

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ТАВРІЙСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРОТЕХНОЛОГІЧНИЙ
УНІВЕРСИТЕТ ІМЕНІ ДМИТРА МОТОРНОГО**

Чорна Т. С., Кувачов В. П., Мітков В. Б.

**МЕХАНІЗОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ
ВИРОБНИЦТВА
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ
ПРОДУКЦІЇ
(рослинництво)**

**Посібник-практикум для виконання лабораторних робіт
для здобувачів ступеня вищої освіти «Бакалавр»
спеціальності 208 – «Агроінженерія»**



Мелітополь, 2020

УДК 631.3:633(076)

Ч75

Рекомендовано Вченою радою механіко-технологічного факультету Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного

(Протокол №7 від 09 червня 2020 року)

Рецензенти:

Скляр Р.В. – к.т.н., доцент кафедри технічного сервісу та систем в АПК, ТДАТУ;

Чижиков І.О. – к.т.н., доцент кафедри сільськогосподарських машин, ТДАТУ;

Чорна Т.С.

Ч75

Механізовані технології виробництва сільськогосподарської продукції (рослинництво): посібник-практикум для виконання лабораторних робіт / Т. С. Чорна, В. Б. Мітков, В. П. Кувачов – Мелітополь: Люкс, 2020. – 124 с.

Посібник-практикум призначено для вивчення та практичного застосування знань з основ механізованих технологій вирощування польових культур. Розглянуто тенденції розвитку, особливості проведення типових технологічних операцій, а також значну увагу приділено оцінюванню їх якості. Посібник-практикум призначений для магістрів, аспірантів і наукових співробітників, які здійснюють свою діяльність як у сільськогосподарській, так і інших галузях народного господарства.

© Чорна Т.С., Мітков В.Б., Кувачов В.П., 2020

© Люкс, 2020

ЗМІСТ

Мета та завдання навчальної дисципліни.....	4
Загальні вказівки	6
Безпека праці здобувачів вищої освіти при виконанні лабораторних робіт	7
Лабораторна робота №1 Вивчення конструкції енергетичних засобів і робочих машин, що використовуються при колійній і мостовій системах землеробства	8
Лабораторна робота №2 Визначення продуктивності машинно-тракторного агрегату для поверхневого обробітку ґрунту.....	39
Лабораторна робота №3 Структура і порядок складання технологічних карт на вирощування та збирання польових культур.	50
Лабораторна робота №4 Наладка агрегату і визначення якості посіву просапних культур.....	93
Лабораторна робота №5 Оцінка траєкторних показників руху посівного машинно-тракторного агрегату на базі інтегрального трактору.....	106

МЕТА ТА ЗАВДАННЯ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Вивчення навчальної дисципліни «Механізовані технології виробництва с.-г. продукції» (МТВСГП) потребує від студентів певних знань з основ землеробства, ґрунтознавства, агрохімії, рослинництва, будови й розрахунку сільськогосподарських машин, а також мобільних енергетичних засобів. Саме при вивченні цієї дисципліни відбувається формування майбутнього фахівця – агроінженера.

Метою лабораторних занять з дисципліни «Механізовані технології виробництва с.-г. продукції» є формування у майбутніх фахівців умінь та навичок ефективного використання технічного потенціалу шляхом впровадження нових механізованих технологій в рослинництві та тваринництві, обґрунтування технологій та складу комплексів машин для їх реалізації, в залежності від поставленої мети та умов, з урахуванням питань екології й охорони навколишнього середовища, в господарствах різних організаційних форм власності, з метою підвищення продуктивності праці і зниження собівартості продукції.

Після вивчення навчальної дисципліни МТВСГП студент повинен *знати*:

- існуючі та нові технології виробництва с.-г. продукції, їх особливості;
- методику проектування технологічних процесів при виробництві с.-г. продукції;
- особливості кожної з технологій та машини для їх реалізації;
- мету та агротехнологічні вимоги до технологічних процесів при виробництві с.-г. продукції;
- шляхи і способи покращання якості отриманої сільськогосподарської продукції;
- заходи щодо недопущення втрат під час виробництва с.-г. продукції;

вміти:

- аналізувати і приймати рішення з обґрунтування та впровадження перспективних технологій у сільськогосподарських підприємствах різних форм власності;
- підбирати комплекс машин для виробництва с.-г. продукції;
- вибирати спосіб обробітку ґрунту;
- проводити контроль якості робіт;
- проводити порівняльне оцінювання і робити раціональний вибір необхідних засобів механізації виробничих процесів, самостійно освоювати конструкції і принцип дії нової с.-г. техніки;
- брати участь у розробленні ефективних технологічних процесів;

володіти:

- навичками вибору технології виробництва продукції с.-г. виробництва в залежності від заданих умов;
- навичками вибору технологічного обладнання для заданого технологічного процесу відповідно до обраної технології;
- методологією прогнозування розвитку галузі та основних напрямів її механізації.

ЗАГАЛЬНІ ВКАЗІВКИ

Під час роботи слід дотримуватись наступної послідовності виконання:

1) користуючись даними методичними вказівками та рекомендованою науково-методичною літературою, опрацювати відповідний розділ лекційного курсу та самостійної роботи;

2) виконати весь запланований об'єм практичних завдань по відповідній лабораторній роботі. В процесі проведення розрахунків по можливості слід якомога більше використовувати ЕОМ. Це дозволяє як звести нанівець помилки обчислень, так і значно збільшити їх (обчислень) об'єм;

3) особливу увагу звернути на аналіз отриманих результатів, їх наукову та практичну інтерпретацію тощо;

4) в процесі виконання того чи іншого завдання намагатися знайти принципову різницю між вже загальновідомими та тими, що тільки вивчаються, явищами, процесами, об'єктами і т. ін.;

5) в процесі творчого осмислення результатів, отриманих в процесі виконання лабораторної роботи, запропонувати конкретне удосконалення розглядуваного технічного рішення та захистити його по закінченні вивчення курсу;

6) при наявності труднощів у сприйнятті матеріалу, що вивчається слід додатково опрацювати літературу і вияснити незрозумілі питання на наступних заняттях чи консультаціях;

7) знання здобувача оцінюються викладачем при складанні іспиту. При розробці нового технічного рішення вибраного проблемного питання на рівні винаходу, студент має право на автоматичне отримання позитивної оцінки з курсу даної дисципліни.

БЕЗПЕКА ПРАЦІ ЗДОБУВАЧІВ ВИЩОЇ ОСВІТИ ПРИ ВИКОНАННІ ЛАБОРАТОРНИХ РОБІТ

1. Загальні вимоги безпеки

1.1. Користувачі ПЕОМ повинні дотримуватися правил внутрішнього трудового розпорядку, установлені режими праці й відпочинку.

1.2. Користувачі ПЕОМ зобов'язані дотримувати правил пожежної безпеки, знати місця розташування первинних засобів пожежогашіння.

1.3. Про кожний нещасний випадок із працівником потерпілий або очевидець нещасних випадків зобов'язаний негайно повідомити ректора або проректора. При несправності устаткування припинити роботу й повідомити адміністрацію.

1.4. У процесі роботи користувачі ПЕОМ повинні дотримуватися правил використання засобів індивідуального й колективного захисту, правил особистої гігієни, утримувати в чистоті робоче місце.

1.5. Особи, що допустили невиконання або порушення інструкції з охорони праці, притягуються до дисциплінарної відповідальності відповідно до правил внутрішнього трудового розпорядку.

2. Вимоги безпеки під час роботи

2.1. При роботі із ПЕОМ значення візуальних параметрів повинні знаходитися в межах оптимального діапазону.

2.2. Клавіатуру розташовувати на поверхні стола на відстані 100...300 мм від краю, зверненого до користувача.

2.3. При працюючому моніторі відстань від очей до екрана повинна бути 0,6...0,7 м, рівень очей повинен припадати на центр екрана або на 2/3 його висоти.

2.4. Зображення на екранах моніторів повинне бути стабільним, яким і гранично чітким, не мати мерехтінь символів і фону, на екранах не повинно бути відблисків і відбиття світильників, вікон і навколишніх предметів.

2.5. Тривалість безперервної роботи із ПЕОМ без регламентованої перерви не повинна перевищувати 2-х годин. Щогодини при роботі слід робити регламентовану перерву тривалістю 15 хв.

Лабораторна робота №1

Тема: Вивчення конструкції енергетичних засобів і робочих машин, що використовуються при колійній і мостовій системах землеробства

Мета роботи: Вивчення будови, призначення та особливостей конструкції засобів механізації для колійного та мостового землеробства

1 ВКАЗІВКИ З САМОПІДГОТОВКИ ДО РОБОТИ

1.1 Завдання для самостійної підготовки

Вивчити:

- астраханська технологія; колійна та мостова системи землеробства; точне землеробство [1, с. 37-41, 121-135, 140-155; 3; 4].

Ознайомитися з:

- конструкцією знаряддя для прокладання постійної технологічної колії;
- будовою пристосування, що застосовуються для паралельного водіння;
- конструкцією агромоствів.

Скласти звіт по роботі:

- номер, найменування та мета роботи;
- класифікацію засобів механізації для колійного та мостового землеробства;
- методику та розрахунок ваги і необхідної потужності мостового енергозасобу.

1.2 Питання для самопідготовки

1.2.1 Система «Controlled Traffic Farming» (CTF).

1.2.2 Суть і особливості обробітку ґрунту с.-г. культур із застосуванням постійної технологічної колії.

1.2.3 Перспективи багаторічної експлуатації постійної технологічної колії.

1.2.4 Постійна технологічна колія як основа переходу до системи точного землеробства.

1.2.5 Розвиток системи мостового землеробства.

1.2.6 Теоретичні основи мостового землеробства.

1.2.7 Агроміст як інженерне обладнання поля.

1.2.8 Енергозберігаючі робочі органи для мостового землеробства.

1.3 Рекомендована література

1. *Надикто В.Т.* Колійна та мостова системи землеробства. Монографія / Надикто В.Т., Улексін В.О. – Мелітополь: ТОВ «Видавничий будинок ММД», 2008.-270 с.

2. *Улексин В.А.* Мостовое земледелие. Монография / Улексин В.А. – Днепропетровск: Пороги, 2008.-224 с.

3. *Кувачов В.П.* Електрифікований агро модуль – ефективне рішення проблем механізації с.-г. виробництва / Кувачов В.П., Куценко Ю.М., Ковальов О.В. // Праці ТДАТУ.-2012. – Вип. 12, том 2.–С.86-92.

4. Кувачов В.П., Митков В.Б., Черная Т.С. Перспективы перехода сельскохозяйственного производства на колёсные и мостовые системы земледелия // Сучасні наукові дослідження на шляху до євроінтеграції: матеріали міжнародного науково-практичного форуму (21-22 червня 2019р.) ТДАТУ. – Мелітополь, 2019. – С. 91-95.

2 ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ РОБОТИ

2.1 Програма роботи

2.1.1. Ознайомитися з особливостями будови, призначення та переваг засобів механізації в колійному та мостовому землеробстві.

2.1.2. Розрахувати необхідну вагу мостового енергозасобу для певних умов його використання.

2.1.3. Розрахувати необхідну потужність енергоустановки мостового засобу для певних умов його використання.

Скласти звіт та захистити роботу.

2.2 Оснащення робочого місця

2.2.1. Робочий зошит.

2.2.2. Обчислювальний пристрій.

2.2.3. Методичні вказівки до виконання роботи.

2.2.4. Експериментальний зразок самохідного мостового енергетехнологічного агрозасобу ТДАТУ.

5. Інструкція з охорони праці (відповідно до ДНАОП 0.00-4.25-98).

2.3 Вказівки по підготовці до роботи.

1. За теоретичними відомостями методичних вказівок ознайомитися з особливостями будови, призначення та перевагами засобів механізації в колійному та мостовому землеробстві.

2. Скласти класифікацію засобів механізації для колійного та мостового землеробства.

3. На підставі вихідних даних, отриманих у викладача, розрахувати вагу та необхідну потужність мостового енергозасобу.

Вихідні умови:

1. Агрофон _____

2. Номінальне тягове зусилля $P_{кр}$, кН _____

3. Коефіцієнт навантаження ведучих коліс λ_k _____

4. Коефіцієнт зчеплення ϕ_k (Додаток Б) _____

4. Коефіцієнт опору перекочування f_k (Додаток Б) _____

5. Швидкість руху $v_{ам}$, м/с (Додаток А) _____

6. Коефіцієнт буксування рушіїв δ_n (Додаток Г) _____

7. Механічний ККД трансмісії $\eta_{тр}$ (Додаток В) _____

2.4 Вказівки по оформленню роботи.

Робота повинна бути оформлена окремим звітом на аркушах формату А4 згідно вимог ДСТ 2.105-95 ЄСКД щодо загальних вимог до текстових документів.

3 МЕТОДИКА ВИКОНАННЯ РОБОТИ

3.1. Теоретичні відомості

Нині практично в усьому світі найбільш актуальною є проблема переущільнення ґрунтів ходовими системами енергетичних засобів та сільськогосподарських машин.

Щільність ґрунту в значній мірі впливає на урожайність культури, а тому показник щільності – об'ємна маса ґрунту повинен знаходитись в допустимих межах. В більшості випадків під впливом ходових систем тракторів і сільськогосподарських машин ґрунт переущільнюється, що негативно впливає на урожайність культур (рис.1). Дослідженнями наукових установ доказано, що щільність ґрунту один з вагомих і вирішальних факторів, які впливають на урожай. Для більшості сільськогосподарських культур оптимальна щільність ґрунту є $1,0...1,3\text{г/см}^3$.



Рис. 1. Структурна схема наслідків ущільнення ґрунту

Щільність ґрунту залежить в значній морі від питомого тиску ходових систем тракторів. Тому світові тенденції вирішення проблеми ущільнення ґрунту спрямовані на зменшення площі слідів рушіїв енергозасобів на полі. Тенденції розвитку технологій обробітку ґрунту та засобів механізації шляхом зменшення площі контакту з полем: багато хаотичних слідів на полі – менше хаотичних слідів – упорядкування слідів – зменшення упорядкованих слідів – відсутність контакту (рис. 2). В традиційному обробітку ґрунту, де використовуються агрегати різної ширини захвату та з різною колією, відсоток покриття площі поля слідами коліс рушіїв становить більше 80% (рис. 2).

Перехід до технологій мінімального обробітку (No-till) зменшує покриття слідами від рушіїв коліс на полі до 46%.


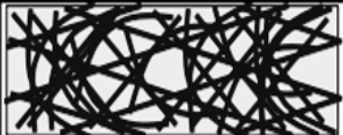






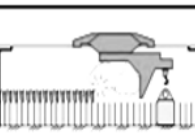

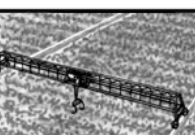
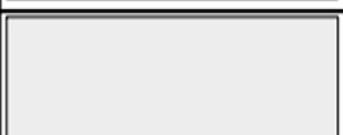
Технологія обробітку ґрунту	Характер взаємодії з полем	Площа покриття поля слідами	Форма і розміщення слідів на полі
Традиційна – багато хаотичних слідів на полі		82%	
Нульова (No-till) - менше хаотичних слідів		46%	
No-till + технологічна колія (СТФ) - упорядкування слідів		14%	
No-till + СТФ + мостовий тягар зменшення упорядкованих слідів		7 - 10%	
No-till + СТФ + з опорами на полі		1%	
No-till + СТФ + агроміст, що не залишає слідів на полі (мостове землеробство)		0%	

Рис. 2. Тенденції розвитку технологій обробітку ґрунту.

Ще більшого ефекту в зменшенні ущільнюючої дії рушіїв коліс ходових систем агрегатів на ґрунт спостерігається в колійній системі землеробства, або як її називають закордонні науковці – Controlled Traffic Farming - CTF «керований рух по полям». Керований рух по коліям дозволяє зменшити покриття площі слідів коліс на полі до 14%.

Якщо реалізувати принципи колійної технології землеробства мостовими тракторами, типу Доулера, BIOTRAC та ін., то площа від слідів їх коліс зменшується до 7...10%. Відмінною особливістю мостових тракторів від інших енергозасобів є те, що вони пересуваються по постійній колії, яка розташована на відстані, рівному їх прольоту, в зоні якій і розміщуються сільськогосподарські знаряддя.

Повне виключення негативного впливу ходових систем на ґрунт можна досягти використанням агромоств, які представляють собою сільськогосподарський агрегат, що базується на парі рушіїв, і який переміщається по напрямних, прокладених уздовж поля.

Розглянемо більш детально засоби механізації, які реалізують основні принципи колійного та мостового землеробства.

Землеробство з використанням постійної технологічної колії – це відокремлення зон руху від зон оброблення рослин. На практиці це означає, що для обробки ґрунту, посадки рослин, обприскування та збирання використовуються одні й ті самі колії для руху МТА. Тобто функціональне призначення площі поля розділяється на плодоносну (агротехнічну) та технологічну (інженерну) зони (рис. 3).

Світовою практикою вже накопичений певний досвід в напрямку вивчення та практичної реалізації системи колійного землеробства. Роботи ведуться в США, Ізраїлі, Австралії, Англії, країнах Західної Європи, в Росії та Україні. Досить часто агрегати комплектуються або на основі модифікованих с.-г. енергетичних засобів, або на базі самохідних агромоств з шириною захвату 6-10 м.



Рис. 3. Рух агрегату та узгодження колій та рушіїв енергозасобів та машин в колійному землеробстві

Вітчизняна наука намагається реалізувати технологію вирощування сільськогосподарських культур із застосуванням ПТК на основі використання як перспективних, так і серійних енергетичних засобів. Так, Українським НДІ ґрунтознавства та агрохімії разом з Харківським СГІ проводилися дослідження по визначенню ефективності застосування постійної технологічної колії на вирощуванні просапних культур. Прокладання ПТК, крок якої становив 5,4 м, здійснювалось одночасно з боронуванням зябу.

З 1989 року дослідження по застосуванню ПТК у сільськогосподарському виробництві проводить Південний філіал ІМЕСГ. Розроблені ним комплекси машин призначені для реалізації колійного землеробства з кроком 8,4 та 12,6 м на вирощуванні просапних, і з кроком 10,5 м на вирощуванні зернових колосових культур. Досліджувані МТА складались як на базі серійних тракторів Т-150 та ЮМЗ-6, так і на основі перспективного модульного енергетичного засобу перемінного тягового класу 2-4 (МЕЗ-200).

Результати багаторічних теоретичних та експериментальних досліджень на вирощуванні сільськогосподарських культур із застосуванням постійної технологічної колії дозволили зробити висновок, що ефективно впровадження нової колійної системи землеробства можливе при виконанні наступних вимог до параметрів ПТК, енергозасобу та технологічної частини МТА.

Вимоги до параметрів постійної технологічної колії:

— прямолінійність слідів ПТК повинна відповідати вимогам (як найбільш суворим) до прямолінійності посівів просапних культур. Згідно агротехнічних вимог відхилення осьової лінії рядка просапних на довжині 50 м не повинне перевищувати 5 см. Дослідження показують, що досягнення на практиці даної вимоги цілком можливе.

— стабільність кроку прокладання ПТК повинна відповідати вимогам до стикових міжрядь просапних культур. Відхилення ширини останніх не повинне перевищувати ± 5 см. Реальні значини середнього квадратичного відхилення кроку ПТК від заданого, як витікає із багаторічних досліджень, можуть вписуватися в ці рамки, якщо енергетичний засіб та МТА на його основі будуть повністю відповідати сформульованим по відношенню до них вимогам (див. нижче).

— прокладання слідів ПТК допустиме на полях зі схилом не більше 3 градусів. У протилежному випадку можлива водна ерозія ґрунту в зоні пролягання слідів постійної технологічної колії. Слід підкреслити, що основна площа полів півдня України відповідає цій вимозі.

Вимоги до енергетичного засобу:

— номінальне тягове зусилля при крокові ПТК 8 м і більше - не менше 30 кН. Дослідженнями встановлено, що найбільш ефективним є варіант вирощування с.-г. культур з ПТК, крок якої 8 м і більше. Для агрегативання ґрунтообробних знарядь з такою шириною захвату потрібен енергетичний засіб, номінальне тягове зусилля якого не менше вищевказаного.

– бажано, щоб ходова система була колісною. У цьому випадку глибина слідів ПТК є більшою і значно рівнішою у поздовжньому напрямку. Останній момент позитивно впливає на плавність ходу енергетичних засобів під час їх руху по ПТК.

– наявність переднього навісного пристрою, конструктивні параметри якого не допускають розвантаження керованих коліс при роботі з фронтальним знаряддям чи машиною.

– компоновка – інтегральна або класична з можливістю руху реверсом. У цьому випадку ймовірність розвантаження керованих коліс енергетичного засобу від впливу тягового опору передньонавісного знаряддя значно зменшується.

– при прокладанні слідів ПТК тиск в шинах повинен бути максимальним. Цим самим забезпечується максимальна значина глибини, а значить і наступного візуального відсліджування слідів ПТК.

– рушії повинні вписуватися в міжряддя вирощуємих просапних культур. Зазначена вимога стосується енергетичних засобів, експлуатація яких планується на вирощуванні просапних культур.

Вимоги до технологічної частини МТА:

– відсутність повороту в горизонтальній площині відносно енергетичного засобу під час руху на гоні. Вільне приєднання технологічної частини МТА до енергетичного засобу являє собою фізичний маятник з його незалежним ступенем вільності. В результаті під час руху агрегату по ПТК причіпне знаряддя завдяки вільним коливанням в горизонтальній площині може загортати її (колії) сліди. Жорстке приєднання технологічної частини МТА до енергетичного засобу позбавлене такої можливості, що є позитивним наслідком з точки зору подальшого руху агрегатів по ПТК.

– технічна здійсненність агрегування спереду чи ззаду та (при необхідності) збоку енергетичного засобу.

– рівність або кратність (з урахуванням перекриття суміжних проходів) конструктивної ширини МТА прийнятому крокові ПТК.

– наявність маркерних пристроїв під час прокладання слідів ПТК. Виліт кожного маркера розраховується з урахуванням кроку технологічної колії.

– наявність передньонавісного розпушувального знаряддя при прокладанні слідів постійної технологічної колії. Дослідженнями встановлено, що для досягнення необхідної глибини слідів ПТК, а також потрібної вирівняності їх в поздовжньому напрямку, спереду агрегату для прокладання слідів технологічної колії повинне бути розміщене знаряддя для розпушення ґрунту. Ширина його захвату (V_p) знаходиться із виразу:

$$V_p \geq V_k + b + 2 \cdot (S + \Delta),$$

де V_k – колія енергетичного засобу;

b – ширина сліду колеса енергетичного засобу;

S – відстань від сліду колії до найближчого робочого органу, при якому колія не загортається ґрунтом. лабораторними дослідженнями встановлено, що значина S повинна бути в межах 20...30 см;

Δ – перекриття між слідами передньонавісного знаряддя та задніми робочими органами МТА;

– наявність пристроїв для запобігання присипання слідів ПТК під час виконання операцій, пов'язаних з обробіткою ґрунту. В протилежному випадку сліди колії можуть бути повністю загорнуті під час проведення, наприклад, культивації ґрунту і стати практично непомітними на час посіву з усіма впливаючими звідси негативними наслідками.

– наявність пристроїв для розпушування слідів постійної технологічної колії на вирощуванні зернових колосових та зернобобових культур.

Узагальнення практичного досвіду показує, що ефективність вирощування сільськогосподарських культур із застосуванням постійної

технологічної колії багато в чому залежить від якості її прокладки. Так, у горизонтальній площині сліди ПТК повинні бути прокладені прямо-лінійно і з заданим кроком. Подовжній профіль їх, щоб уникнути підвищених вертикальних коливань наступних МТА, повинний бути досить вирівняним (рис. 4). Для здійснення посіву тієї або іншої культури без застосування маркерних пристроїв сліди ПТК (на момент проведення цієї операції) повинні бути візуально контрольованими.



Рис. 4. Постійна технологічна колія, сформована після проходу трактора в зораному полі

Відомий спосіб прокладання постійної технологічної колії, який реалізується агрегатом, що складається з транспортного засобу, на передній механізм якого навішена культиваторну приставку, а до заднього приєднано зчіпку борін (рис. 5). Причому, в центральній частині зчіпки на ширині захвату фронтальної культиваторної приставки борони видалено. В процесі реалізації способу борони здійснюють мілке

(6...8 см), а культиваторна приставка – більш глибоке (в 1,5...1,6 рази) розпушування ґрунту. Транспортний засіб, рухаючись по такому агрофону, формує не загорнуті сліди технологічної колії, по якій здійснюється переміщення всіх наступних агрегатів.

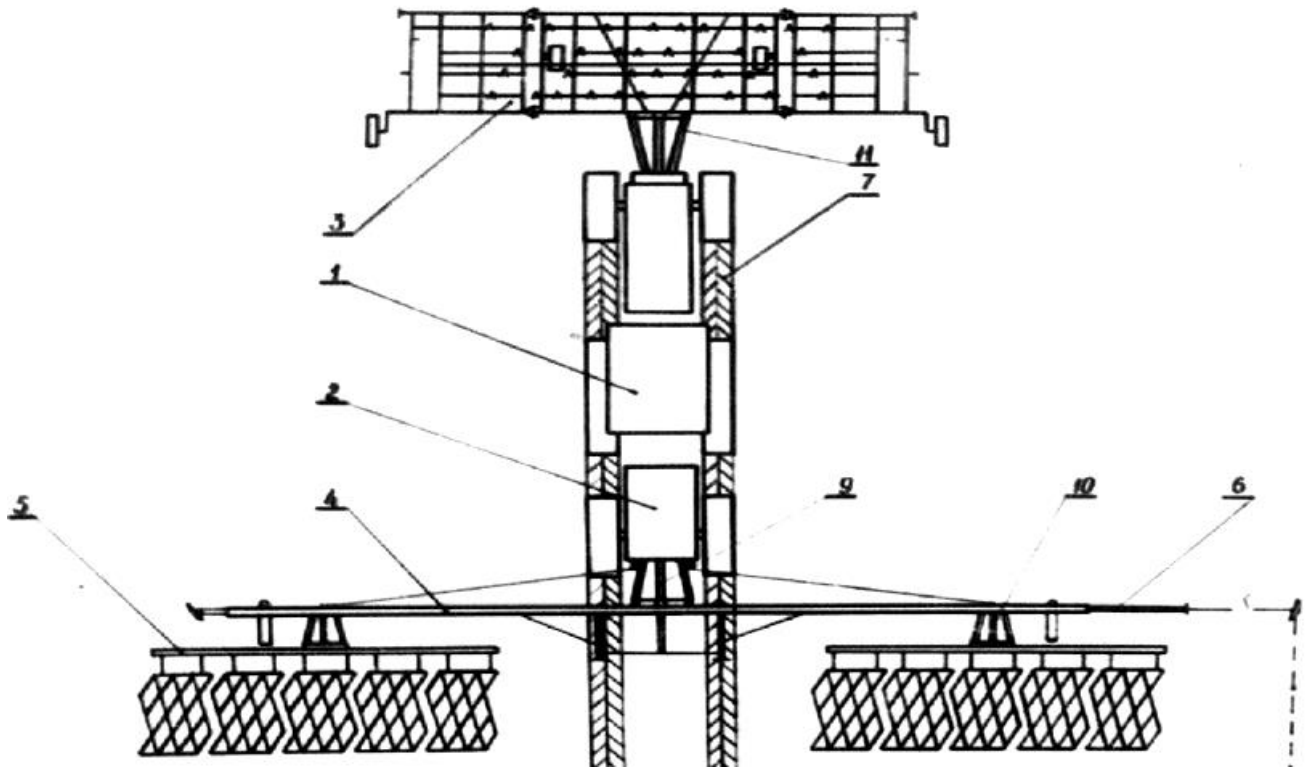


Рис. 5. Агрегат для прокладання слідів ПТК: 1 – енергетичний засіб (ЕМ); 2 – технологічний модуль (ТМ); 3 – передня навісна приставка; 4 – зчіпка; 5 – боронувальна секція; 6 – маркер; 7 – сліди ПТК; 9 – зчіпний пристрій ТМ; 10 – зчіпний пристрій зчіпки; 11 – зчіпний пристрій ЕМ

Основний недолік роботи цього агрегату полягає в тому, що глибина слідів ПТК після проходу транспортного засобу по розпушеному фоні знаходиться на рівні 14...15 см. Цього виявляється недостатньо, оскільки після проходу наступних ґрунтообробних агрегатів (культиваторного, наприклад) сліди ПТК присипаються ґрунтом так, що стають невидимими на момент посіву.

