

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЇ
МЕДИЦИНИ ТА БІОТЕХНОЛОГІЙ
ІМЕНІ С.З. ГЖИЦЬКОГО
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ
ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ
ІМ. ОЛЕКСАНДРА СЕМКОВИЧА**

ДИПЛОМНА РОБОТА

Освітнього ступеня «Магістр»

на тему: **„Дослідження складу і режиму роботи орного агрегата в умовах
СФГ «Семигинівське» Стрийського району Львівської області»**

Виконав: студент 6 курсу групи Аін-62
Спеціальності 208 „Агроінженерія”
(шифр і назва)

Біда Валентин Юрійович

(Прізвище та ініціали)

Керівник: к.т.н., доц. Шарибура А.О.
(Прізвище та ініціали)

Рецензенти: _____

(Прізвище та ініціали)

(Прізвище та ініціали)

Дубляни 2025

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ВЕТЕРИНАРНОЇ
МЕДИЦИНИ ТА БІОТЕХНОЛОГІЙ
ІМЕНІ С.З. ГЖИЦЬКОГО
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ
ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА АГРОІНЖЕНЕРІЇ ТА ТЕХНІЧНОГО СЕРВІСУ
ІМ. ОЛЕКСАНДРА СЕМКОВИЧА**

«ЗАТВЕРДЖУЮ»

Зав. кафедри _____
(підпис)

к.т.н., доцент Андрій ШАРИБУРА
“ ” 2025 р.

ЗАВДАННЯ

на дипломну роботу студенту
Біді Валентину Юрійовичу

1. Тема роботи: „Дослідження складу і режиму роботи орного агрегата в умовах СФГ «Семигинівське» Стрийського району Львівської області”

Керівник роботи: Шарибура Андрій Остапович, к.т.н., доцент

Затверджена наказом по університету від 28.02.2025 року № 140/К-С

2. Строк здачі студентом закінченої роботи 1.12.2025 року.

3. Вихідні дані: 1. Стан посівних площ підприємства; 2. Врожайність головних культур підприємства за останні роки; 3. Характеристики парку сільськогосподарських машин; 4. Методика вартісного оцінення процесу механізованого вирощування культур.

4. Перелік питань, які необхідно розробити

Вступ.

1. Аналіз стану питання.

2. Виробничо-технічні передумови ефективності механізованих процесів у рільництві.

3. Методика та результати оцінення показників ефективності орного агрегата.

4. Охорона праці та захист довкілля.

5. Вартісне оцінення показників експлуатаційних витрат.

Висновки та пропозиції.

Бібліографічний список.

Перелік графічного матеріалу (з точним зазначенням обов'язкових креслень):
тема – 1-й слайд; мета роботи та завдання дослідження – 2-й слайд; аналіз виробничої діяльності підприємства – 3-й слайд; системний підхід до обґрунтування параметрів комплексу ґрунтообробних машин – 4-й слайд; аналіз систем обробітку ґрунту – 5-й слайд; результати розрахунку режимів роботи орного агрегату – 6-й слайд; залежності зміни коефіцієнта використання тягового зусилля трактора – 7-й слайд; залежності зміни продуктивності агрегата – 8-й слайд; результати опрацювання даних виробничих експериментів – 9-й слайд.

6. Консультанти розділів роботи:

Розділ	Прізвище, ініціали та посада консультанта	Підпис, дата		Відмітка про виконання
		завдання видав	завдання прийняв	
1, 2, 3, 4, 6	Шарибура А.О. к.т.н., доцент кафедри агроінженерії та технічного сервісу ім. Олександра Семковича			
5	Городецький І.М., к.т.н., доцент кафедри інженерної механіки			

7. Дата видачі завдання: 28.02.2025 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

Пор. №	Назва етапів дипломної роботи	Строк виконання етапів роботи	Відмітка про виконання
1.	<i>Написання першого розділу «Аналіз стану питання»</i>	<i>28.02.25-25.03.25</i>	
2.	<i>Виконання другого розділу: «Виробничо-технічні передумови ефективності механізованих процесів»</i>	<i>26.03.25-12.05.25</i>	
3.	<i>Виконання третього розділу: «Методика та результати оцінення показників ефективності орного агрегата»</i>	<i>13.05.25-25.08.25</i>	
4.	<i>Написання розділу: «Охорона праці та захист довкілля»</i>	<i>26.08.25-12.09.25</i>	
5.	<i>Написання розділу: «Вартісне оцінення показників експлуатаційних витрат»</i>	<i>13.09.25-10.11.25</i>	
6.	<i>Підготовка презентаційного матеріалу</i>	<i>11.11.25-20.11.25</i>	
7.	<i>Завершення роботи в цілому</i>	<i>21.11.25-1.12.25</i>	

Студент _____ Валентин БІДА
 (підпис)

Керівник роботи _____ Андрій ШАРИБУРА

УДК: 658.51:631.3

Магістерська робота: 64 с. текст. част., 9 рис., 7 табл., 9 слайдів., 25 джерел.

Дослідження складу і режиму роботи орного агрегата в умовах СФГ «Семигинівське» Стрийського району Львівської області.

Біда В.Ю. Кафедра АТС ім. проф. Олександра Семковича. Дубляни, Львівський НУВМБ ім С.З. Гжицького, 2025.

В роботі проведено аналіз сучасного стану розвитку механізованих технологій обробітку ґрунту в Україні та технічного забезпечення господарства. Надано характеристику СФГ «Семигинівське», наведено склад машинно-тракторного парку.

Також висвітлено виробничо-технічні та природно-економічні передумови ефективності функціонування орних агрегатів. Проаналізовано вплив агротехнічних вимог, стану ґрунту, погодних умов і організаційних факторів на продуктивність механізованих процесів. Розглянуто різні системи обробітку ґрунту

Наведено методику визначення складу орного агрегата, режимів його роботи та техніко-економічних показників. Проведено розрахунок тягового навантаження, буксування, коефіцієнтів зчеплення та використання потужності трактора.

Розглянуто питання охорони праці й безпеки під час експлуатації орних агрегатів. Описано організацію інструктажів, контроль технічного стану машин, вимоги до робочих місць механізаторів, а також заходи екологічної безпеки під час роботи техніки.

Виконано економічну оцінку ефективності функціонування орного агрегата. Виконано розрахунки собівартості 1 га оранки, річного навантаження, витрат палива та амортизаційних відрахувань.

ЗМІСТ

	ст.
ВСТУП	7
1. АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ	9
1.1. Сучасний стан використання орних агрегатів у сільському господарстві України	9
1.2. Загальні відомості про об'єкт проектування	14
1.3. Аналіз стану технічного забезпечення господарства	19
Висновки до розділу 1	24
2. ВИРОБНИЧО-ТЕХНІЧНІ ПЕРЕДУМОВИ ЕФЕКТИВНОСТІ МЕХАНІЗОВАНИХ ПРОЦЕСІВ У РІЛЬНИЦТВІ	25
2.3. Існуючі системи обробітку ґрунту	32
2.1. Системний підхід до обґрунтування параметрів комплексу ґрунтообробних машин	25
2.2. Аналіз чинників технологічного процесу механізованого обробітку ґрунту	28
Висновки до розділу 2	38
3. МЕТОДИКА ТА РЕЗУЛЬТАТИ ОЦІНЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЕФЕКТИВНОСТІ ОРНОГО АГРЕГАТА	39
3.1. Методика визначення складу і режиму роботи орного агрегату ...	39
3.2. Методика визначення експлуатаційних витрати на виконання механізованого процесу орним агрегатом	42
3.3. Результати визначення складу і режиму роботи орного агрегату ...	44
Висновки до розділу 3	50
4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ ДОВКІЛЛЯ	51
4.1. Аналіз умов праці, побуту і профілактики травматизму у підприємстві	51
4.2. Аналіз стану фінансування заходів з охорони праці	52
4.3. Захист цивільного населення	53

4.4. Захист довкілля	54
Висновки до розділу 4	55
5. ВАРТІСНЕ ОЦІНЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВИТРАТ НА ВИКОНАННЯ РОБОТИ ОРНОГО АГРЕГАТА	56
Висновки до розділу 5	59
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ	60
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	62

ВСТУП

Ефективність сільськогосподарського виробництва значною мірою залежить від рівня механізації технологічних процесів, особливо в галузі землеробства. Основний обробіток ґрунту, зокрема оранка, є однією з найважливіших і найенергоємніших операцій, що забезпечує створення сприятливих умов для росту і розвитку сільськогосподарських культур. Раціональний вибір складу орного агрегата та оптимальних режимів його роботи має вирішальне значення для підвищення продуктивності, економії паливно-енергетичних ресурсів і зменшення собівартості польових робіт [5, 16].

В умовах сучасного аграрного виробництва України значна частина машинно-тракторного парку морально та фізично застаріла, що призводить до зниження ефективності механізованих процесів, перевитрат палива та підвищення виробничих витрат. Разом із тим, на ринку з'являються високопродуктивні енергонасичені трактори та сучасні ґрунтообробні машини, які за умови правильного підбору та налаштування здатні забезпечити значну економію ресурсів і підвищення якості обробітку [11].

Для підвищення ефективності використання техніки необхідно науково обґрунтувати склад орного агрегата з урахуванням потужності трактора, технічних характеристик плуга, фізико-механічних властивостей ґрунту та агротехнічних вимог до виконання оранки. Такий підхід дозволяє досягти оптимального співвідношення між продуктивністю, паливною економічністю й якістю виконання робіт.

Вибір теми дослідження зумовлений необхідністю вдосконалення технологічного процесу оранки в умовах СФГ «Семигинівське» Стрийського району Львівської області, де проводиться вирощування зернових і технічних культур. У господарстві використовуються трактори різних класів потужності, проте питання оптимального поєднання трактора та плуга, а також визначення раціональних режимів роботи залишається актуальним.

Мета роботи – підвищити ефективність процесів основного обробітку ґрунту за рахунок обґрунтування оптимального складу орного агрегата та визначення раціональних режимів його роботи.

Завдання дослідження:

- Проаналізувати сучасний стан технічного забезпечення механізованих робіт у господарстві.
- Визначити виробничо-технічні умови та фактори, що впливають на ефективність роботи орних агрегатів.
- Обґрунтувати склад орного агрегата та розрахувати його основні техніко-економічні показники.
- Провести оцінку енергетичних та економічних параметрів обраного агрегата.
- Розробити заходи з охорони праці та безпеки під час експлуатації орних агрегатів.

Об'єкти дослідження – механізований процес виконання основного обробітку ґрунту орним агрегатом.

Предмет дослідження – склад, режими роботи та експлуатаційні показники орного агрегата.

Наукова новизна роботи полягає в удосконаленні методики визначення раціональних режимів роботи орного агрегата з урахуванням тягових характеристик трактора та опору плуга

Практичне значення результатів полягає у можливості використання отриманих даних для підбору агрегатів у господарствах з подібними умовами, що сприятиме підвищенню ефективності польових робіт, зниженню витрат палива й покращенню якості оранки.

1. АНАЛІЗ СТАНУ ПИТАННЯ

1.1. Сучасний стан використання орних агрегатів у сільському господарстві України

Сучасний етап розвитку сільського господарства України характеризується глибокими структурними змінами, зокрема оновленням техніко-технологічної бази рослинництва. Однією з ключових ланок технологій вирощування сільськогосподарських культур залишається основний обробіток ґрунту, основу якого традиційно складає оранка плугами на певну глибину. Незважаючи на поширення мінімального та нульового обробітку, класична оранка й надалі широко застосовується в більшості господарств, особливо у зоні Лісостепу та Полісся, де вона відіграє важливу роль у регулюванні водно-повітряного режиму ґрунту, зниженні забур'яненості та накопиченні вологи.

Традиційно орні агрегати в Україні формувалися на базі тракторів вітчизняного виробництва (серій МТЗ, ЮМЗ, Т-150, ХТЗ) у поєднанні з оборотними або звичайними плугами марок ПЛН, ППО, ПЛП тощо. Такі агрегати забезпечували виконання основного обробітку ґрунту, але їх продуктивність, надійність та комфорт роботи механізатора не відповідали сучасним вимогам ефективності та енергоощадності. З переходом сільського господарства до ринкових умов і появою великих аграрних підприємств, а також фермерських господарств, почалося активне впровадження іноземної техніки – енергонасичених тракторів і сучасних плугів [6, 11, 16].

На сьогодні в Україні значну частку парку енергетичних засобів у великих і середніх господарствах становлять трактори марок Claas, John Deere, Case IH, New Holland, Fendt, а також потужні трактори оновлених лінійок МТЗ та інших виробників. У поєднанні з ними використовуються напівнавісні та причіпні плуги Kverneland, Lemken, Gregoire-Besson, Kuhn та інші. Такі агрегати відрізняються збільшеною шириною захвату,

застосуванням оборота плуга, системами гідравлічного регулювання глибини та ширини оранки, кращою адаптацією до різних ґрунтових умов.

Важливою тенденцією останніх років є орієнтація аграріїв на підвищення енергоефективності та продуктивності орних агрегатів. Це проявляється у [6, 11, 16]:

- переході до широкозахватних плугів (6–9 корпусів і більше);
- застосуванні енергонасичених тракторів потужністю 200-300 к.с. і вище;
- використанні комбінованих агрегатів, які за один прохід виконують кілька операцій (огорнення, розробка, вирівнювання, часткове подрібнення грудок);
- впровадженні систем точного землеробства (GPS-навігація, автоматичне водіння, контроль глибини та перекриттів).

Паралельно з цим частина господарств поступово переходить на ресурсозберігаючі технології – мінімальний та нульовий обробіток (Mini-till, No-till). Однак повна відмова від оранки в умовах багатьох ґрунтово-кліматичних зон України, зокрема за інтенсивного поширення бур'янів і шкідників, не завжди виправдана. Тому на практиці часто застосовується диференційований підхід, коли на окремих полях використовується класична оранка, а на інших – поверхневий або безполицевий обробіток.

У господарствах, що спеціалізуються на вирощуванні зернових та технічних культур, оранка виконує ряд важливих функцій [6, 11, 16]:

- загортання післяжнивних решток і органічних добрив;
- руйнування ущільненого підорного шару;
- контроль коренепаросткових і кореневищних бур'янів;
- забезпечення сприятливих умов для накопичення та збереження вологи.

Для виконання таких завдань все більшого значення набуває правильний підбір складу орного агрегата. Невідповідність потужності трактора ширині захвату плуга призводить до перевантаження двигуна,

надмірного буксування, зростання витрат палива та зниження продуктивності. З іншого боку, недостатнє використання тягового потенціалу трактора при роботі з занадто малим плугом є нераціональним і економічно не вигідним.

У практиці українських аграрних підприємств спостерігається паралельне використання кількох типів орних агрегатів [6, 11, 16]:

- на малих і середніх полях – традиційні трактори з навісними або напівнавісними плугами (3–5 корпусів);
- на великих масивах – енергонасичені трактори з широкозахватними плугами (6–9 корпусів) та комбінованими агрегатами.

