 + \frac{586{,}0}{2{,}5} \right) = 445{,}84 \quad грн/т.;$$

$В_{зв}$ – загальні виробничі витрати.

$$B_{зв} = 0{,}25 \cdot A'_{C} = 0{,}25 \cdot 445{,}84 = 111{,}46\ грн/т.; \qquad (5.11)$$
$$A_{C} = 445{,}84 + 111{,}46 = 567{,}3 грн/т.$$

5.2 Щільність механізованих робіт, ум.га/га

$$\alpha_{мр} = \sum_{j=1}^{N_p} U_{уj} / F_{п}, \qquad (5.12)$$

де $U_{уj}$ - обсяг роботи в ум.га на j-ій технологічній операції.

$$\alpha_{мр} = 743{,}1/100 = 7{,}43 \text{ ум.га/га.}$$

5.3 Річна економія $Є_р$, грн.

$$Є_р = \left(С_с - С_п\right) \cdot В_с + \Delta Є_р \qquad (5.13)$$

де $С_с$ - собівартість сої по існуючій технології, $С_с$=620,2 грн/т;

$С_п$ - собівартість сої по проектованій технології, $С_п$ = 567,3 грн/т

$В_с$ - валовий збір продукції, $В_с$=$100 \cdot 2{,}5 = 250$ т.

$\Delta Є_р$ - річна економія від підвищення врожайності за рахунок вдосконалення технології:

$$\Delta Є_р = \left(У_{рп} - У_{рс} \right) \cdot F \cdot Ц_р \qquad (5.14)$$

де $У_{рп}, У_{рс}$ - врожайність відповідно пропонованої та існуючої технології,

$$У_{рп} = 2{,}5 \text{ т/га}, \quad У_{рiс} = 1{,}82 \text{ т/га;}$$

$Ц_р$ - вартість 1 т продукції, $Ц_р$=1150 грн/т.

$$\Delta Є_р = (2{,}5 - 1{,}82) \cdot 100 \cdot 1150 = 78200 \text{ грн.} \qquad (5.15)$$

$$Є_р = (620{,}2 - 567{,}3) \cdot 250 + 78200 = 91425 \text{ грн.}$$

5.4 Термін окупності додаткових вкладень

$$T_{ок} = \frac{К_п}{Є_р}, \qquad (5.16)$$

де $К_п$ - капітальні вкладення, грн.

Для виконання технологічних процесів необхідно придбати:

- обпилювач ПОМ-630
- зчіпки СП-11У
- сівалки СУПН-8А
- Катки ККШ-6

$К_п$=105680 грн.

$$T_{ок} = \frac{105680}{91425} = 1{,}15 \text{ року}$$

5.5 Приведенні капіталовкладення, грн./т

$$К_{пр} = \frac{К_{п}}{Г \cdot У_{р}}, \quad (5.17)$$

$$K_{пр} = \frac{105680}{100 \cdot 2{,}5} = 422{,}72 \text{ грн./т}$$

5.6 Річний економічний ефект, грн

$$E_{р.еф} = Є_{р} - E_{н} \cdot K_{п} \quad (5.18)$$

де $Е_{н}$ - нормативний коефіцієнт ефективності, $Е_{н}$=0,15.

$$E_{р.еф} = 91425 - 0{,}15 \cdot 105680 = 75573 \text{ грн.}$$

Таблиця 5.1. Техніко-економічні показники виробництва сої

Показник	Значення показника	
	за проєктом	за даними господарства
Урожайність, т/га	2,5	1,82
Витрати праці, люд.-год/га	16,67	21,9
люд.-год/т	6,67	12,3
Собівартість, грн./т	567,3	620,2
Додаткові капіталовкладення, грн	105680	-
Річна економія, грн.	91425	-
Річний економічний ефект, грн.	75573	-
Строк окупності додаткових капіталовкладень, років	1,15	-

5.7 Висновки до розділу

Впровадження даної технології виробництва сої дозволяє збільшити врожайність до 25 ц/га, собівартість при цьому буде 567,3 грн/т., що менше існуючої в господарстві на 52,9 грн/га. Річний економічний ефект – 91,425 тис грн., а додаткові капіталовкладення – 105,86 тис грн., строк окупності додаткових капітальних вкладень 1,15 року.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

1. Аналіз господарської діяльності приватного підприємства «Калиновий край» Звенигородського району Черкаської області показав, що виробництво сої виконується з деякими порушеннями технології, що в свою чергу впливає на врожайність. Основними рішенніми підвищення урожайності культури та покращення родючості ґрунту, є використання заходів, що забезпечують накопичування в ґрунті вологи та підвищення стійкості його проти ерозії.

2. Проведена порівняльна оцінка варіантів агрегатів, яка виконувалась для чотирьох технологічних операціях: лущення стерні, передпосівне боронування, сівба з внесенням мінеральних добрів, міжрядний обробіток. Агрегати вибирались насамперед за найменшими витратами праці та найменшими експлуатаційними витратами.