Оскільки сліди постійної технологічної колії прокладаються з заданим кроком, то технологічна частина МТА повинна мати маркери.

З метою більшої вирівняності мікрорельєфу агротехнічного фону прокладання слідів ПТК бажано здійснювати поперек оранки. Однак, у місцях незадовільної злитості останньої можливе виникнення підвищених вертикальних коливань остову використовуваного енергетичного засобу, що приводить не тільки до погіршення умов роботи механізатора, але і до зниження робочої швидкості руху МТА.

Науковці з Південного філіалу ІМЕСГ запропонували метод усунення зазначеного недоліку шляхом розпушування ґрунту перед передніми колесами енергетичного засобу. Для цього передній начіпний пристрій енергозасобу було обладнано приставкою з S-подібними пружинними робочими органами. У якості такої використовували центральну секцію борони-культиватора БП-8, у якого пружинні лапи розвернули на 180° (рис. 6 – 7).



Рис. 6. Переднє навісне знаряддя для прокладання слідів ПТК



Рис. 7. МТА на базі ХТЗ-160 для прокладання слідів ПТК

Для забезпечення прокладки слідів ПТК із заданим кроком у першу чергу необхідно, щоб траєкторія маркерного сліду мала як можна менші відхилення від прямої лінії. Досвід показав, що досягти цього при наявності кутової рухливості технологічної частини МТА в горизонтальній площині щодо енергетичного засобу неможливо. Отже, використовувані сільськогосподарські машини повинні бути начіпними або напівначіпними. При кроці ПТК більш 8 м для їхнього агрегування найбільше підходить зчіпка типу СН-75. Заводський варіант її конструкції передбачає приєднання тільки спереду трактора. Але при прокладці ПТК на передній начіпний механізм останнього, як підкреслювалося вище, навішується вирівнююча приставка. У зв'язку з цим конструкція використовуваної зчіпки повинна передбачати її приєднання як позаду, так і (по можливості) збоку енергетичного засобу.

Реалізувати принципи колійної технології землеробства можна і «нетрадиційними» тракторно-комбайновими технологіями. Відомі конструкції мостових тракторів (мостові трактори Доулера, ВІОТРАС та ін.) (рис. 8 – 10), відмінною рисою яких від інших енергозасобів є те, що вони

пересуваються по постійній колії, яка розташована на відстані, рівному їх прольоту, в зоні якій і розміщуються сільськогосподарські знаряддя.

Нині інтерес до мостових енергозасобів значно зріс. Над створенням агромостів працюють в США, Англії, Японії, Польщі, Голандії, Росії, Україні та інших країнах. Так, наприклад, в Англії фермер Даулер з 1982 року використовує мостовий трактор на площі 94 га. Результати роботи показали, що урожайність вирощуємих культур при цьому збільшилась на 10%, значно зменшилась енергоємність ґрунту і т.д.

В Ізраїлі на базі трактора з двигуном потужністю 180 к.с. розроблено агроміст із захватом 6 м, який застосовується на культивуванні, сівбі, внесенні мінеральних та органічних добрив.

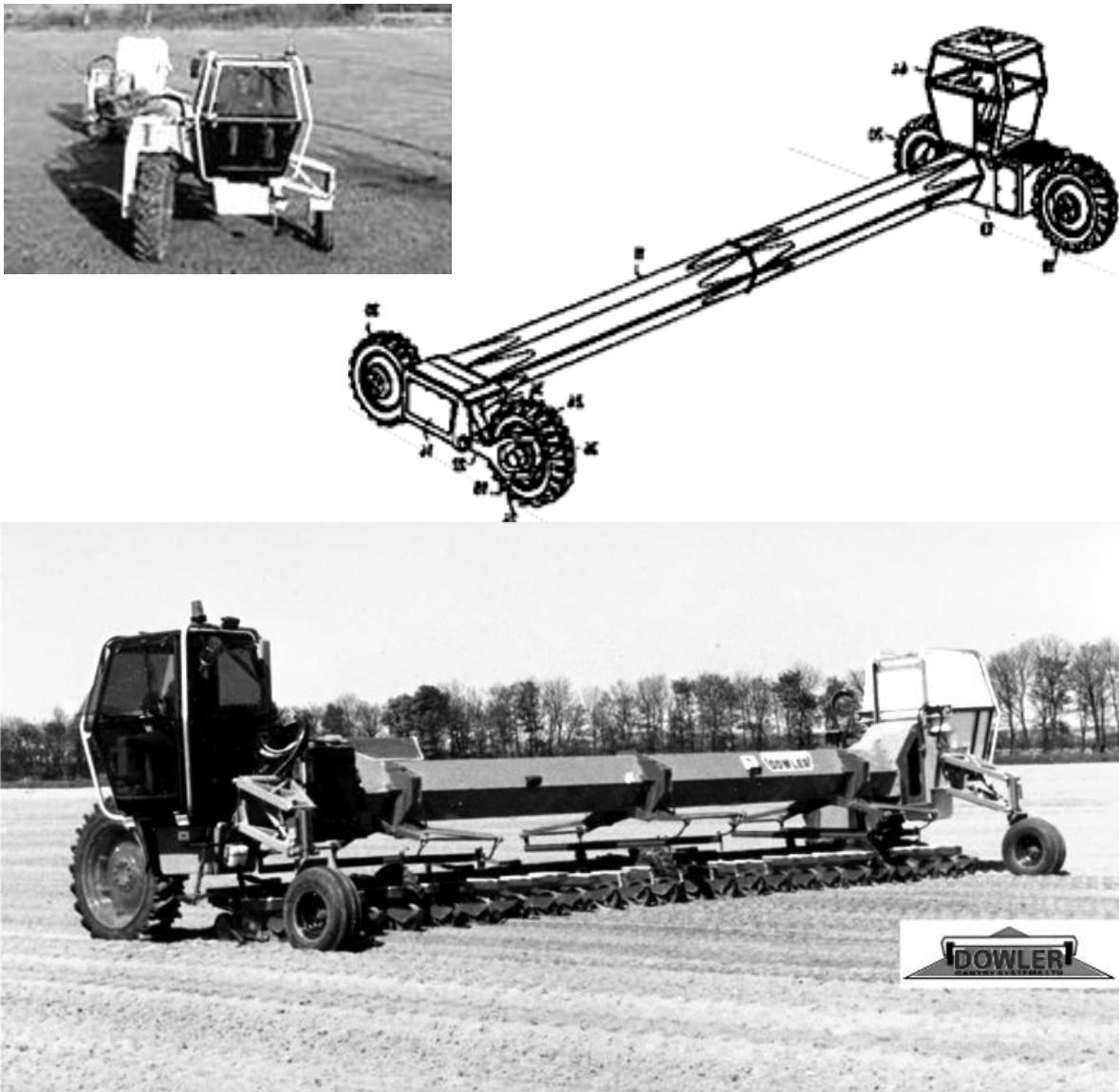


Рис. 8. Мостовий трактор Доулера



Рис. 9. Шведський мостовий трактор BIOTRAC



Рис. 10. Мостовий трактор з шириною прольоту 5,8 метрів

Суттєве вирішення проблеми ущільнення ґрунту можна здійснити використанням мостової системи землеробства, основаної на використанні агромістів.

Агроміст – це потужний сільськогосподарський агрегат, який базується на парі рушіїв, що переміщається по напрямних, прокладе-

них уздовж поля (рис. 11). Він дозволяє не тільки виключити негативний вплив ходових систем на ґрунт, але і впровадити в сільське господарство індустріальні методи виробництва продукції, характерні для промисловості.



Рис. 11. Мостова технологія землеробства

Передумовами широкого впровадження агромостів полягають в наступному:

- ґрунт не підлягає впливу збоку ходової частини агрегату, що практично виключає її будь-яке ущільнення;
- продуктивність праці значно зростає із-за збільшення ширини захвату, швидкості руху, суворого додержання прямолінійного переміщення, можливості цілодобової роботи, використання електроприводу робочих органів, застосування електротехнологій тощо;

– створюється можливість автоматизації всіх технологічних операцій по вирощуванню сільськогосподарських культур в оптимально агротехнічні строки;

– виникають умови для ефективного впровадження програмування урожаїв.

Є і інші переваги, які підтверджують великі потенційні можливості мостових агрегатів. Однак, із-за значної матеріалоемкості та високої вартості перших варіантів агромоостей, а також значних початкових капіталовкладень ці агрегати в свій час не знайшли якого-небудь застосування.

Якщо реально підійти до питання конструювання мостових агрегатів, то його необхідно вирішувати поетапно. На першому етапі в якості енергетичних станцій можна використовувати трактори, а в якості напрямників - ущільнені доріжки чи напрямні борозни (тобто ПТК).

Один із таких агрегатів представлений на рис. 12. Рама 1 з робочими органами шарнірно з'єднується із двома колісними енергетичними засобами 2, які переміщуються по напрямним доріжкам 3 (ПТК).

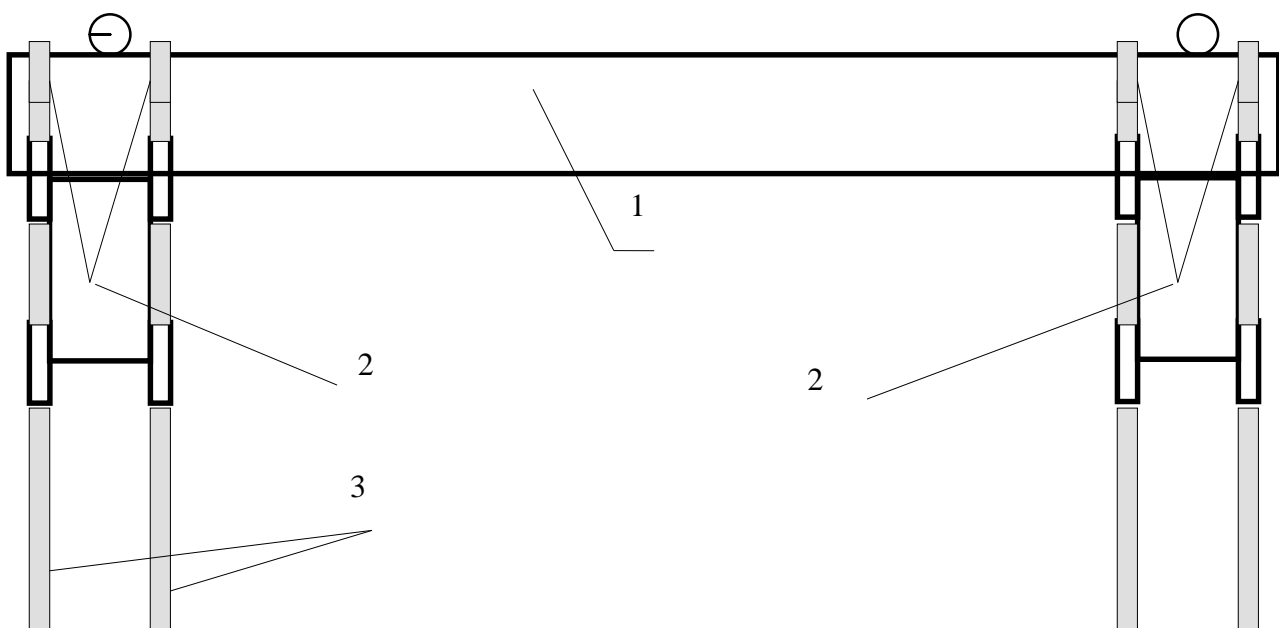


Рис. 12. Схема мостового агрегату на основі мобільних колісних енергетичних засобів та ПТК

При координатному способі руху, коли рама 1 не розвертається, енергетичні засоби в кінці гону роблять синхронний поворот на 90° і переходять на іншу позицію. Таку схему можна використовувати з робочими органами ненаправленої дії (фрезами, боронами, котками тощо).

При роботі агрегату з робочими органами направленої дії (культиватори, сіялки, лушпильники і т.д.) поворот в кінці гону здійснюється наступним чином. Спочатку один енергозасіб розвертає раму на іншу позицію шляхом її розвороту на 180° , а потім другий енергетичний засіб розвертається на такий же кут відносно вертикального шарніру, що з'єднує його з рамою.

Застосування на агрегаті системи дублерного водіння енергозасобом – роботом із кабіни енергозасобу-лідера дозволяє вдвічі скоротити число механізаторів в період польових робіт. Мостовий агрегат, виконаний по розглядуваній або подібній схемі, не потребує великих капітальних витрат і його створення в найближчий час цілком реальне. З допомогою таких агрегатів *першого покоління* можна буде вирішувати задачі створення більш досконалих автоматизованих мостових агротехнічних комплексів (АМАК) (рис. 13).

По суті справи АМАК – це самохідний сільськогосподарський завод, установлений поперек поля чи групи полів по всій його/її (групі) ширині. Заводський корпус АМАК, виконаний із полегшених металоконструкцій та пластику, піднесений над ґрунтом на 2...3 м та з допомогою необхідної кількості опор з електрифікованими ходовими системами установлений на ПТК. Під час роботи він повільно (швидкість руху складає 1...5 км/год) переміщується вздовж поля човниковим способом. В кінці гону він не розвертається, не транспортується з ділянки на ділянку, а демонтується після закінчення ресурсного строку служби, який складає 25...50 років.

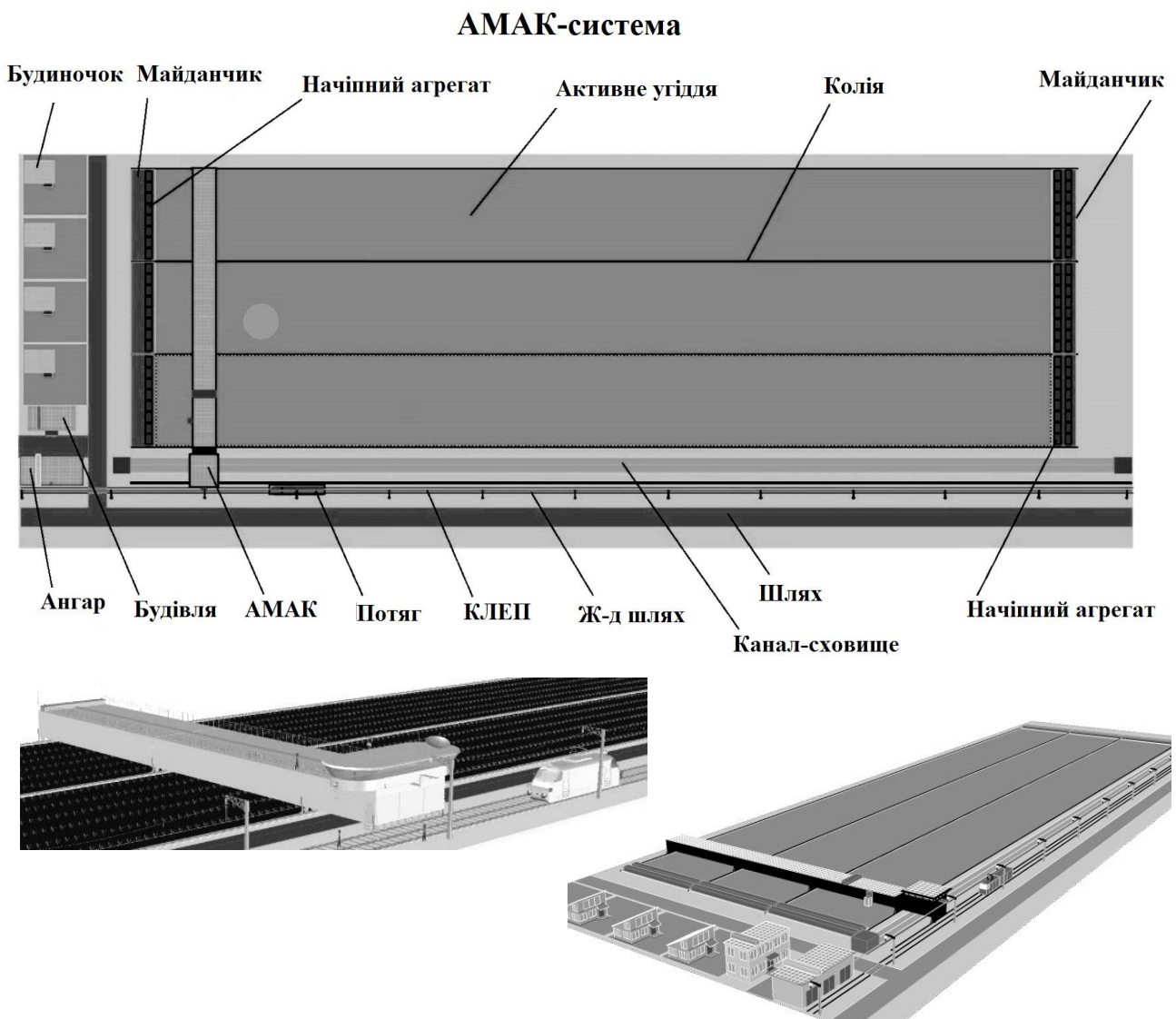


Рис. 13. Автоматизований мостовий агротехнічний комплекс (АМАК)

Як і будь-який завод, АМАК підключений до загальної електромережі, але не стаціонарно, а за допомогою струмознімачів. АМАК має необхідну кількість службових приміщень, в тому числі й гігієнічні.

У вихідній моделі АМАК-системи вирішені питання просторового узгодження транспортування технологічного матеріалу, обслуговуючого персоналу, навісних модулів, збирання та зберігання урожаю, оперативного контролю за технологічним процесом, резервування найбільш відповідальних складових частин, ремонту, забезпечення мікроклімату всередині комплексу. Основні технічні рішення АМАК-системи виконані на рівні винаходів.

Не дивлячись на те, що точну економічну оцінку мостовим агрегатам нині дати досить складно, опосередковано щодо їх можливостей можна судити за наступними даними. Одне тільки застосування ПТК дозволило ряду кооперативів бувшої НДР підняти продуктивність праці, знизити трудомісткість і підвищити урожайність зернових із загальним ефектом 100 марок на 1 га. Площа землі, відведена під сліди ПТК, не перевищувала при цьому 10%.

У 1972...1977 рр. ефективність мостових агрегатів перевірялась на полігоні ПКФ ВІМ у дослідах з використанням електровізка з комплектом сільськогосподарських знарядь, який рухався по сталевих рейках. Отримані багатообіцяючі результати: урожай цукрового буряка (без зрошення) – 138,4 т/га, столового буряка – 41,1 т/га без зрошення, а із зрошенням – 88 т/га.

Поява мостових агрегатів передбачає широке застосування такого прогресивного методу зрошення, як кореневе водопостачання рослин. Урожайність сільськогосподарських культур підвищується при цьому на 20...30%, а норма зрошення (у порівнянні з дощуванням) зменшується в 10...15 разів.

Нині умови для створення мостових агрегатів повністю дозріли, що створює потужну основу для переходу до широкого розвертання конструкторських робіт по їх розробці та виробничій перевірці.

Так, науковцями Таврійського державного агротехнологічного університету імені Дмитра Моторного під керівництвом к.т.н., доцента Володимира Кувачова розроблений мостовий електрифікований енерготехнологічний засіб сільськогосподарського призначення (рис. 14). Розроблений мостовий енерготехнологічний засіб має ширину прольоту 2,8 м і може бути використаний, перш за все, в технологіях овоочівництва. Мостовий засіб складається із самохідного електрифікованого шасі 1 з гідроначипним механізмом 2 для агрегування сільсько-

господарських знарядь, комплекту електрообладнання для приводу рушіїв та гідросистеми. На рамі електрошасі розміщені два мотор-редуктори 3, які через ланцюгову і циліндричну зубчасту передачі 4 приводять в обертання колеса.

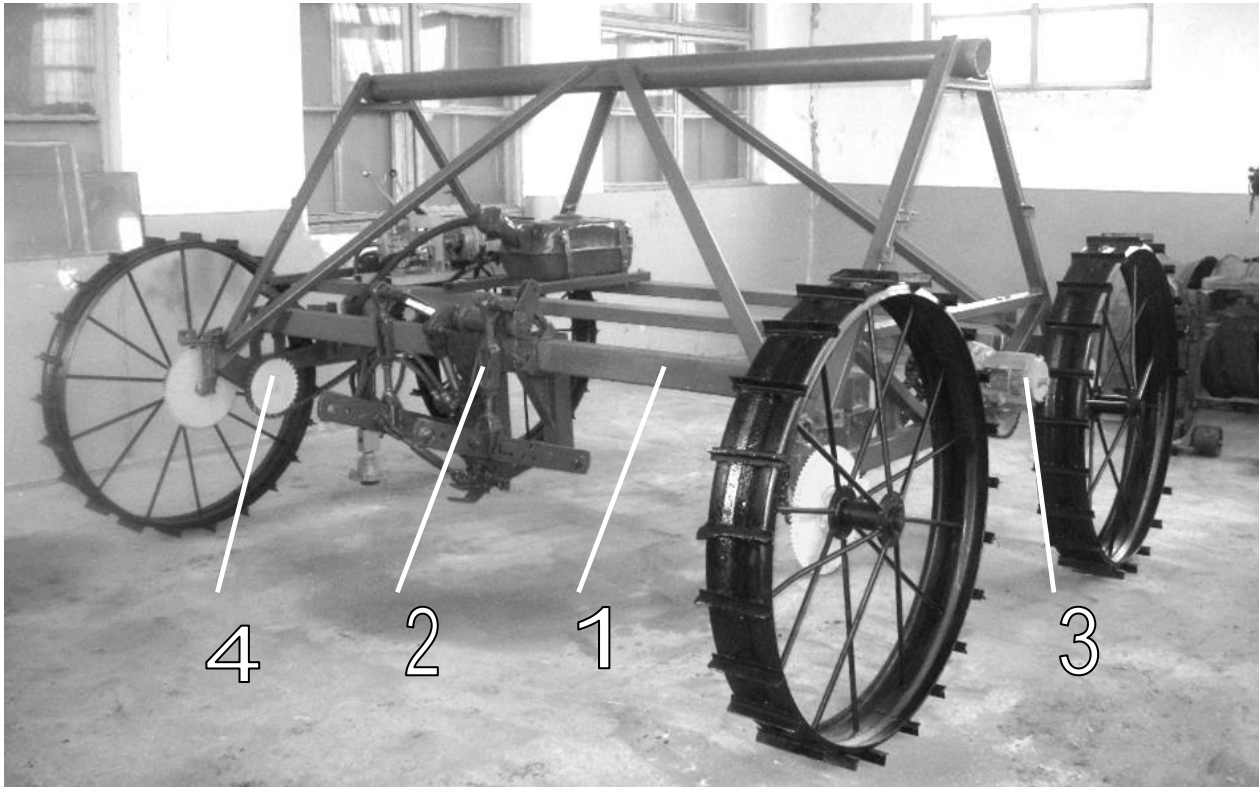


Рис.14. Самохідний мостовий енерготехнологічний засіб ТДАТУ

Для практичної реалізації мостового засобу безпосередньо на сільськогосподарських операціях вирішити питання розвороту мостового засобу, на нашу думку, можливо, шляхом його обертання на місці навколо центру повороту, який розміщений в центрі колії, по якій рухається машина. Для чого мостовий засіб додатково оснащений механічними висувними опорами (рис. 15), прикріпленими до електрошасі для підйому одного із його бортів при розвороті, відносно вісі, яка співпадає з повздовжньою віссю опори. Такий принцип розвороту мостового засобу з некерованими колесами на місці дозволяє здійснювати його переміщення на наступну позицію за мінімальний проміжок часу, що підвищує продуктивність роботи.

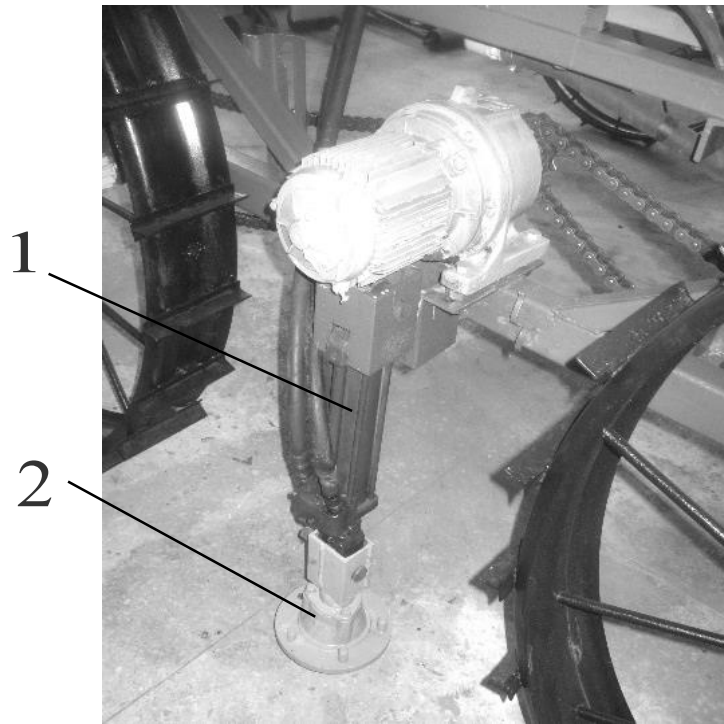


Рис. 15. Гідровисувна опора для реалізації бортового повороту мостового засобу: 1 – гідроциліндр; 2 – опора

Розглянемо, як варіант, вид і спосіб руху мостового засобу (рис. 16), який за загальноприйнятою класифікацією можна віднести:

- за організацією території – загінний;
- за напрямом робочих ходів – гоновий;
- за схемою обробітку загінки – човниковий;
- за видом повороту – безпетльовий.

Зміну напрямку руху мостового агрозасобу на поворотах (рис. 16) доцільно здійснювати його безпетльовим розворотом по колу, де центр повороту знаходиться в зоні транспортної технологічної доріжки одного з бортів (лівого, або правого, в залежності від направленості повороту). Тільки в цьому випадку можна отримати бажаний мінімальний радіус повороту та ширину поворотної смуги. Разом з тим, при такому способі розвороту здійснюється переміщення агрозасобу на наступну позицію за мінімальний проміжок часу, що підвищує продуктивність його роботи.