Особливу увагу в сучасних умовах приділяють якісним показникам оранки: дотриманню глибини, рівномірності обробітку, повноті обороту пласта, відсутності необроблених смуг і перевищень, а також ступеню подрібнення ґрунту. Ці показники безпосередньо залежать як від технічного рівня орного агрегата, так і від правильного налаштування його режиму роботи.

Ще однією важливою рисою сучасного використання орних агрегатів в Україні є врахування екологічних аспектів. Надмірне ущільнення ґрунту важкою технікою, нераціонально великі глибини оранки, часте повторення оранки на одній і тій самій глибині сприяють розвитку ерозійних процесів, зниженню вмісту органічної речовини та погіршенню структури ґрунту. У зв'язку з цим аграрії все частіше застосовують:

- регульовану глибину оранки з чергуванням глибшого та менш глибокого обробітку;
- глибоке розпушування замість традиційної глибокої оранки на окремих полях;
- оптимізацію тиску на ґрунт шляхом використання широкопрофільних шин, двоскатних коліс або гусеничних рушіїв.

Отже, сучасний стан використання орних агрегатів у сільському господарстві України характеризується поєднанням традиційних і новітніх

підходів. З одного боку, оранка залишається базовим елементом технології обробітку ґрунту, з іншого – все більш актуальним стає завдання підвищення її енергоефективності, продуктивності та екологічної безпечності. У цих умовах особливого значення набувають дослідження, спрямовані на оптимізацію складу та режиму роботи орних агрегатів в конкретних господарствах, з урахуванням їх ґрунтово-кліматичних та виробничих особливостей. Орний агрегат – це основна ланка технологічного процесу основного обробітку ґрунту, від складу, параметрів і режиму роботи якого залежить не лише якість оранки, а й ефективність усієї технології вирощування сільськогосподарських культур.

Залежно від конструкції плуга й способу його приєднання до трактора, орні агрегати поділяються на такі типи [6, 11, 16]:

- Навісні агрегати – робоча машина підвішена на трьохточкову систему навіски трактора. Такі агрегати прості у будові, компактні, придатні для тракторів потужністю до 150–180 к.с. Застосовуються плуги типу ПЛН-3-35, Kverneland LB85, Lemken Juwel 7 із 3–5 корпусами.

- Напівнавісні агрегати – плуги спираються на задню навіску трактора та мають опорне колесо, що знімає частину навантаження. Цей тип використовується з енергонасиченими тракторами потужністю 180–300 к.с., зокрема з плугами Lemken Diamant, Gregoire-Besson SP, Kuhn Vari-Leader. Такі агрегати мають 6–9 корпусів, що забезпечує ширину захвату 2,1–3,5 м.

- Причіпні агрегати – робоча машина має власну ходову систему, з'єднується з трактором через дишло або напівпричіпний пристрій. Такі плуги (типу Rabe Albatros, Lemken Titan, Kverneland PW) застосовуються з тракторами потужністю понад 300 к.с. і можуть мати до 12 корпусів, що забезпечує ширину захвату до 4 м і продуктивність понад 2,5–3,0 га/год.

За принципом обробітку ґрунту орні агрегати поділяють на:

- Звичайні полицеві, що здійснюють повне перевертання пласта. Це найпоширеніший тип агрегатів, який забезпечує якісне загортання пожнивних решток і бур'янів.

- Безполицеві (чизельні) – здійснюють глибоке розпушування без обороту пласта. Такі агрегати знижують руйнування структури ґрунту, сприяють накопиченню вологи та застосовуються на легких і середніх ґрунтах.

- Оборотні плуги – сучасний варіант полицевих, які завдяки механізму обертання рами дозволяють орати без звальних і розвальних борозен. Вони забезпечують високу рівномірність поверхні поля, менше ущільнення і підвищену продуктивність праці.

Типи за функціональним призначенням орні агрегати можуть бути:

- спеціалізованими – виконують лише оранку;
- комбінованими – поєднують кілька операцій: оранку, подрібнення грудок, вирівнювання поверхні та прикочування. До таких належать агрегати з фінішними котками, планувальними плитами чи зубовими бородами, наприклад Lemken EurOpal Combi або Kverneland Packomat.

Використання комбінованих агрегатів дозволяє скоротити кількість проходів по полю, тим самим зменшуючи ущільнення ґрунту, економлячи паливо та трудові ресурси.

Склад орного агрегату підбирають відповідно до тягового класу трактора:

- середні трактори (до 150 к.с.) – агрегатуються з навісними плугами (3–5 корпусів).

- потужні трактори (180–250 к.с.) – працюють із напівнавісними плугами (5–7 корпусів).

- енергонасичені трактори (понад 250 к.с.) – агрегатуються з причіпними плугами (8–12 корпусів) або комбінованими ґрунтообробними комплексами.

Вибір складу агрегата визначається не лише потужністю трактора, а й щільністю ґрунту, глибиною оранки, умовами рельєфу та вимогами до якості обробітку. Оптимальне співвідношення параметрів «потужність трактора –

ширина захвату – глибина оранки» дає змогу забезпечити раціональне завантаження двигуна, мінімальні буксування та економічні витрати палива.

Розвиток орних агрегатів у Європі та Україні спрямований на:

- зменшення питомих енергозатрат шляхом вдосконалення форми корпусів і полицевих поверхонь;
- автоматизацію управління, зокрема гідравлічне регулювання ширини та глибини оранки;
- підвищення довговічності робочих органів за рахунок використання зносостійких матеріалів;
- зниження впливу на довкілля завдяки регулюванню тиску на ґрунт і комбінуванню оранки з поверхневим обробітком.

У результаті сучасний орний агрегат – це високотехнологічна система, яка поєднує потужний енергетичний засіб, багатофункціональний плуг і автоматизовану систему контролю параметрів роботи. Такий підхід дає змогу підвищити ефективність використання техніки, забезпечити високу якість обробітку та зменшити витрати ресурсів.

1.2. Загальні відомості про об'єкт проектування

СФГ «Семигинівське» розташоване в південно-східній частині Стрийського району, Львівської області. Віддаль від центральної садиби до районного центру м. Стрий – 14 км, а до обласного центру м. Львів – 89 км. Найближча залізнична станція знаходиться в с. Любинці на віддалі – 5 км. Крім цього, через територію господарства проходять автомобільна дорога районного значення з твердим покриттям. Таке розміщення господарства відносно залізничної станції значно покращує умови зв'язку і здачі на заготівельні пункти сільськогосподарської продукції. Пункти постачання сировиною і здачі сільськогосподарської продукції м. Стрий і м. Моршин. За господарством СФГ «Семигинівське» закріплено – 795 га земель. В населеному пункті де знаходиться господарство проживає 1017 чоловік, 21 з

них працює у ньому. На кожного працюючого в середньому припадає приблизно 38 га.

Клімат даної місцевості помірно-континентальний, характерними ознаками якого є помірні річні температури повітря, швидка зміна погоди, м'яка зима переважно без стійкого снігового покриву, помірно-тепле і вологе літо. Середньорічні багаторічні температури повітря на території району дорівнюють $+7,3^{\circ}\text{C}$. Найбільш холодний місяць – січень ($-10,7^{\circ}\text{C}$), а самий теплий місяць – липень ($+18,9^{\circ}\text{C}$). Тривалість вегетаційного періоду з температурою вище $+5^{\circ}\text{C}$ становить 210-216 днів, а з температурою понад $+10^{\circ}\text{C}$ – 160-165 днів. Сума позитивних температур (понад $+100^{\circ}\text{C}$) дорівнює 2400 – 25000, що дозволяє вирощувати всі районовані сільськогосподарські культури.

Перші осінні приморозки починаються в середньому в третій декаді жовтня, а в окремі роки і раніше. Весняні приморозки закінчуються в кінці квітня або на початку травня.

Середньорічна кількість опадів становить 720 мм. Найбільше опадів припадає в літні місяці (червень, липень, серпень), а найменше в зимові (грудень-лютий). Відносна вологість висока, в середньому 75-85% і досить стала протягом року.

Земельні угіддя є основним засобом виробництва сільськогосподарської продукції. Важливою особливістю землі, як основного засобу є те, що при правильному її використанні, вона не тільки не погіршує, а навпаки покращує свої властивості. Покращення використання землі – важливий фактор підвищення врожайності всіх культур, підвищення у землі гумусу, зменшення відсотків ерозії.

У зв'язку з впровадженням ґрунтозахисної системи землеробства передбачено подальше вдосконалення системи сівозмін та структури посівних площ.

Удосконалення сівозмін передбачає підвищення її протиерозійної ефективності, а також покращенню попередників під просапні і зернові культури.

Для підвищення родючості ґрунту у сівозмінах та оптимізації структури посівних площ збільшується питома вага багаторічних трав при одночасному зменшенні просапних і зернових культур. Проте в останні роки частка багаторічних трав у зв'язку із скороченням поголів'я ВРХ поступово знижується.

В користуванні СФГ «Семигинівське» на даний час знаходиться 795 га земельних угідь з яких 755 га сільськогосподарські (табл. 1.1).

Таблиця 1.1 – Структура земельного фонду СФГ «Семигинівське»

Показники	2022р.		2023р.		2024р.	
	площа, га	структура, %	площа, га	структура, %	площа, га	структура, %
Всього земельних угідь	795,00	–	795,00	–	795,00	–
з них - сільськогосподарські	755,00	100,00	755,00	100,00	755,00	100,00
в т.ч. ріллі	695,00	92,05	700,00	92,72	710,00	94,04
сінокоси	60,00	7,95	55,00	7,28	45,00	5,96
багаторічні насадження	15,00	1,99	15,00	1,99	15,00	1,99
Інші землі	25,00	3,31	25,00	3,31	25,00	3,31

З таблиці 1.1 видно, що основну площу займає рілля. В склад ріллі входять площі надані громадянами у тимчасове користування. Згідно запроектованих і затверджених сівозмін в господарстві рілля використовується під вирощування запланованих сільськогосподарських культур.

У СФГ «Семигинівське» вирощують в зернові та технічні культури, а також багаторічні трави (рис. 1.1).

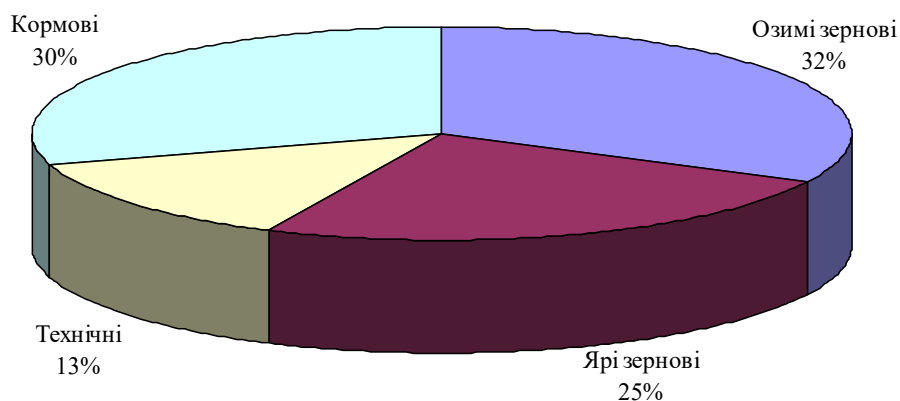


Рисунок 1.1 – Спеціалізація галузі рослинництва у СФГ «Семигинівське»

Обсяги виробництва продукції рослинництва формуються виходячи з наявних у користуванні господарства площ землекористування. Як видно із рис. 1.1. основну частину у структурі посівних площ займають зернові культури. Аналіз частки кожної культури у структурі посівних площ (рис. 1.2), дав змогу встановити площу яку вони займають (табл. 1.2).

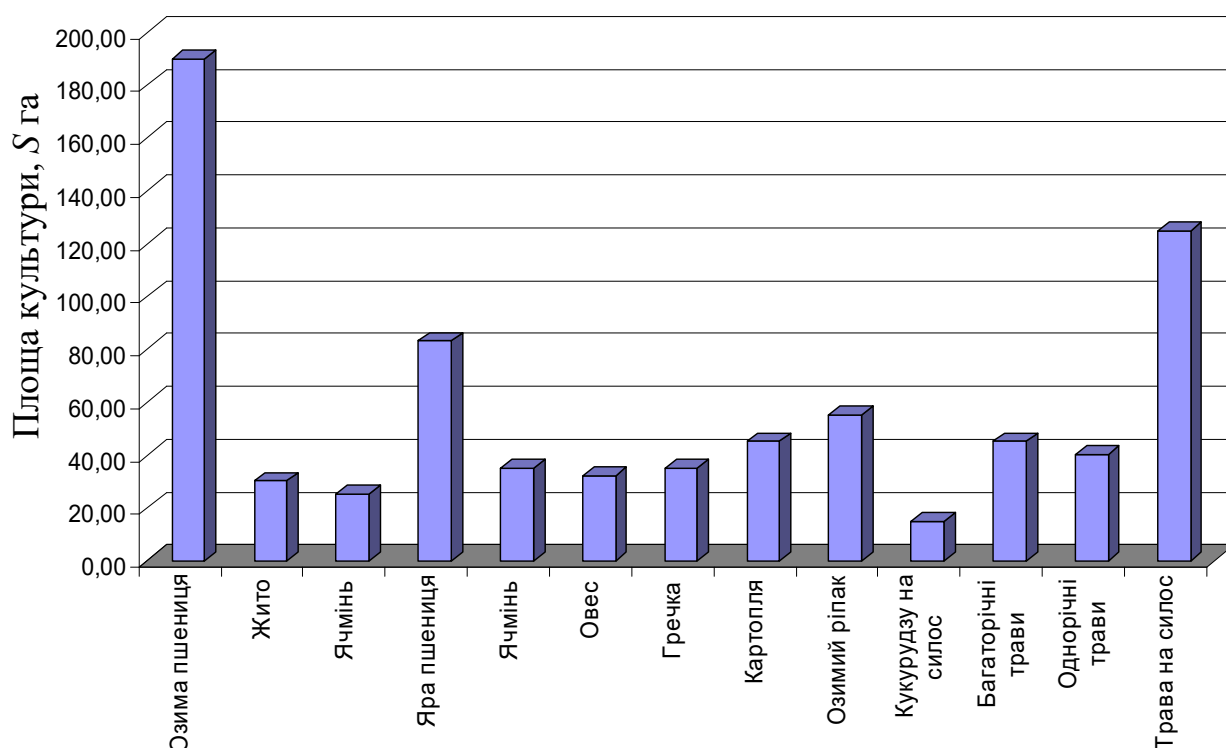


Рисунок 1.2 – Структура посівних площ у СФГ «Семигинівське»

Більшу частину земельного фонду господарства займає рілля, щодо землі, яка знаходиться під зайнятим паром то вона становить – 5,3%. Це свідчить про те, що господарство використовує сівозміни та дотримується культури виробництва.