3. Розроблена технологічна карта на вирощування сої, яка дозволяє отримати врожайність 25 ц/га. В технологічну карту обрано оптимальний перелік технологічних операцій, склад сільськогосподарських агрегатів обраний за допомогою розрахунків експлуатаційних показників альтернативних варіантів, до них складено план механізованих робіт, добраний склад механізованої ланки, визначили потрібні ресурси для отримання високого врожаю.

4. Розроблено операційну технологічну карту оранки агрегатом Т-150+ПЛН-6-35.

5. Запропоновано пристосування до плуга, використання котрого дає змогу під час оранки вносити мінеральні добрива.

6. Розроблені заходи по безпечному ведені механізованих робіт, та “Особливості вимог безпеки” при експлуатації плуга з пристроєм для внесення мінеральних добрив.

7. Впровадження даної технології виробництва сої дозволяє збільшити врожайність до 25 ц/га, собівартість при цьому буде 567,3 грн/т., що менш існуючої в господарстві на 52,9 грн/га. Річний економічний ефект - 91,425 тис грн., а додаткові капіталовкладення – 105,86 тис грн., строк окупності додаткових капітальних вкладень 1,15 року.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Річний звіт господарства за 2023-2025 рр.
2. Жиган В.Й. Посібник з теоретичних основ „Машиновикористання в землеробстві” та системи „Машинно-Поле”. – Мелітополь, ТДАТА, 2000 – 59 с.
3. Методика розрахунку економічної ефективності в дипломних та бакалаврських роботах по кафедрі “Машиновикористання в землеробстві”. Для студентів стаціонарної й заочної форми навчання факультету механізації сільського господарства за фахом 7.091.902. – Мелітополь, ТДАТА, 2000. – 35 с.
4. Технологічні карти вирощування сільськогосподарських культур. – Харків: ХДТУСГ, 2001. – 173 с.
5. «Сільськогосподарська техніка». Каталог т.1, т.2. М. 2019. - 368 с.
6. Д. Г. Войтюк, Г.Р. Гаврилюк, Сільськогосподарські машини: Підручник Т. – К.: Каравелла, 2018 – 552 с.
7. Голінько В.І., Основи охорони праці: підручник / В.І. Голінько; М-во освіти і науки України; Нац. гірн. ун-т. – 2-ге вид. – Д.: НГУ, 2014. – 271 с.
8. Безпека життєдіяльності: Навчальний посібник / Ю. Скобло, В. Цапко, Д. Мазоренко, Л. Тіщенко,; Ред. В.Г. Цапко. -4-те вид., перероб. і доп.. -К.: Знання, 2006. -397 с.
9. Ґрунтообробний робочий орган [Текст]: патент на корисну модель 44624: МПК A01B 13/00. / С.І. Шмат, К.Д. Матвєєв, П.Г. Лузан та ін.; власник патенту Кіровоградський національний технічний університет.– № 200904109; Заявл. 27.04.09; Опубл. 12.10.2009. Бюл. №19.– 2 с.

Загальне землеробство: Підручник / В.О. Єщенко, П.Г. Копитко, В.П. Опришко та ін.; За ред. В.О. Єщенка. – К.: Вища освіта, 2004. – 336 с.

10. Механізація, електрифікація та автоматизація сільськогосподарського виробництва: Підруч. У 2 т: Т 2 / А.В. Рудь, І.М. Бендера, Д.Г. Войтюк та ін.; За ред. А.В. Рудя. – К.: Агроосвіта, 2012. – 434 с

11. Підручник дослідника. Навчальний посібник для студентів агротехнічних спеціальностей. / Васильковський О.М., Лещенко С.М., Васильковська К.В., Петренко Д.І. – Кіровоград, Х.: Мачулін, 2016. – 204 с.
12. Посібник. Машини для обробітку ґрунту та сівби / За ред. Кравчука В.І., Мельника Ю.Ф. – Дослідницьке: УкрНДІПВТ ім. Л. Погорілого, 2009. – 288 с.
13. Сало В.М. Вітчизняне технічне забезпечення сучасних процесів у рослинництві / Сало В.М., Богатирьов Д.В., Лещенко С.М., Савицький М.І. // Техніка і технології АПК. Науково-виробничий журнал. №10(61), 2014. – С 16-19. Сільськогосподарські машини: Посібник / М.В. Бакум та ін.; за ред. М.В. Бакума. – Х.: ХНТУСГ, 2008.– 284 с.
14. Боженко В.О., Сільськогосподарські машини та їх використання: Навчальний посібник /– К.: Аграрна освіта, 2009. –420 с.
15. Сільськогосподарські машини: основи теорії та розрахунку. Навч. посібник / Д. Г. Войтюк та ін.; за ред. Д. Г. Войтюка. – Суми: Університетська книга, 2008. – 543 с.
16. Демчак І.М., Полешук А.О., Кисляченко М.Ф., Кононенко В.В. Нормативи повної енергомісткості ресурсів для вирощування основних сільськогосподарських культур. - Київ:НДІ" Украгропромпродуктивність, 2011. - 160с