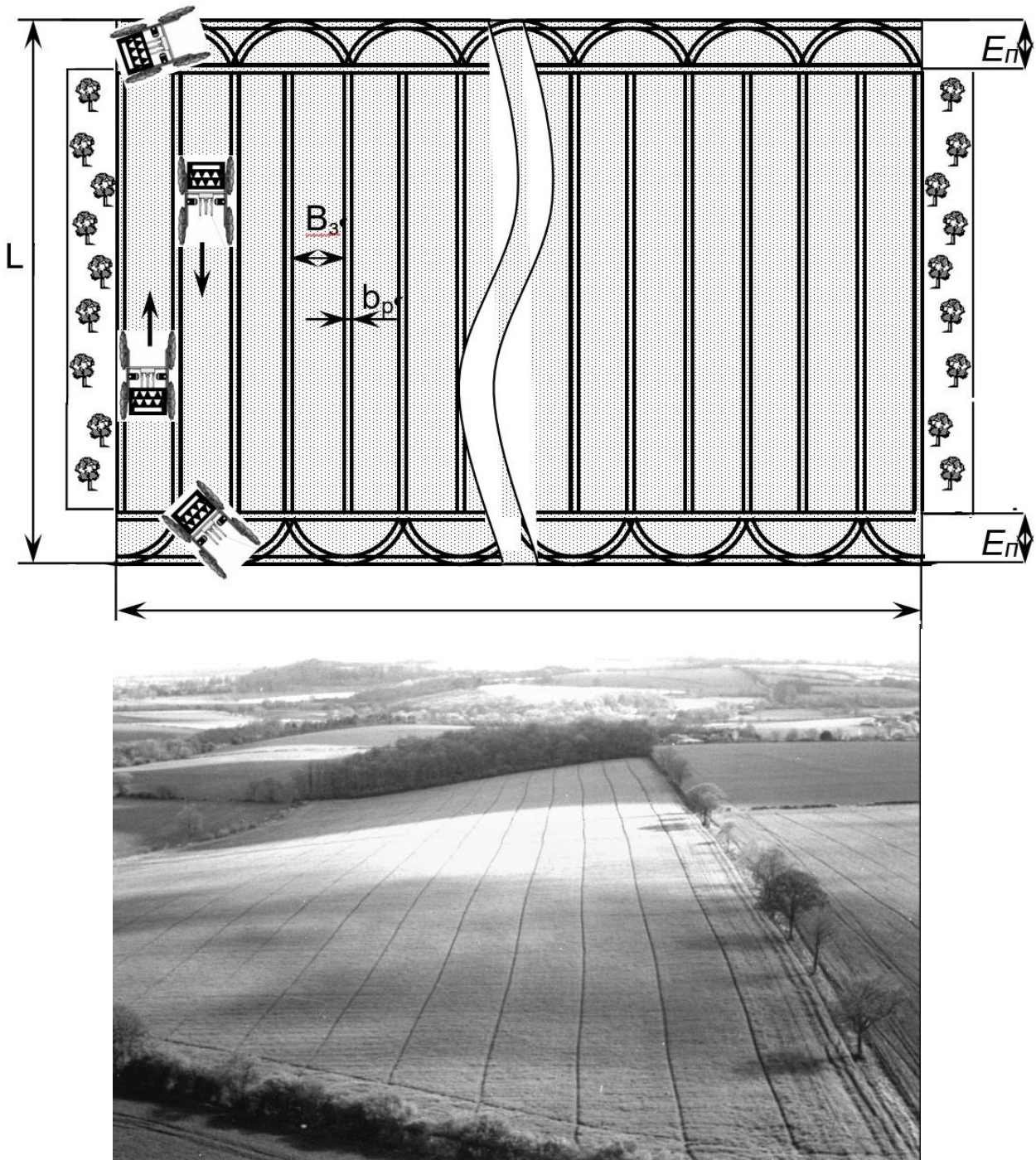


Рис. 16. Схема планування карти поля для роботи мостових агрозасобів: A та L – ширина та довжина поля; B_3 – ширина робочої смуги, E_n – ширина поворотних смуг; b_p – ширина транспортної технологічної доріжки.

Технічно розворот по колу може бути реалізовано за рахунок поворотних коліс агрозасобу. В іншому випадку, коли його колеса некеровані, поворот по колу можна реалізувати за рахунок підйому одного із

бортів, де опираючись на рушії іншого борту при їх русі, можна здійснити обертання навколо опори – центру повороту.

На відміну від тракторно-комбайнової системи машин електрифіковані мостові агросасоби в рослинництві можуть забезпечити:

- використання єдиного енергетичного модуля для виконання всього комплексу с.-г. робіт при вирощуванні і збиранні культури;
- можливість комплексної автоматизації виробництва в рослинництві;
- маршрутизацію руху с.-г. агрегатів і технологічного транспорту по постійним напрямним коліям протягом всього технологічного циклу вирощування і збирання культури;
- усунення негативного впливу ходових робочих органів машин на ґрунт;
- виконання з високою точністю агроприймів у встановлені строки незалежно від рівня вологості і несучої здатності ґрунту;
- виконання операцій, які неможливо виконати тракторною технікою: ремонт посівів, оброблення проміжних культур та ін.;
- скорочення втрат матеріалів і продукції.

До того ж, впровадження такої системи дозволяє програмувати врожаї; зменшує пошкоджуваність рослин, питому витрату невідтворних ресурсів, витрати праці; підвищує престиж с.-г. праці, завдяки надання йому інтелектуального характеру. За орієнтовною оцінкою науковців, застосування мостової системи в порівнянні з тракторною забезпечить підвищення урожайності в 1,6...2,5 разів. Електрифіковані агрегати дозволяють розширити область використання електроенергії, відмовитися, або значно скоротити, застосування хімічних речовин для боротьби з бур'янами, добрив, що забезпечить отримання екологічно чистих продуктів.

ВИЗНАЧЕННЯ ВАГИ ТА ПОТУЖНОСТІ НА ПРИВІД АГРОМОСТА. Вага агромоста $G_{ам}$ (кН) визначається за умови зчеплення його рушіїв з ґрунтом. Зчеплення повинно бути достатнім для того,

щоб агроміст на горизонтальній ділянці розвивав задане номінальне тягове зусилля при роботі на агрофоні нормальної вологості з буксуванням не більше допустимого:

$$G_{ам} = \frac{P_{кр.н}}{\lambda_k \varphi_k - f_k}, \quad (1)$$

де $P_{кр}$ – номінальне тягове зусилля, кН;

λ_k – коефіцієнт навантаження ведучих коліс;

φ_k – коефіцієнт зчеплення;

f_k – коефіцієнт опору перекочування.

Значення коефіцієнта λ_k навантаження ведучих коліс для енергозасобів з колісною формулою 4К2 приймають з урахуванням дії сили тягового опору – $\lambda_k = 0,75 \dots 0,80$. Для енергозасобів з колісною формулою 4К4 і гусеничних – приймають $\lambda_k = 1$.

Вибір потужності енергоустановки є однією з найбільш складних і відповідальних задач будь-яких мобільних агрегатів і транспортних систем, у тому числі і агромістів на початковій стадії їх розробки.

Основною вимогою і критерієм правильного вибору енергетичної установки є відповідність його потужності і параметрів умовам технологічного процесу робочої машини.

Номінальну експлуатаційну потужність тягового двигуна агроміста $N_{ам}$ (кВт) визначається за умови реалізації на заданому агрофоні номінального тягового зусилля при заданій швидкості руху $v_{ам}$ по горизонтальній ділянці:

$$N_{ам}^e = \frac{(P_{кр.н} + P_f) v_{ам}}{\eta_{тр} (1 - \delta_H)}, \quad (2)$$

де P_f – сила опору перекочування, $P_f = f_k \cdot G_{ам}$, кН;

$v_{ам}$ – швидкість руху, м/с;

$\eta_{тр}$ – механічний ККД трансмісії;

δ_H – коефіцієнт буксування рушіїв.

3.2 Контрольні запитання

1. В чому полягає сутність системи «Controlled Traffic Farming»?
2. Що розуміють під постійною технологічною колією?
3. Яка будову мають агромости?
4. Що таке АМАК? В чому його переваги та недоліки?
5. Що розуміють під колійним землеробством.
6. Що розуміють під мостовим землеробством.
7. Які переваги та недоліки традиційних тракторно-комбайнових технологій?
8. В чому полягають головні переваги колійного та мостового землеробства?
9. Які параметри конструкції впливають на необхідну потужність на привід агромоству?
10. Як впливає коефіцієнт навантаження ведучих коліс на значину приводу агромоству?

3.3 Зразок звіту

Тема: Вивчення конструкції енергетичних засобів і робочих машин, що використовуються при колійній і мостовій системах землеробства

Мета роботи: Ознайомитися з конструкцією самохідного мостового енерготехнологічного засобу ТДАТУ та розрахувати його необхідну вагу та потужність на привід.

Технологічне обладнання, інструмент, матеріали: мостовий енерготехнологічний засіб ТДАТУ, робочий зошит, обчислювальний пристрій.

Хід виконання роботи

1. Скласти класифікацію засобів механізації для колійного та мостового землеробства.

2. Побудувати схему мостового засобу ТДАТУ.

3. На підставі вихідних даних, отриманих у викладача, розрахувати вагу та необхідну потужність мостового енергозасобу.

Вихідні умови:

1. Агрофон _____

2. Номінальне тягове зусилля $P_{кр}$, кН _____

3. Коефіцієнт навантаження ведучих коліс λ_k _____

4. Коефіцієнт зчеплення φ_k _____

5. Коефіцієнт опору перекочування f_k _____

6. Швидкість руху $v_{ам}$, м/с _____

7. Коефіцієнт буксування рушіїв δ_H _____

8. Механічний ККД трансмісії $\eta_{тр}$ _____

Вага агромоста $G_{ам}$ (кН) визначається за умови зчеплення його рушіїв з ґрунтом. Зчеплення повинно бути достатнім для того, щоб агроміст на горизонтальній ділянці змог розвивати задане номінальне тягове зусилля при роботі на агрофоні нормальної вологості з буксуванням не більше допустимого:

$$G_{ам} = \frac{P_{кр.н}}{\lambda_k \varphi_k - f_k}, \quad (1)$$

де $P_{кр}$ – номінальне тягове зусилля, кН; λ_k – коефіцієнт навантаження ведучих коліс; φ_k – коефіцієнт зчеплення; f_k – коефіцієнт опору перекочування.

Номінальну експлуатаційну потужність тягового двигуна агромоста $N_{ам}$ (кВт) визначається за умови реалізації на заданому агрофоні номінального тягового зусилля при заданій швидкості руху $v_{ам}$ по горизонтальній ділянці:

$$N_{ам}^e = \frac{(P_{кр.н} + P_f) v_{ам}}{\eta_{тр} (1 - \delta_H)}, \quad (2)$$

де P_f – сила опору перекочування, $P_f = f_k \cdot G_{ам}$, кН;

$v_{ам}$ – швидкість руху, м/с;

$\eta_{тр}$ – механічний ККД трансмісії;

δ_n – коефіцієнт буксування рушіїв.

Висновок: За результатами виконання роботи зробити висновок про місце використання енерготехнологічного засобу ТДАТУ у технологічних процесах рослинництва.

Роботу виконав: студент _____

(Дата)

(Підпис)

Роботу перевірів: _____

(Дата)

(Підпис)

Додаток А

Агротехнічні-допустимі робочі швидкості руху с.-г. агрегатів

Технологічні операції	V, км/год.
Оранка	4...7; 8...12*
Снігозатримання	5...10
Обробіток ґрунту:	
плоскорізами-глибокорозпушувачами	7...10
культиваторами-плоскорізами	8...12
Лущення стерні луцильниками:	
дисковими	7...12
лемішними	5...7; 8...10*
Обробіток ґрунту боронами:	
дисковими	5...10
зубовими	6...8; 7...12*
сітчастими	3,5...6,5
шлейф-боронами	6...7

Технологічні операції	V, км/год.
Коткування ґрунту котками:	
кільчасто-шпоровими	6...12
кільчасто-зубчастими	4...9
гладкими водоналивними	4...8
Обробіток ґрунту культиваторами:	
паровими	5...8; 9...15*
з пружинними лапами	5...7
Внесення добрив:	
органічних	7...12
мінеральних	5...10
рідких	6...8; 9...12*
туковою сівалкою	6...10; 8...12*
Сівба сівалками:	
рядковими	7...9; 10...15*
стерньовими	5...10
кукурудзи, соняшнику, буряків	6...7,5
льону	5...7
овочевих культур	5...9
Садіння картоплі	4...7; 7...9*
Обробіток міжряддя просапних культур:	
перший	4...7
другий і наступний	7...10
Догляд за посівами цукрових буряків:	
розпушування міжряддя	4...6
букетування	4...5
проріджування	4...5; 6...8*
обприскування та обпилювання	4,5...9,5
підгортання рядків посівів	4...7
Скошування:	
трав на сіно	5...7; 8...12*
з подрібненням	4...8
рядковими жатками	7...10; 8...15*
Загрібання та ворущіння сіна граблями:	
поперечними	5...9
кільцево-пальцевими	8...10

* – для машин з робочими органами, які працюють на підвищених швидкостях руху.

Додаток Б

Коефіцієнти опору кочення (f) і коефіцієнти зчеплення (φ) для рушіїв енергозасобів на різному агрофоні

Грунти	Клас ґрунтів	Питомий тяговий опір, кН/м ²	Коефіцієнти опору кочення, f													
			гусеничні рушії тракторів							колісні рушії тракторів						
			Ґрунтова дорога	Цилина	Стерня	Поле підготовлено під посів	Свіжозоране поле	Шосе	Глибока ґрязюка	Ґрунтова дорога	Цилина	Стерня	Поле підготовлено під посів	Свіжозоране поле	Шосе	Глибока ґрязюка
легкі	I	до 35	0,070	0,080	0,090	0,120	0,140	0,150	0,230	0,050	0,060	0,090	0,200	0,220	0,200	0,220
середні	II	36...41	0,068	0,078	0,088	0,118	0,138	0,145	0,225	0,048	0,057	0,088	0,195	0,215	0,195	0,215
	III	42...47	0,066	0,076	0,086	0,116	0,136	0,140	0,220	0,046	0,054	0,086	0,190	0,210	0,190	0,210
важкі	IV	48...53	0,064	0,074	0,084	0,114	0,134	0,135	0,215	0,044	0,051	0,084	0,185	0,205	0,185	0,205
	V	54...59	0,062	0,072	0,082	0,112	0,132	0,130	0,210	0,042	0,048	0,082	0,180	0,200	0,180	0,200
	VI	60...65	0,060	0,070	0,080	0,110	0,130	0,125	0,205	0,040	0,045	0,080	0,175	0,195	0,175	0,195
	VII	66...71	0,058	0,068	0,078	0,108	0,128	0,120	0,200	0,038	0,042	0,072	0,170	0,190	0,170	0,190
	VIII	72...79	0,056	0,066	0,076	0,106	0,126	0,115	0,195	0,036	0,039	0,076	0,165	0,185	0,165	0,185
	IX	80...86	0,054	0,064	0,074	0,104	0,124	0,110	0,190	0,034	0,036	0,074	0,160	0,180	0,160	0,180
Коефіцієнти зчеплення, φ																
легкі	I	до 35	0,90	0,86	0,76	0,60	0,50	0,40	0,30	0,70	0,65	0,68	0,50	0,45	0,30	0,10
середні	II	36...41	0,92	0,88	0,80	0,62	0,52	0,42	0,32	0,72	0,67	0,60	0,52	0,47	0,32	0,12
	III	42...47	0,94	0,90	0,82	0,64	0,54	0,44	0,34	0,74	0,69	0,62	0,54	0,49	0,34	0,14
важкі	IV	48...53	0,96	0,92	0,84	0,66	0,56	0,46	0,36	0,76	0,71	0,64	0,56	0,51	0,36	0,16
	V	54...59	0,98	0,94	0,86	0,68	0,58	0,48	0,38	0,78	0,73	0,65	0,68	0,53	0,38	0,18
	VI	60...65	1,00	0,96	0,88	0,70	0,60	0,50	0,40	0,80	0,75	0,68	0,60	0,65	0,40	0,20
	VII	66...71	1,02	0,98	0,90	0,72	0,62	0,52	0,42	0,82	0,77	0,70	0,62	0,57	0,42	0,22
	VIII	72...79	1,04	1,00	0,92	0,74	0,64	0,54	0,44	0,84	0,79	0,72	0,64	0,59	0,44	0,24
	IX	80...86	1,06	1,02	0,94	0,76	0,66	0,56	0,46	0,86	0,81	0,74	0,66	0,61	0,46	0,26

Додаток В

ККД механічних передач

Передача	η_M
Клинопасова:	
звичайна	0,94...0,98
з натяжним пристроєм	0,95...0,98
Клинопасова	0,90...0,98
Ланцюгова	0,70...0,80
Черв'ячна	0,83...0,87
Зубчаста циліндрична	0,95...0,98
Зубчаста конічна	0,94...0,96

Додаток Г

Допустиме буксування рушіїв енергозасобів при номінальному тяговому зусиллі

Колісна формула	Допустиме буксування δ_n , %
4К2	16
4К4	14

Лабораторна робота №2

Тема: Визначення продуктивності машинно-тракторного агрегату для поверхневого обробітку ґрунту

Мета роботи: Ознайомлення майбутніх фахівців з методикою лабораторного визначення продуктивності машинно-тракторного агрегату для суцільної культивуації.

1 ВКАЗІВКИ З САМОПІДГОТОВКИ ДО РОБОТИ

1.1 Завдання для самостійної підготовки

Вивчити:

- експлуатаційні властивості машинних агрегатів [1, с. 12-26];
- агротехнічні вимоги до проведення суцільної культивуації [2 с. 24];

Ознайомитися:

- з методикою лабораторного визначення дійної швидкості руху машинно-тракторного агрегату (МТА) для суцільної культивуації (теоретичний матеріал методичних вказівок);
- з методикою лабораторного визначення робочої ширини захвату (теоретичний матеріал методичних вказівок);

Скласти звіт по роботі (відповідно до зразку).

Робота повинна бути оформлена окремим звітом на аркушах формату А4 згідно з вимогами ДСТУ 2.105-95 ЄСКД щодо загальних вимог до текстових документів.

1.2 Питання для самопідготовки

1.3.1. Які експлуатаційні властивості мають машинні агрегати;

1.3.2. Які агротехнічні вимоги до суцільної культивуації?

1.3.3. Що таке конструктивна ширина захвату?

- 1.3.4.Що таке робоча ширина захвату?
- 1.3.5. Що таке технологічна швидкість?
- 1.3.6. Що таке робоча швидкість?
- 1.3.7.Які фактори, що впливають на продуктивність МТА?

1.3. Рекомендована література

1. Машиновикористання в землеробстві / [Ільченко В.Ю., Нагірний Ю.П., Джолос П.А та ін.]; під ред. В.Ю. Ільченко. – К.: Урожай, 1996. – 384 с.
2. Орманджи К.С. Контроль качества полевых работ. Справочник / К.С. Орманджи – М.: Росагропромиздат, 1991. – 191 с.: ил.
3. В.Н. Кюрчев Перспективы использования комбинированных машинно-тракторных агрегатов / В.Н. Кюрчев, Т.С. Черная, В.Б. Митков, В.В. Митков // Научни известия. Scientific technical union of mechanical engineering / International scientific and technical conference agricultural machinery [Електронний ресурс]. - Varna, Bulgaria, 2013. - Година XXI. - Брой 5(142) - z. 104 – 107.
4. Кушнарєв А.С. Черная Т.С. Энергетическая концепция развития систем технологий в земледелии. Науковий вісник ТДАТУ. Мелітополь, 2016. Вип. 6. Т. 3. С. 41-71.
5. Шабала М. О. Ґрунтозахисна технологія вирощування кукурудзи / М. О. Шабала, Т. С. Чорна, М. В. Зоря // Agroexpert. – 2009. – № 4. – С. 10-11

2 ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ РОБОТИ

2.1 Програма роботи

2.1.1 Виконуючи роботу, студенту необхідно оволодіти:

- методикою визначення робочої (дійсної) ширині захвату МТА;
- методикою визначення робочої швидкості МТА на гоні;
- методологією визначення експлуатаційних показників МТА (на прикладі визначення продуктивності).

2.1.2 Ознайомитись:

– з умовами проведення досліджень щодо продуктивності МТА для суцільної культивуації.

2.1.3 Скласти звіт та захистити роботу.

2.2 Оснащення робочого місця

1. Робочий зошит.
2. Методичні вказівки до виконання роботи.
3. Макетний зразок МТА для суцільної культивуації.
4. Лабораторна ґрунтова ділянка, яка імітує агрофон.
5. Вішки 4 штуки.
6. Секундомір.
7. Кілочки 10 шт.
8. Рулетка.
9. Лінійка.
10. Обчислювальний пристрій.
11. Інструкція з охорони праці (відповідно з ДНАОП 0.00-4.25-98).

3 МЕТОДИКА ВИКОНАННЯ РОБОТИ

3.1 Теоретичні відомості

Культивуації проводять для вирівнювання поверхні ґрунту, подрібнення грудок, створення необхідної щільності ґрунту і посівного ложа, боротьби з бур'янами, а також заробки гербіцидів і добрив.

В залежності від мети культивуації використовують різні типи культиваторів і їх робочих органів.

Для півдня України при проведенні культивуацій необхідно добиватись зменшення випаровування вологи з обробленого шару ґрунту, за рахунок зменшення перемішування ґрунту.

Агротехнічні вимоги до проведення суцільної культивуації:

- Культивуацію проводять на задану глибину. Відхилення від середньої глибини повинно бути не більше ± 1 см.
- Висота гребенів після проходу агрегату не повинна перевищувати 3 см, при проведенні передпосівної культивуації – 2 см.
- Суміжні проходи культиватора повинні перекриватись не більше ніж на 15...20 см.
- Бур'яни повинні бути повністю підрізані.
- Після обробітку поля в ґрунті повинні домінувати грудочки діаметром до 25 мм.

Комплектування і підготовка агрегатів.

- Для роботи з начіпними культиваторами або комбінованими агрегатами механізм начіпки трактора встановлюють по *трьохточковій схемі*.

Начіпні культиватори приєднують до трактора з допомогою автозчіпок СА-1 або СА-2.

- Агрегати з культиваторів комплектуються боронами БЗСС-1,0 або роторними котками.
- По глибині обробітку культиватори регулюють на спеціальному майданчику. При цьому рама культиватора повинна бути строго паралельна його поверхні. Під опорні колеса встановлюють бруски товщиною на 2 см менше ніж глибина обробітку. Леза лап повинні повністю опиратись на поверхню майданчика.
- Робочі органи встановлюють з перекриттям (рис.1).
- Перший ряд лап має меншу ширину захвату, ніж наступні ряди, для зменшення тягового опору.
- Товщина леза лап не повинна перебільшувати 0,3 мм.

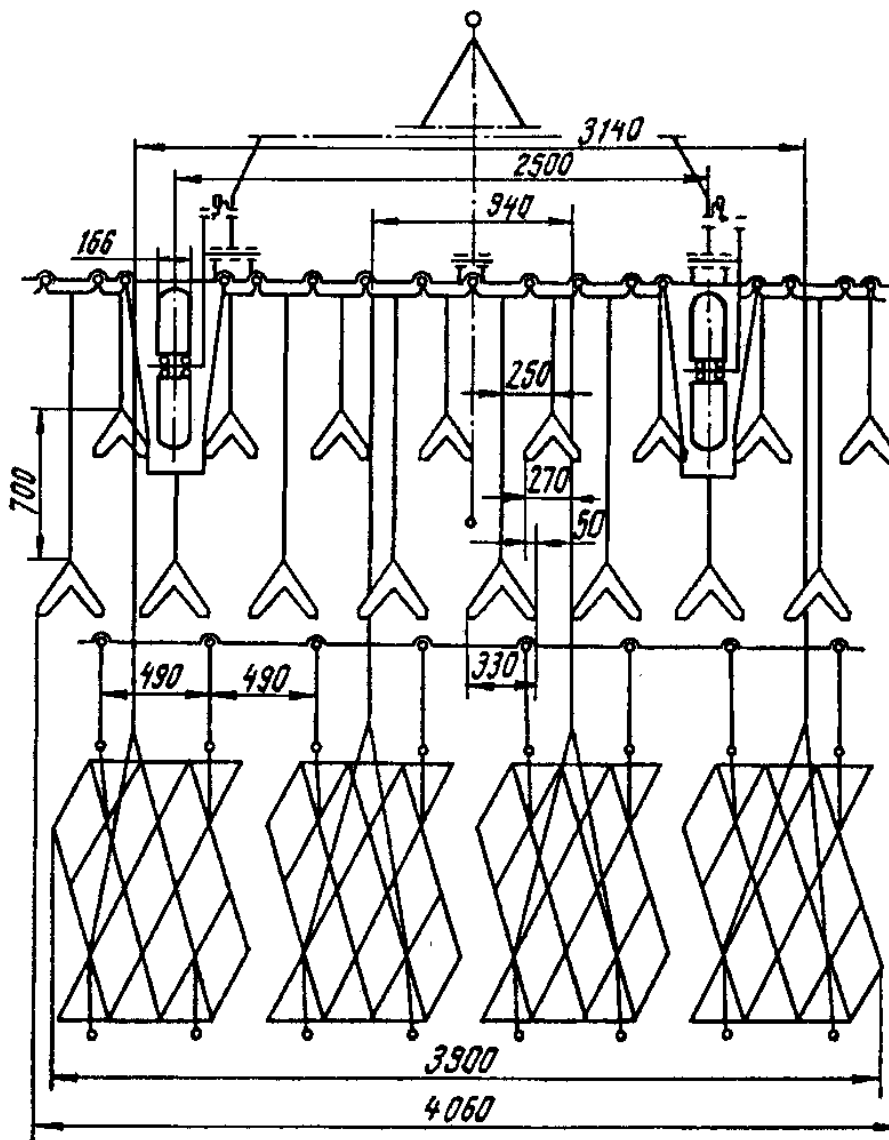


Рис. 1. Схема розташування робочих органів.

Підготовка поля і порядок роботи агрегатів.

- Спосіб руху машинно-тракторного агрегату при виконанні суцільної культивуації – човниковий.
- Ширину поворотної смуги відбивають кратну до ширини захвату МТА, щоб під час обробітку він проходив її ціле число раз.
- Лінію першого проходу відбивають на відстані, рівній половині ширини захвату МТА, від подовжньої сторони поля.
- Поворотні смуги обробляють після обробки основного масиву.

3.2 Методика досліджень

Конструктивні та кінематичні параметри агрегату, які підлягають визначенню:

- конструктивна ширина захвату (**Вк**);
- кінематична ширина МТА (**d_к**);
- довжина виїзду (**e**);
- мінімальна ширина поворотної смуги (**E_{min}**);
- дійсна ширина поворотної смуги (**E_д**).

Перші три параметри вимірюють за допомогою рулетки.

Мінімальну ширину поворотної смуги визначають за формулою:

$$E_{min} = K \cdot R_{min} + d_k + e,$$

де K – коефіцієнт, який залежить від способу повороту МТА (для повороту по колу $K = 1,1$; для грушоподібного повороту $K=2,8$);

R_0 – мінімальний радіус повороту трактора, м.

Наприклад, для ХТЗ-160 $R_0 = 6,5$ м.

Дійсне значення ширини поворотної смуги (E_d) приймають кратну ширині захвату МТА. При цьому враховують, що має виконуватись умова

$$E_d \geq E_{min}$$

До основних експлуатаційних показників МТА відносяться:

- робоча ширина захвату;
- робоча швидкість руху;
- продуктивність за 1 годину основного часу;
- час повороту МТА;
- питомі (погектарні) витрати палива.