Таблиця 1.2 – Структура посівних площ у СФГ «Семигинівське»

Культури	2022р.		2023р.		2024р.	
	Площа, га	Структура, %	Площа, га	Структура, %	Площа, га	Структура, %
Зернові і бобові – всього	410,00	54,30	389,00	51,52	430,00	56,95
в т.ч. озимі	245,00	32,45	210,00	27,81	245,00	32,45
з них – пшениця	185,00	24,50	160,00	21,19	190,00	25,17
жито	30,00	3,97	25,00	3,31	30,00	3,97
ячмінь	30,00	3,97	25,00	3,31	25,00	3,31
в т.ч. ярі	165,00	21,85	179,00	23,71	185,00	24,50
з них - пшениця	87,00	11,52	85,00	11,26	83,00	10,99
ячмінь	25,00	3,31	30,00	3,97	35,00	4,64
овес	28,00	3,71	35,00	4,64	32,00	4,24
гречка	25,00	3,31	29,00	3,84	35,00	4,64
Картопля	34,00	4,50	45,00	5,96	45,00	5,96
Озимий ріпак	34,00	4,50	45,00	5,96	55,00	7,28
Кукурудзу на силос	20,00	2,65	26,00	3,44	15,00	1,99
Багаторічні трави	60,00	7,95	55,00	7,28	45,00	5,96
Однорічні трави	67,00	8,87	65,00	8,61	40,00	5,30
Трава на силос	130,00	17,22	130,00	17,22	125,00	16,56
Разом	755,00	100,00	755,00	100,00	755,00	100,00

Як видно із табл. 1.2, СФГ «Семигинівське» спеціалізується на вирощуванні зернових та кормових культур, загальна площа яких становить відповідно 57 та 30 %.

1.3. Аналіз стану технічного забезпечення господарства

Для виконання механізованих робіт рільництва у СФГ «Семигинівське» використовують машинно-тракторний парк, який складається із 8 вантажних автомобілів, 2 легкових (три з яких – навчальні) та 10 тракторів сільськогосподарського призначення (табл.1.3, 1.4).

Таблиця 1.3 – Склад автомобільного парку СФГ «Семигинівське»

Марка автомобіля	Рік виходу	Вид останнього ремонту	Технічний стан
MAN TGL 8.180	2017	ПР	Справний
MAN TGL 8.180	2020	ПР	Справний
Iveco Eurocargo 75E16	2016	ПР	Справний
Mercedes-Benz Atego 818	2018	ПР	Справний
Mercedes-Benz Sprinter 316 CDI	2015	КР	Справний
Mercedes-Benz Sprinter 316 CDI	2019	ПР	Справний
CA3-3507	1977	КР	Несправний
CA3-3507	1984	КР	Справний
Volkswagen Transporter T6	2016	ПР	Справний
Renault Duster	2019	ПР	Справний

Дані таблиці 1.3 свідчать, що господарство в основному добре забезпечене транспортними засобами: вантажними, спеціальними та легковим автомобілями.

Відсоток вантажних та легкових автомобілів становить 80 % та 20 % відповідно (рис. 1.3).

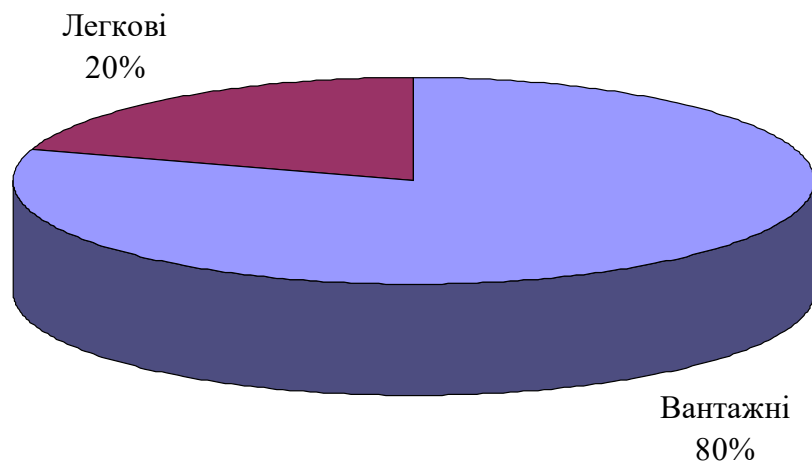


Рисунок 1.3 – Відсоток кількості вантажних та легкових автомобілів у СФГ «Семигинівське»

Таблиця 1.4 – Склад і структура тракторного парку СФГ «Семигинівське»

Тип тракторів	Марка	Рік випуску	Кількість, од	Технічний стан
Колісні	Claas Axion 850	2018	2	Справний
	ХТЗ-150К-09	2003	1	Справний
	МТЗ-892	2011	2	Справний
	МТЗ-82	1990	1	Справний
	Т-40АМ	1990	1	Несправний
	Т-25	1988	1	Справний
Гусеничні	ДТ-75	1989	1	Несправний
	Т-150	1990	1	Справний
	Т-74	1983	1	Несправний
	Всього	—	10	—

Як видно з таблиці відсоток гусеничних та колісних тракторів сільськогосподарського призначення становить 30 % та 70 % відповідно (рис. 1.4).

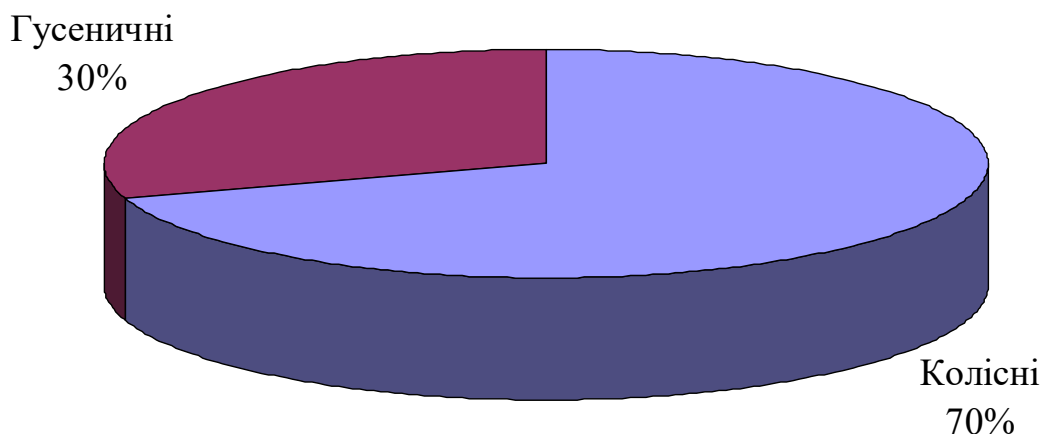


Рисунок 1.4 – Відсоток кількості гусеничних та колісних тракторів сільськогосподарського призначення у СФГ «Семигинівське»

Необхідно зазначити, що 75% тракторів відпрацювали свій моторесурс і є застарілими (табл. 1.4) (рис. 1.4). Це зумовлює несвоєчасне виконання технологічних операцій через усунення технічних несправностей що відображається на своєчасності механізованих процесів рільництва, а відтак і на врожайності культур.

Для підтримання їх у роботоздатному стані виконуються періодичні технічні обслуговування і ремонти. Для виконання технологічних процесів механізованого вирощування культур тракторний парк господарства має достатній шлейф сільськогосподарських машин і знарядь (табл. 1.5).

Таблиця 1.5 – Склад парку сільськогосподарських машин у СФГ «Семигинівське»

Назва машини	Марка машини	Кількість машин	Технічний стан
1	2	3	4
Комбайн зерновий	Claas Tucano 480	2	Справний
	СК-5	1	Справний
Комбайн силосний	КСК-100	1	Справний
Машина бурякозбиральна	КС-6Б	1	Справний
Машина бурякозбиральна	КС-6	1	Несправна

Продовження таблиці 1.5.

1	2	3	4
Машина гичкозбиральна	БМ-6	1	Справний
Комбайн картоплезбиральний	ККУ-2А	1	Справний
Культиватори	СОМРАКТОР 4,5	1	Справний
	КПС-4	1	Справний
	КРН-4,2	1	Справний
	КРГ-3,6	2	Справний
Культиватори	Lemken Kristall 9	2	Справний
	КОН-2,8	1	Справний
	КРН-5,6	1	Справний
	КШП-5	1	Справний
	КРНВ-5,6	1	Справний
	УКУ-4	1	Справний
	КФ-5,4	1	Справний
Граблі	Bomet 4	1	Справний
	ГП-16	1	Справний
	ГВГ-6Б	1	Справний
Плуги	LEMKEN DIAMANT 11V	2	Справний
	Lemken Juwel 7	1	
	ПЯ-3-35	1	Справний
	ПНЯ-4-40	1	Справний
	ПЛН-6-35	1	Справний
Зчіпки	СП_11	1	Справний
	СП-16	1	Справний
Жатки	ЖРБ-4,2	1	Справний
	ЖСК-4	1	Справний
Косарки	Wirax Z-173	1	Справний
	КС-2,1	1	Справний

Продовження таблиці 1.5.

1	2	3	4
	КРН-2,1	1	Справний
Картоплесаджалки копалки	КТН-2	1	Справний
	КТН-0,7	1	Справний
	КСМ-4М	1	Справний
Сівалки	ССТ-12Б	1	Справний
	Сівалка СЗ-5,4	1	Справний
	СЗТ-3,6	2	Справний
	СО-4,2	1	Справний
	СУПН-8	1	Справний
Волокуші	ВТУ-10	2	Справний
	ВТУ-20	1	Справний
Прес-підбирачі	ПР-1,6	1	Справний
	ППЛ-Ф-1,6	3	Справний
Обприскувачі обпилювачі	Amazone UX-5200	2	Справний
	ОПШ-2000	1	Справний
Причепи	2ПТС-8	1	Справний
	2ПТС-4А	1	Несправний
	2ПТС-14	1	Справний
	ТСП-26	1	Несправний
	1ПТС-9	1	Справний
Навантажувачі	ПФ-0,5	1	Справний
	СПБ-4,2	3	Несправний
Розкидачі	Amazone ZA-M	1	Справний
	НРУ-0,5	1	Справний
	МТО-4	1	Справний

Висновки до розділу 1

1. Сучасний стан використання орних агрегатів в Україні характеризується поєднанням традиційних і новітніх технологій обробітку ґрунту. Незважаючи на поширення систем Mini-till і No-till, класична оранка залишається основним способом основного обробітку, особливо у зонах Лісостепу та Полісся. Водночас відбувається перехід до використання енергоефективних агрегатів і точного землеробства для підвищення продуктивності й зниження витрат ресурсів.

2. Розвиток машинно-тракторного парку у господарствах України демонструє тенденцію до зростання частки імпортованих тракторів (Claas, John Deere, Case IH тощо) і високотехнологічних плугів (Lemken, Kverneland, Gregoire-Besson), що дозволяє виконувати оранку з підвищеною якістю та ефективністю. Разом із тим, у більшості господарств частина техніки залишається зношеною, що потребує модернізації та оновлення.

3. СФГ «Семигінівське» має достатню площу земельних угідь (795 га), з яких 94 % становить рілля. Господарство спеціалізується на вирощуванні зернових і кормових культур, дотримується сівозмін та впроваджує ґрунтозахисні технології. Таке поєднання сприяє підтриманню родючості ґрунтів і стабільності виробництва.

4. Технічне забезпечення господарства є задовільним: наявні сучасні трактори (Claas Axion 850, МТЗ-892, ХТЗ-150К-09) і широка номенклатура ґрунтообробної техніки (плуги Lemken, культиватори, обприскувачі Amazone тощо). Проте близько 75 % тракторів відпрацювали свій моторесурс, що негативно впливає на своєчасність проведення польових робіт.

5. Подальше підвищення ефективності виробничих процесів у СФГ «Семигінівське» можливе завдяки оптимізації складу орних агрегатів, використанню точних систем управління (GPS-навігація, автоматичне регулювання глибини оранки), а також поступовому оновленню машинно-тракторного парку для зменшення енерговитрат і підвищення якості обробітку ґрунту.

2. ВИРОБНИЧО-ТЕХНІЧНІ ПЕРЕДУМОВИ ЕФЕКТИВНОСТІ МЕХАНІЗОВАНИХ ПРОЦЕСІВ У РІЛЬНИЦТВІ

2.1. Системний підхід до обґрунтування параметрів комплексу ґрунтообробних машин

Системний підхід до визначення параметрів комплексу ґрунтообробних машин ґрунтується на розгляді технологічного процесу як цілісної виробничої системи. Комплекс машин для обробітку ґрунту являє собою обмежену множину агрегатів, призначених для виконання технологічних операцій основного та передпосівного обробітку на полях сільськогосподарських підприємств (СГП). У результаті виконання таких операцій формується якісно новий агрофон, який відповідає агротехнічним вимогам, необхідним для сівби культур [12, 13, 14, 20].

Ґрунтообробна машина – це поєднання енергетичного засобу (трактор) і сільськогосподарського знаряддя, об'єднаних для спільного виконання однієї або кількох однотипних операцій із механізованого обробітку ґрунту. Для реалізації різних технологічних етапів трактор почергово агрегатується з потрібними типами знарядь. У результаті трактор і технологічно обґрунтований набір ґрунтообробних машин, необхідних для основного та передпосівного обробітку, утворюють одиничний комплекс ґрунтообробних машин (КГМ).

Розгляд одиничного КГМ разом із сукупністю полів СГП, що потребують обробітку, дає змогу трактувати їх як виробничу систему обробітку ґрунту (ВСОГ) і визначати особливості її функціонування. Відмінною рисою ВСОГ є те, що ґрунтообробні роботи виконуються переважно у двох періодах – весняному та літньо-осінньому. В інші сезони трактори й окремі машини використовують для сівби, догляду за посівами, внесення хімічних засобів захисту або виконання транспортних робіт, які не розглядаються у межах цієї роботи.

Згідно з принципами системного підходу, дослідження ВСОГ спрямоване на виявлення закономірностей її функціонування, що зумовлені взаємодією усіх складових елементів. Таким чином, КГМ конкретного господарства виступає окремим компонентом ВСОГ, до складу якої входять:

1. поля, де необхідно здійснити обробіток;
2. тракторист як оператор процесу;
3. набір ґрунтообробних машин, необхідних для технологічних операцій;
4. машинно-тракторний парк із виробничими майданчиками для налаштування техніки;
5. заправні пункти з відповідним обладнанням і персоналом;
6. пункт технічного обслуговування із ремонтниками, інструментами та запасними частинами [12, 13, 14, 20].

За функціональним призначенням елементи ВСОГ поділяються на дві групи: виробничу структуру та обслуговуючу інфраструктуру. У даній роботі параметри інфраструктури не розглядаються (рис. 2.1).

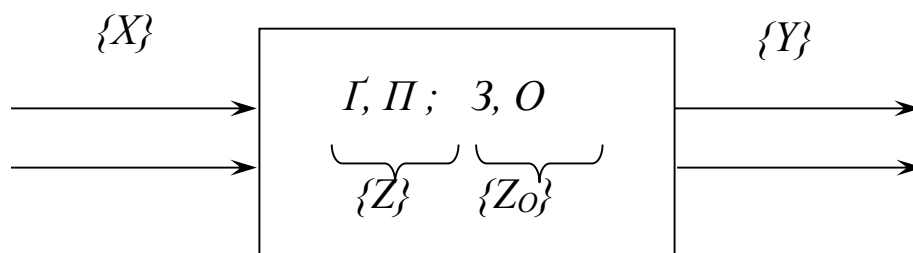


Рисунок 2.1 – Функціональні складові виробничої системи обробітку ґрунту:

Γ, Π – поля, машини; $З, О$ – заправні пункти, засоби технічного обслуговування; $\{Z\}, \{Z_O\}$ – множини параметрів виробничої структури та обслуговуючої інфраструктури; $\{X\}, \{Y\}$ – множини вхідних впливів та характеристик системи.

До множини вхідних впливів $\{X\}$ виробничої системи обробітку ґрунту (ВСОГ) належать агрометеорологічні фактори конкретного регіону, просторове розташування полів, пунктів заправки та технічного обслуговування.

Параметри системи $\{Z\}$ визначають структурну організацію та закономірності функціонування її складових (I , II) під впливом зовнішніх факторів $\{X\}$. У результаті цього формуються вихідні характеристики $\{Y\}$, які відображають поведінку системи на різних рівнях взаємодії її елементів – від деталізованих і часткових показників до узагальнених результатів.

Під час проведення аналізу та синтезу досліджуваної системи розглядають три основні множини: $\{X\}$, $\{Z\}$ та $\{Y\}$. Процес аналізу ВСОГ дозволяє встановити залежність вихідних характеристик $\{Y\}$ від множини зовнішніх чинників $\{X\}$, внутрішніх параметрів $\{Z\}$ і модельного часу T :

$$Y = f(\{X\}, \{Z\}, T). \quad (2.1)$$

Під час дослідження виробничої системи обробітку ґрунту аналізуються залежності вихідних характеристик $\{Y\}$ від множини параметрів $\{Z\}$ за умови сталих зовнішніх впливів, які розглядаються як константи. Також вивчається взаємозв'язок характеристик $\{Y\}$ із множиною зовнішніх чинників $\{X\}$ у випадку, коли параметри системи $\{Z\}$ залишаються незмінними [12, 13, 14, 20]:

$$Y = f'(\{Z\}, T) \text{ за умови } \{X\} \rightarrow \text{const}; \quad (2.2)$$

$$Y = f''(\{X\}, T) \text{ за умови } \{Z\} \rightarrow \text{const}. \quad (2.3)$$

Задача синтезу полягає у визначенні таких оптимальних параметрів виробничої системи, які забезпечують найефективніше її функціонування за заданими критеріями продуктивності, енергетичних витрат або якості виконання технологічних операцій:

$$Z^{opt} = f'''(\{X\}, Y, T) \text{ за умови } Y \rightarrow \text{extr}. \quad (2.4)$$

Системний підхід дає змогу виокремити у виробничій системі досліджувану складову, розглянути її у взаємозв'язку з іншими елементами, визначити середовище її функціонування та, на цій основі, сформулювати множину інженерних завдань, спрямованих на розвиток системи. Сукупність цих завдань становить основну проблему дослідження.

У даній роботі конкретизовано й розв'язано лише одну з таких задач – обґрунтування параметрів одиничного комплексу ґрунтообробних машин (КГМ) сільськогосподарського підприємства за умов заданих характеристик його обслуговуючої інфраструктури. У зв'язку з цим доцільно розглянути детальніше зміст системного підходу, реалізованого у цьому дослідженні.

Ефективність функціонування виробничої системи обробітку ґрунту (ВСОГ) визначається низкою чинників: технічними параметрами ґрунтообробних машин, що формують КГМ; агрофоновими показниками (вміст фізичної глини, рівень структурності, наявність рослинних решток тощо); природно-рельєфними особливостями полів; а також агрометеорологічними умовами періоду виконання ґрунтообробних робіт.

З урахуванням зазначеного, у межах дослідження виділено підсистему «комплекс ґрунтообробних машин – виробнича програма» (КМВП), яка охоплює весняний і літньо-осінній періоди проведення польових робіт.

2.2. Аналіз чинників технологічного процесу механізованого обробітку ґрунту

Ефективність використання (E) окремого комплексу ґрунтообробних машин (КГМ) визначається сукупною дією низки чинників, що впливають на процес механізованого обробітку ґрунту. Ці чинники доцільно поділити на такі основні групи: агрокосмічні (A_k), агрометеорологічні (A_m), предметні – природно-рельєфні (Pr) та агрофонові (A_f), технологічні (T_l), технічні (T_n), а також організаційні, які поділяються на стратегічні (O_c) і тактичні (O_t).

$$E = f(A_k, A_m, Pr, A_f, T_l, T_n, O_c, O_t). \quad (2.5)$$

Агрокосмічний чинник є одним із ключових, оскільки саме він визначає циклічність природних і біологічних процесів у межах багаторічного періоду вирощування рослин. Під агрокосмічним чинником розуміють циклічну змінність висоти Сонця над горизонтом, яка спричиняє

коливання тривалості дня та ночі (рис. 2.2), зміну рівня освітленості, динаміку температури повітря й ґрунту, а також впливає на імовірність промерзання ґрунту навесні та восени [12, 13, 14, 20].

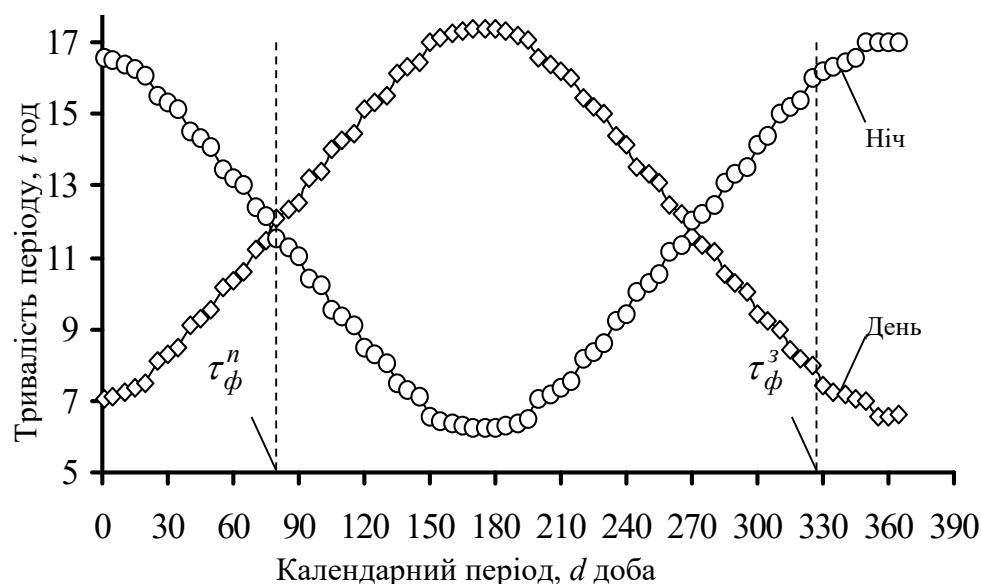


Рисунок 2.2 – Циклічна дія агрокосмічного чинника на протязі річного періоду польових робіт: $\tau_{\phi}^n, \tau_{\phi}^з$ – відповідно час початку та завершення фізичної стиглості ґрунту у весняний та літньо-осінній періоди.

Період року, протягом якого відбувається вегетація рослин і виконуються основні польові роботи, обмежується інтервалом часу між початком (τ_{ϕ}^n) і завершенням ($\tau_{\phi}^з$) фізичної стиглості ґрунту, що визначається дією агрометеорологічних умов. Із підвищенням висоти Сонця над горизонтом подовжується світловий день, збільшується кут падіння сонячних променів на поверхню ґрунту, внаслідок чого відбувається його інтенсивніше прогрівання, а також нагрівання прилеглого шару повітря, що спричиняє загальне підвищення температури атмосфери.

Під впливом поєднаної дії агрокосмічного та агрометеорологічного чинників у весняний період відбувається танення снігового покриву та випаровування надлишкової ґрунтової вологи, що призводить до настання фізичної стиглості ґрунту (τ_{ϕ}^n).

Слід зазначити, що агрокосмічний чинник у значній мірі визначає

характер прояву агрометеорологічних умов, формуючи загальні тенденції їх зміни впродовж року. Водночас рух атмосферних фронтів має стохастичний, тобто випадковий, характер. З огляду на це, агрокосмічний чинник доцільно розглядати як окрему та відносно незалежну групу впливів.

Агрометеорологічний чинник визначає вплив атмосферного шару повітря на земну поверхню. Його дія проявляється через показники вологості повітря, швидкість і напрям вітру, рівень хмарності, випадання опадів (злива, град, роса тощо), а також заморозки. Сукупність агрометеорологічних умов може як забезпечувати можливість виконання ґрунтообробних робіт, так і унеможливлювати їх проведення. Початок механізованого обробітку здійснюють за досягнення ґрунтом фізичної стиглості. У разі випадання дощів, спричинених зміною агрометеорологічних умов, спостерігається перезволоження ґрунту, що призводить до зупинки технологічного процесу. Подальше прогрівання повітря і ґрунту після опадів, а також дія вітру сприяють випаровуванню надлишкової вологи, відновленню фізичної стиглості ґрунту й відновленню виконання обробітку.

Агрофоновий чинник визначається наявним станом ґрунту та рослинності (як надземної, так і підземної частини) на полі під час виконання технологічної операції. Характеристики агрофону залежать від типу ґрунту, ступеня його окультуреності (товщина орного шару, вміст поживних речовин), агрофізичних і фізико-механічних властивостей. Вплив агрофонового чинника відрізняється для різних типів ґрунтів залежно від механічного складу, вологості, структурності, кількості рослинних решток тощо. Початковий стан агрофону визначається попередніми механізованими роботами, а після кожної операції формується новий якісний стан, який є вихідним для наступної [12, 13, 14, 20].

Природно-рельєфний базис являє собою саме поле, що характеризується певною площею, конфігурацією та рельєфом. Його основними параметрами є ухил поверхні та довжина гону. Необхідність урахування цього чинника зумовлена впливом рельєфу на параметри

технологічного процесу: конфігурація поля, ухили, наявність ярів або перешкод визначають тривалість роботи агрегату та його продуктивність.

Природно-рельєфний і агрофоновий базиси в сукупності утворюють предметний базис системи.

Технологічний чинник відображає особливості реалізації процесу механізованого обробітку ґрунту. Технологія розглядається як науково обґрунтована послідовність перетворення предмета праці з одного якісного стану в інший. Вона характеризується змістом, строками та послідовністю виконання операцій, а також ефективністю їх застосування. Вибір технології обробітку під певну культуру залежить від попередника, типу ґрунту, наявності відповідної техніки та можливостей господарства.

Технічний чинник охоплює конкретну ґрунтообробну машину (або машинний агрегат), яка складається з трактора та знаряддя для обробітку. Основні характеристики включають склад агрегату, ширину захвату, потужність двигуна, надійність, кількість операцій, що виконуються одночасно. Результативність роботи технічного засобу значною мірою залежить від предметного базису (агрофону й рельєфу), а також від агрометеорологічних умов періоду виконання робіт, що обумовлює стохастичний характер їх параметрів.

У структурі процесу ґрунтообробки важливе місце посідають організаційні чинники, які мають суб'єктивну природу. Їх поділяють на організаційно-стратегічні та організаційно-тактичні.

Організаційно-стратегічні чинники охоплюють управлінські рішення керівника господарства, що базуються на його професійній компетентності, досвіді та розумінні внутрішніх і зовнішніх умов функціонування підприємства. До зовнішніх умов належать соціальні, правові, фінансові, ринкові та інформаційні чинники, які не мають безпосереднього впливу на сам процес механізованого обробітку. До внутрішніх умов належать технічний стан підприємства, його фінансова спроможність, можливості

залучення кредитних ресурсів, зміна структури посівів, забезпечення матеріально-технічними засобами та рівень кваліфікації персоналу.

Організаційно-тактичні чинники стосуються безпосередніх дій тракториста або керівника підрозділу під час виконання операцій. Для тракториста вони виражаються у виборі траєкторії руху, способу розвороту, регулюванні швидкості тощо, що безпосередньо впливає на продуктивність агрегату. З боку керівника або бригадира організаційно-тактичні дії спрямовані на управління виконанням робіт на полях господарства, визначення черговості виконання операцій, залучення додаткових машин і техніки [12, 13, 14, 20].

Зазначені чинники за можливістю впливу на них класифікують як керовані, некеровані та частково керовані. До керованих належать технологічний, технічний та організаційний (стратегічний і тактичний) чинники. Некерованими є агрокосмічний та агрометеорологічний. Частково керованим вважається предметний базис (природно-рельєфний і агрофоновий), оскільки його некерованість зумовлюється природним походженням (тип ґрунту, ухил, вологість, полеглість рослин), а керованість проявляється у можливості людини впливати на площу, конфігурацію та структуру поля.

Формалізація сукупного впливу наведених груп чинників на процес механізованого обробітку ґрунту створює основу для розроблення адекватних методів і моделей синтезу, а також дозволяє відобразити причинно-наслідкові зв'язки з метою дослідження параметрів ґрунтообробного процесу для заданої виробничої програми СГП та відповідних характеристик комплексу ґрунтообробних машин.

2.3. Існуючі системи обробітку ґрунту

Система обробітку ґрунту – це науково вивірене поєднання усіх необхідних агротехнічних операцій, спрямованих на підготовку ґрунту під

культури сівозміни. Вона включає основний (зяблевий), передпосівний і післяпосівний етапи обробітку [7, 11, 12, 16].

Основний обробіток – найглибший у технологічному процесі вирощування культури, який помітно змінює структуру ґрунту.

Передпосівний обробіток виконують безпосередньо перед висівом або садінням культур, а *післяпосівний* – після проведення сівби чи садіння.

Головна мета обробітку ґрунту полягає у створенні сприятливих умов для проростання насіння, розвитку кореневої системи та формування високого врожаю з якісними показниками. Не менш важливо, щоб посівний матеріал відповідав стандартам якості та зберігався у належних умовах.

У сучасному землеробстві застосовуються чотири основні системи обробітку ґрунту (рис. 1.1) [7, 11, 12, 16]:

1. Традиційна з оборотом пласта.
2. Мінімальна (Mini-till).
3. Стрічкова (Strip-till).
4. Нульова (No-till).

Розглянемо їх детальніше.

Традиційна система передбачає виконання полицевої оранки з оборотом пласта, внаслідок чого формується чиста поверхня поля, а рослинні рештки загортаються на глибину 20–30 см.

Переваги: забезпечення оптимальних умов для проростання насіння, поліпшення водного дренажу, рівномірний розподіл поживних речовин у орному шарі, можливість внесення значних норм добрив і проведення ефективного захисту рослин.