3.2.1. Методика визначення робочої ширини захвату

Для визначення робочої (дійсної) ширини захвату МТА виконують один робочий прохід, а перед наступним проходом від крайки обробленої смуги ґрунту, обробленого при попередньому проході, на певній заданій відстані L з кроком 1 м встановлюють 10 вішок. Після проходу агрегату рулеткою вимірюють відстань (h_i) від кожної вішки до крайки обробленої смуги ґрунту (рис.2), а результат записують до таблиці 1. Робочу ширину захвату агрегату (B_p) розраховують по формулі:

$$B_p = \sum(L - h_i)/10.$$

Величину L вибирають так, щоб вона була більше конструктивної ширини захвату агрегату на $1...2$ м.

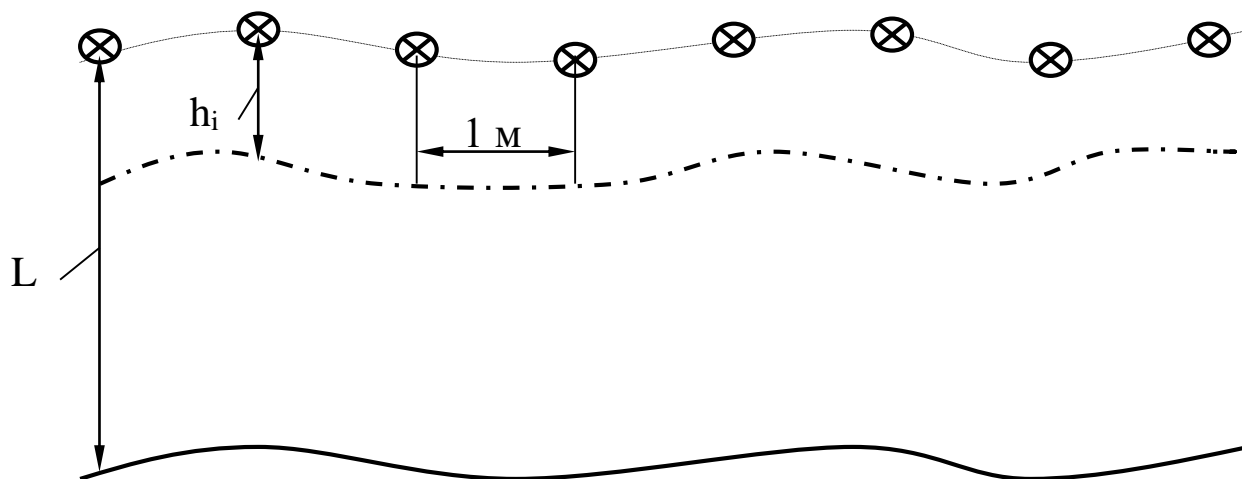


Рис.2. Схема визначення робочої ширини захвату МТА:

- — крайка обробленої смуги ґрунту після попереднього проходу агрегату;
- - - - крайка обробленої смуги ґрунту при останньому проході МТА;
- вішки.

Таблиця 1 – Вихідні данні для розрахунку робочої ширини захвату МТА

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
h_i										
$L - h_i$										

3.2.2. Методика визначення робочої швидкості МТА

Для визначення робочої швидкості МТА на полі відкладають відрізок, довжиною 100 м і позначають його здвоєними вішками (рис.3). В процесі робочого руху МТА туди та назад на заданій передачі секундоміром фіксують час (t) проходження агрегатом контрольного відрізка шляху. Робочу швидкість МТА (V_p) розраховують по формулі:

$$V_p = 100 / t, \text{ м/с} \quad \text{або} \quad V_p = 360 / t, \text{ км/год.}$$

Час руху агрегату на контрольній ділянці беруть як середній з двох замірів.



Рис.3. Схема ділянки для визначення швидкості руху МТА

Продуктивність роботи МТА за годину основного часу (W_o) визначається як:

$$W_o = 0,1 \cdot V_p \cdot V_p, \text{ га/год.}$$

Час повороту МТА фіксують секундоміром. Здійснюють це під час маневрування агрегатом на поворотній смузі, ширина якої визначається за методикою викладеною у другому пункті програми даної лабораторної роботи.

3.3. Контрольні питання

1. З якою метою проводиться суцільна культивуація?
2. Який діапазон можливої глибини обробітку при суцільній передпосівній культивуації?
3. Які основні види лап застосовуються на суцільній культивуації?
4. Які параметри якості виконання суцільної культивуації?
5. Який допуск на суцільній культивуації має глибина обробітку?
6. Який допуск на суцільній культивуації має висота гребенів?
7. Який допуск на суцільній передпосівної культивуації має висота гребенів?
8. Які показники відносяться до основних експлуатаційних показників МТА?
9. Чому дорівнює коефіцієнт використання робочої ширини захвату при суцільній культивуації?
10. Які регулювання культиватора впливають на рівномірність глибини обробки?
11. Що таке кінематична ширина культиватора?
12. Від чого залежить мінімальна ширина поворотної смуги (E_{min}) культиваторного МТА?
13. Яке перекриття суміжних проходів при суцільній культивуації повинно бути?
14. Як визначити питомі витрати палива, якщо відомо значення годинної витрати палива?
15. Які основні параметри контролюються та регулюються при підготовці культиватора до роботи?

3.4. Зразок звіту

Тема: Визначення продуктивності МТА для поверхневого обробітку ґрунту.

Мета: отримання практичних навичок щодо визначення продуктивності машинно-тракторного агрегату для суцільної культивуації.

Технологічне обладнання, інструмент: макетний зразок МТА для суцільної культивуації, лабораторна ґрунтова ділянка, яка імітує агрофон, секундомір, рулетка, вішки – 4 шт., кілочки 10 шт., лінійка, обчислювальний пристрій, журнал обліку або зошит.

1. Схема МТА з вказанням значини Вк, dk

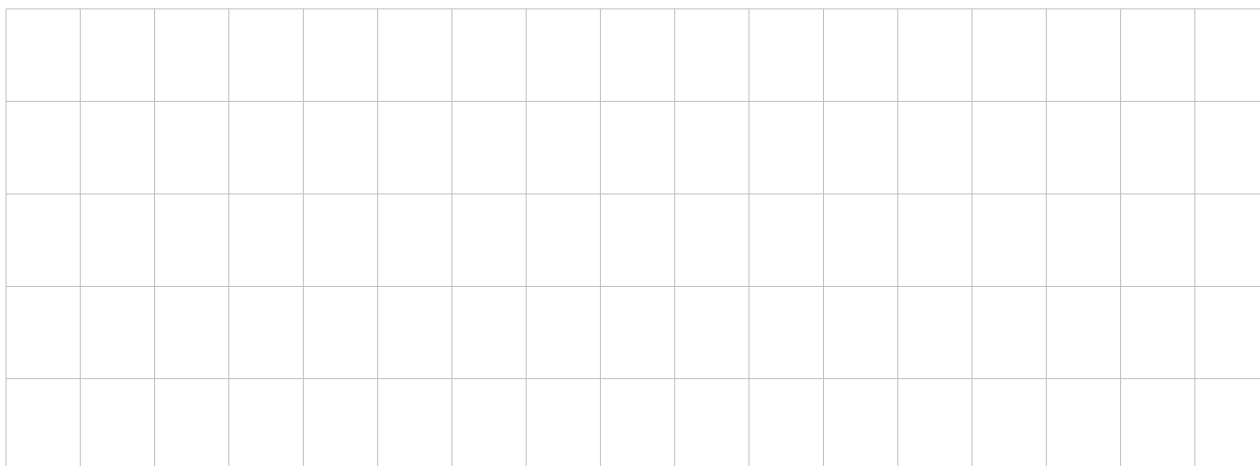


Рис. 1. Схема МТА для суцільної культивуації

1 – _____; 2 – _____;

2. Схема поля, спосіб руху та повороту МТА.

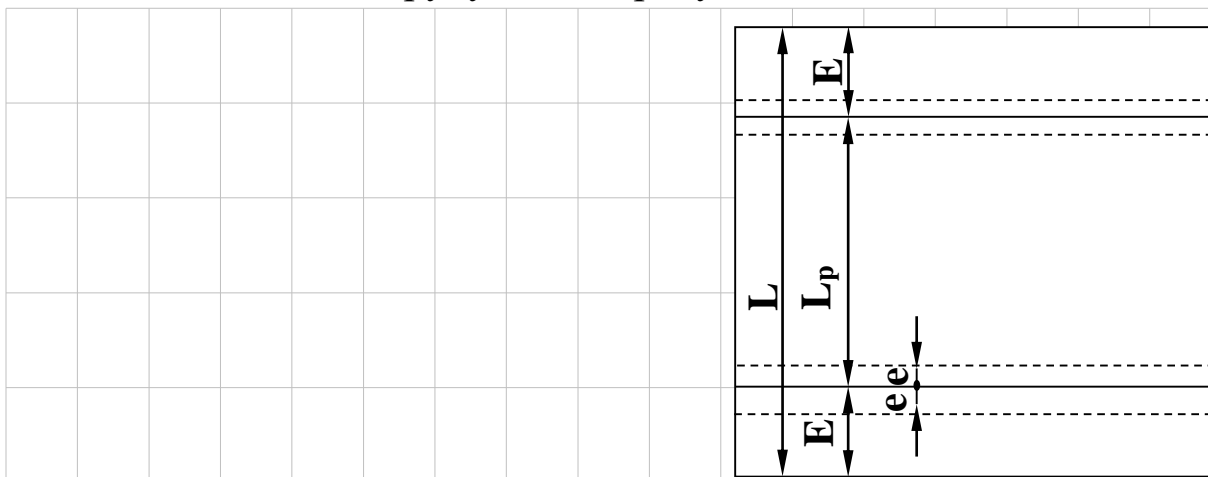


Рис. 2. Схема руху _____

Таблиця 1 – Конструктивні та кінематичні параметри МТА

Параметри	Конструктивна ширина захвату, B_k	Кінематична ширина МТА, d_k	Дійсна ширина поворотної смуги, E_d
Спосіб визначення	вимірювання рулеткою	вимірювання рулеткою	розрахунковий параметр
Значення параметру			

Експлуатаційні показники МТА

$$L = \underline{\hspace{2cm}}$$

Таблиця 2 – Вихідні данні для розрахунку робочої ширину захвату МТА

№	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
h_i										
$L - h_i$										
$\Sigma(L - h_i)$										

$$V_p = \Sigma(L - h_i) / 10 = \underline{\hspace{2cm}} / 10 =$$

Таблиця 3 – Деякі експлуатаційні показники МТА

Робоча швидкість, V_p , км/год.	Продуктивність роботи, W_o , га/год.	Час повороту, $T_{пов.}$, с

Робочу швидкість МТА (V_p) розраховують по формулі:

$$V_p = 1 / t = 1 / \underline{\hspace{1cm}} = \underline{\hspace{1cm}} \text{ м/с}$$

або $V_p = 3,6 / t = 3,6 / \underline{\hspace{1cm}} = \underline{\hspace{1cm}} \text{ км/год.}$

Час руху агрегату на контрольній ділянці беруть як середній.

Продуктивність роботи МТА за годину основного часу (W_o)

$$W_o = 0,1 \cdot V_p \cdot V_p, \text{ га/год.}$$

$$W_o = 0,1 \cdot \underline{\hspace{1cm}} \cdot \underline{\hspace{1cm}} = \underline{\hspace{2cm}}, \text{ га/год.}$$

Висновок: _____

Роботу виконав: _____
(Дата) (Підпис)

Роботу прийняв: _____
(Дата) (Підпис)

Лабораторна робота №3

Тема: Структура і порядок складання технологічних карт на вирощування та збирання польових культур

Мета роботи: Освоїти методику розробки та розрахунку технологічних карт вирощування сільськогосподарських культур.

1. ВКАЗІВКИ З ПІДГОТОВКИ ДО РОБОТИ

1.1. Завдання до самостійної підготовки до роботи

- знати: різновиди технологій та їх особливості; принципи побудови технологічних процесів; вимоги до комплектування машинно-тракторних агрегатів; агротехнічні вимоги до технологічних операцій.
- вміти: обирати технологію вирощування та збирання польової культури в залежності від конкретних умов господарства.
- підготувати: форму технологічної карти відповідно до завдання.

1.2. Питання до самопідготовки

1.2.1. Що таке технологія?

1.2.2. Що таке технологічний процес?

1.2.3. Що таке технологічна операція?

1.2.4. Які фактори впливають на врожай?

1.2.5. За яким принципом обирають сільськогосподарські машини для кожної технологічної операції?

1.2.6. Які технології виробництва польових культур Ви знаєте? Охарактеризуйте особливості кожної з них.

1.2.7. Чим відрізняється механізована та інтенсивна (індустріальна) технологія?

1.2.8. В чому специфіка біодинамічного землеробства?

1.2.9. В чому специфіка Strip-till технології?

1.3. Рекомендована література

1. Сільськогосподарські та меліоративні машини: Підручник /Д.Г. Войтюк, В.О. Дубровін, Т.Д. Іщенко та ін.;За ред.. Д.Г. Войтюка. – К.; Вища освіта, 2004. - 544 с.
2. Фирсов И.П. Технология растениеводства / И.П. Фирсов, А.М. Соловьев, М.Ф. Трофимова – М.; Колос, 2006. – 472 с.
3. Системи сучасних інтенсивних технологій у рослинництві [Текст] : підручник / [Каленська С. М. та ін.] ; Нац. ун-т біоресурсів і природокористування України, Вінниц. нац. аграр. ун-т. - Вінниця : Рогацька І. О., 2015. - 445, [2] с. : рис., табл. - Бібліогр.: с. 410-412.
4. Механізація технологічних процесів в землеробстві : навчально-методичний комплекс : навч. Посіб. Для студентів інж. Спец. На осв.-кваліф. Рівні «Бака-лавр» / [С.М. Грушецький, І.М. Бендера, Т.Д. Іщенко та ін.]. – Кам'янець-Подільський : ФОП Сисин О.В., 2011. – 352 с.
5. Технології вирощування зернових і технічних культур в умовах лісостепу України / Д. І. Мазоренко, Г. Є. Мазнев [и др.] ; УААН, Харк. облдержадмін., Харк. нац. техн. ун-т сільс. госп-ва ім. П.Василенка, ННЦ "Ін-т аграр. економіки", ННЦ "Ін-т ґрунтознавства і агрохімії ім. О.Н.Соколовського", Ін-т рослинництва ім. В.Я.Юр'єва УААН - Центр наук. забезп. АПВ Харк. обл. - 2-ге вид., доповн. - К. : [б. и.], 2008. - 720 с.
6. Шабала М. О. Ґрунтозахисна технологія вирощування кукурудзи / М. О. Шабала, Т. С. Чорна, М. В. Зоря // Agroexpert. – 2009. – № 4. – С. 10-11.
7. Шабала М.О., Чорна Т.С. Система обробітку ґрунту при вирощуванні органічної продукції / М. О. Шабала, Т. С. Чорна // Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету : електрон. наук. фах. видання;Вип. 2, т. 5. – URL: <http://elar.tsatu.edu.ua/handle/123456789/548>

8. Чорна Т.С., Лупинос В.В. Весняний обробіток ґрунту при вирощуванні соняшнику за технологією strip-till / Т.С. Чорна, В.В. Лупинос // Проблеми та перспективи сталого розвитку АПК: матер. міжнар. наук.-практ. конф., м. Мелітополь, 04-12 квітня 2017 року. – Мелітополь: ТДАТУ, 2017. – С. 88 – 90.
9. Чорна Т.С., Кириченко О.А. Обґрунтування схеми комбінованого агрегату для одночасного внесення гербіцидів, передпосівної культивуації та сівби просапних культур / Т.С. Чорна, О.А. Кириченко // Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету [Електронний ресурс]. – Мелітополь, ТДАТУ, 2012. – Вип. 2, Т.3. – С. 261 – 265. – URL::<http://www.nbu.gov.ua/e-journals/nvtdau>

2. ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ РОБОТИ

2.1 Теоретичні положення

Технологія вирощування сільськогосподарських культур – це система організаційних, економічних, агрохімічних, агротехнічних заходів, спрямованих на керування формуванням елементів продуктивності рослин під час посіву і вегетації й отримання високого та сталого врожаю сільськогосподарської культури.

Зональна технологія вирощування сільськогосподарських культур – це технологія, яку розробляють і рекомендують для конкретної кліматичної зони.

Слід зазначити, що технологія вирощування сільськогосподарських культур є комплексом взаємозв'язаних по *часу, місцю* і *якості* операцій (дій), що забезпечують одержання продукції заданої кількості та якості за мінімальних витрат та без шкоди до навколишнього середовища.

При побудові технології вирощування польової культури необхідно дотримуватись наступних *принципів*:

- безперервність та узгодженість робіт;
- оптимальне завантаження техніки;
- мінімальний машиновантажооббіг.

Розглянемо визначення технологій, які сьогодні зустрічаються.

Механізована – технологія, що базується на комплексному застосуванні техніки (всі технологічні процеси механізовані).

Інтенсивна (індустріальна) – технологія, що базується на комплексному застосуванні досягнень науки, техніки, передового досвіду.

No – till (скорочена назва нульової технології) – технологія, що передбачає сівбу у необроблений ґрунт.

Strip – till (скорочена назва смугової технології) – технологія, що передбачає смуговий обробіток ґрунту (обробляються тільки рядки, а міжряддя залишаються необроблені з пожнивними рештками).

Органічне землеробство – технології, що дозволяють вирощувати екологічно чисту продукцію.

Енергозберігаюча – технологія, що направлена на економію енергоресурсів палива, гербіцидів, добрив, скорочення кількості операцій, людських ресурсів.

Ґрунтозахисна – технологія, що направлена на протистояння вітрової або водяної ерозії

Колійна – технологія, використання якої потребує прокладання постійної технологічної колії при вирощуванні польової культури.

Біодинамічна – технологія, яка полягає в гармонізації процесів з біоритмами природи, максимально використовуючи енергію води, світла, землі та повітря.

Основний документ технології – технологічна карта на виробництво (вирощування, збирання та післязбиральну доробку) культури. Її розробляють спільно **агроном, інженер та економіст**.

ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТА вирощування сільськогосподарських культур – це документ, у якому визначають основні етапи технології вирощування конкретної сільськогосподарської культури, технічні засоби, трудові та грошові ресурси, необхідні для її реалізації.

ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТА має такі основні структурні елементи: перелік робіт; агротехнічні строки; агротехнічні вимоги; календарні строки; склад агрегату; кількість агрегатів; кількість нормозмін; потреби в паливі; витрати праці; грошові витрати.

Розробку технологічної карти починають із визначення попередників, уточнення стійкості ґрунту проти вітрової та водної ерозії, ступеня забур'яненості та переважних видів бур'янів, вмісту поживних речовин у ґрунті.

Потім заповнюють верхню частину даних, що передує таблиці: попередник; площа під сільськогосподарською культурою, га; довжина гону, м; питомий опір кН/м (кН/м²); кут ухилу, град.; норма витрати: насіння, т/га, розчинів гербіцидів, т/га розчинів отрутохімікатів, т/га та інші вихідні данні за необхідністю.

Перші стовпчики (з 1 по 7) заповнюються на основі аналізу вихідних даних поля (наведені над таблицею). Спочатку визначаються з технологією. Відповідно до неї будуть обиратись технологічні операції та підбиратись відповідні сільськогосподарські агрегати. Агротехнологічні умови та строки обумовлені культурою, яка вирощується. Склад МТА обирають за умов безперервності та узгодженості робіт; оптимального завантаження техніки; мінімального машиновантажооббігу та виконання агротехнологічних вимог до кожної операції.

Розрахунок технологічної карти починається з 8 стовпчика таблиці. Тривалість робочого дня (*графа 8*) розраховують за формулою

$$T_{доб} = T_{зм} \cdot K_{зм}, \quad (1)$$

де $T_{зм}$ – тривалість зміни, год.;

$K_{зм}$ – коефіцієнт змінності.

Тривалість зміни на більшості робіт дорівнює 7 годинам. На роботах зі шкідливими умовами праці – 6 годин. Коефіцієнт змінності приймається в діапазоні 1...2 в залежності від виду робіт і тривалості світлового дня.

Продуктивність агрегату (*графа 13*)

$$W_{год} = W_{зм} / T_{зм}, \quad (2)$$

де $W_{год}$ – продуктивність агрегату за годину змінного часу, га/год., т/год., м³/год. (установлюється за типовими нормами виробітку на сільськогосподарських механізованих і транспортних роботах [4, 5]);

$W_{зм}$ – продуктивність агрегату за зміну, га/зм., т/зм., м³/зм.;

$T_{зм}$ – тривалість зміни, год.

Якщо змінна продуктивність (норма виробітку) не встановлена нормами, то її визначають за формулою:

$$W_{год} = W_{гтех} \cdot \tau, \quad (3)$$

де $W_{год}$ – продуктивність агрегату за годину змінного часу, га/год., т/год., м³/год.;

$W_{гтех}$ – технічна продуктивність агрегату за годину чистої роботи, га/год., т/год., м³/год.;

τ – коефіцієнт використання часу зміни (додаток 1).

Добова продуктивність агрегату дорівнює

$$W_{доб} = W_{год} \cdot T_{доб}, \quad (4)$$

де $W_{доб}$ – продуктивність агрегату за добу, га/добу, т/добу, м³/добу;

$T_{доб}$ – тривалість робочого дня за добу (графа 8).

Кількість агрегатів, необхідних для виконання роботи визначається з виразу

$$n = \frac{A}{W_{доб} \cdot D_p}, \quad (5)$$

де n – кількість агрегатів;

A – обсяг роботи у фізичному численні (графа 5), га, ткм, м³;

$W_{доб}$ – добова продуктивність, га/добу, т/добу, м³/добу;

D_p – агротехнічна тривалість операцій, діб.

Якщо витрата палива для заданого виду роботи чи марки трактора не встановлена нормою, її можна визначити з формули

$$q = G_{nn} \cdot K_n / W_{год}, \quad (6)$$

де q – норма витрати палива, кг/га, кг/т, кг/м;

G_{nn} – витрата палива при номінальній потужності двигуна, кг/год., визначається за регуляторною характеристикою двигуна;

K_n – поправочний коефіцієнт, що враховує не повне завантаження двигуна (табл.1);

$W_{год}$ – годинна продуктивність агрегату, га/год, т/год, м³/год.

Таблиця 1 – Поправочний коефіцієнт, що враховує не повне завантаження двигуна (K_n)

	Трактор	
	колісний	гусеничний
Оранка: легкі та середні ґрунти	0,90	0,94
важкі ґрунти	0,86	0,90
пересохлі ґрунти	0,78	0,82
Культивуація	0,88	0,93
Боронування	0,86	0,96
Лущення стерні і дискування ґрунту	0,92	0,94
Посів зернових	0,93	0,96
Обробка плоскорізами	0,90	0,92

Витрати праці на одиницю роботи (*графа 20*) визначаються з формули:

$$Z_n = \frac{n_{mex} + n_{don}}{W_{год}}, \quad (7)$$

де Z_n – витрати праці, люд.-год./га, люд.-год./т, люд.-год./м³;

n_{mex} – кількість механізаторів, що обслуговують агрегат при роботі в одну зміну;

n_{don} – кількість допоміжних робітників, що обслуговують агрегат при роботі в одну зміну;

$W_{год}$ – продуктивність агрегату, га/год., т/год., м³/год.

Кількість нормозмін визначається за кожним видом роботи з формули:

$$H_{зм} = \frac{A}{T_{зм} \cdot W_{год}}, \quad (8)$$

де $H_{зм}$ – кількість нормозмін;

A – обсяг роботи у фізичному численні, га, т, м;

$T_{зм}$ – тривалість зміни, год.;

$W_{год}$ – продуктивність агрегату, га/год., т/год., м³/год.

Заробітна плата робітників, які зайняті на вирощуванні культури визначаються за формулою

$$Z_n = \sum Z_i + H_{ар} \cdot \sum Z_i, \quad (9)$$

де Z_i – заробітна плата за операцію згідно технологічної карти, грн.;

$H_{ар}$ – нарахування на зарплату, $H_{ар} = 0,372$

Оплата праці персоналу, що обслуговує машинно-тракторний агрегат

$$Z_i = \frac{Z_m \cdot N \cdot K_m + Z_p \cdot N_p \cdot K_p}{W_3} \quad (10)$$

де Z_m, Z_p – тарифна ставка за зміну механізаторам та іншим робітникам, грн. (дорівнює погодинна зарплата (табл. 2) помножена на час зміни);

N, N_p – кількість механізаторів та інших робітників, чол.;

K_m, K_p – коефіцієнт додаткової оплати праці;

W_3 – змінна норма виробітку, га.

Тарифні ставки механізаторам і працівникам на ручних роботах у рослинництві приймаються такими, щоб при виконанні робіт з найнижчою кваліфікацією забезпечити мінімальну зарплату (табл. 2).

Групи з оплати праці трактористів-машинистів встановлюються в залежності від регіону: I група – сільгосп підприємства Запорізької, Дніпропетровської, Миколаївської, Одеської і Херсонської областей; II група – сільгосп підприємства Вінницької, Луганської, Донецької, Кіровоградської, Полтавської, Тернопільської, Харківської, Черкаської, Чернівецької (крім гірських і передгірних), лісостепові підприємства Житомирської, Київської, Львівської, Сумської, Хмельницької та Чернігівської областей; III група – сільгосп підприємства Волинської, Закарпатської, Івано-Франківської, Рівненської областей, гірські і передгірні підприємства Автономної Республіки Крим, Львівської і Чернівецької областей та поліські підприємства Житомирської Київської, Львівської, Сумської, Хмельницької та Чернігівської областей

2.2 Рекомендації щодо виконання роботи

Технологічна карта на вирощування польової культури відповідно до конкретних умов господарства заповнюється в наступній послідовності.

Спочатку заповнюється інформація стосовно конкретних умов господарства відповідно до виданого завдання (додаток 1), потім – графі технологічної карти (таблиця 3).