Недоліки: утворення ущільненого шару – так званої «плужної підшви», що ускладнює проникнення води та розвиток коренів у глибину. Не рекомендовано для ґрунтів, схильних до ерозії або пересихання. Раз на 3–4 роки потрібно проводити глибоке рихлення.

Мінімальна система (Mini-till) передбачає поверхневий обробіток дисковими знаряддями, що забезпечує перемішування решток із шаром ґрунту на глибину 15–18 см.

Переваги: збереження структури верхнього шару, накопичення органіки та гумусу, поліпшення водо- і повітропроникності, зменшення витрат енергії та коштів. Дозволяє використовувати великі норми добрив.

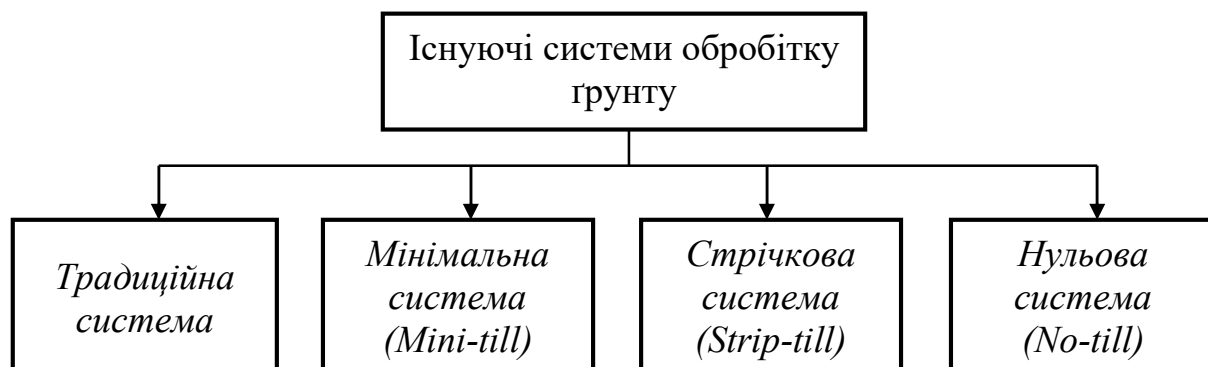


Рисунок 2.3 – Основні системи обробітку ґрунту

Недоліки: ущільнення після проходу важкої техніки, необхідність вирівнювання поля перед посівом, потреба у прикочуванні після сівби, обмеження у використанні звичайних сівалок.

Стрічкова система (Strip-till) передбачає вертикальний обробіток окремих смуг на глибину 15–17 см після збирання попередньої культури. Посів проводиться у підготовлені смуги восени або навесні.

Переваги: руйнування ущільнених шарів, рівномірні умови росту для рослин, збереження вологи в міжряддях, можливість внесення добрив стрічковим методом (у тому числі безводного аміаку). Ефективна на малородючих і обмежено орних ґрунтах.

Недоліки: вузькі строки для внесення добрив восени, потреба у спеціалізованій техніці, високі енергетичні витрати, складність використання старих сівалок. Перед впровадженням системи необхідно вирівняти мікрорельєф і контролювати кислотність.

Нульова система (No-till) базується на висіві у необроблений ґрунт спеціальними сівалками без будь-яких механічних впливів.

Переваги: мінімальна кількість проходів техніки, економія ресурсів, збереження вологості, захист від ерозії та перегрівання верхнього шару.

Недоліки: ускладнений контроль бур'янів, зростання ризику хвороб і шкідників, повільне прогрівання ґрунту навесні, короткі оптимальні строки посіву. Потрібна спеціальна техніка для внесення добрив, а через 5–6 років необхідне глибоке рихлення для усунення ущільнення від колій. У посушливих зонах рослинні рештки можуть становити пожежну небезпеку.

Під час вибору системи обробки слід враховувати природно-кліматичні умови, типи ґрунтів і фінансові ресурси господарства. У технологіях Strip-till і No-till потрібно використовувати гербіциди суцільної дії до або після посіву (до сходів). Незважаючи на потребу у підвищеному хімічному контролі, ці системи дають змогу отримати високі врожаї завдяки збереженій волозі, особливо у степових регіонах [7, 11, 12, 16].

2.4. Технологічні особливості виконання механізованого процесу

Технологічні особливості механізованої оранки охоплюють комплекс заходів, спрямованих на забезпечення якісного та ефективного виконання операції основного обробки ґрунту. До них належать підготовка техніки, вибір раціональної схеми руху агрегату, правильне налаштування глибини оранки, якісне виконання технологічних операцій (перевертання, розпушування, загортання решток) та постійний контроль якості роботи.

У процесі оранки використовуються різні типи плугів і тракторних агрегатів залежно від типу ґрунту, рельєфу місцевості та поставлених агротехнічних завдань. Основна мета полягає у створенні рівномірного обробленого шару із заданою глибиною, оптимальною структурою ґрунту та належним загортанням рослинних решток [7, 11, 12, 16].

Перед початком роботи необхідно провести комплексну підготовку трактора та плуга, перевірити справність вузлів, робочих органів і гідравлічної системи. Після комплектування агрегату здійснюється його регулювання на контрольній смузі, де встановлюють робочу глибину, перевіряють правильність роботи кожного корпусу, ступінь перевертання пласта та рівномірність розпушування.

Для забезпечення прямолінійного руху агрегату та уникнення огріхів використовують слідопоказчики або маркери, що допомагають механізатору орієнтуватися під час роботи. Особливу увагу приділяють правильному агрегуванню плуга з трактором за тяговим класом, щоб уникнути перевантаження двигуна і буксування коліс [7, 11, 12, 16].

У практиці застосовуються різні схеми оранки, вибір яких залежить від розміру та форми поля, а також від використовуваного обладнання:

- Загородна оранка – найпоширеніший спосіб, коли поле поділяється на загони.
- Оранка всклад – починається від середини загону до його країв, утворюючи звальний гребінь у центрі поля.
- Оранка врозвал – виконується від країв до середини, залишаючи борозну в центрі.
- Гладенька оранка – проводиться оборотними плугами, що забезпечують рівну поверхню без гребенів і борозен, підвищуючи якість обробітку.
- Фігурна оранка – використовується на ділянках неправильної форми; при цьому плуг не піднімається на поворотах, але можливе утворення огріхів.

Раціональний вибір способу оранки сприяє підвищенню продуктивності праці, зниженню витрат пального та забезпеченню високої якості обробітку.

До основних агротехнічних вимог належать [7, 11, 16]:

- Глибина обробітку – повинна бути однаковою по всій площі, допустиме відхилення не перевищує $\pm 1\text{--}2$ см.
- Якість розпушування – перевагу мають грудочки діаметром до 5 мм, що сприяє покращенню структури ґрунту.
- Загортання решток – післяжнивні залишки, бур'яни та добрива повинні бути повністю загорнуті у ґрунт, за винятком випадків плоскорізного обробітку.
- Відсутність огріхів – не допускаються неорані ділянки між суміжними проходами.
- Вирівняність поверхні – особливо важлива при чергуванні схем оранки всклад і врозвал, щоб уникнути гребенів і борозен.

Під час оранки можуть виконуватись додаткові операції, що підвищують ефективність технологічного процесу:

- Внесення добрив – разом із оранкою вносять органічні (гній) або мінеральні (калійні, фосфорні) добрива.
- Контроль кислотності ґрунту – у разі підвищеної кислотності проводять вапнування ґрунту.
- Вибір техніки – для глибокого обробітку застосовують плуги з передплужниками, двоярусні або комбіновані плуги, а також глибокорозпушувачі, які руйнують ущільнені шари ґрунту.

Раціональне виконання механізованого процесу оранки, правильне агрегування техніки та дотримання технологічних вимог є запорукою високої якості обробітку ґрунту, підвищення родючості та ефективного використання енергетичних ресурсів у рільництві.

Висновки до розділу 2

1. Застосування системного підходу дає можливість розглядати процес обробітку ґрунту як цілісну виробничу систему, що включає сукупність взаємопов'язаних елементів – поля, техніку, персонал, інфраструктуру та зовнішні умови. Такий підхід дозволяє обґрунтувати оптимальні параметри КГМ для конкретних господарських умов і підвищити ефективність їх використання.

2. На ефективність механізованих процесів у рільництві впливає комплекс чинників різного походження – від природно-кліматичних до організаційно-технологічних. Їх взаємодія визначає продуктивність, якість і своєчасність виконання робіт. Найбільший вплив мають агрометеорологічні умови, стан ґрунту, технічні характеристики машин та рівень організації виробничих процесів.

3. Формалізація впливу чинників у вигляді функціональної залежності дозволяє систематизувати процес оцінювання ефективності механізованого обробітку ґрунту. Це створює основу для розроблення математичних моделей оптимізації параметрів КГМ та управління виробничими системами в аграрному секторі.

4. Порівняльний аналіз систем обробітку ґрунту (традиційної, Mini-till, Strip-till і No-till) свідчить, що вибір технології має базуватися на поєднанні агроекологічних умов і технічних можливостей господарства. Традиційна система забезпечує найвищу якість обробітку, але є енергомісткою; Mini-till та Strip-till сприяють збереженню структури ґрунту і вологи, тоді як No-till є найбільш ресурсозберігаючою, проте потребує спеціалізованої техніки й посиленої хімічної підтримки.

3. МЕТОДИКА ТА РЕЗУЛЬТАТИ ОЦІНЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЕФЕКТИВНОСТІ ОРНОГО АГРЕГАТА

3.1. Методика визначення складу і режиму роботи орного агрегату

Вибираємо діапазон допустимих робочих швидкостей руху для даного орного агрегата згідно агротехнічних вимог.

Відповідно до рекомендованих робочих швидкостей руху вибираємо (дві) передачі трактора на яких може виконуватися дана технологічна операція. Для цих передач із технічної характеристики трактора виписуємо теоретичні швидкості v_m км/год. Подальший розрахунок проводимо для вибраних передач.

Визначаємо номінальне тягове зусилля трактора для заданих умов на вибраних передачах P_m^i [6, 7, 24]:

$$P_m^i = \frac{10N_{en} \cdot \eta_m \cdot i_m}{n_n \cdot r_k} - G_{mp} \cdot (f_{mp} \pm i), \text{ кН} \quad (3.1)$$

де N_{en} – номінальна ефективна потужність двигуна трактора, кВт; η_m – механічний ККД трансмісії трактора (для колісних тракторів $\eta_m = 0,91 \dots 0,92$; для гусеничних тракторів $\eta_m = 0,86 \dots 0,88$); i_m – сумарне передавальне число трансмісії на i -й передачі; n_n – номінальна частота обертання колінчастого вала двигуна, хв^{-1} ; r_k – радіус кочення ведучого колеса (зірочки), м; G_{mp} – вага трактора, кН; f_{mp} – коефіцієнт опору коченню трактора; i – величина підйому (ухил) в сотих частках ($i = \sin \alpha$) α – кут похилу місцевості, град.

Радіус кочення ведучого колеса колісних тракторів

$$r_k = r_o + h \cdot \lambda, \text{ м} \quad (3.2)$$

де r_o – радіус сталевго обода колеса, м; h – висота профілю шини, м; λ – коефіцієнт усадки шини ($\lambda = 0,75 \dots 0,80$).

Для гусеничних тракторів r_k дорівнює радіусу початкової окружності ведучої зірочки r_o

У випадку якщо значення сумарного передавального числа трансмісії i_m на i -й передачі невідоме то його знаходять із формули [6, 24]:

$$i_m = \frac{0,377 \cdot r_k \cdot n_n}{v_m^i}. \quad (3.3)$$

де v_m^i – теоретична швидкість на вибраних передачах, км/год.

Визначаємо робочу швидкість руху агрегату на вибраних передачах, враховуючи буксування рушіїв трактора:

$$v_p^i = v_m^i \cdot \left(1 - \frac{\delta}{100}\right), \text{ км/год} \quad (3.4)$$

де δ – коефіцієнт буксування ($\delta = 6 \dots 20\%$ для колісних тракторів; $\delta = 4 \dots 8\%$ для гусеничних тракторів. На оранці відповідно $\delta = 15\%$ та 8%) [6, 7, 24].

Питомий опір плуга при оранці із врахуванням зміни швидкості руху для вибраних передач обчислюють за нижче наведеними формулами:

для культурних корпусів:

$$k_v^i = k_{nl} \cdot \left[1 + 0,006 \cdot (v_p^2 - v_0^2)\right] \text{ кН/м}^2 \quad (3.5)$$

для швидкісних

$$k_v^i = k_{nl} \cdot \left[1 + 0,004 \cdot \left[(v_p - 2)^2 - v_0^2\right]\right] \text{ кН/м}^2 \quad (3.6)$$

де k_{nl} – питомий тяговий опір плуга при швидкості руху МТА $v_0 = 5$ км/год, кН/м²; v_p – робоча швидкість агрегату на вибраних передачах, км/год.

Визначаємо тяговий опір, що припадає на один корпус при русі на вибраних передачах:

$$R_{кор}^i = ab_{кор} k_v^i \pm q_{кор} ci, \text{ кН} \quad (3.7)$$

де a – глибина оранки, м; $b_{кор}$ – ширина захвату одного корпусу, м; $q_{кор}$ – вага плуга, що припадає на один корпус $q_{кор} = G_{nl}/n_{кор}$, кН; G_{nl} – вага плуга, кН; $n_{кор}$ – максимально можлива кількість корпусів плуга (з технічної

характеристики); c – поправочний коефіцієнт, який враховує вагу ґрунту на корпусах плуга (залежно від глибини обробітку $c = 1,1 \dots 1,4$).

Для надійного обертання скиби необхідно дотримуватися певного співвідношення ширини скиби (ширина захвату одного корпусу $b_{кор}$) до її товщини (a) $k = b_{кор}/a > 1,272$. або $a_{max} < b_{кор}/1,272 = 0,8b_{кор}$.

На практиці приймають $k = 1,4 \dots 1,6$. Особливо це актуально для плугів із змінною шириною захвату.

Визначимо кількість корпусів в агрегаті на вибраних передачах:

$$n_{кор}^i = \frac{P_m^i}{R_{кор}^i}, \text{ од} \quad (3.8)$$

Отримане значення заокруглюємо до найближчого цілого меншого числа, чим забезпечуємо резерв тяги, необхідної для подолання можливого тимчасового підвищення опору.

Визначаємо остаточний робочий тяговий опір плуга для визначених умов на вибраних передачах

$$R_{пл}^i = R_{кор}^i \cdot n_{кор}^i, \text{ кН} \quad (3.9)$$

Визначаємо коефіцієнт використання тягового зусилля трактора на вибраних передачах [6, 7, 24]

$$\eta_{м.з.}^i = \frac{R_a^i}{P_m^i} \quad (3.10)$$

Коефіцієнти використання номінального тягового зусилля тракторів для даної технологічної операції повинні бути в межах: а) легкі і середні ґрунти $\eta_{м.з.} = 0,90 \dots 0,93$; б) важкі ґрунти $\eta_{м.з.} = 0,86 \dots 0,90$; с) пересохлі та кам'янисті ґрунти $\eta_{м.з.} = 0,78 \dots 0,80$.