Таблиця 3 – Мінімальні гарантовані розміри годинних тарифних ставок та коефіцієнти міжрозрядних співвідношень окремих категорій робітників підприємств сільськогосподарства (норма Галузевої угоди на 2014–2020 роки)

Категорії працівників	Розряди робіт						Мінімальні коефіцієнти співвідношень тарифних ставок за видами виконуваних робіт до тарифної ставки робітника I розряду
	I	II	III	IV	V	VI	
Коефіцієнти міжрозрядних співвідношень	1,00	1,09	1,20	1,35	1,55	1,80	
На ручних роботах у рослинництві							
з 1 січня 2019 р.	13,30	14,50	15,96	17,96	20,62	23,94	1,00
з 1 липня 2019 р.	13,90	15,15	16,68	18,77	21,55	25,02	
з 1 грудня 2019 р.	14,55	15,86	17,46	19,64	22,55	26,19	
Трактористи-машиністи: I група							
з 1 січня 2019 р.	15,56	16,96	18,67	21,01	24,12	28,01	1,17
з 1 липня 2019 р.	16,26	17,72	19,51	21,95	25,20	29,27	
з 1 грудня 2019 р.	17,02	18,55	20,42	22,98	26,38	30,64	
II група							
з 1 січня 2019 р.	17,16	18,70	20,59	23,17	26,60	30,89	1,29
з 1 липня 2019 р.	17,93	19,54	21,52	24,21	27,79	32,27	
з 1 грудня 2019 р.	18,77	20,46	22,52	25,34	29,09	33,79	
III група							
з 1 січня 2019 р.	18,89	20,59	22,67	25,50	29,28	34,00	1,42
з 1 липня 2019 р.	19,74	21,52	23,69	26,65	30,60	35,53	
з 1 грудня 2019 р.	20,66	22,52	24,79	27,89	32,02	37,19	

Таблиця 3 – Зразок заповнення технологічної карти на вирощування польової культури

ТЕХНОЛОГІЧНА КАРТА ВИРОЩУВАННЯ СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКИХ КУЛЬТУР																									
Послідовність операцій	Найменування операцій	Агротехнічні вимоги та показники якості роботи	Одиниці вимірювання	Обсяг роботи (фізичний), га, т, ткм	Строки виконання робіт		Тривалість роботи за годину, год.	Склад агрегату				Продуктивність, га, т, ткм	Потрібно для виконання всього обсягу робіт		Плата за нормо-змін	Кількість нормозмін	Заробітна плата за весь обсяг робіт	Витрата палива		Заграти граді, люд.-год.	Працітка				
					календарні (з по)	фактична тривалість, днів		марка трактора або самохідного шасі	марка зчепки	марка сільськогосподарської машини	кількість с.-г. машин у агрегаті		за годину	за годину				трактористів-машиністів	допоміжних робітників			Кількість апаратів	трактористів-машиністів	допоміжних робітників	за нормою, кг/т, кг/т, кг/ткм
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
1	Дискування ґрунту	глибина 6...8 см	га	200	15.09 - 20.09	3	14	Т-150К	-	БДВ-6,5	1	4,26	59,6	2	-	1	75,04	-	6,71	503,5	5	1000	0,23	46,9	
2	Сівба озимої пшениці з внесенням мінеральних добрив	норма висіву 200...250 кг/га	га	100	15.09 - 25.09	3	10	Т-150К	СП-10,8	СЗ-5,4	2	4,23	42,3	1	-	1	87,04	-	3,38	294,2	4	400	0,24	24	
3	Площа під сільськогосподарською культурою		га																						
4	Довжина гонів		м																						
5	Пігомий опір		кН/м ²																						
6	Кут ухилу		град.																						
7																									
8	Норма висіву:																								
9			насіння																						
10			розчинів гербіцидів																						
11			розчинів отрутохімкатів																						
12																									
13																									
14																									
15																									
16																									
17																									
18																									
19																									
20																									
21																									

Послідовність операцій (*графа 1*) єдина для всіх культур. Операції, що виконуються, наводяться відповідно до технологічної послідовності виконання.

Найменування операцій (*графа 2*) – операція вибирається в залежності від виду технології, культури, попередника, типу ґрунту, кута ухилу рельєфу й інших факторів.

Прийнята технологія повинна забезпечувати максимальну врожайність, мінімальні витрати, охорону навколишнього середовища (додаток 5).

Наприклад, в умовах недостатньої вологості при вирощуванні пшениці після кукурудзи замість основного обробітку ґрунту необхідно провести тільки поверхневий обробіток.

Агротехнічні вимоги та показники якості роботи (*графа 3*) – відповідно до технологічної операції вказуються основні вимоги (глибина обробки, кількість зерен на 1 м чи м² при посіві, відстань перевезення та інші показники), що визначають якість виконання робіт.

Одиниці вимірювання (*графа 4*) – вказуються розмірність виконуваної технологічної операції (га, т, ткм).

Основні технологічні операції (чизелювання, культивування, боронування, сівба, внесення добрив і гербіцидів, збирання і т.д.) мають розмірність га; допоміжні (навантаження, розвантаження) – т; транспортні – ткм; землерийні роботи – м³.

Обсяг роботи (фізичний), га, т, ткм (*графа 5*) – фізичний обсяг робіт приводиться у відповідності до запланованого обсягу та кратності виконання технологічної операції.

Строки виконання робіт (*графи 6 і 7*) приймають відповідно до агростроків:

– **календарні (з__ по__)** – *графа 6* – з урахуванням оптимального календарного строку виконання робіт для зони;

– **фактична тривалість** – *графа 7* – в залежності від наявності в господарстві техніки для виконання даної операції може бути зміщена у бік зменшення по відношенню до календарних строків. Наприклад, за календарними строками сівба може бути виконана за п'ять днів, а реально її виконують за три дні.

Тривалість роботи за добу (*графа 8*) – визначається за формулою (1). Для внесення гербіцидів і мінеральних добрив тривалість зміни складає 6 годин.

Склад агрегату (*графи 9 – 12*) – вибирається відповідно до системи машин, що використовуються в рільництві лісостепової й степової зон України (додаток 3 та [1 – 9]), та за умов виконання агрозавдань, максимальної продуктивності й охорони навколишнього середовища.

Марку трактора або самохідного шасі (*графа 9*) вибирають із умов одержання максимальної продуктивності та мінімального ущільнення ґрунту.

Так, наприклад, для весняної обробки ґрунту необхідно вибрати гусеничний трактор ХТЗ-180, а не колісний ХТЗ – 170 або за відсутності гусеничного – встановлювати спарені колеса на колісні трактори. Небажано навесні на внесенні добрив використовувати великовантажні розкидачі мінеральних добрив. Краще вибрати агрегат, що складається з трьох сівалок СЗТ-3,6, **зчіпки** (*графа 10*) СП – 16 і трактора ХТЗ – 180 і т.д.

Марку сільськогосподарської машини (*графа 11*) необхідно вибирати так, щоб вони були ув'язані в технологічному процесі за рядністю і продуктивністю.

Так, наприклад, при посіві кукурудзи сівалкою Вега – 8 необхідно вибрати культиватор теж восьмирядний КРН – 5,6.

Кількість с.-г. машин у агрегаті (*графа 12*) повинна бути така, щоб трактор мав оптимальне завантаження.

Підбір кількості машин в агрегаті проводиться на підставі рекомендацій, викладених у літературі [1 – 9].

Продуктивність агрегату (*графи 13 – 15*) визначається відповідно:

- **за годину** змінного часу (*графа 13*) – за формулою (2) при наявності типових норм виробітку на сільськогосподарських механізованих і транспортних роботах або за формулою (3) при відсутності норми виробітку на конкретну технологічну операцію;
- **за добу** (*графа 14*) – за формулою (4);

Кількість агрегатів (*графа 15*), необхідних для виконання даної роботи визначається за формулою (5).

Кількість робітників – потрібно для виконання всього обсягу робіт:

– **трактористів-машиністів** (*графа 16*) та **допоміжних робітників** (*графа 17*) – приймають у залежності від кількості та видів обраних агрегатів. У реальних умовах, у залежності від умов роботи, додаткові робітники можуть бути задіяні навіть у випадку, якщо вони не передбачені інструкцією з експлуатації машин.

Витрата палива на одиницю роботи за нормою (*графа 18*) приймається з довідкової літератури в залежності від марки трактора та умов роботи (довжина гону, режим роботи, питомий опір, рельєф і т.д.) або за формулою (6) при відсутності норми на конкретну технологічну операцію.

Витрата палива для виконання всього обсягу робіт (*графа 19*) на даний вид роботи визначається множенням витрати палива на одиницю роботи за нормою (*графа 18*) на обсяг роботи (*графа 5*).

Витрати праці (*графи 20 і 21*):

- **на одиницю роботи** (*графа 20*) визначаються з формули (7);

- на весь обсяг робіт (*графа 21*) визначаються множенням затрат праці на одиницю роботи (*графа 20*) на обсяг роботи (*графа 5*).

Кількість нормозмін (*графа 21*) визначається за кожним видом роботи за формулою (8).

Для граф витрати палива для виконання всього обсягу робіт (*графа 19*) і затрати праці на весь обсяг робіт (*графа 21*) визначають підсумкові значення для всієї площі поля та в розрахунку на один гектар.

2.3. Звіт про виконану роботу

Звіт складається з індивідуального завдання (додаток 1) та розробленої, відповідно до нього, технологічної карти (таблиця 3) на вирощування та збирання заданої польової культури.

2.4. Контрольні питання

2.4.1. Дайте визначення технології.

2.4.2. Чим відрізняється від усіх інших технологія No-till?

2.4.3. Чим відрізняється від усіх інших технологія Strip-till?

2.4.4. Чим відрізняється від усіх інших біодинамічна технологія?

2.4.5. Коли доцільно використовувати технологію Strip-till?

2.4.6. Коли доцільно використовувати технологію No-till?

2.4.7. Як розраховується зміна продуктивність машинно-тракторного агрегату за відсутності рекомендованих норм?

2.4.8. Коли доцільно виконувати оранку та які обов'язкові вимоги до комплектування МТА?

2.4.9. Навіщо виконувати ранньовесняне боронування та за яких технологій воно необхідне?

2.4.10. Коли виконують глибоке розпушування ґрунту та за яких умов його роботи обов'язково?

БЛАНК ЗАВДАННЯ

на розрахунок технологічної карти на вирощування та збирання
польової культури _____

Вихідні данні для заповнення верхньої частини технологічної карти:

- назва культури _____

- попередник _____

- площа, га _____

-

- планована врожайність, т/га:

- основної продукції _____

- побічної продукції _____

- норма витрати, т/га:

- насіння _____

- розчину гербіцидів _____

- розчину ядохімікатів _____

- норма внесення, т/га:

- мінеральних добрив _____

- органічних добрив _____

- відстань перевезення, км:

- насіння _____

- гербіцидів _____

- добрив _____

- основної продукції _____

- побічної продукції _____

- питомий опір, кН/м, (кН/м²) _____

- кут ухилу, градуси _____

Ці дані необхідні для вибору технологічних операцій, підбору марки машин і їх кількості, визначення обсягу робіт і кількості МТА та транспортних засобів.

Коефіцієнт (τ) використання часу зміни для різних зон України

ВИДИ РОБІТ	З О Н И		
	Степ	Лісостеп	Полісся
Оранка начіпними плугами	0,85	0,81	0,77
Оранка причіпними плугами	0,80	0,76	0,72
Культивація суцільна:			
Начіпними культиваторами	0,85	0,81	0,77
Причіпними культиваторами	0,80	0,76	0,72
Міжрядна обробка з підживленням	0,70	0,67	0,63
Лущення стерні:			
Лемішними луцильниками	0,80	0,76	0,72
Дисковими луцильниками	0,85	0,81	0,77
Боронування:			
Зубовими боронами	0,80	0,76	0,72
Дисковими боронами	0,85	0,81	0,77
Сітчастими боронами	0,90	0,86	0,81
Сівба:			
Зернових, зернобобових і трав	0,75	0,71	0,68
Просапних (кукурудзи, соняшника, овочів)	0,75	0,71	0,68
Посадка:			
Картоплі з одночасним внесенням добрив	0,50	0,48	0,45
Розсади овочевих культур	0,60	0,57	0,54
Скошування:			
Зернових культур жниварками	0,70	0,67	0,63
Трав причіпними косарками	0,75	0,71	0,68
Трав начіпними косарками	0,80	0,76	0,72
Збирання зернових культур комбайнами	0,65	0,62	0,59
Згрібання сіна:			
Бічними граблями	0,85	0,81	0,77
Поперечними граблями	0,80	0,76	0,72
Стягування соломи волокушами	0,45	0,43	0,41
Підбор підбирачами – копнувачами	0,70	0,67	0,63
Розкидання органічних добрив	0,50	0,48	0,45
Обприскування (обпилювання)	0,80	0,76	0,72
Збирання:			
Кукурудзи	0,60	0,57	0,54
Силосних культур	0,60	0,57	0,54
Картоплі комбайнами	–	0,57	0,54
Картоплі копачами	0,55	0,52	0,50
Цукрового буряка бурякокомбайнами	0,60	0,57	0,54

**Система машин, які використовуються в рільництві
лісостепової та степової зон України**

<u>Трактори</u>		<u>Автомобілі</u>	
тяговий клас	марка	тип	марка
5	К – 701, К – 744	бортовий	Газель, Соболь
4	ХТЗ – 181	бортовий	ГАЗ – 3308 «Садко»
3	ХТЗ – 17221	бортовий	ЗИЛ – 130Г
3	Т – 150 – 05	бортовий	КАМАЗ – 5320
3	ДТ – 75М	самоскид	САЗ – 3502
2	Т – 70СМ	самоскид	ГАЗ – САЗ – 53 Б
2	ХТЗ – 16131	самоскид	ЗИЛ – 432981
1,4	Беларусь – 892	самоскид	КАМАЗ – 49141 – 011
1,4	Беларусь – 1025	автоцисте- рна	АЦ – 4.2 – 53 А
1,4	ЮМЗ – 8040		
0,9	ХТЗ – 3522		
0,6	ХТЗ – 3510		
0,6	СШ – 28		
0,6	ХТЗ – 1210		

Найменування машин	Марка машин	Тяговий клас енергетичного засобу
<u>Тракторні причеми</u>		
одноосьовий	ПТ – 2	0,6
одноосьовий	1ПТС – 4	1,4
двохосьовий	2ПТС – 4 – 887Б	1,4
двохосьовий, ємність 45 м ³	ПТС – 8545 – 45	1,4
двохосьовий	ППС – 6	1,4
двохосьовий	ММЗ – 771 Б	5
триосьовий	3ПТС – 12Б	5
причіп – ємність	ПСЕ – 12,5; ПСЕ – 20	1,4
<u>Універсальні навантажувальні засоби</u>		
навантажувач навісний	ПФП – 2	3
навантажувач	ПФП – 1,2	3
навантажувач фронтальний	Т – 156 – М	3
навантажувач сівалок	УСЗА – 40	автомобіль

Найменування машин	Марка машин	Тяговий клас енергетичного засобу
навантажувач – екскаватор	ПЗ – 0,8Б	1,4
навантажувач фронтальний	ПС – 0,8Б	1,4
буртоукривщик	БН – 100А	1,4
<u>Плуги</u>		
восьмикорпусний	ПНЛ – 8 – 40	5
шестикорпусний	ПЛП – 6 – 35	3
п'ятикорпусний	ПЛН – 5 – 35	3
чотирьохкорпусний	ПЛН – 4 – 35	3
трикорпусний	ПЛН – 3 – 35	1,4
ярусний	ПНЯ – 4 – 42	3
ярусний	ПНЯ – 4 – 40	3
оборотний	ПО – 3	1,4 – 2
оборотний	ПО – 5	3
оборотний	ПО – 8	5
<u>Плоскорізи</u>		
глибокородпушувач – підживлювач	КПГ – 2,2; ГУН – 4	3 – 5
плоскоріз	КПГ – 250	3
плоскоріз	КПГ – 2 – 150	5
плоскоріз	ОПТ – 3 – 5	3 – 5
культиватор – плоскоріз	КПШ – 5	5
культиватор – плоскоріз	КПШ – 9	5
культиватор	КТС – 10	5
<u>Чизелі</u>		
чизель	АЧП – 2,5	3
чизель	АЧП – 4,5	5
<u>Дискові борони і луцильники</u>		
борона дискова	БДП-4; БДТ-7; БДВ-6,5	3
борона дискова	БД – 10, Деметра	3
луцильник дисковий	ЛДГ – 15	3
луцильник дисковий	ЛДГ – 10	3
луцильник дисковий	ЛДГ – 5	1,4
плуг – луцильник леміш.	ППЛ – 10 – 25	3
плуг – луцильник леміш.	ППЛ – 5 – 25	1,4
борона дискова	БДМП – 6Х	5

Найменування машин	Марка машин	Тяговий клас енергетичного засобу
<u>Борони зубові</u>		
важка швидкісна	БЗТС – 1,0	3 зі зчіпкою СГ-21
середня швидкісна борона посівна	БЗСС – 1,0 ЗБП – 0,6А	або СПУ-11 3 зі зчіпкою СПУ-11
райборона	ЗОР – 0,7	3 зі зчіпкою СПУ-11
вирівнювач ґрунту	ВИП – 5,6	3
борона пружинна	ЗБР – 24 – 01	3
шлейф – борона	ШБ – 2,5	1,4 – 2
борона пружинна	ЗПГ – 24	3
<u>Зчіпки</u>		
зчіпка універсальна	СП – 16	5
зчіпка універсальна	СП – 8	3
зчіпка універсальна	СПУ – 11	3
зчіпка	СГ – 21	3
зчіпка напівначіпна	СН – 75	3 – 1,4
зчіпка	СП – 10,8	3
зчіпка	СГП – 10,8	3
<u>Культиватори та комбіновані агрегати</u>		
	КПСП – 4	1,4 – 3 (зі зчіпкою)
	КПН – 8 Вакула	3
	ККП – 6 Кардинал	3
	Комбі – 3,7	1,4
	АГ – 6 Борекс	3
	КШП – 8	3
	Дніпропак – 6,4	3
	Сиріус – 10	3
	КПЕ – 3,8	3
	НОRSH – Агросоюз	5
	КФГ – 3,6 – 01	3
	КФ – 5,4	2 – 3

Найменування машин	Марка машин	Тяговий клас енергетичного засобу
<u>Сівалки і саджалки</u>		
зернотукова	СЗ – 5,4; СЗ – 3,6	1,4 – 3 (зі зчіпками)
зернотукова трав'яна	СЗТ – 5,4; СЗТ – 3,6	1,4 – 3 (зі зчіпками)
зернотукова стерньова	СЗПП – 4; СТС – 6	3 – 5 (зі зчіпками)
кукурудзяна	СУПН – 8, УПС – 8	1,4
кукурудзяна	Вега – 8	3
кукурудзяна	СУПН – 12	3
бурякова	УПС – 12; УПС – 6	2
овочева	СУПО – 6А; СО – 4,2; Клен – 4,2	1,4
картоплесаджалка	КС – 2	0,9 – 1,4
<u>Котки</u>		
кільчасто-шпорові	ЗККШ – 6П	з гусеничними тракторами кл. 3 і 2 та кл. 1,4 зі зчіпками
кільчасто-зубчасті	К – 10, К – 6, ККН – 2,8	
водоналивні	СКГ – 2 – 2	
<u>Культиватори для міжрядної обробки</u>		
кукурудзи	КРН – 4,2	1,4
кукурудзи	КРН – 5,6	1,4
кукурудзи	КРН – 8,4	3
цукрового буряка	УСМК – 5,4Б	1,4 – 2
проріджувач	УСМП – 5,4	1,4 – 2
проріджувач	ПСА – 2,7(5,4)	1,4 – 2
<u>Машини для внесення добрив</u>		
мінеральних	МРД – 8	3
мінеральних	МРД – 6	1,4 – 2
мінеральних	МРД – 4	1,4
мінеральних	МВУ – 0,5	1,4
мінеральних	МВД – 900	1,4
органічних	РТД – 9	3
органічних	РТД – 7А	3
органічних	РОУ – 6	1,4
рідких органічних	РЖТ – 4	1,4

Найменування машин	Марка машин	Тяговий клас енергетичного засобу
рідких органічних	РЖТ – 8	3
рідких мінеральних	ПОМ – 630	1,4 – 3
агрегат для подрібнення мін. добрив	АИР – 20	1,4
органічних з куп	РУН – 15Б	3
<u>Машини для захисту рослин</u>		
обприскувач	ОП – 2000	1,4
обприскувач	ОМ – 630, ОМ – 800	1,4
обприскувач	ПОМ – 630	1,4 – 3
цистерна	ВР – 3М	1,4
агрегат для приготування робочих розчинів	АПЖ – 12	1,4
агрегат для приготування робочих розчинів	СТК – 5	1,4
протруйник насіння	ПС – 10	електричний привід
протруйник насіння	ПСШ – 5	електричний привід
протруйник насіння	ПНШ – 3	електричний привід
<u>Комбайни та жнивварки</u>		
зернозбиральний	СК – 5М «Нива – Ефект»	
зернозбиральний	Дон – 101 «Вектор»	
зернозбиральний	Дон – 1500Б	
соргозбиральний	СМ – 2,6	
гичкозбиральний	МБП – 6	2 – 3
коренезбиральний	КС – 6Б	
коренезбиральний	РКМ – 6	
очисник-завантажувач коренеплодів	СПС – 4,2А	1,4
буряконавантажувач	СНТ – 2,1Б	1,4
кукурудозбиральний	КСКУ – 6	
кукурудозбиральний	Херсонць – 9	самохідний

Найменування машин	Марка машин	Тяговий клас енергетичного засобу
приставка кукурудзозбиральна	ППК – 4	СК – 5 «Нива»
приставка кукурудзозбиральна	КМД – 6	Дон – 1500
пристосування для збирання соняшника	ПЗП – 6 ПЗС – 9	СК – 5 «Нива» Дон – 1500
очисник початків силосозбиральний	ОП – 15 Дон – 680М	1,4 самохідний
силосозбиральний	Полісся – 250	самохідний
силосозбиральний	Марал 125 – Поділля	самохідний
силосозбиральний	Рось – 2	1,4
силосозбиральний	КПІ – Ф – 30	1,4
жниварка	ЖВН – 6Б	СК – 5 «Нива»
жниварка	ЖВП – 6	
жниварка	ЖЗБ – 4,2	СК – 5 «Нива»
косарка	КТП – 6	1,4
косарка	КДП – 4	1,4
косарка	КС – 2,1	0,6
косарка – плющилка	КПС – 5Г	самохідна
косарка – подрібнювач	КДР – 1,5	1,4
<u>Граблі</u>		
поперечні	ГП – 10	0,9
поперечні	ГПП – 6,0	0,6 – 0,9
граблі – валкоутворювач	ГВК – 6А	0,6 – 1,4
<u>Граблі</u>		
поперечні	ГП – 10	0,9
поперечні	ГПП – 6,0	0,6 – 0,9
граблі – валкоутворювач	ГВК – 6А	0,6 – 1,4
<u>Волокуші і підбирачі</u>		
копновіз	КУН – 10	1,4
волокуша	ВТУ – 10	3
прес – підбирач	ПС – 1.6	1,4
прес – підбирач	ПРП – 1.6	1,4
підбирач – копнувач	ПК – 1.6А	1,4

Найменування машин	Марка машин	Тяговий клас енергетичного засобу
<u>Зерноочисні машини і сушарки</u>		
центробіжно-пневматичний сепаратор	ЗАВ – 40.02.000	ел. привід
стіл сортувальний	УПС – 5	ел. привід
калібрувальна машина	КСК – 1	ел. привід
сушарка барабанна	СЗСБ – 8.0	ел. привід
сушарка барабанна	СЗСБ – 4.0	ел. привід
топковий агрегат	ТАУ – 1.5	ел. привід
топковий агрегат	ТАУ – 0.75	ел. привід
агрегат зерноочисний	ЗАВ – 20	ел. привід
комплекс зерноочисний	КЗС – 20Ш	ел. привід
комплекс зерноочисний	КЗС – 40	ел. привід
зерноавантажувач	ЗПС – 100	ел. привід

Додаток 4

Перелік технологічних операцій при виробництві польових культур

№ п/п	Найменування операції	Строки виконання роботи		Агротехнічні умови	Примітка
		календарних	три-валість		
КУКУРУДЗА НА ЗЕРНО І СИЛОС					
1	Лушіння стерні перше	09.07 – 18.07	5	6...8 см	
2	Лушіння стерні друге	20.07 – 27.07	3	8...10см	
3	Завантаження мінеральних добрив у подрібнювач	10.08 – 20.08	5	1,3 т/га	
4	Подрібнювання мінеральних добрив	10.08 – 20.08	5	1,3 т/га	
5	Завантаження мінеральних добрив у змішувач	10.08 – 20.08	5	1,3 т/га	

№ п/п	Найменування операції	Строки виконання роботи		Агротехнічні умови	Примітка
		календарних	тривалість		
6	Змішування мінеральних добрив	10.08 – 20.08	5	1,3 т/га	за необхідністю
7	Транспортування і внесення мінеральних добрив	10.08 – 20.08	5	1,3 т/га	
8	Оранка	05.09 – 25.09	15	25...27 см	
9	Чизелювання	05.10 – 12.10	5	16...18 см	1 раз в 3 – 4 роки
10	Снігозатримання	01.01 – 25.02	10	сн.покр. >10см	
11	Боронування	06.03 – 13.03	3	–	
12	Весняна культивація	06.04 – 13.04	3	6...8 см	
13	Транспортування води	25.04 – 10.05	6	200...300 л/га	
14	Транспортування гербіцидів	25.04 – 10.05	6	7 кг/га	
15	Приготування робочого розчину гербіцидів	25.04 – 10.05	6	200...300 л/га	
16	Внесення гербіцидів	25.04 – 10.05	6	300 л/га	
17	Передпосівна обробка ґрунту	25.04 – 10.05	6	6...8 см	
18	Транспортування насіння і мінеральних добрив	25.04 – 10.05	6	6 км	
19	Посів із внесенням мінеральних добрив	25.04 – 10.05	6	6...8 см	
20	Прикочування посівів	26.04 – 11.05	6	–	
21	Досходове боронування	03.05 – 10.05	3	3...4 см	V = 4 км/год
22	Боронування після сходів	10.05 – 25.05	3	3...4 см	V = 3 км/год за

№ п/п	Найменування операції	Строки виконання роботи		Агротехнічні умови	Примітка
		календарних	тривалість		
					необхідністю
23	Транспортування води	25.05 – 10.06	5	300 л/га	
24	Транспортування гербіцидів	25.05 – 10.06	5	2,5 л/га	
25	Приготування робочої суміші гербіцидів	25.05 – 10.06	5	300 л/га	за необхідністю
26	Внесення страхових гербіцидів	25.05 – 10.06	5	300 л/га	
27	Перша міжрядна обробка	15.06 – 30.06	5		
28	Друга міжрядна обробка	01.07 – 15.07	5		
29	Збирання кукурудзи у початках	15.09 – 30.09	15	10 т/га	
30	Транспортування початків на тік	15.09 – 30.09	15	6 км	
31	Транспортування листостебельної маси	15.09 – 30.09	15	12 т/га	
32	Розрівнювання і трамбування подрібненої маси	15.09 – 30.09	15	12 т/га	
33	Укриття траншей соломною та землею	17.09 – 02.10	15	10т соломом на 1000 т	

СОНЯШНИК

1	Лушіння стерні перше	09.07 – 18.07	5	6...8 см	
2	Лушіння стерні друге	20.07 – 26.07	3	12...14 см	

№ п/п	Найменування операції	Строки виконання роботи		Агротехнічні умови	Примітка
		календарних	три-ва-лість		
3	Завантаження мінеральних добрив	05.09 – 23.09	5	230 кг/га	90 кг/га сечовини, 140 кг/га подвійного суперфосфату
4	Транспортування і внесення мінеральних добрив	05.09 – 23.09	5	6 км	
5	Оранка	05.09 – 25.09	15	25...27 см	
6	Чизелювання	01.10 – 15.10	10	40 см	1 раз в 3 – 4 роки
7	Снігозатримання	01.01 – 25.02	10	–	
8	Раннє весняне борошування	02.03 – 16.03	3	4...6 см	
9	Весняна культивуація	20.03 – 26.04	3	6...8 см	
10	Транспортування гербіцидів	15.04 – 30.04	6	6 кг/га	
11	Транспортування води	15.04 – 30.04	6	200 л/га	
12	Приготування робочого розчину гербіциду	15.04 – 30.04	6	200 л/га	
13	Внесення робочого розчину гербіциду	15.04 – 30.04	6	200 л/га	
14	Передпосівна обробка ґрунту	15.04 – 30.04	6	6...8 см	
15	Транспортування мінеральних добрив	20.04 – 30.04	6	6 км	
16	Транспортування насіння до посівних агрегатів	20.04 – 30.04	6	6 км	