Визначаємо змінну продуктивність орного агрегату

$$W_{зм}^i = 0,1B_p \cdot v_p^i \cdot T_p, \text{ га/зм} \quad (3.11)$$

де B_p – робоча ширина захвату агрегату, м.

$$B_p = b \cdot \beta, \text{ м} \quad (3.12)$$

де b – конструктивна ширина захвату агрегату, м ($b = b_k \cdot n_k$); β – коефіцієнт використання ширини захвату агрегату (для плуга $\beta = 1,05 \dots 1,1$); T_p – робочий час зміни, год.

$$T_p = T_{зм} \cdot \tau, \text{ год} \quad (3.13)$$

де $T_{зм}$ – час зміни ($T_{зм} = 7$ год); τ – коефіцієнт використання часу зміни (в зоні Полісся для начіпних плугів $\tau = 0,77$; для причіпних плугів $\tau = 0,72$; в зоні Лісостепу для начіпних плугів $\tau = 0,81$; для причіпних плугів $\tau = 0,76$).

За результатами розрахунків вибираємо передачу на якій буде найвищий коефіцієнт використання тягового зусилля трактора та найвища продуктивність агрегату.

3.2. Методика визначення експлуатаційних витрати на виконання механізованого процесу орним агрегатом

Прямі експлуатаційні витрати на одиницю виконаної агрегатом роботи, грн/га, визначають так [15, 17]:

$$C_A = C_1 + C_2 + C_3 + C_4 \quad (3.14)$$

де C_1 – оплата праці персоналу, який обслуговує агрегат, грн/га; C_2 – вартість витрачених паливно-мастильних матеріалів, грн/га; C_3 – відрахування на реновацію трактора і сільськогосподарських машин, які входять до складу агрегату, грн/га; C_4 – відрахування на поточний ремонт та технічне обслуговування, грн/га.

Чисельність трактористів-машиністів та допоміжних працівників приймають відповідно до сільськогосподарських машин і прийнятої схеми обслуговування агрегату.

Оплата праці обслуговуючого персоналу дорівнює, грн/га;

$$C_1 = \frac{n_1 \cdot T_1 + n_2 \cdot T_2 + \dots + n_6 \cdot T_6}{W_{\text{год}}} \quad (3.15)$$

де $n_1, n_2, \dots, n_6$ – чисельність працівників, які обслуговують агрегат, окремо за кожною кваліфікацією (розрядом); $T_1, T_2, \dots, T_6$ – годинна оплата праці працівника кожної кваліфікації, грн./год; $W_{\text{год}}$ – годинна продуктивність МТА, га/год.

Витрату палива на одиницю роботи приймають за довідковою літературою або нормами витрати палива, які діють у господарстві. Витрату палива на весь обсяг робіт визначають множенням витрати палива на обсяг роботи. Вартість паливно-мастильних матеріалів, грн/га, можна визначити за формулою [15, 17]:

$$C_2 = C_K \cdot G_{\Pi} \quad (3.16)$$

де C_K – комплексна ціна одного кілограма палива, грн/кг; G_{Π} – питома витрата палива, кг/га.

Амортизаційні відрахування на реновацію машин в агрегаті, грн/га, дорівнюють

$$C_3 = \frac{B_T \cdot a_T \cdot k_3}{100 \cdot S} + \frac{B_{3ч} \cdot a_{3ч} \cdot k_3}{100 \cdot S} + \frac{B_M \cdot n_M \cdot a_M \cdot k_3}{100 \cdot S} \quad (3.17)$$

де $B_T, B_{3ч}, B_M$ – балансова вартість відповідно трактора, зчіпки, і машини, грн;

$a_T, a_{3ч}, a_M$ – норми відрахувань на реновацію відповідно трактора, зчіпки і машин, %; S – площа вирощування культури, га; k_3 – коефіцієнт зайнятості трактора, зчіпки та с.г. машини на виконанні окремої операції.

Коефіцієнт зайнятості технічного засобу визначають як відношення витрати часу (t) на виконання окремої технологічної операції до нормативного річного навантаження (T) машини [15, 17]:

$$k_3 = \frac{t}{T_n} \quad (3.18)$$

Відрахування на поточний ремонт і технічне обслуговування, грн./га, становлять [15, 17]:

$$C_4 = \frac{B_T \cdot P_T}{100 \cdot W_{\text{ГОД}} \cdot \dot{t}_T} + \frac{B_{3ч} \cdot P_{3ч}}{100 \cdot W_{\text{ГОД}} \cdot \dot{t}_{3ч}} + \frac{B_M \cdot n_M \cdot P_M}{100 \cdot W_{\text{ГОД}} \cdot \dot{t}_M} \quad (3.19)$$

де $P_T, P_{3ч}, P_M$ – норма відрахувань поточний ремонт і технічне обслуговування відповідно трактора, зчіпки і машин, %; $\dot{t}_T, \dot{t}_{3ч}, \dot{t}_M$ – нормативне річне завантаження відповідно трактора, зчіпки і машин, год.

Результати виконаних розрахунків дають можливість встановити головні показники економічної ефективності використання як наявного комплексу так і придбаних машин для вирощування цукрових буряків у підприємстві.

3.3. Результати визначення складу і режиму роботи орного агрегату

Згідно агротехнічних вимог діапазон допустимих робочих швидкостей руху за яких може працювати та якісно виконувати роботу орного агрегата знаходиться в межах 6...10 км/год.

Для роботи на даних робочих швидкостях руху вибираємо для трактора Claas Axion 850 два діапазони передач з наступними передачами В (4, 5, 6) та С (1, 2, 3). В межах передач даних діапазонів трактора забезпечується необхідна швидкість та може виконуватися дана технологічна операція. Для цих передач із технічної характеристики трактора виписуємо теоретичні швидкості v_m км/год. Подальший розрахунок проводимо для вибраних діапазонів вибраних передач результати якого будуть сформовані у відповідну таблицю 3.1. Приклад розрахунку наведемо для діапазону В та передачі 4.

Отже, скориставшись методикою наведеною в п. 3.1 [24].

Радіус кочення ведучого колеса колісних тракторів

$$r_k = 0,483 + 0,497 \cdot 0,75 = 0,881 \text{ м}$$

У нашому випадку значення сумарного передавального числа трансмісії i_m на i -й передачі невідоме ми скориставшись технічною документацією із сервісного обслуговування для даної передачі вибираємо $v_m^i = 7,29$ км/год та знаходимо сумарне передавальне число трансмісії для даної передачі:

$$i_m = \frac{0,377 \cdot 0,881 \cdot 2200}{7,29} = 100,19$$

В умовах СФГ «Семигинівське» Стрийського району Львівської області поля мають похилу місцевості не більше $\alpha = 2$ град ($i = \sin 2 = 0,035$), а коефіцієнт опору коченню трактора для даних умов $f_{mp} = 0,08$. Вага трактора становить $G_{mp} = 72,6$ кН. Отже, визначаємо номінальне тягове зусилля трактора для заданих умов та для передачі 4 діапазону В:

$$P_m^i = \frac{10 \cdot 139 \cdot 0,9 \cdot 100,19}{2200 \cdot 0,881} - 72,6 \cdot (0,08 \pm 0,035) = 56,35, \text{ кН}$$

Визначаємо робочу швидкість руху агрегату на вибраній передачі, враховуючи буксування рушіїв трактора. На оранці коефіцієнт буксування знаходиться в межах $\delta = 15\%$

$$v_p^i = 7,29 \cdot \left(1 - \frac{15}{100}\right) = 6,20 \text{ км/год}$$

Враховуючи конструкцію плуга LEMKEN DIAMANT 11V, його питомий опір при оранці визначаємо як для швидкісних. Для ґрунтів які є в розпорядження СФГ «Семигинівське» Стрийського району Львівської області питомий тяговий опір плуга при швидкості руху МТА $v_0 = 5$ км/год $k_{nl} = 35$ кН/м². При цьому враховуючи зміну швидкості руху для вибраних передач:

$$k_v^i = 35 \cdot \left[1 + 0,004 \cdot \left[(6,2 - 2)^2 - 5^2\right]\right] = 33,97 \text{ кН/м}^2 \quad (3.6)$$

Визначаємо тяговий опір, що припадає на один корпус при русі на вибраних передачах. Умови роботи глибина оранки $a = 0,25$ м; ширина захвату одного корпусу, $b_{кор} = 0,4$ м; вага плуга, що припадає на один корпус

$q_{кор} = G_{пл}/n_{кор} = 2,85$ кН; поправочний коефіцієнт, який враховує вагу ґрунту на корпусах плуга (залежно від глибини обробітку) $c = 1,3$.

$$R_{кор}^i = 0,25 \cdot 0,4 \cdot 33,97 \pm 2,85 \cdot 1,3 \cdot 0,035 = 3,53 \text{ кН} \quad (3.7)$$

Для надійного обертання скиби необхідно дотримуватися певного співвідношення ширини скиби (ширина захвату одного корпусу $b_{кор}$) до її товщини (a) $k = b_{кор}/a > 1,272$. або $a_{max} < b_{кор}/1,272 = 0,8b_{кор}$.

На практиці приймають $k = 1,4 \dots 1,6$. Особливо це актуально для плугів із змінною шириною захвату, у нашому випадку $k = 0,4/0,25 = 1,6 > 1,272$

Визначимо кількість корпусів в агрегаті на вибраних передачах:

$$n_{кор}^i = \frac{56,35}{3,53} = 15,98 \text{ од}$$

Отримане значення заокруглюємо до найближчого цілого меншого числа, чим забезпечуємо резерв тяги, необхідної для подолання можливого тимчасового підвищення опору. Оскільки конструкція плуга LEMKEN DIAMANT 11V передбачає 8 корпусів то розрахунки свідчать про те, що умова виконується.

Визначаємо остаточний робочий тяговий опір плуга для визначених умов на вибраних передачах

$$R_{пл}^i = 3,53 \cdot 8 = 28,21, \text{ кН}$$

Визначаємо коефіцієнт використання тягового зусилля трактора на вибраних передачах

$$\eta_{м.з.}^i = \frac{28,21}{56,35} = 0,5$$

Коефіцієнти використання номінального тягового зусилля тракторів для даної технологічної операції повинні бути в межах: а) легкі і середні ґрунти $\eta_{м.з.} = 0,90 \dots 0,93$; б) важкі ґрунти $\eta_{м.з.} = 0,86 \dots 0,90$; с) пересохлі та кам'янисті ґрунти $\eta_{м.з.} = 0,78 \dots 0,80$ [6, 7, 24].

Визначаємо змінну продуктивність орного агрегату. Вихідні дані коефіцієнт використання ширини захвату агрегату (для плуга $\beta = 1,05 \dots 1,1$); T_p – робочий час зміни, год.

Робоча ширина захвату агрегату, м.

$$B_p = 1,05 \cdot 0,4 \cdot 8 = 3,36 \text{ м}$$

Робочий час зміни, год. Час зміни $T_{зм} = 7$ год; τ – коефіцієнт використання часу зміни в зоні Полісся для причіпних плугів $\tau = 0,72$.

$$T_p = 7 \cdot 0,72 = 5,04, \text{ год}$$

Змінна продуктивність орного агрегату

$$W_{зм}^i = 0,1 \cdot 3,36 \cdot 6,2 \cdot 5,04 = 10,49 \text{ га/зм}$$

За результатами розрахунків вибираємо передачу на якій буде найвищий коефіцієнт використання тягового зусилля трактора та найвища продуктивність агрегату.

Відповідні розрахунки проводились для діапазонів В та С та відповідно передач 4, 5, 6 та 1, 2, 3. Усі результати занесені в таблицю 3.1.

Таблиця 3.1 – Результати розрахунку режимів роботи орного агрегату в умовах СФГ «Семигинівське» Стрийського району Львівської області

Діапазон	В			С		
Передачі	4	5	6	1	2	3
1	2	3	4	5	6	7
Передавальне число трансмісії, i_m	100,19	85,22	70,77	88,85	73,92	62,96
Тягове зусилля т-ра P_t , кН	56,35	46,69	37,36	49,03	39,39	32,32
Робоча швидкість агрегату v_p , км/год	6,20	7,28	8,77	6,99	8,40	9,86
Питомий опір плуга k_v , кН/м ²	33,97	35,41	37,92	34,98	37,23	40,15
Тяговий опір, що припадає на один корпус $R_{кор}$, кН	3,53	3,67	3,92	3,63	3,85	4,14
Кількість корпусів в агрегаті $n_{кор}$, од	15,98	12,72	9,53	13,52	10,23	7,80
Для 6 корпусів						
Остаточний робочий тяговий опір плуга $R_{пл}$, кН	21,16	22,02	23,53	21,76	23,11	24,87
Коефіцієнт використання тягового зусилля трактора, $\eta_{т.з}$	0,38	0,47	0,63	0,44	0,59	0,77
Змінна продуктивність агрегату $W_{зм}$, га/зм	7,87	9,25	11,14	8,87	10,67	12,52

Продовження табл. 3.1

1	2	3	4	5	6	7
Для 7 корпусів						
Остаточний робочий тяговий опір плуга $R_{пл}$, кН	24,68	25,69	27,45	25,39	26,97	29,01
Коефіцієнт використання тягового зусилля трактора, $\eta_{т.з}$	0,44	0,55	0,73	0,52	0,68	0,90
Змінна продуктивність агрегату $W_{зм}$, га/зм	9,18	10,79	13,00	10,35	12,44	14,61
Для 8 корпусів						
Остаточний робочий тяговий опір плуга $R_{пл}$, кН	28,21	29,36	31,37	29,02	30,82	33,15
Коефіцієнт використання тягового зусилля трактора, $\eta_{т.з}$	0,50	0,63	0,84	0,59	0,78	—
Змінна продуктивність агрегату, $W_{зм}$, га/зм	10,49	12,34	14,85	11,83	14,22	—

Аналіз результатів розрахунків, наведених у таблиці 3.1, показує, що для орного агрегату, який складається з трактора Claas Axion 850 та плуга LEMKEN DIAMANT 11V, найефективніший режим роботи досягається на передачі 6 діапазону В. У цьому режимі забезпечується майже найвищий коефіцієнт використання тягового зусилля трактора (0,84) та максимальна змінна продуктивність агрегату – до 14,85 га/зм при роботі з вісьмома корпусами плуга. Однак, робота агрегату на передачі 3 діапазону С забезпечується найвищий коефіцієнт використання тягового зусилля трактора (до 0,90) та близьку до максимальної змінну продуктивність агрегату – до 14,61 га/зм при роботі з сімома корпусами плуга. Слід зазначити, що в даному режимі роботи робочий тяговий опір плуга є менши та становить 29,01 кН, що може свідчити про меншу витрату палива.