№ п/п	Найменування операції	Строки виконання роботи		Агротехнічні умови	Примітка
		календарних	три-ва-лість		
17	Завантаження мінеральних добрив	20.04 – 30.04	6	160 кг/га	
18	Завантаження насіння	20.04 – 30.04	6	6 кг/га	
19	Посів	20.04 – 30.04	6	6...8 см	
20	Прикочування посівів	20.04 – 30.04		–	
21	Досходове боронування	26.04 – 06.05	3	3...4 см	V = 4 км/год
22	Міжрядна обробка	10.05 – 14.05	3	5...6 см	
23	Транспортування інсектицидів	08.06 – 15.06	3	1...1,5 кг/га	за необхідністю
24	Транспортування води	08.06 – 15.06	3	400 л/га	за необхідністю
25	Приготування розчину	8 – 15.06	3	400 л/га	за необхідністю
26	Обприскування рослин соняшнику інсектицидами	8 – 15.06	3	400 л/га	за необхідністю
27	Другий міжрядний обробіток з підгортанням	05.06 – 10.06	3	5...6 см	
28	Збирання врожаю соняшника	05.10 – 14.10	8	2,5 т/га	
29	Транспортування соняшника на тік	05.10 – 14.10	8	6 км	

ЯЧМІНЬ ЯРИЙ

1	Луціння стерні перше	09.07 – 18.07	5	6...8 см	
2	Луціння стерні друге	20.07 – 28.07	5	8...10 см	
3	Завантаження добрив до змішувача	02.08 – 22.08	15	0,3 т/га	

№ п/п	Найменування операції	Строки виконання роботи		Агротехнічні умови	Примітка
		календарних	три-валіть		
4	Змішування та завантаження у транспортні засоби	02.08 – 22.08	15	0,3 т/га	
5	Завантаження мінеральних добрив в розкидач	02.08 – 22.08	15	0,3 т/га	
6	Транспортування та внесення мінеральних добрив	02.08 – 22.08	15	0,3 т/га	
7	Оранка	05.08 – 25.08	15	25...27 см	
8	Снігозатримання	01.01 – 25.02	10	–	
9	Раннє весняне боронування зябу	28.03 – 06.04	2	2...4 см	
10	Передпосівна культивування з боронуванням	05.04 – 15.04	5	10...12 см	
11	Завантаження насіння у транспортні засоби	05.04 – 15.04	5	200 – 220 кг/га	
12	Завантаження мінеральних добрив у транспортні засоби	05.04 – 15.04	5	0,3 т/га	
13	Транспортування насіння, мінеральних добрив та завантаження сівалок	05.04 – 15.04	5	6 км	
14	Посів ячменю з внесенням мінеральних добрив	05.04 – 15.04	5	4...6 см	
15	Прикочування	05.04 – 15.04	5		
16	Транспортування пестицидів	20.06 – 05.07	10	0,5...1,6кг/га	
17	Транспортування води	20.06 – 05.07	10	100 л/га	

№ п/п	Найменування операції	Строки виконання роботи		Агротехнічні умови	Примітка
		календарних	три-ва-лість		
18	Приготування робочого розчину інсектицидів	20.06 – 05.07	10	100 л/га	
19	Боротьба з личинками клопа черепашки, злаковими тлями, хлібними жуками	20.06 – 05.07	10	100 л/га	
20	Скошування ячменю у валки	05.07 – 22.07	3	стерня 15...20 см	
21	Підбір і обмолот валків	18.08 – 30.08	5	3,0 т/га	
22	Транспортування зерна на тік	18.08 – 30.08	5	6 км	
23	Транспортування подрібненої соломи	18.08 – 30.08	5	6 км	
24	Скирдування подрібненої соломи	18.08 – 02.09	8	3,0 т/га	

ГОРОХ

1	Луціння стерні перше	05.07 – 15.07	5	6...8 см	
2	Луціння стерні друге	25.07 – 10.08	5	8...10 см	
3	Завантаження мінеральних добрив	18.08 – 08.09	10	0,8 т/га	
4	Транспортування мінеральних добрив	18.08 – 08.09	10	0,8 т/га	
5	Внесення мінеральних добрив	18.08 – 08.09	10	0,8 т/га	фосфорних та калійних

№ п/п	Найменування операції	Строки виконання роботи		Агротехнічні умови	Примітка
		календарних	три-валіть		
6	Оранка або	20.08 – 10.09	10	25...30 см	
	Плоскорізна обробка	20.08 – 10.09	10	25...30 см	
7	Вирівнювання (культивація)	20.09 – 30.09	5	8...10 см	
8	Снігозатримання	01.01 – 25.02	10	–	
9	Ранньовесняне боронування зябу	28.03 – 06.04	3	3...5 см	
10	Завантаження мінеральних добрив	05.04 – 15.04	5	0,2 т/га	
11	Транспортування та внесення азотних добрив	05.04 – 15.04	5	0,2 т/га	
12	Передпосівна культивіація з боронуванням	05.04 – 15.04	5	6...8 см	
13	Транспортування насіння, мінеральних добрив та завантаження сівалок	05.04 – 15.04	3	6 км	
14	Посів гороху з внесенням мінеральних добрив	05.04 – 15.04	3	240...270 кг/га	
15	Прикочування посівів	05.04 – 15.04	3	–	
16	Боронування посівів гороху до появи сходів	12.04 – 25.04	5	3...4 см	V = 4...5 км/год
17	Боронування посівів після появи сходів	22.04 – 04.05	5	3...4 см	V = 4...5 км/год
18	Транспортування води для приготування інсектицидів	10.05 – 20.05	3	300 л/га	

№ п/п	Найменування операції	Строки виконання роботи		Агротехнічні умови	Примітка
		календарних	три-ва-лість		
19	Приготування робочого розчину	10.05 – 20.05	3	300 л/га	
20	Внесення інсектицидів	10.05 – 20.05	3	300 л/га	
21	Скошування у валки	01.07 – 15.07	3	6...8 см	
22	Підбір та обмолот валків гороху	05.07 – 20.07	5	3 т/га	
23	Транспортування зерна на тік	05.07 – 20.07	5	6 км	
24	Транспортування подрібненої соломи	05.07 – 20.07	5	3 т/га	
26	Скирдування подрібненої соломи	05.07 – 20.07	5	3 т/га	

ЦУКРОВИЙ БУРЯК

1	Луціння стерні перше	18.07 – 30.07	5	6...8 см	
2	Завантаження мінеральних добрив у змішувачі	05.08 – 15.08	5	0,8 т/га	
3	Змішування мінеральних добрив	05.08 – 15.08	5	0,8 т/га	фосфорних та калійних
4	Транспортування та внесення мінеральних добрив	05.08 – 15.08	5	6 км	Фосфорних та калійних
5	Луціння стерні друге	07.08 – 17.08	5	6...8 см	
6	Завантаження органічних добрив	20.09 – 10.10	15	30 т	
7	Транспортування та внесення органічних добрив	20.09 – 10.10	15	6 км	

№ п/п	Найменування операції	Строки виконання роботи		Агротехнічні умови	Примітка
		календарних	три-ва-лість		
8	Оранка	20.09 – 10.10	15	30 см	
9	Вирівнювання борід та звальних гребенів	20.09 – 10.10	15	–	
10	Транспортування рідких азотних добрив	01.10 – 15.10	10	0,35 т/га	
11	Культивація ораного поля з одночасним внесенням рідких азотних добрив	01.10 – 15.10	10	14...16 см	
12	Снігозатримання	01.01 – 25.02	10	–	
13	Ранньовесняне рихлення поверхневого шару	28.03 – 06.04	2	2...3 см	у 2 сліди
14	Ранньовесняне вирівнювання поверхні ґрунту	02.04 – 08.04	2	до 2 см	висота гребня
15	Транспортування води для приготування робочої суміші гербіцидів	05.04 – 12.04	3	250 л/га	
16	Транспортування гербіцидів	05.04 – 12.04	3	3,5...4кг/га	
17	Приготування робочої суміші гербіцидів	05.04 – 12.04	3	250 л/га	
18	Передпосівна обробка ґрунту з одночасним внесенням робочої суміші гербіцидів	05.04 – 12.04	3	3...5 см	
19	Завантаження мінеральних добрив	05.04 – 12.04	3	0,18 т/га	
20	Транспортування мінеральних добрив та завантаження сівалок	05.04 – 12.04	3	6 см	

№ п/п	Найменування операції	Строки виконання роботи		Агротехнічні умови	Примітка
		календарних	три-валість		
21	Транспортування насіння на поле та завантаження сівалок	05.04 – 12.04	3	8 кг/га	
22	Пунктирний посів із внесенням мінеральних добрив	05.04 – 12.04	3	2...3 см	18...20 шт. насіння на 1 м рядку
23	Коткування посівів	05.04 – 12.04	3		
24	Приготування і внесення робочої рідини гербіциду	03.05 – 10.05	4	200 л/га	бетонол
25	Рихлення ґрунту у міжряддях та в захисних зонах рядків при появі сходів (шаровка)	17.05 – 25.05	4	2,5 ... 3 см	
26	Проріджування сходів	14.05 – 27.05	10	2...3 см	
27	Завантаження мінеральних добрив	20.05 – 28.05	5	0,3 т/га	
28	Транспортування мінеральних добрив та завантаження культиваторів	20.05 – 28.05	5	6 км	
29	Міжрядна обробка з внесенням мінеральних добрив	20.05 – 28.05	5	10...12 см	
30	Обробка посівів фунгіцидами	01.06 – 10.06	5	300 л/га	
31	Міжрядна обробка	05.06 – 12.06	5	7...8 см	
32	Рихлення міжряддя перед збиранням	05.06 – 12.09	6	10...12 см	
33	Збирання гички	10.09 – 30.09	15	18 т/га	

№ п/п	Найменування операції	Строки виконання роботи		Агротехнічні умови	Примітка
		календарних	три-ва-лість		
34	Транспортування гички до місця силосування	10.09 – 30.09	15	6 км / 18 т	
35	Розрівнювання та збирання гички	10.09 – 30.09	15	18 т/га	
36	Вкривання траншей гички подрібненою соломною та ґрунтом	10.09 – 30.09	15	8 т/га	
37	Збирання коренеплодів	10.09 – 30.09	15	35 т/га	
38	Транспортування коренеплодів на перевалочні ділянки	10.09 – 30.09	15	0,5 км	

ОЗИМА ПШЕНИЦЯ

1	Дискування поля	15.09 – 20.09	5	6...8 см	
2	Завантаження органічних добрив	20.09 – 10.10	20	20...30 т/га	
3	Внесення органічних добрив	20.09 – 15.10	20	20...30 т/га	
4	Оранка зябу	15.10 – 15.11	30	25...27 см	
5	Весняне вирівнювання зябу	01.03 – 15.03	2...3	–	
6	Приготування та внесення розчину гербіциду раундап	10.04 – 20.04			за необхідністю
7	1-а культивація пару	10.04 – 20.04	3...4	8...10 см	
8	2-а культивація пару	10.04 – 15.05	3	7...8 см	
9	Передпосівна підготовка ґрунту	20.08 – 01.09	10	6...7 см	
10	Протравлювання насіння	25.08 – 01.09	5	–	

№ п/п	Найменування операції	Строки виконання роботи		Агротехнічні умови	Примітка
		календарних	тривалість		
11	Транспортування мінеральних добрив	01.09 – 10.09	10	–	
12	Транспортування насіння та заправка сівалок	01.09 – 10.09	10	–	
13	Посів із внесенням мінеральних добрив	01.09 – 10.09	10	5...6 см	
14	Прикочування посівів	10.09 – 14.09	3	–	
15	Приготування розчину інсектицидів	20.10 – 25.10	2	–	
16	Обприскування посівів	20.10 – 25.10	2	200 л/га	
17	Підготовка та транспортування добрив	20.02 – 25.02	3	120 кг/га	
18	Внесення мінеральних добрив	20.02 – 25.02	3	120 кг/га	
19	Боронування посівів	15.03 – 20.03	5	3...4 см	
20	Транспортування води та отрутохімкатів	20.04 – 20.05	3	250 л/га	
21	Приготування розчину отрутохімкатів	20.04 – 20.05	3	250 л/га	
22	Обприскування посівів проти шкідників, захворювань та бур'янів	20.04 – 20.05	3	250 л/га	
23	Транспортування води та сечовини	01.06 – 15.06	10	250 л/га	
24	Приготування розчину	01.06 – 15.06	10	–	

№ п/п	Найменування операції	Строки виконання роботи		Агротехнічні умови	Примітка
		календарних	тривалість		
25	Позакореневе підживлення посівів	01.06 – 15.06	10	250 л/га	
26	Скошування пшениці у валки	10.07 – 15.07	5	стерня 15...20 см	
27	Підбір та обмолот валків	15.07 – 25.07	10	–	
28	Транспортування зерна	15.07 – 25.07	10	3 т/га	
29	Транспортування подрібненої соломи	15.07 – 25.07	10	3 км	
30	Скирдування соломи	15.07 – 25.07	10	3 т/га	

ГРЕЧКА

1	Луціння	15.09 – 25.09	5	6...8 см	
2	Луціння	01.10 – 10.10	5	12...14 см	
3	Оранка	15.10 – 30.10	10	20...22 см	
4	Снігозатримання	01.01 – 25.02	10	–	
5	Раннє весняне борокування	28.03 – 06.04	3	4...5 см	
6	Культивація з борокуванням	05.04 – 15.04	5	10...12с м	
7	Завантаження мінеральних добрив	25.04 – 05.05	3	0,4 т/га	
8	Розтарювання та подрібнення мінеральних добрив	25.04 – 05.05	3	0,4 т/га	
9	Змішування та завантаження мінеральних добрив	25.04 – 05.05	3	0.4 т/га	

№ п/п	Найменування операції	Строки виконання роботи		Агротехнічні умови	Примітка
		календарних	три-валість		
10	Транспортування та внесення мінеральних добрив	25.04 – 05.05	3	0.4 т/га	
11	Культивація з боронуванням	25.04 – 05.05	3	8...10 см	
12	Прикочування	25.04 – 05.05	3	–	
13	Культивація з боронуванням	14.05 – 25.05	3	6...8 см	
14	Прикочування	14.05 – 25.05	3	–	
15	Завантаження насіння та мінеральних добрив	15.05 – 25.05	3	80...110 кг/га	насіння добрива
16	Транспортування насіння, мінеральних добрив, завантаження сівалок	15.05 – 25.05	3	6 км	
17	Посів з внесенням мін. добрив	15.05 – 25.05	3	6...7 см	
18	Прикочування	15.05 – 25.05	3	–	
19	Досходове боронування	22.05 – 30.05	2	3...4см	
20	Перша міжрядна обробка	01.06 – 10.06	3	5...6 см	
21	Друга міжрядна обробка	11.06 – 17.06	3	8...10 см	
22	Транспортування пасіки	05.07 – 10.07	2	6 км	
23	Скошування у валки	10.08 – 25.08	7	стерня 15...20см	

№ п/п	Найменування операції	Строки виконання роботи		Агротехнічні умови	Примітка
		календарних	три-ва-лість		
24	Підбір та обмолот валків	13.08 – 28.08	7	2,2 т/га	
25	Транспортування зерна	13.08 – 28.08	7	6 км	
26	Транспортування подрібненої соломи	13.08 – 28.08	7	6 км	
27	Скирдування подрібненої соломи	13.08 – 28.08	7	2,2 т/га	

ПРОСО

1	Лушіння стерні перше	18.08 – 28.08	5	6...8 см	
2	Лушіння стерні друге	01.09 – 10.09	5	8...10 см	
3	Оранка	15.09 – 30.09	10	20...22 см	
4	Снігозатримання	01.01 – 25.02	10		
5	Раннє весняне борошування	28.03 – 06.04	3	2...4 см	
6	1-а культивуація з борошуванням	15.04 – 25.04	5	8...10 см	
7	2-а культивуація з борошуванням	25.04 – 07.05	5	8...10 см	
8	Передпосівне прикочування	10.05 – 20.05	5	–	
9	Завантаження насіння у транспортні засоби	10.05 – 20.05	5		
10	Завантаження мінеральних добрив в транспортні засоби	10.05 – 20.05			
11	Транспортування насіння та мінеральних добрив, завантаження сівалок	10.05 – 20.05	5	6 км	

№ п/п	Найменування операції	Строки виконання роботи		Агротехнічні умови	Примітка
		календарних	три-ва-лість		
1 2	Широкорядний посів з внесенням мінеральних добрив	10.05 – 20.05	5	4...6 см	
1 3	Прикочування посівів	10.05 – 20.05	5		
1 4	Боронування посівів до появи сходів	14.05 – 24.05	5	V=4...5 км/год	
1 5	Боронування посівів після появи сходів	25.05 – 02.06	3	V=4...5 км/год	
1 6	Транспортування гербіцидів	01.06 – 10.06	5	2...2,5 кг/га	2,4 – Д за необхідністю
1 7	Транспортування води	01.06 – 10.06	5	300 л/га	
1 8	Приготування робочого розчину гербіцидів	01.06 – 10.06	5	300 л/га	
1 9	Внесення гербіцидів	01.06 – 10.06	5	300 л/га	
20	Міжрядна обробка	01.06 – 7.06	4	4...5 см	
21	Міжрядна обробка	10.06 – 17.06	4	6...8 см	
22	Скошування проса у валки	10.08 – 23.08	8	–	
23	Підбір та обмолот валків	15.08 – 28.08	8	2,5 т/га	
24	Транспортування зерна на тік	15.08 – 28.08	8	6 км	
25	Транспортування подрібненої соломи	15.08 – 28.08	8	6 км	
26	Скирдування подрібненої соломи	15.08 – 28.08	8	2,5 т/га	

№ п/п	Найменування операції	Строки виконання роботи		Агротехнічні умови	Примітка
		календарних	три-ва-лість		

ОДНОРІЧНІ ТРАВИ

1	Лушіння стерні	25.09 – 05.10	5	6...8 см	
2	Оранка	05.10 – 10.10	20	20...22 см	
3	Снігозатримання	01.01 – 25.02	10	–	
4	Ранньовесняне боронування зябу	28.03 – 06.04	2	2...4 см	
5	Передпосівна культивування зябу з боронуванням	05.04 – 15.04	5	8...10 см	
6	Завантаження мінеральних добрив у транспортні засоби	10.04 – 25.04	10	0,23 т/га	
7	Завантаження насіння у завантажувач сівалок	10.04 – 25.04	10	18...20 кг/га	
8	Транспортування насіння, мінеральних добрив та завантаження сівалок	10.04 – 25.04	10	6 км	
9	Посів трав з внесенням мінеральних добрив	10.04 – 25.04	10	2...4 см	
10	Прикочування посівів	10.04 – 25.04	10	–	
11	Скошування трави на зелений корм	05.06 – 05.09	50	22 т	
12	Транспортування зеленої маси на ферму	05.06 – 05.09	50	5 км	
13	Скошування трави на сіно	20.06 – 20.07	10		
14	Згрібання сіна у валки	21.06 – 21.07	10		

№ п/п	Найменування операції	Строки виконання роботи		Агротехнічні умови	Примітка
		календарних	три-ва-лість		
15	Ворошіння сіна у валках	21.06 – 21.07	10		
16	Підбір сіна у копни	21.06 – 21.07	10		
17	Транспортування сіна до місця скирдування	21.06 – 21.07	10	1 км	
18	Скирдування сіна	21.06 – 21.07	10	4,5 т/га	

БАГАТОРІЧНІ ТРАВИ

1	Снігозатримання	01.01 – 25.02	10		
2	Завантаження мінеральних добрив	12.05 – 20.05	5	0,35 т/га	
3	Транспортування і внесення мінеральних добрив	12.05 – 20.05	5	6 км	
4	Боронування трави після підкормки	12.05 – 20.05	5	3 км/год	
5	Скошування трави на зелений корм	20.05 – 05.07	30	22 т/га	
6	Транспортування зеленої маси на ферму	20.05 – 05.07	30	6 км	
7	Скошування трав на сіно	05.06 – 25.06	10	5...6 см	
8	Ворошіння сіна	06.06 – 6.06	10		
9	Згрібання сіна у валки	06.06 – 26.06	10		
10	Підбір та скирдування сіна	06.06 – 26.06	10	4 т/га	
11	Транспортування сіна до місця скирдування	06.06 – 26.06	10	1,8 км	
12	Скирдування сіна	06.06 – 26.06	10	4 т/га	
13	Підбір валків сіна з подрібненням	06.06 – 26.06	10	4 т/га	

№ п/п	Найменування операції	Строки виконання роботи		Агротехнічні умови	Примітка
		календарних	три-ва-лість		
14	Транспортування подрібненого сіна	06.06 – 26.06	10	1,8 км	
15	Скирдування подрібненого сіна	06.06 – 26.06	10	4 т/га	
16	Завантаження мінеральних добрив	10.06 – 02.07	5	0,35 т/га	
17	Транспортування та внесення мінеральних добрив	18.06 – 02.07	5	6 км	
18	Скошування трави на сіно	24.07 – 20.08	10	5...6 см	2-й покiс
19	Згрібання сіна у валки	24.07 – 20.08	10		
20	Ворошіння валків	24.07 – 20.08	10		
21	Пресування сіна	24.07 – 20.08	10		
22	Завантаження тюків сіна	24.07 – 20.08	10		
23	Транспортування тюків сіна	24.07 – 20.08	10		
24	Скирдування тюків сіна	24.07 – 20.08	10		

Лабораторна робота №4

Тема: Наладка агрегатів і визначення якості посіву просапних культур

Мета: отримати практичні навички по комплектуванню посівних агрегатів, їх наладці, використанню та визначенню показників якості роботи

1. ВКАЗІВКИ З ПІДГОТОВКИ ДО РОБОТИ

1.1 Завдання для самостійної підготовки до роботи

Знати:

- сівалки яких марок використовуються при сівбі просапних культур та з якими тракторами їх агрегатують;
- технологію посіву просапних культур;
- агротехнічні вимоги до посіву;

Ознайомитись з:

- будовою сівалок СУПН- 8, УПС-8, VESTA-8 PROFІ та VEGA-8 PROFІ, особливостями їх наладку на необхідний режим роботи;
- підготовкою поля та порядком роботи агрегатів в полі;
- контролем якості посіву.

Скласти звіт по роботі (відповідно до зразку).

Робота повинна бути оформлена окремим звітом на аркушах формату А4 згідно з вимогами ДСТУ 2.105-95 ЄСКД щодо загальних вимог до текстових документів.

1.2 Питання для самопідготовки

1.2.1. Дайте визначення термінам «просапна культура», «просапний агрегат».

1.2.2. За якими показниками оцінюється якість роботи просапного агрегату?

1.2.3. Як встановити просапну сівалку на норму висіву?

1.2.4. Які особливості роботи посівного агрегату на полі?

1.3. Рекомендована література

1. Веста УПС-12. Универсальная пневматическая сеялка точного высева // ELVORTI. – URL: http://www.chervonazirka.com/ups_12.html

2. Веста 6 и Веста 8. Универсальные пневматические сеялки точного высева // ELVORTI. – URL: http://www.chervonazirka.com/ups_6_8.html

3. Вега 8. Сеялка универсальная пневматическая // // ELVORTI. – URL: <http://www.chervonazirka.com/vega8.html>

4. Чорна Т.С. Експлуатаційно-технологічна оцінка асиметричного посівного агрегату / Т.С. Чорна // Науковий вісник Таврійського державного агротехнологічного університету [Електронний ресурс]. – Мелітополь: ТДАТУ. – 2012. – Вип. 2, Т.3. – С. 38 – 43. – URL: <http://www.nbuu.gov.ua/e-journals/nvtdau>

2. ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ РОБОТИ

2.1. Матеріально-технічне оснащення робочого місця

1. Стенд для перевірки висівних апаратів.

2. Персональний комп'ютер, аналогово-цифровий перетворювач, датчики.

3. Нитка довжиною 2 м.

4. Лінійка 30 см.

5. Секундомір або годинник.

6. Зошит або журнал.

2.2. Програма робіт

1. Пройти інструктаж з техніки безпеки підчас роботи зі стендом.
2. Ознайомитись з будовою висівного апарату сівалки СУПН- 8, правилами встановлення висівного диску.
3. Підібрати висівний диск відповідно до культури.
4. Встановити норму висіву підбором числа обертів та числа отворів диску (дод.1).
5. Відрегулювати положення вилки-скидача насіння для висіву кожним отвором однієї насінини.
6. Підключити прилади для визначення рівномірності висіву.
7. Провести висів.
8. Провести візуальну оцінку рівномірності висіву.
9. Провести обробку отриманих даних на комп'ютері.
10. Проаналізувати отримані данні: точність висіву насіння (норма і розподіл),
прямолінійність рядків.
11. Скласти і захистити звіт.

2.3. Теоретичні положення

Сівба являється одним з самих впливових на врожай факторів. Основними показниками якості посіву є норма висіву, глибина посіву, рівномірність розподілу насіння по довжині рядка, термін посіву. Для просапних культур одним з важливих факторів є прямолінійність рядків. Якість посіву залежить від конструктивних особливостей, технічного стану, режиму роботи сівалки та якості передпосівної підготовки ґрунту.

Агротехнічні вимоги. Строк сівби, норма висіву насіння та добрив і глибина посіву встановлюються агрономом в залежності від зональних особливостей і конкретних умов. Температура ґрунту на глибині заробки насіння повинна бути не менше ніж 10°C тепла. Поверхня

поля повинна бути обробленою і рівною. Насіння для сівби повинно бути відкаліброване й завчасно протравлено хімікатами. Для посіву використовують насіння першої або другої репродукції (для сорту) або першого покоління (для гібриду). Загальна тривалість посівних робіт повинна бути 5...6 днів. Поле повинно засіватись за 1...2 дні. Відхилення від заданої глибини посіву повинне бути не більше $\pm 1,0$ см. Відхилення від норми висіву не повинне перевищувати 3%, а відстань між насінням не більше 30% від заданої. Відхилення ширини міжрядь від заданої не повинне перевищувати ± 1 см, а стикових – ± 5 см. Відхилення норми висіву мінеральних добрив не повинне перевищувати $\pm 10\%$. Рядки повинні бути прямолінійними. Відхилення від осьової лінії на довжині 50 м допускається не більше 5 см. Ширина поворотних смуг дорівнює 3...4 захватам агрегату. Спочатку засівають поворотні смуги, а потім основне поле.

Комплектування агрегатів. При комплектуванні агрегатів для кожного типу сівалки вибирають відповідний трактор. Для роботи з сівалками СУПН- 8, УПС-8, VESTA-8 PROFІ та VEGA-8 PROFІ використовують колісні трактори класу 1,4 – МТЗ-80, МТЗ-82, ЮМЗ-6 та інші енергетичні засоби різних модифікацій. Для роботи з сівалками СУПН-12, "Оризон", УПС-12 використовують гусеничні трактори класу 2 і 3 (Т-70С, ДТ-75М, Т-150) або колісні трактори серії ХТЗ-160. Якщо привід ексгаустера виконується від гідросистеми трактора на тракторах класу 3, то гідросистема дроселюється.

Підготовка агрегатів до роботи

Підготовка трактора до роботи

1. Перевірити тиск в шинах коліс, при необхідності довести до номінального (в шинах задніх коліс трактора – 0,1...0,14 МПа, передніх – 0,17 МПа). Тиск контролюють за допомогою шинного манометра.

2 Встановити передні й задні колеса на ширину колії 1400мм при міжряддях 70см.

3. Встановити додаткові грузи на спеціальному кронштейні бруса полурами. Маса грузу для тракторів МТЗ-80, МТЗ- 82 – 200 кг, а МТЗ-100, МТЗ-102 – 180 кг.

4 Встановити довжину розкосів гідросистеми по центрам шарнірів 515 мм, попередню довжину верхньої тяги в межах 600...650 мм.

5. Начіпити на механізм начіпки рамку автозчіпки СА-1, як і при підготовці до роботи начіпного культиватора.

6. З'єднати витки розкосів з нижніми тягами через продовгуваті отвори (дод.Е)

7. Підключити ексгаустер і маркери до гідросистеми трактора.

8. Начіпити сівалку на трактор.

9. Розставити сошники сівалки на ширину міжрядь 70 ± 1 см.

10. Відрегулювати глибину ходу сошників.

11. Встановити норму висіву вибором передаточного відношення в ланцюгових редукторах або змінними зірочками і числом отворів в дисках висівних апаратів.

12. Встановити скидачі зайвого насіння висівних апаратів так, щоб до кожного отвору приставало одне насіння.

13. Відрегулювати норму висіву мінеральних добрив зміною розміру висівних щілин тукових апаратів.

14. Встановити маркери так, щоб стикове міжряддя було в межах основного ± 5 см

Підготовка поля

-перевірити стан поля і під'їзних шляхів;

-вибрати напрямок руху агрегату;

-відбити поворотні смуги, ширина яких повинна дорівнювати 3...4 захватам агрегату, для 6 і 8 рядних сівалок і 2 захватам – для 12 рядних;

- відбити лінію першого проходу вішками висотою 2,5...3 м на відстані половини ширини захвату агрегату від повздовжнього краю поля;

-поставити вішки на відстані 80...100 м в межах прямої видимості, не менше 3 вішок;

Якщо на полі буде працювати 2 агрегати, то лінію першого проходу відмічають посередині поля, а агрегати потім рухаються від середини поля в різні сторони.

Робота агрегату в полі

-заправити сівалку насінням і добривами;

-зробити перший прохід по лінії вішок;

-перевірити виліт маркерів (на другому проході), глибину посіву, норму висіву;

-засіяти поворотну смугу після другого проходу агрегату;

-виконати третій прохід і засіяти другу поворотну смугу;

-опускати сівалку в робоче положення на ходу, щоб не забивались сошники;

-швидкість посіву сівалками – до 8 км/год..

Контроль і оцінка якості посіву

Якість посіву контролюють агроном і тракторист на початку роботи і протягом зміни, а також при зміні фракції насіння і швидкості руху агрегату по показникам, приведеним в таблиці 1.

Таблиця 1 – Оцінка якості посіву.

Показник	Кількість замірів	Прилад або пристрій	Спосіб визначення
Ширина основних і стикових міжрядь	10	Рулетка	Відкопують насіння без його переміщення і заміряють відстань між суміжними рядками

Показник	Кількість замірів	Прилад або пристрій	Спосіб визначення
Глибина посіву	15...20	Рейка, лінійка	Відкопують насіння і заміряють глибину їх заробки
Точність висіву насіння	1 метра рядка на кожному сошнику	Лінійка	Відкопують легкими рухами насіння вздовж рядка на протязі 1 м і заміряють відстань між насінними
Прямолінійність рядків	Довжина 50 м	Шнур	Відбивають на довжині 50 м базову лінію і через 0,5 м заміряють відхилення

2.4. Рекомендації щодо виконання роботи й оформлення звіту

1. Виконуємо заправлення секції просапної сівалки насінням після налагодження її на норму висіву.
2. Проводимо пробний запуск стенду.
3. Регулюємо, при необхідності, скидач зайвого насіння.
4. Запускаємо стенд знову після додаткового регулювання.
5. Відмічаємо положення стрічки перед початком її руху.
6. Заміряємо час руху стрічки.
7. Заміряємо після зупинення стенду наступні показники:
 - відстань, яку пройшла стрічка;
 - відхилення насіння від осі рядка;
 - відстань між насінням.
8. Виконуємо обробку отриманих даних. Визначаємо для кожного показника середнє значення, середньоквадратичне відхилення й коефіцієнт варіації. Отриманні данні заносимо в таблицю 2.
9. Аналізуємо отримані результати.

2.5. Звіт про роботу

Таблиця 1 – Визначення якості посіву

Показник	Середнє значення, M_{cp}	Середньоквадратичне відхилення, $\pm\sigma$	Коефіцієнт варіації, %
Відхилення від центру рядка, см			
Відстань між насінням см			

Середнє значення показника визначається по формулі:

$$M_{cp} = \sum_{i=1}^n M_i / n, \quad (1)$$

де M_{cp} – поточне значення показника;

n – число замірів.

Середньоквадратичне відхилення визначається по формулі:

$$\sigma = \sqrt{\sum_{i=1}^n (M_i - M_{cp})^2 / (n - 1)}, \quad (2)$$

Коефіцієнт варіації визначають по формулі:

$$v = \sigma \cdot 100 / M_{cp}. \quad (3)$$

Якщо коефіцієнт варіації при визначенні кроку посіву (відстані між насінням) не перевищує 30%, швидкість руху і наладка сівалки правильні.

Висновок: _____

Роботу виконав: _____
(Дата) (Підпис)

Роботу прийняв: _____
(Дата) (Підпис)

2.6. Контрольні питання

1. Який порядок регулювання просапної сівалки на норму висіву?
2. Які показники якості роботи просапної сівалки Ви знаєте?
3. Як перевірити норму висіву просапної сівалки?
4. Які особливості конструкції сівалки УПС-12 порівняно з СУПН-8?
5. Які особливості конструкції сівалки Вега 8?

Додаток А

Таблиця 1. Підбор зірочок механізму передач і висівного диска сівалки

Зірочка				Число отворів у висівному диску			
А	Б	В	Г	14		22	
				<i>норма висіву насіння</i>			
				тис.шт./га	шт./м пог.	тис.шт./га	шт./м пог.
12	26	7	9	25	1,7	40	2,8
12	23	7	9	29	2,0	45	3,1
12	26	7	7	33	2,3	52	3,6
12	19	7	9	35	2,4	55	3,8
12	23	7	7	37	2,6	58	4,0
19	26	7	9	40	2,8	64	4,5
21	26	7	9	45	3,1	71	5,0
12	23	9	7	47	3,3	75	5,2
21	23	7	9	51	3,5	79	5,5
10	19	7	9	56	3,9	87	6,1
19	23	7	7	59	4,1	93	6,5
21	23	7	7	65	4,5	102	7,1
19	15	7	9	10	4,9	110	7,7
19	23	9	7	76	5,3	119	8,4
19	13	7	9	81	5,6	128	9,0
21	23	9	7	84	5,9	132	9,2
21	13	7	9	89	6,2	141	9,8
19	19	9	7	92	6,4	144	10,0

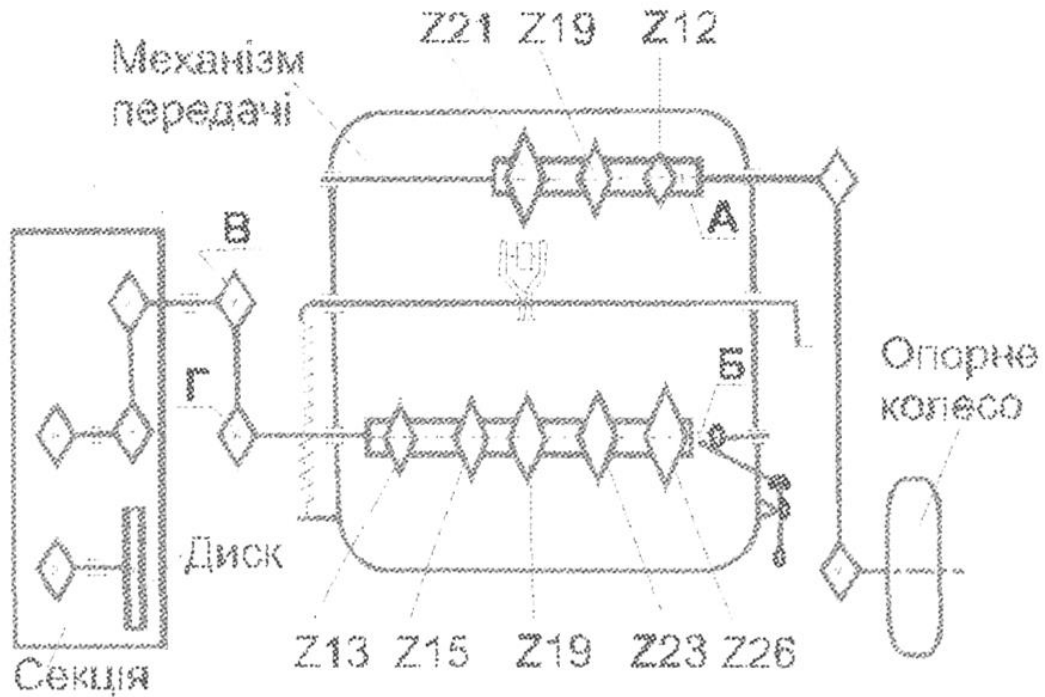


Рис. 1 Схема приводу висівних апаратів сівалки СУПН-8

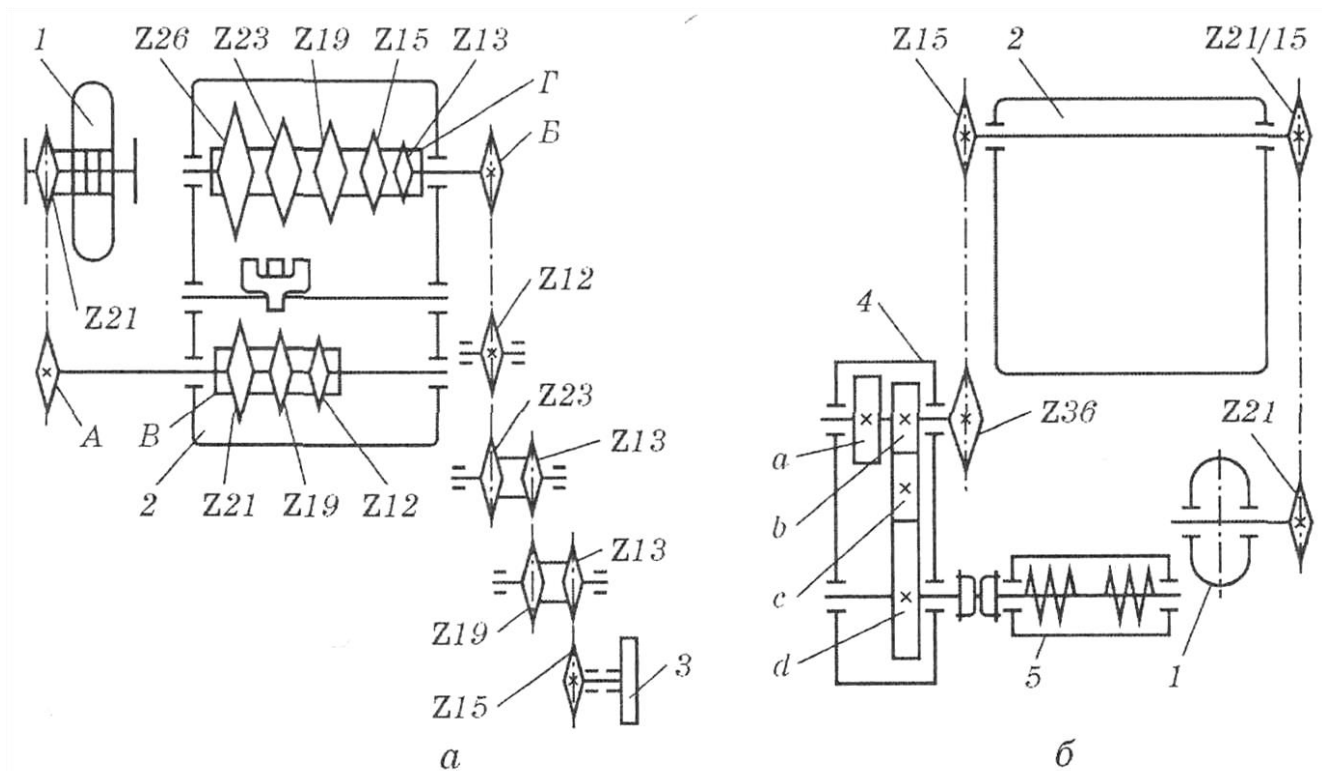


Рис. 2. Схема механізмів приводу висівних апаратів сівалки СУПН-8А: а – насінневисівних; б – туковисівних; 1 – опорно-приводне колесо; 2 – механізм передачі; 3 – висівний диск; 4 – зубчастий механізм передачі; 5 – туковисівний апарат; а, б, с, d – шестерні.

Додаток В

Таблиця 2 Орієнтовне встановлення штирів вилки скидача в залежності від фракції насіння кукурудзи

Фракція насіння кукурудзи	Поділки шкали, мм
1 (великі плоскі)	4,0...5,0
2 (середні плоскі)	4,0...5,0
3 (тонкі плоскі)	3,5...4,5
4 (дрібні плоскі)	3,5...4,5
5 великі круглі)	5,5...6,0
6 (середні круглі)	5,0...5,5
Некалібровані	4,0...5,0

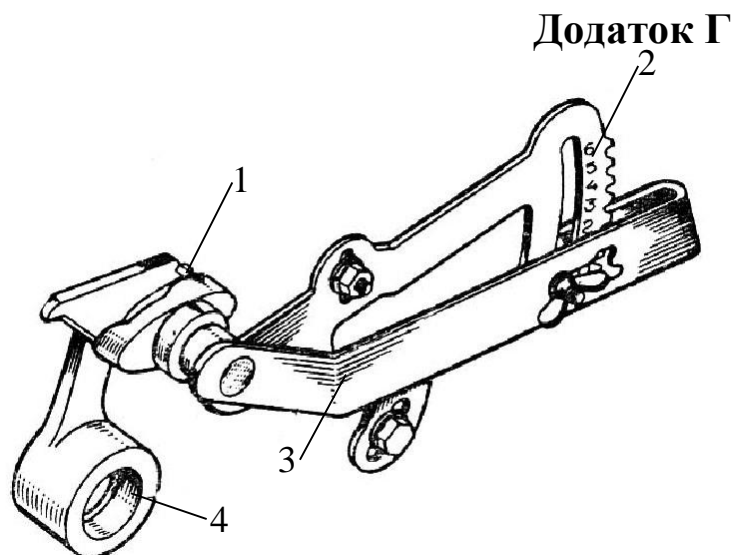


Рис. 3. Схема встановлення важеля на нульову поділку шкали.: 1 – вилка; 2 – шкала;

Додаток Е

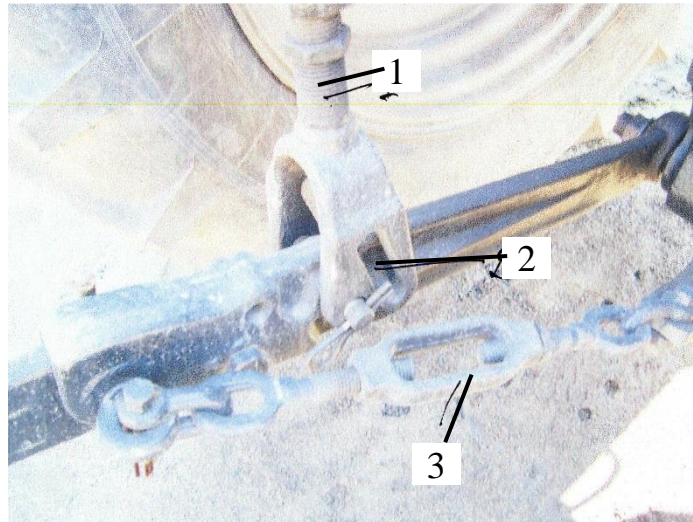


Рис. 4. З'єднання розкосів з нижніми тягами через продовгуваті отвори: 1 – розкос; 2 – отвір; 3 – блокувальний ланцюг.



Рис. 5. Особливості будови сівалки СУПН-8: а – висівна секція; б, г – привід висівних апаратів; в – привід туковисівних апаратів.



Рис. 6. Механізм регулювання глибини



Рис. 7. Нажимна штанга посівної секції ходу сошника.

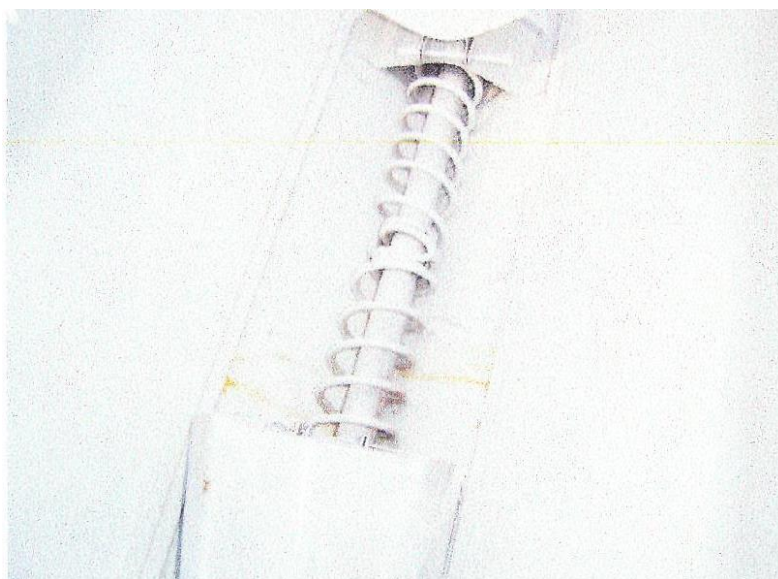


Рис. 8. Туковисівний апарат.

Лабораторна робота №5

Тема: Оцінка траєкторних показників руху посівного машинно-тракторного агрегату на базі інтегрального трактору

Мета: Оцінити прямолінійність руху МТА на основі аналізу статистичних характеристик траєкторій його переміщення у горизонтальній площині.

1 ВКАЗІВКИ З САМОПІДГОТОВКИ ДО РОБОТИ

1.1 Завдання для самостійної підготовки

Вивчити:

- терміни прямолінійність руху, керованість, стійкість [1-3];
- вимоги, що висуваються до точності руху машинотракторних агрегатів під час виконання технологічних операцій;

-

Ознайомитися з:

- порядком побудови кореляційної функції й спектральної щільності;
- критеріями, що висуваються до точності руху до машино-тракторних агрегатів під час міжрядного обробітку.

Скласти звіт по роботі

1.2. Питання для самопідготовки

1.2.1 Що таке керованість мобільного тягового засобу?

1.2.2. Що таке прямолінійність руху мобільного тягового засобу?

1.2.3. Які критерії висуваються до точності руху до машино-тракторних агрегатів під час міжрядного обробітку?

1.2.4. Які за якими параметрами оцінюють графіки кореляційної функції й спектральної щільності?

1.3. Рекомендована література

1. Чорна Т.С. Вплив схеми агрегування просапного МТА на базі трактора ХТЗ-120 на траєкторні показники його роботи / Т.С. Чорна // Праці Таврійської державної агротехнічної академії. – Мелітополь: ТДАТА, 2006. – Вип. 35. – С. 133 – 138.
2. Надикто В.Т. Частотно-дисперсійний показник оцінки непрямо-лінійності рядків просапних культур / В.Т. Надикто, Т.С. Чорна, А.І. Панченко // Праці Таврійської державної агротехнічної академії. – Мелітополь: ТДАТА, 2007. – Вип. 7, т.1. – С. 240 – 243.
3. А.Б.Лурье и др. Моделирование сельскохозяйственных агрегатов. – Л.: Колос, 1979. – 312 с.

2 ВКАЗІВКИ ДО ВИКОНАННЯ РОБОТИ

2.1 Програма роботи

- 2.1.1. Тарування вимірювально-інформаційного комплексу.
- 2.1.2. Побудова кореляційно-спектральних характеристик заданої траєкторії руху.
- 2.1.3. Запис сигналу від потенціометричного давача при русі МТА згідно заданої траєкторії.
- 2.1.4. Обробіток отриманих даних.
- 2.1.5. Побудова кореляційно-спектральних характеристик макету мобільного тягового засобу прямолінійності руху згідно заданої траєкторії.
- 2.1.6. Перевірка на адекватність отриманих кореляційно-спектральних характеристик руху ММТЗ і аналіз керованості, як властивості мобільного енергозасобу.

2.2. Матеріально-технічне забезпечення:

- макет мобільного тягового засобу зі встановленими на ньому давачами кута повороту керованих коліс та числа обертів передніх ведучих коліс;
- аналого-цифровий перетворювач;
- ЕОМ;
- секундомір;
- задана ділянка з траєкторіями непрямолінійного руху;
- рулетка (20 м);
- журнал обліку або зошит.

2.3 Теоретичні положення

Раніше методи реєстрації експериментальних даних найчастіше базувались на використанні осцилографів і магнітографів, у яких реєстрація вимірюваних параметрів здійснювалась на спеціальні осцилографічну або магнітну плівку. Ці методи вимагали великих витрат часу на декодування і обробку отриманих даних.

Використання аналогово-цифрового перетворювача у якості приладу, що реєструє, перетворює та передає сигнал на ЕОМ, є значним кроком вперед при вирішенні проблеми обробки експериментальних даних у будь-яких напрямках дослідницької діяльності.

Одним із прикладів практичного застосування такого підходу в науковій роботі є розроблене нами автоматизоване робоче місце (АРМ) під назвою «Дослідник» (рис.1).

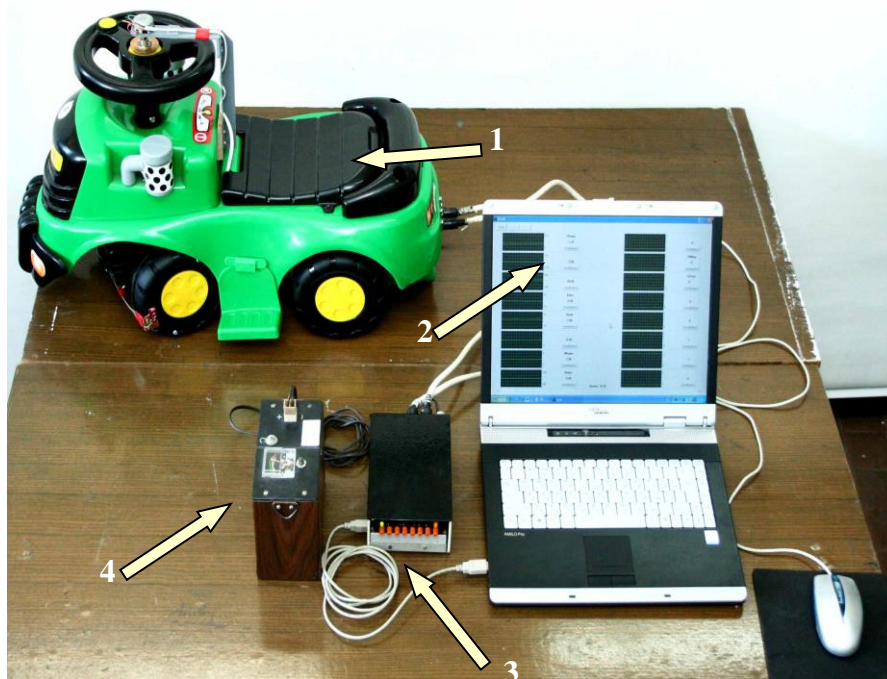


Рис. 1. Автоматизоване робоче місце «Дослідник»: 1 – макет мобільного тягового засобу; 2 – комп'ютер; 3 – аналогово-цифровий перетворювач; 4 – джерело постійного струму

Розроблений нами АРМ включає макет мобільного тягового засобу (поз.1, рис.1), на якому встановлено датчики кута повороту (рис.2) та числа обертів його керованих коліс (рис. 3).

Макет мобільного тягового засобу має електрифікований привід передніх коліс, який складається з двигуна постійного струму, редуктора та власного блока живлення напругою 6 В.

Під час переміщення макету мобільного тягового засобу по спеціальному майданчику студенти здійснюють вплив на його рульове колесо, максимально точно відтворюючи керуючу дію механізатора під час робочого руху того чи іншого машино-тракторного агрегату. Інтенсивність впливу на рульове колесо у кожному досліді різна. Це досягається за рахунок копіювання різних траєкторних ліній, нанесених на поверхні руху. Вони мають однакову амплітуду, але різний період (рис. 4).



Рис. 2. Установка датчика кута повороту керування коліс макету мобільного тягового засобу.



Рис. 3. Установка датчика числа обертів передніх ведучих коліс макету мобільного тягового засобу.

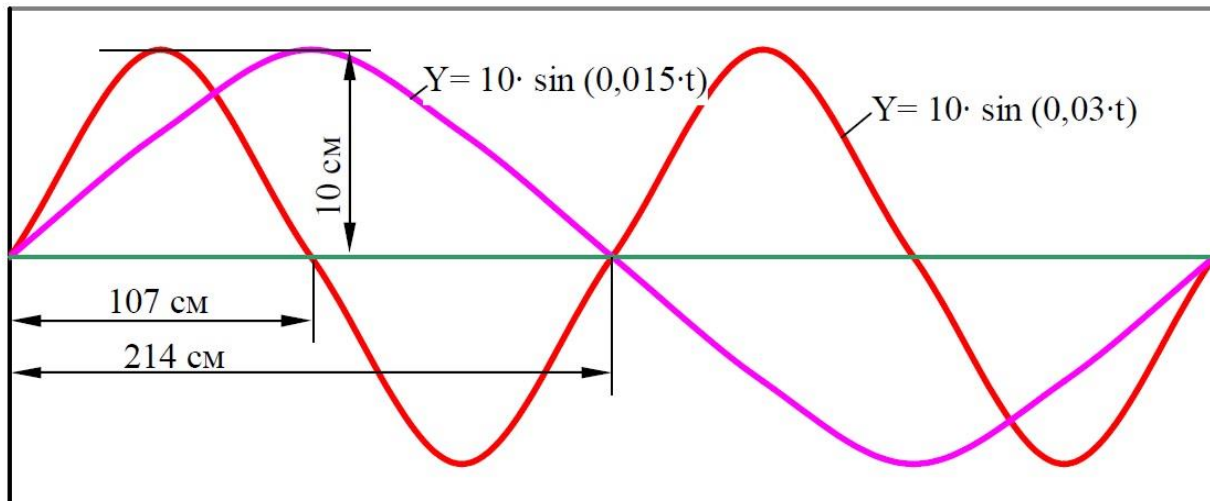


Рис. 4. Варіанти траєкторії руху макету тягового засобу

Сигнали від обох датчиків при цьому подаються на аналогово-цифровий перетворювач, а від нього – на комп'ютер, де вони відображаються на екрані (рис. 5), оцифровуються і записуються у відповідні файли. За допомогою програмного забезпечення Microsoft Excel дані цих файлів обробляються і в подальшому використовуються для розрахунку швидкості руху макету тягового засобу, а також визначення таких статистичних характеристик кута повороту його керування коліс, як середня значина, дисперсія, коефіцієнт кореляції, кореляційна функція і спектральна щільність.