На підставі даних з таблиці 3.1 нами було побудовано графіки залежностей коефіцієнта використання тягового зусилля трактора від передачі на якій він працює та кількості корпусів плуга (рис. 3.1.), а також змінної продуктивності агрегату від передачі на якій він працює та кількості корпусів плуга (рис. 3.2.).

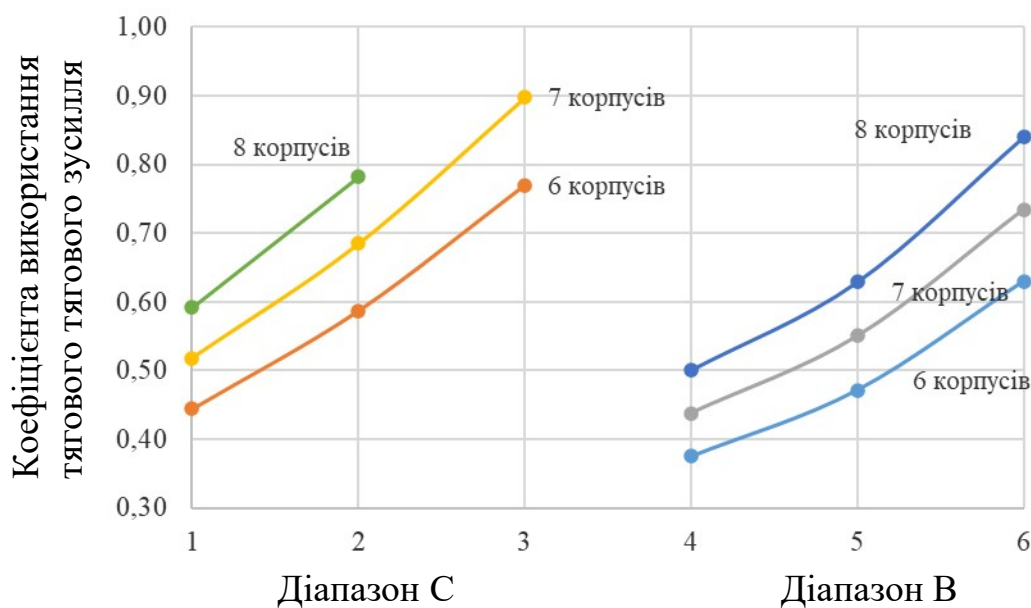


Рисунок 3.1 – Залежності зміни коефіцієнта використання тягового зусилля трактора від вибраної передачі

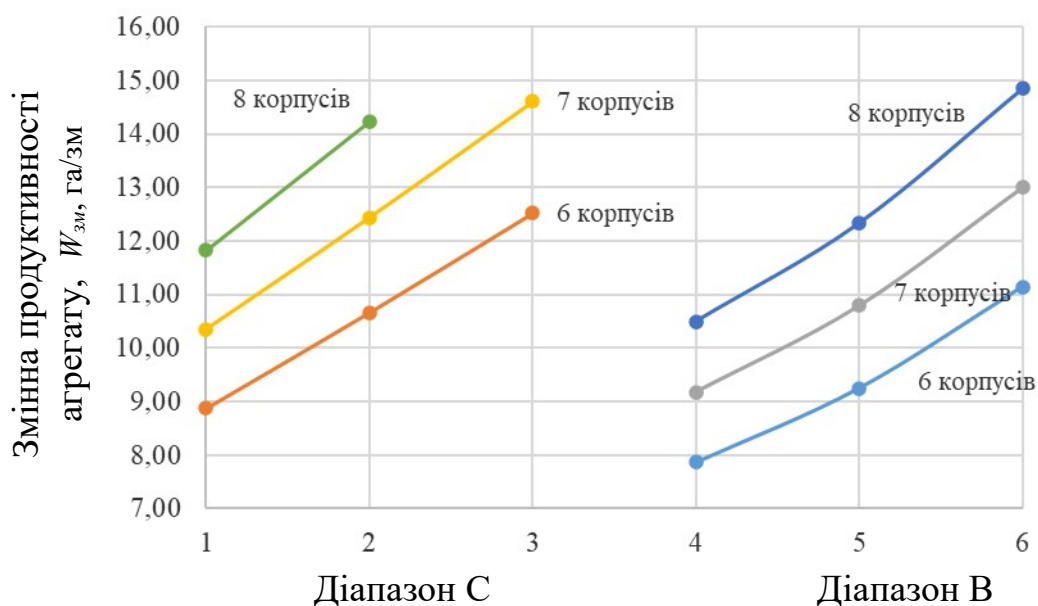


Рисунок 3.2 – Залежності зміни продуктивності агрегата від вибраної передачі та кількості корпусів плуга

Таким чином, оптимальним для даних умов СФГ «Семигинівське» є використання орного агрегату з сімома корпусами на 6 передачі діапазону С або вісьмома корпусами на 3 передачі діапазону С, що забезпечує найвищу ефективність роботи при збереженні належної якості оранки.

Висновки до розділу 3

1. На основі проведених розрахунків визначено оптимальні параметри складу та режиму роботи орного агрегату, який складається з трактора Claas Axion 850 та плуга LEMKEN DIAMANT 11V. Встановлено, що агрегат забезпечує ефективну роботу в діапазоні швидкостей 6–10 км/год, що відповідає агротехнічним вимогам до виконання оранки.

2. Розрахунки тягового зусилля, питомого опору та кількості корпусів плуга показали, що для умов господарства доцільно використовувати 7–8 корпусів, що забезпечує оптимальне співвідношення між навантаженням на трактор і якістю обробітку ґрунту.

3. Аналіз результатів показав, що найефективніший режим роботи агрегату досягається на 6 передачі діапазону В або 3 передачі діапазону С. У цих режимах коефіцієнт використання тягового зусилля трактора становить 0,84–0,90, а змінна продуктивність агрегату досягає 14,6–14,9 га/зм, що свідчить про високий рівень ефективності роботи.

4. Отримані результати дозволяють зробити висновок, що використання орного агрегату Claas Axion 850 з плугом LEMKEN DIAMANT 11V у зазначених режимах є технічно та економічно доцільним. Це забезпечує раціональне використання тягового потенціалу трактора, зменшення витрат палива і підвищення продуктивності праці при збереженні якості оранки.

4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ ДОВКІЛЛЯ

4.1. Аналіз умов праці, побуту і профілактики травматизму у підприємстві

СФГ «Семигинівське» розташоване у сприятливих кліматичних умовах південно-східної частини Стрийського району Львівської області. Господарство спеціалізується на вирощуванні зернових, технічних культур і багаторічних трав. Основні роботи виконуються механізовано із використанням тракторів Claas, МТЗ, ХТЗ, комбайнів Claas Tucano, КСК-100, а також ґрунтообробних агрегатів LEMKEN та вітчизняних машин

Характер трудової діяльності у господарстві пов'язаний із сезонністю виробництва, підвищеними фізичними навантаженнями, впливом погодних умов і роботою з технікою підвищеної небезпеки. Основними небезпечними факторами є рухомі частини машин, шум, вібрація, вихлопні гази, запиленість повітря, а також ризик наїзду транспортних засобів під час польових робіт.

З метою забезпечення безпечних умов праці у господарстві впроваджено комплекс організаційних і технічних заходів [4, 8, 10]:

- проведення вступного, первинного та періодичного інструктажів з охорони праці;
- обов'язкове навчання трактористів і механізаторів правилам безпечної експлуатації техніки;
- технічний огляд машин і агрегатів перед початком польових робіт;
- забезпечення працівників спецодягом, засобами індивідуального захисту (рукавиці, захисні окуляри, респіратори, навушники);
- облаштування побутових приміщень -гардеробних, душових, їдалень і кімнат відпочинку;
- контроль дотримання санітарних норм і режиму праці.

Профілактика травматизму здійснюється шляхом планових інструктажів, проведення навчань із надання першої медичної допомоги, регулярних перевірок технічного стану машинно-тракторного парку. В господарстві ведеться облік і аналіз випадків травматизму, а також розробляються заходи для недопущення повторних випадків.

Загалом умови праці у СФГ «Семигинівське» можна оцінити як задовільні: більшість робіт механізовано, а система охорони праці функціонує відповідно до вимог законодавства України.

4.2. Аналіз стану фінансування заходів з охорони праці

Фінансування заходів з охорони праці у СФГ «Семигинівське» здійснюється за рахунок власних коштів господарства відповідно до статті 19 Закону України «Про охорону праці». Щороку передбачаються витрати на:

- проведення навчання, перевірку знань і атестацію працівників;
- придбання засобів індивідуального захисту та спецодягу;
- утримання побутових приміщень, душових і кімнат відпочинку;
- медичні огляди працівників, зайнятих на важких роботах;
- технічне обслуговування і ремонт обладнання, огороження рухомих частин машин;
- оновлення інструкцій з охорони праці, плакатів і попереджувальних знаків.

Частка витрат на охорону праці у структурі загальних виробничих витрат становить близько 0,5–1 %, що відповідає середнім показникам по галузі. За останні роки господарство збільшило фінансування на придбання сучасних засобів індивідуального захисту, а також на вдосконалення вентиляційних і освітлювальних систем у виробничих приміщеннях.

Планові перевірки стану охорони праці та аналіз фінансування засвідчують позитивну динаміку: зменшення кількості порушень і підвищення рівня виробничої безпеки.

Таблиця 4.1 – Комплексні заходи з охорони праці та їх вартість

Назва заходів	Вартість робіт, тис.грн.	Строки виконання	Відповідальний
Проводити атестацію робочих місць за умовами праці, та за її результатами вживати заходи щодо покращення умов праці та надання відповідних пільг і компенсацій	8,2	Січень-лютий	Головний бухгалтер
Забезпечити за рахунок коштів підприємства своєчасну заміну або ремонт спецодягу, його прання та дезинфекцію.	12,5	періодично	Інженер з ОП.
Організувати за рахунок коштів підприємства періодичний та позачерговий медичний огляд.	16,0	червень	Інженер з ОП
Забезпечити працівників, які працюють на роботах із шкідливими умовами праці, лікувально-профілактичним харчуванням.	25,0	Впродовж року	Зав. лабораторією
Виділити кошти на цільове навчання з охорони праці відповідальних осіб.	18,4	березень	Гол. бух.
Придбання періодичної та спеціальної літератури з охорони праці.	6,0	Січень	Інженер з ОП

4.3. Захист цивільного населення

Система цивільного захисту у СФГ «Семигинівське» організована відповідно до Кодексу цивільного захисту України. Вона включає заходи, спрямовані на захист працівників і населення в разі надзвичайних ситуацій природного чи техногенного характеру.

До основних заходів цивільного захисту належать [1, 9]:

- розроблення плану дій у разі виникнення надзвичайної ситуації (пожежі, витоку ПММ, ураження електричним струмом тощо);
- створення добровільної пожежної дружини;
- забезпечення приміщень вогнегасниками, пожежними щитами, рукавами та засобами зв'язку;
- проведення протипожежних інструктажів;
- організація евакуаційних шляхів та місць збору персоналу;
- навчання працівників правилам дій у надзвичайних ситуаціях і користуванню первинними засобами пожежогасіння.

У господарстві облаштовано пожежні водойми, наявні ємності для зберігання води, а також проведено ревізію електрообладнання для зниження ризику коротких замикань. Підприємство співпрацює з місцевими підрозділами ДСНС, а керівник призначений відповідальним за стан цивільного захисту та пожежної безпеки.

4.4. Захист довкілля

Господарська діяльність СФГ «Семигинівське» здійснюється з дотриманням вимог екологічної безпеки, що визначені Законом України «Про охорону навколишнього природного середовища». Основна увага приділяється раціональному використанню земельних ресурсів, збереженню родючості ґрунтів і мінімізації негативного впливу техніки на довкілля.

У господарстві впроваджено такі природоохоронні заходи [21]:

- дотримання сівозмін і чергування культур для запобігання виснаженню ґрунту;
- проведення агротехнічних заходів із попередження ерозії;
- використання органічних добрив і регульованого внесення мінеральних добрив з урахуванням агрохімічного стану ґрунтів;
- технічне обслуговування машин для запобігання витокам палива та мастил;
- збір і утилізація відпрацьованих масел, акумуляторів, шин;
- контроль рівня шкідливих викидів техніки;
- дотримання правил зберігання пестицидів і гербіцидів у спеціально обладнаних приміщеннях.

Крім того, підприємство бере участь у заходах зі заліснення деградованих ділянок і відновлення природної рослинності вздовж польових доріг та водотоків.

У результаті впровадження зазначених заходів діяльність СФГ «Семигинівське» не чинить істотного негативного впливу на навколишнє

природне середовище, а рівень екологічної безпеки відповідає сучасним нормативним вимогам.

Висновки до розділу 4

1. Умови праці у СФГ «Семигинівське» загалом можна оцінити як задовільні. Більшість робіт виконуються механізовано, працівники забезпечені спецодягом та засобами індивідуального захисту, регулярно проводяться інструктажі з охорони праці та перевірки технічного стану машин. Це сприяє зниженню ризику травматизму та підвищенню безпеки під час виконання виробничих процесів.

2. Фінансування заходів з охорони праці у господарстві здійснюється систематично і на належному рівні. Щороку виділяються кошти на навчання працівників, проведення медичних оглядів, закупівлю засобів захисту та удосконалення побутових умов. Такі дії забезпечують виконання вимог законодавства та підтримують стабільний рівень безпеки праці.

3. У СФГ «Семигинівське» функціонує ефективна система цивільного захисту, спрямована на запобігання надзвичайним ситуаціям і мінімізацію їх наслідків. Розроблено план дій на випадок аварій, створено пожежну дружину, обладнано приміщення засобами пожежогасіння та проведено навчання персоналу з дій у надзвичайних ситуаціях.

4. Виробнича діяльність господарства здійснюється з урахуванням екологічних вимог. Упроваджено сівозміни, проводяться заходи проти ерозії, здійснюється контроль за технічним станом машин, організовано утилізацію відпрацьованих мастил і акумуляторів. Це дозволяє знизити негативний вплив на довкілля та забезпечити раціональне використання природних ресурсів.

5. ВАРТІСНЕ ОЦІНЕННЯ ПОКАЗНИКІВ ЕКСПЛУАТАЦІЙНИХ ВИТРАТ НА ВИКОНАННЯ РОБОТИ ОРНОГО АГРЕГАТА

Впродовж усього періоду роботи орного агрегату (трактора Claas Axion 850 та плуга LEMKEN DIAMANT 11V) на полі господарство несе наступні витрати: 1) експлуатаційні витрати; 2) втрати через несвоєчасність збиральних робіт.

Питомі експлуатаційні витрати на одиницю виконаної агрегатом роботи (грн/га), визначають [2, 15, 17, 18]:

$$C_v = C_1 + C_2 + C_3 + C_4 \quad (5.1)$$

де C_1 – оплата праці персоналу, який обслуговує агрегат, грн/га;

C_2 – вартість витрачених паливно-мастильних матеріалів, грн/га;

C_3 – відрахування на реновацію машини, грн/га;

C_4 – відрахування на ремонт та технічне обслуговування, грн/га.

Оплата праці обслуговуючого персоналу дорівнює, грн/га;

$$C_1 = \frac{n_1 \cdot T_1 + n_2 \cdot T_2 + \dots + n_6 \cdot T_6}{W_{\text{год}}} \quad (5.2)$$

де $n_1, n_2, \dots, n_6$ – чисельність працівників, які обслуговують агрегат,

окремо за кожною кваліфікацією (розрядом);

$T_1, T_2, \dots, T_6$ – годинна оплата праці, грн./год [19];

$W_{\text{год}}$ – годинна продуктивність агрегату, га/год [22, 23].

Вартість паливно-мастильних матеріалів:

$$C_2 = C_K \cdot G_{\Pi} \quad (5.3)$$

де C_K – комплексна ціна одного кілограма палива, грн/га;

G_{Π} – погектарна витрата палива агрегатом, кг.

Питомі витрати на амортизацію агрегату:

$$C_3 = \frac{B_K \cdot a_K \cdot k_r}{100 \cdot S_c} \quad (5.4)$$

де B_K – балансова вартість трактора та с.г. машини, грн;

a_K – відсоток відрахування на реновацію, %;

k_r – коефіцієнт зайнятості;

S_c – сезонна площа обробітку, га.

Питомі відрахування на ремонт і технічне обслуговування становлять:

$$C_4 = \frac{B_K \cdot P_K}{W_K^{zod} \cdot T_K} \quad (5.5)$$

де P_K – відсоток відрахувань на ремонт і технічне обслуговування для трактора Claas Axion 850 $P_K = 12,5\%$ та плуга LEMKEN DIAMANT 11V $P_K = 20\%$;

W_K^{zod} – годинна продуктивність агрегату, га/год;

T_K – нормативне річне завантаження r -ї машини для трактора Claas Axion 850 – 1300 год та плуга – 110 год [17].

Наведемо приклад визначення питомих експлуатаційних витрат підприємства для означеного орного агрегата. Зазначимо, що площа, на якій виконується операція становить 300 га.

За формулою (5.2) визначаємо питомі витрати коштів на оплату праці тракториста.

$$C_1 = \frac{1 \cdot 149,66}{1,64} = 91,26 \text{ грн/га.}$$

Вартість паливно-мастильних матеріалів визначаємо за формулою (5.3):

$$C_2 = 55 \cdot 20,5 + 450 \cdot 0,1 = 1172,50 \text{ грн/га;}$$

Питомі відрахування на амортизацію визначаємо за формулою (6.4).
 Норма відрахувань на амортизацію приймаємо для трактора Claas Axion 850 $a_k=15\%$ та для плуга LEMKEN DIAMANT 11V $a_k=10\%$; коефіцієнт зайнятості для трактора $k_r = 0,134$ для с.г. машини $k_r = 1$ [15, 17, 18]:

для трактора

$$C_{31} = \frac{5250000 \cdot 15 \cdot 0,134}{100 \cdot 300} = 351,75 \text{ грн/га};$$

для плуга

$$C_{32} = \frac{1315000 \cdot 10 \cdot 1}{100 \cdot 300} = 438,33 \text{ грн/га}.$$

Питомі відрахування на ремонт і технічне обслуговування становлять:

для трактора

$$C_{41} = \frac{5250000 \cdot 0,125}{1,64 \cdot 1300} = 307,81 \text{ грн/га};$$

для плуга

$$C_{42} = \frac{1315000 \cdot 0,2}{1,64 \cdot 250} = 641,46 \text{ грн/га}.$$

Тоді, питомі експлуатаційні витрати господарства на роботу орного агрегата в умовах СФГ «Семигинівське» Стрийського району Львівської області на площі 300 га становлять:

$$C_v = 91,26 + 1172,50 + 790,08 + 949,27 = 3003,11 \text{ грн/га}.$$

Отже, виконання вищенаведених розрахунків дає змогу встановити питомі експлуатаційні витрати коштів на виконання викопування картоплі. Сумарна потреба у коштах для виконання вищезазначеної операції в умовах СФГ «Семигинівське» Стрийського району Львівської області становить 900933,70 грн.

Встановлені показники експлуатаційних витрат підприємства дають змогу оцінити ефективність даної технологічної операції

Висновки до розділу 5

1. Проведено розрахунок питомих експлуатаційних витрат орного агрегату, який складається з трактора Claas Axion 850 та плуга LEMKEN DIAMANT 11V. До складу цих витрат входять оплата праці персоналу, витрати на паливно-мастильні матеріали, амортизаційні відрахування, а також витрати на ремонт і технічне обслуговування машин.

2. Визначено, що рівень експлуатаційних витрат залежить від площі обробітку, коефіцієнта завантаження машин, їх технічного стану та організації роботи агрегату. Застосування системного підходу до планування та розрахунку витрат забезпечує більш точне визначення собівартості виконання технологічних операцій.

3. Результати розрахунків показали, що питомі експлуатаційні витрати на роботу орного агрегату в умовах СФГ «Семигинівське» становлять певну економічно обґрунтовану величину, що дозволяє оцінити ефективність використання техніки та планувати витрати на майбутні сезони.

4. Отримані показники витрат дають змогу встановити загальну потребу у фінансових ресурсах для виконання операції на площі 300 га, яка склала 900933,70 грн. Це свідчить про доцільність використання сучасної техніки та необхідність постійного аналізу експлуатаційних витрат з метою підвищення ефективності виробничих процесів у господарстві.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ТА РЕКОМЕНДАЦІЇ

1. СФГ «Семигинівське» має достатню площу земельних угідь (795 га), з яких 94 % становить рілля. Господарство спеціалізується на вирощуванні зернових і кормових культур, дотримується сівозмін та впроваджує ґрунтозахисні технології. Таке поєднання сприяє підтриманню родючості ґрунтів і стабільності виробництва.

2. Технічне забезпечення господарства є задовільним: наявні сучасні трактори (Claas Axion 850, MTЗ-892, ХТЗ-150К-09) і широка номенклатура ґрунтообробної техніки (плуги Lemken, культиватори, обприскувачі Amazone тощо). Проте близько 75 % тракторів відпрацювали свій моторесурс, що негативно впливає на своєчасність проведення польових робіт.

3. Застосування системного підходу дає можливість розглядати процес обробітку ґрунту як цілісну виробничу систему, що включає сукупність взаємопов'язаних елементів – поля, техніку, персонал, інфраструктуру та зовнішні умови. Такий підхід дозволяє обґрунтувати оптимальні параметри КГМ для конкретних господарських умов і підвищити ефективність їх використання.

4. На ефективність механізованих процесів у рільництві впливає комплекс чинників різного походження – від природно-кліматичних до організаційно-технологічних. Їх взаємодія визначає продуктивність, якість і своєчасність виконання робіт. Найбільший вплив мають агрометеорологічні умови, стан ґрунту, технічні характеристики машин та рівень організації виробничих процесів.

5. Формалізація впливу чинників у вигляді функціональної залежності дозволяє систематизувати процес оцінювання ефективності механізованого обробітку ґрунту. Це створює основу для розроблення математичних моделей оптимізації параметрів КГМ та управління виробничими системами в аграрному секторі.

6. Раціональна організація технологічного процесу оранки, правильне агрегування плугів із тракторами, вибір оптимальної схеми руху та

дотримання агротехнічних вимог (глибина, рівномірність, якість розпушування і загортання решток) забезпечують високу якість обробітку ґрунту, підвищують урожайність культур і сприяють енергоощадності механізованих процесів у рільництві.

7. На основі проведених розрахунків визначено оптимальні параметри складу та режиму роботи орного агрегату, який складається з трактора Claas Axion 850 та плуга LEMKEN DIAMANT 11V. Встановлено, що агрегат забезпечує ефективну роботу в діапазоні швидкостей 6–10 км/год, що відповідає агротехнічним вимогам до виконання оранки.

8. Отримані результати дозволяють зробити висновок, що використання орного агрегату Claas Axion 850 з плугом LEMKEN DIAMANT 11V у зазначених режимах є технічно та економічно доцільним. Це забезпечує раціональне використання тягового потенціалу трактора, зменшення витрат палива і підвищення продуктивності праці при збереженні якості оранки.

9. Умови праці у СФГ «Семигинівське» загалом можна оцінити як задовільні. Більшість робіт виконуються механізовано, працівники забезпечені спецодягом та засобами індивідуального захисту, регулярно проводяться інструктажі з охорони праці та перевірки технічного стану машин. Це сприяє зниженню ризику травматизму та підвищенню безпеки під час виконання виробничих процесів.

10. Отримані показники питомих експлуатаційних витрат орного агрегату, який складається з трактора Claas Axion 850 та плуга LEMKEN DIAMANT 11V дають змогу встановити загальну потребу у фінансових ресурсах для виконання операції на площі 300 га, яка склала 900933,70 грн. Це свідчить про доцільність використання сучасної техніки та необхідність постійного аналізу експлуатаційних витрат з метою підвищення ефективності виробничих процесів у господарстві.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Бикова О.В. та ін. Основи цивільного захисту: Навч. посібник; / За заг. ред. канд. іст. Наук М.В. Болотських; МНС України, Ун-тет цивільного захисту України, Ін-тут держ. упр. у сфері цивільного захсту. Київ, 2008. 223с.
2. Бізнес-план розвитку сільськогосподарського підприємства: Навчальний посібник / В.І. Дробот, В.П. Мартянов, М.Ф. Соловійов, А.В. Токар, В.Й. Шиян. Київ.: Мета, 2003. 336с.
3. Бізнес-план розвитку сільськогосподарського підприємства: Начвльний посібник / В.І. Дробот, В.П. Мартянов, М.Ф. Соловійов, А.В. Токар, В.Й. Шиян. Київ: Мета, 2003. 336с.
4. Гряник Г.М Охорона праці / Гряник Г.М. та ін. Київ: Урожай, 2004. 272 с.
5. Державна служба статистики України. URL: www.ukrstat.gov.ua (дата звернення: 8.09.2025).
6. Довідник з машиновикористання в землеробстві / За ред. В. І. Пастухова. Харків: "Веста" 2001. 347 с.
7. Експлуатація машин і оладнання: навчально-методичний комплекс [навч. посіб. Для студетів інженерних спеціальностей осв.-кваліф. Рівня «Бакалавр»] / І.М. Бендера, В.П. Грубий, П.І. Роздорожнюк та ін. ; за ред. І.М. Бендери, В.П. Грубого, П.І. Роздорожнюка. Кам'янець-Подільський: ФОП Сисин Я.І., 2013. 576 с.
8. Жидецький В.Ц., Джигирей В.С., Мельников О.В. Основи охорони праці. Підручник. Вид. 5-те, доп. Львів: Афіша, 2000. 350 с.
9. Закон України Про правові засади цивільного захисту. N 1859-IV URL : <http://zakon.rada.gov.ua/> (дата звернення: 12.10.2024)..
10. Лехман С.Д. та ін. Запобігання аварійності і травматизму у сільському господарстві / С.Д. Лехман, В.І. Рубльов, Б.І. Рябцев. Київ: Урожай, 2003. 272с.

11. Лихочвор В. В., Петриченко В. Ф. Рослинництво. Нові технології вирощування польових культур: підручник. 5-те вид., виправ., допов. Львів: НВФ «Українські технології», 2020. 806 с.

12. Луб П.М. Обґрунтування параметрів комплексу ґрунтообробних машин сільськогосподарського підприємства. Автореф. дис... к.т.н. : Львів, 2006. 20 с.

13. Луб П.М., Шарибура А.О., Пташник В.В., Пукас В.Л., Шелест Т.М. Статистичне імітаційне моделювання та управління часом у проектах із турбулентним середовищем. Вісник Національного технічного університету "ХПІ". Сер. : Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проектами = Bulletin of the National Technical University "KhPI". Ser. : Strategic management, portfolio, program and project management : зб. наук. пр. – Харків : НТУ "ХПІ", 2021. – № 1 (3). – С. 48-54. DOI: 10.20998/2413-3000.2021.3.7

14. Луб П.М., Шарибура А.О., Тригуба І.Л., Пукас В.Л. Управління проектами технологічних систем вирощування сільськогосподарських культур. Вісник національного технічного університету «ХПІ». Збірник наукових праць. Серія: Стратегічне управління, управління портфелями, програмами та проектами. – Х. НТУ «ХПІ». – 2016. – №2(1174). – С. 81-85. doi.org/10.20998/2413-3000.2016.1174.18

15. Марченко В. Методика визначення показників економічної ефективності використання комплексів машин та машинно-тракторного парку. Збірник наук.пр. НАУ. Механізац. с.г. вир-ва. Т.XIV. 2003. С.189-194.

16. Наукові основи агропромислового виробництва в зоні Полісся і західного регіону України / [редкол. : М. В. Зубець (гол. редколегії) та ін.]. Київ : Урожай, 2004. 560 с.

17. Про затвердження Методики очислення вартості машино-дня та збитків від простою машин” постанова Кабінету міністрів України від 12 липня 2004 р. N 885. URL: <http://zakon.rada.gov.ua/>(дата звернення 14.11.2025 р.).

18. Прокопишак К., Гавука І., Яців С. Методика складання бізнес-плану для підприємств АПК: Методичні рекомендації для студентів механі-

зації сільського господарства очної та заочної форм навчання. Львів, 2003.

19. Регулювання робочого часу сільськогосподарських працівників. Всеукраїнська асоціація кадровиків. URL: <http://www.kadrovik.ua> дата звернення 20.11.2025р.).

20. Сидорчук О.В. Системно-технологічні засади обґрунтування комплексу ґрунтообробних машин. Монографія. Львів: СПОЛОМ, 2007. 132 с.

21. Ткачук О.П., Шкатула Ю.М., Тітаренко О.М. Сільськогосподарська екологія: навчальний посібник. Вінниця: ВНАУ, 2020. 542 с.

22. Типові норми продуктивності машин і витрат палива на передпосівному обробітку ґрунту / [В. В. Вітвіцький, І. М. Демчак, В. С. Пивовар та ін.]. Київ : НДІ „Укراгропромпродуктивність”, 2005. 672 с.

23. Типові норми продуктивності та витрати палива на тракторно-транспортних роботах / [В. В. Вітвіцький, Ю. Я. Лузан, Л. І. Кучеренко та ін.]. Київ : НДІ „Украгропромпродуктивність”, 2007. 672 с.

24. Шарибура А.О., Левчук О.В., Рис В.І., Барабаш Р.І. Визначення складу і режиму роботи орного агрегату. Методичні рекомендації до виконання практичної роботи здобувачами першого (бакалаврського) рівня вищої освіти з дисципліни «ЕКСПЛУАТАЦІЯ МАШИН В РОСЛИННИЦТВІ». Дубляни, 2023. 14 с.

25. Шкільов О.В. Бізнес-план підприємства / Шкільов О.В. Київ : Інститут аграрної економіки УААН. 2010. 38с.