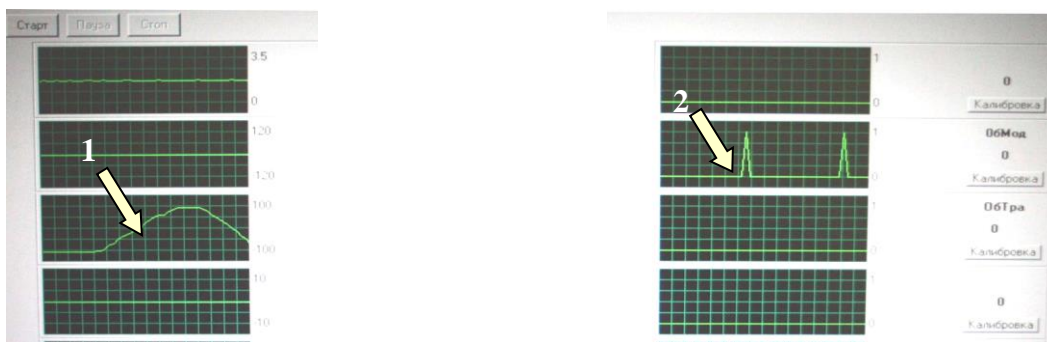


Рис. 5. Відображення на екрані комп'ютера сигналів датчиків кута повороту керованих коліс макету (1) та їх обертів (2)

Аналізуючи отримані статистичні характеристики, як кореляційні функції та спектральні щільності $[S_y(\omega)]$, побудовані за даними заданої траєкторії та результатами руху макету мобільного тягового засобу (ММТЗ) по цій траєкторії студенти на конкретному прикладі вчать розрізняти внутрішні природи різних коливальних процесів, які характеризуються однаковою дисперсією $[D_y(\omega)]$.

2.4 Рекомендації щодо виконання роботи

Важливе значення для енергозасобів має **керованість і стійкість руху**, особливо при сівбі та міжрядному обробітку.

Під **керованістю** розуміють властивість трактора підкорятися діям водія по збереженню заданого напрямку руху або змінювати його відповідно до впливу на рульове керування. А під **стійкістю руху** – здатність МТА зберігати заданий рух, який передбачає конкретна технологічна операція.

Аналогічне пояснення стійкості руху МТА пропонує і Лур'є А.Б. На його думку, **стійкість руху МТА** – це його реакція на збурюючий вплив. Тому чим менше реакція МТА на збурюючий вплив, тим більшу стійкість руху він має. Натомість, **керованість** – це реакція МТА на керуючий вплив. Відповідно, чим більше реакція МТА на керуючий вплив, тим краще його керованість.

Більш за все на роботу МТА впливає стійкість руху по заданій траєкторії. Її порушення викликає появу огріхів, впливає на рівномірність руху робочих органів. А порушення стійкості руху по заданій траєкторії у горизонтальній площині призводить до зниження якості технологічного процесу, втрати швидкості руху й продуктивності за рахунок подовження фактичного шляху, збільшенню витрат палива на його проходження, погіршенню умов кочення на криволінійних ділянках в результаті зсуву ґрунту й створення більш глибокої колії, що викликає додаткові витрати енергії на деформацію ґрунту й збільшує опір перекочуванню, підвищує знос ходової частини, механізмів управління трактором і робочих органів сільськогосподарських машин та знарядь. Крім того, все це викликає підвищену втомленість водія і, як наслідок, додаткове зниження якості технологічного процесу. Хоча при необхідності, МТА повинен точно змінювати свій рух у відповідності до впливів на механізм управління, які задає тракторист.

Для якісного проведення міжрядного обробітку просапних культур підвищені вимоги висуваються до прямолінійності їх рядків. Тому, що точність копіювання робочими органами рядків рослин у значній мірі залежить від їх прямолінійності, а при копіюванні криволінійних рядків значно підвищуються витрати енергії водієм і знижується швидкість агрегатів. Тому швидкість руху МТА в значній мірі обмежується якістю траєкторії рядків.

За агротехнічними вимогами непрямолінійність сходів можна вважати прийнятною, якщо на довжині 50 м максимальне відхилення траєкторії рядка від його осьової лінії не перевищує 5 см [3]. Але навіть для двох різних за внутрішньою природою, коливальних процесів відхилення рядків може бути однаковою (рис.4).

Як показує практика, переважна більшість усіх відхилень рядка у просапної культури від прямої лінії має форму, яка задовільно описується синусоїдальною кривою з амплітудою $C/2$ і періодом h (рис.4):

$$y = \frac{C}{2} \cdot \sin \frac{2\pi}{h} \cdot x \quad (1)$$

де x – координата точки траєкторії рядка на його вісі.

Прийнявши, для нашого випадку, $C = 0,1$ і $h = 100$ м, остаточно отримуємо:

$$y = 0,05 \cdot \sin \frac{\pi}{50} \cdot x \quad (2)$$

Розрахунками встановлено, що дисперсія коливань рядка просапної культури згідно закону (1) становить $12,50 \text{ см}^2$. Частота зрізу нормованої спектральної щільності дорівнює при цьому $0,25 \text{ м}^{-1}$ (рис.6).

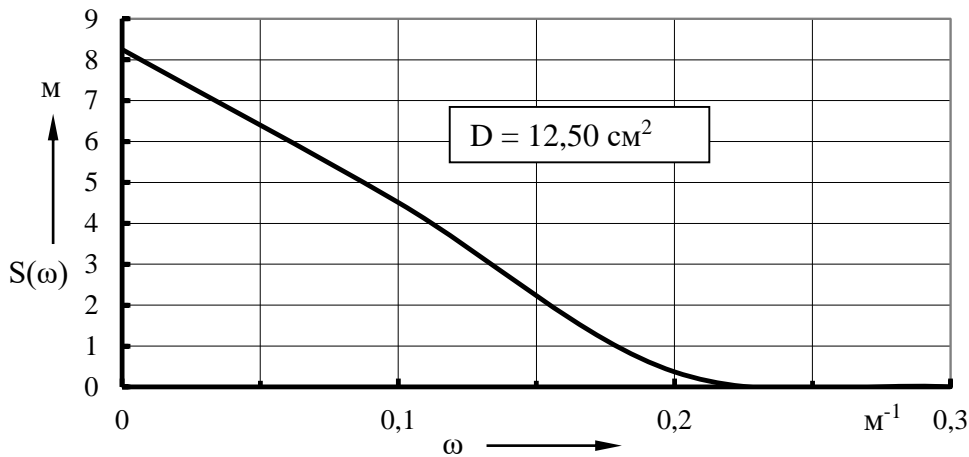


Рис.6. Частотно-дисперсійний показник допустимої непрямолінійності рядків просапної культури

Методика практичного застосування нового частотно-дисперсійного показника наступна. Вважаючи, що коливання траєкторій сходів просапних культур є стаціонарним і ергодичним процесом, на полі вибирають один рядок, довжиною не менше 100 м.

Паралельно його осі прокладають пряму базову лінію і з кроком 0,5 м заміряють відхилення від неї рослин просапної культури. Із отриманого масиву даних розраховують дійсні дисперсію (D_y) і нормовану спектральну щільність $[S_y(\omega)]$. Непрямолінійність рядків просапної культури вважають прийнятною, коли виконуються умови (2).

У додатку Б наведено застосування частотно-дисперсійного показника непрямої лінійності рядків просапних культур на прикладі реальних рядків соняшника.

Розглянемо варіант застосування частотно-дисперсійного показника непрямої лінійності рядків просапних культур на прикладі уявних рядків просапної культури використовуючи макет мобільного тягового засобу.

2.5.Методика випробувань.

2.5.1. Тарування вимірювально-інформаційного комплексу.

При лінійності потенціометричного давача умовне позначення представленої вимірювальної системи наступне:



де \mathbf{A} – амплітудне значення відхилення траєкторії руху від нульового положення;

\mathbf{v} – вихідний сигнал вимірювального перетворювача;

$\mathbf{K}_{ВП}$ – коефіцієнт перетворення вимірювальної системи;

\mathbf{b} – постійний коефіцієнт.

Сигнал від потенціометричного давача обробляється у середовищі програми, наприклад, Power Graph 2.1, як в аналоговій так і цифровій формі.

Перед початком вимірювань слід звернути увагу на характерні параметри в настройці роботи програми:

– слід встановити певну швидкість запису (правий кут вікна), при швидкості ММТЗ 0,2...0,3 м/с частота запису сигналу повинна дорівнюватись 5 Hz (рис.7).

– на шкалі амплітуд (ліва частина вікна) рекомендується встановити рівень вхідного сигналу 50mV (рис.7).

Якщо за умовами роботи амплітуда траєкторії руху ММТЗ становить 10 см, попередніми випробуваннями необхідно визначити амплітудне значення v і розрахувати коефіцієнт $K_{ВП}$.

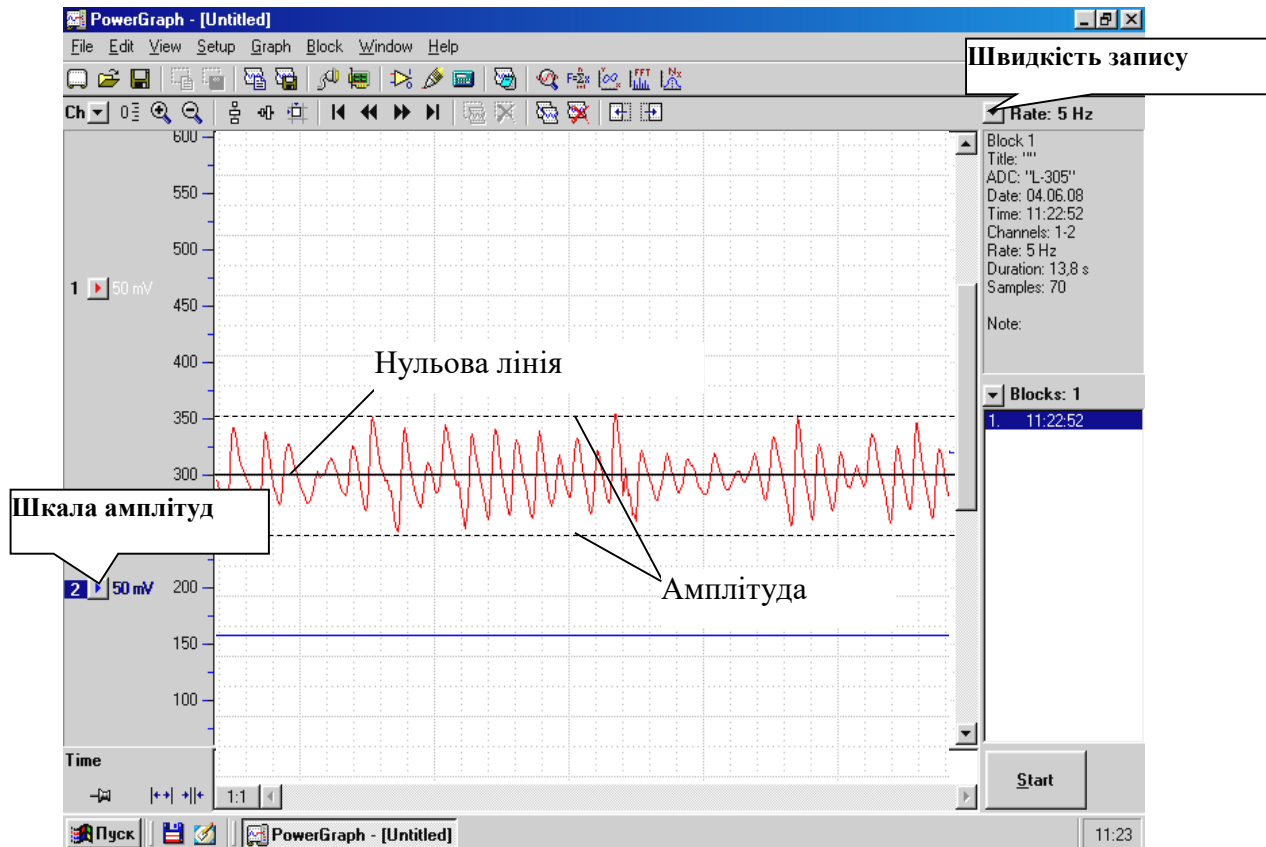


Рис. 7. Інтерфейс робочого вікна у середовищі програми Power Graph 2.1

2.5.2. Побудувати кореляційно-спектральні характеристики траєкторії руху.

- для траєкторії №1 – функція має вид $A = 10 \cdot \sin(0,03 \cdot l)$.

- для траєкторії №2 – функція має вид $A = 10 \cdot \sin(0,015 \cdot l)$.

де l – довжина ділянки, см.

За допомогою програмного пакету Microsoft Office Excel розраховують амплітудні значення нерівності траєкторій руху (рекомендується з кроком 10 см), як це показано на рисунку 8.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K	L
1	L, см	A, см										
2	10	2,965202										
3	20	5,646425										
4	30	7,833269										
5	40	9,320391										
6	50	9,97495										
7	60	9,738476										
8	70	8,632094										
9	80	6,754632										
10	90	4,273799										
11	100	1,4112										
12	110	-1,57746										
13	120	-4,4252										
14	130	-6,87766										
15	140	-8,71576										
16	150	-9,7753										
17	160	-9,96165										
18	170	-9,25815										
19	180	-7,72764										
20	190	-5,50686										
21	200	-2,79415										
22	210	0,168139										

Рис. 8. Формування бази даних амплітудних значень нерівностей траєкторій руху

Далі, за допомогою спеціально розробленої програми для розрахунку і побудови кореляційно-спектральних характеристик випадкових стаціонарних процесів у середовищі Microsoft Office Excel проводять подальший математичний аналіз отриманих даних (рис. 9).

2.5.3. Запис сигналу від потенціометричного давача при русі макету мобільного тягового засобу здійснюється згідно заданої траєкторії.

Під час запису програма фіксує значення кута повороту керованих коліс та числа обертів передніх ведучих коліс ММТЗ, а також час проведення досліду. Для початку запису слід натиснути кнопку **Старт**, а після проходження заданої траєкторії зупинити роботу програми.

2.5.4. Обробіток отриманих даних.

Для обробки отриманих даних досліду необхідно відкрити отриманий файл у програмному пакеті Microsoft Office Excel (рис. 10) й виконати попередні розрахунки отриманих даних.

Так час досліду, який за замовчуванням програмний модуль прописує до стовбчика А, переводимо у секунди й записуємо до стовбчика С. Довжину шляху розраховуємо за формулою

$$l_i = \frac{L_d}{T} \cdot t_i,$$

де L_d – довжина ділянки випробувань, $L_d = 430$ см;

T – загальний час досліду, с;

t_i – поточне значення часу досліду в i -му вимірюванні, с (стовбчик С).

Амплітуду розраховуємо відповідно до лінійного рівняння перетворення (1).

	A	B	C	D	E
3	Interval:	200 ms			
4	Samples:	27			
5	Time	Ch2,V	Час досліду, с	Довжина шляху, см	Ордината нерівностей, см
6	00:00,0	0,285	0	0	5,538
7	00:00,2	0,33	0,2	10,76923077	7,284
8	00:00,4	0,33	0,4	21,53846154	7,284
9	00:00,6	0,295	0,6	32,30769231	5,926
10	00:00,8	0,3125	0,8	43,07692308	6,605
11	00:01,0	0,3375	1	53,84615385	7,575
12	00:01,2	0,3275	1,2	64,61538462	7,127
13	00:01,4	0,3625	1,4	75,38461538	7,127
14	00:01,6	0,37	1,6	86,15384615	7,127
15	00:01,8	0,3725	1,8	96,92307692	8,333
16	00:02,0	0,3375	2	107,6923077	7,575
17	00:02,2	0,3725	2,2	118,4615385	8,933
18	00:02,4	0,3825	2,4	129,2307692	9,321
19	00:02,6	0,345	2,6	140	7,866
20	00:02,8	0,3875	2,8	150,7692308	9,515
21	00:03,0	0,32	3	161,5384615	6,896
22	00:03,2	0,3775	3,2	172,3076923	9,127
23	00:03,4	0,38	3,4	183,0769231	9,224
24	00:03,6	0,385	3,6	193,8461538	9,418
25	00:03,8	0,325	3,8	204,6153846	7,09
26	00:04,0	0,3475	4	215,3846154	7,963
27	00:04,2	0,36	4,2	226,1538462	8,448
28	00:04,4	0,2875	4,4	236,9230769	5,635
29	00:04,6	0,3575	4,6	247,6923077	8,351
30	00:04,8	0,3925	4,8	258,4615385	9,709
31	00:05,0	0,385	5	269,2307692	9,418
32	00:05,2	0,3425	5,2	280	7,769

Рис. 10. Інтерфейс робочого вікна середовища Microsoft Office Excel з цифровими даними результату випробувань.

2.5.5. Побудова кореляційно-спектральних характеристик прямолінійності руху ММТЗ здійснюється згідно заданої траєкторії.

Для цього з п.4 отримані дані заносять у програму для розрахунку й побудови кореляційно-спектральних характеристик випадкових стаціонарних процесів у середовищі Microsoft Office Excel (див. рис. 8) й проводять розрахунки.

2.5.6. Перевірка на адекватність отриманих кореляційно-спектральних характеристик руху ММТЗ і аналіз керованості, як властивості мобільного енергозасобу.

Поставлену задачу вирішували шляхом порівняння нормованих спектральних щільностей заданої траєкторії руху ($S_{\text{теор}}$) та експериментальної ($S_{\text{експ}}$) – відпрацювання ММТЗ заданої траєкторії руху.

Зробити висновок про керованість ММТЗ, як його властивість відтворювати задану траєкторію, порівнявши отримані графіки нормованих кореляційних функцій та спектральних щільностей.

2.6 Зразок звіту

Тема: Дослідження керованості макету мобільного тягового засобу.

Мета роботи: Отримати кореляційно-спектральні характеристики прямолінійності руху макету мобільного тягового засобу (ММТЗ) відповідно до заданих траєкторій й оцінити його керованість.

Технологічне обладнання, інструмент, матеріали: макет мобільного тягового засобу зі встановленими на ньому давачами кута повороту керованих коліс та числа обертів передніх ведучих коліс; аналого-цифровий перетворювач; ЕОМ; секундомір; задана ділянка з траєкторіями непрямолінійного руху; рулетка (20 м); журнал обліку або зошит.

Хід роботи.

1. Тарування вимірювально-інформаційного комплексу.

Тарувальна залежність амплітудних значень вимірювально-інформаційної системи має вид:

$$A = K_{ВП} \cdot v + b$$

2. Побудова кореляційно-спектральних характеристик траєкторії руху (рис.1).

3. Побудова кореляційно-спектральних характеристик руху ММТЗ по заданим траєкторіям (рис.1).

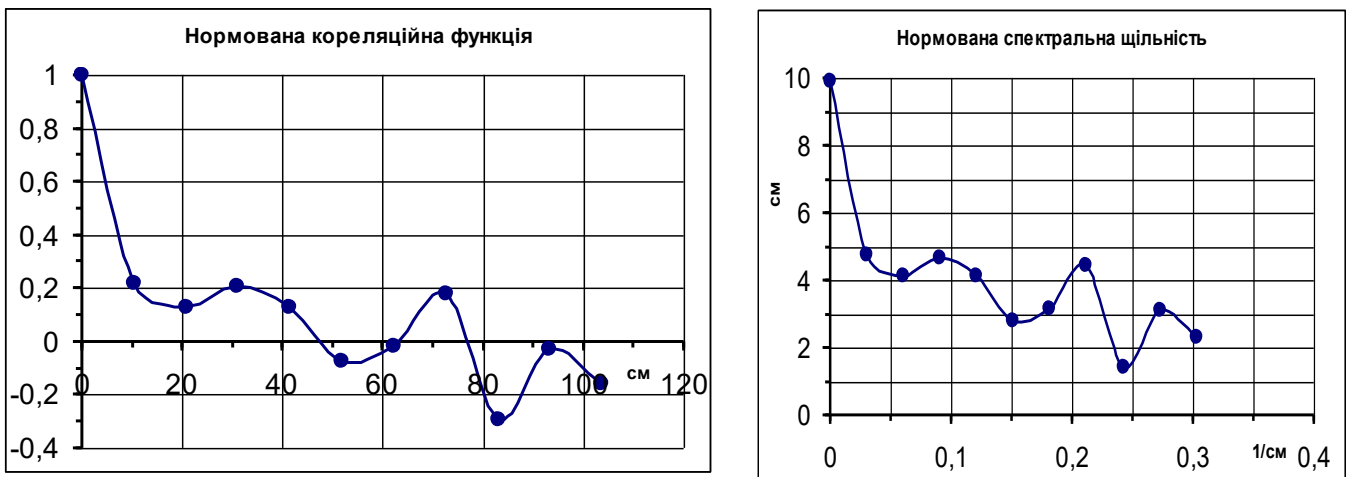


Рис. 1. Нормовані кореляційні функції та спектральні щільності заданої траєкторії руху ММТЗ (1) та результатів його руху по цій траєкторії (2)

Висновок: _____

оцінити керованість ММТЗ відповідно до отриманих графіків нормованої кореляційної функції та спектральної щільності

відпрацювання заданої траєкторії руху

Роботу виконав: студент _____

(Дата)

(Підпис)

Роботу перевірів: _____

(Дата)

(Підпис)

2.7. Контрольні запитання

1. Що таке керованість машино-тракторного агрегату?
2. Що таке стійкість руху машино-тракторного агрегату?
3. Як користуватись частотно-дисперсійним показником непрямолінійності рядків просапних культур?
4. Що таке дисперсія випадкового стаціонарного ергодичного процесу?
5. Які параметри фіксуються під час проведення експерименту?
6. Якими програмами необхідно користуватись для обробки отриманих даних?
7. Якість якої технологічної операції є вхідними даними для міжрядного обробітку рядків просапної культури?
8. Який порядок виконання тарування вимірювально-інформаційного комплексу?
9. Що таке кореляційна функція і за якими показниками її аналізують?
10. Що таке спектральна щільність і за якими показниками її аналізують?

Додаток А

На рисунку 1, як приклад, приведено дві кореляційні функції та спектральні щільності і дві відповідні ним реалізації процесу при *однакових середньоквадратичних значеннях* випадкової величини.

Другий процес (б) в порівнянні з першим має тоншу структуру, тобто в нім присутні вищі частоти. Таким чином, чим швидше убуває кореляційна функція, тим більше високі частоти будуть присутні у випадковому процесі. Чим вужче графік спектральної щільності (а), тобто ніж менші частоти представлені в спектральній щільності, тим повільніше змінюється величина x в часі. І навпаки, чим ширше графік спектральної щільності (б), тобто чим більші частоти представлені в спектральній щільності, тим тонше структура функції $x(t)$ і тим швидше відбуваються зміни в часі.

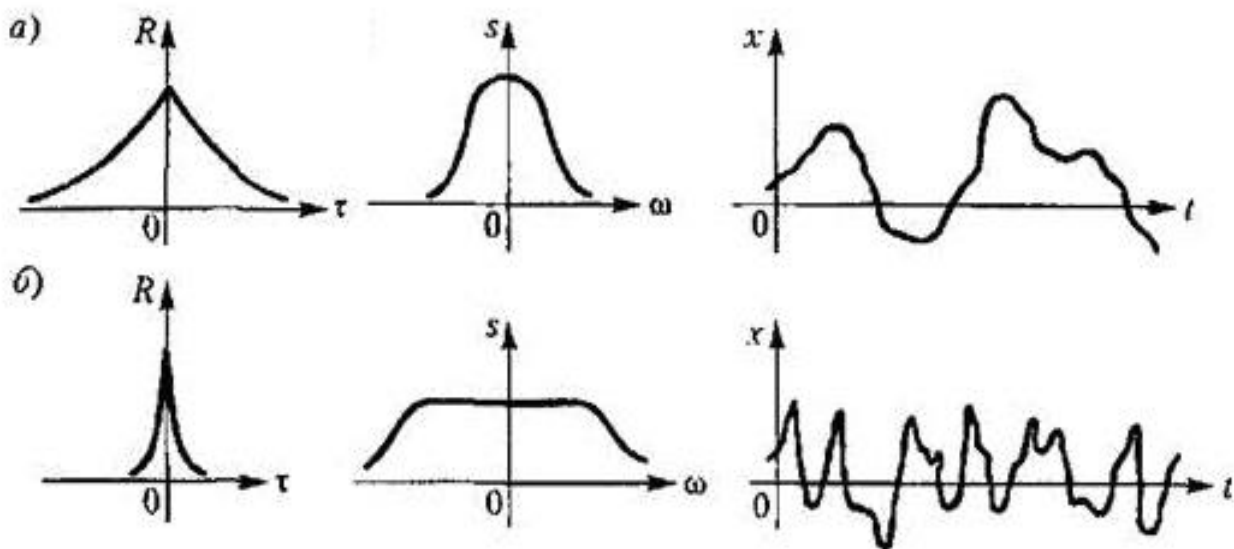


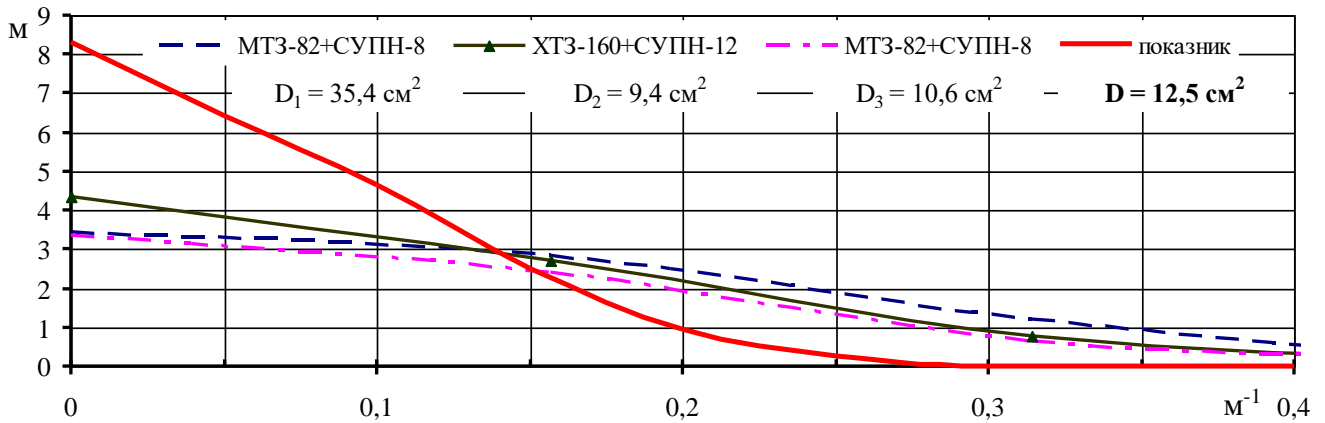
Рис.1. Приклади двох реалізацій процесу при *однакових середньоквадратичних значеннях* випадкової величини та дві відповідні ним кореляційні функції й спектральні щільності.

Як видно з цього розгляду, зв'язок між видом спектральної щільності і видом функції часу виходить **зворотним** але порівнянню із зв'язком між кореляційною функцією і самим процесом (рис. 1).

Звідси витікає, що **ширшому графіку спектральної щільності повинен відповідати вужчий графік кореляційної функції і навпаки.**

Додаток Б

Результати використання частотно-дисперсійного показника оцінки непрямої лінійності рядків просапної культури з використанням різних машино-тракторних агрегатів. Причому МТА у складі тракторів МТЗ-82 й сівалки СУПН-8 досліджувались на різних агрофонах.



Навчальне видання

**Чорна Тетяна Сергіївна
Кувачов Володимир Петрович
Мітков Василь Борисович**

**Механізовані технології виробництва
сільськогосподарської продукції (рослинництво)**

посібник-практикум для виконання лабораторних робіт

Надруковано з оригіналів макетів замовника.
Підписано до друку _____ р. формат 60×84 1/16.
Папір офсетний. Наклад 50 примірників.
Замовлення №_____

**Виготовлювач: ПП Верескун В.М.
Видавничо-поліграфічний центр «Люкс».
м. Мелітополь, вул. М. Грушевського, 10 тел.(0619)44-45-11.**

Свідоцтво про внесення суб'єкта видавничої справи
до Державного реєстру видавців, виробників
і розповсюджувачів видавничої продукції
від 11.06.2002 р. серія ДК №1125