

**МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ЛЬВІВСЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ
ФАКУЛЬТЕТ МЕХАНІКИ, ЕНЕРГЕТИКИ
ТА ІНФОРМАЦІЙНИХ ТЕХНОЛОГІЙ
КАФЕДРА АВТОМОБІЛІВ І ТРАКТОРІВ**

ДИПЛОМНА РОБОТА

другого магістерського рівня

на тему: **«Дослідження технологічного процесу посіву соняшнику
сівалкою точного висіву обладнаною системою Delta Force»**

Виконав: студент 6 курсу групи Аін-61

Спеціальності 208 „Агроінженерія”

(шифр і назва)

Онисько Ю. І.

(Прізвище та ініціали)

Керівник: Ковалишин С.Й.

(Прізвище та ініціали)

Рецензент: Шарибура А.О

(Прізвище та ініціали)

Дубляни 2024

УДК 621.433.052

Онисько Ю.І. «Дослідження технологічного процесу посіву соняшнику сівалкою точного висіву обладнаною системою Delta Force»

//Дипломна робота. – Дубляни: Львівський національний університет природокористування. 2024. – 61 с.

В роботі проведено огляд літературних джерел за темою досліджень, здійснено аналіз досліджень факторів, що впливають на якість посіву, виконано власні дослідження з визначенню швидкісних режимів посівного агрегату, при яких забезпечуються агротехнічні вимоги до операцій посіву соняшнику.

На підставі аналізу експериментальних даних визначено оптимальні параметри швидкості руху посівного агрегату, при яких можливо виконати технологічний процес сівби соняшника з забезпеченням максимальних значень якісних показників. Встановлено, що найбільш оптимальним діапазоном швидкостей посіву соняшнику сівалкою точного висіву обладнаною системою Delta Force» є 6 – 9 км/год. При використанні даної системи Delta Force вдається забезпечити збільшення значень якісних показників роботи агрегату.

Наведено заходи з охорони праці при проведенні даних досліджень та виконано техніко-економічні розрахунки.

14 формул, 3 таблиць, 14 рисунків, 25 літературних джерел.

ЗМІСТ

ВСТУП	6
РОЗДІЛ 1. СТАН ПИТАННЯ І ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ	8
1.1. Тенденції розвитку сучасних посівних машин. Проблеми та шляхи їх вирішення	8
1.2. Агротехнічні вимоги до посіву просапних культур	20
1.3. Вплив якісних показників посіву на врожайність культур	22
Висновки за розділом	
РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ ФАКТОРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ЯКІСНІ ПОКАЗНИКИ РОБОТИ СІВАЛОК ТОЧНОГО ВИСІВУ	27
РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ФАКТОРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ЯКІСНІ ПОКАЗНИКИ РОБОТИ СІВАЛОК ТОЧНОГО ВИСІВУ	33
3.1. Будова та особливості застосування системи точного висіву «Precision Planting Delta Force»	33
3.2. Методика та програма експериментальних досліджень	35
3.3. Аналіз відхилень від заданих показників якості виконання посіву	38
3.4. Аналіз урожайності соняшнику на досліджуваній ділянці	41
Висновки за розділом	42
РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	43
4.1. Заходи з охорони праці під час виконання технологічних операцій в рослинництві	43
4.2. Оцінка рівня небезпеки виникнення аварій і травм	47
Висновки за розділом	50
РОЗДІЛ 5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ РОБОТИ	51
Висновки за розділом	54
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ	55
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	56

ВСТУП

Посів просапних сільськогосподарських культур (соняшник, кукурудза, буряки, соя тощо) вимагає дотримання агротехнічних правил для забезпечення гарного врожаю. Просапні культури краще ростуть на рівнинних територіях, без надмірного ухилу.

Важливо забезпечити якісний обробіток ґрунту: оранка, культивування, вирівнювання поверхні. Також важливим є дотримання сівозміни для уникнення втомлення ґрунту та поширення хвороб.

Просапні культури найкраще розвиваються на ґрунтах, де гумусовий шар є добре збагаченим поживними речовинами (азотом, фосфором, калієм). Оптимальний рівень рН для більшості культур –5,5-7.

Посів проводять, коли ґрунт на глибині 5-10 см прогріється до 8–12°C (залежно від культури). Під час посіву слід уникати ризику заморозків або надмірних опадів.

Посів просапних культур, зокрема соняшнику, здійснюють на глибину орієнтовно 3-5 см, залежно від культури та типу ґрунту. Відстань між рядами для кукурудзи та соняшнику – 70 см. Норма висіву встановлюється залежно від культури, але має забезпечувати оптимальну густоту посівів.

Посів виконують найчастіше сучасними сівалками точного висіву, які забезпечують точне висівання і рівномірний розподіл насіння.

Сівалки точного висіву – це спеціалізовані сільськогосподарські агрегати, які забезпечують точне розміщення насіння у ґрунті за заданими параметрами (глибина, відстань між насінинами та рядами). Основні характеристики таких сівалок це точність посіву, а саме рівномірне розміщення насіння в рядках та мінімальні пропуски або виключення подвійні висіви. Для забезпечення цих вимог сучасні моделі часто оснащені GPS-навігацією, моніторами контролю та автоматичними системами корекції висіву, що додатково підвищує якість і зручність їх використання.

Одна із таких систем – система DeltaForce – це передова технологія управління притискною силою на висівних секціях, яка використовується в сучасних сівалках точного висіву. Вона розроблена компанією Precision Planting і забезпечує автоматичний контроль глибини загортання насіння незалежно від умов ґрунту чи рельєфу поля. Тому на даний час є актуальним проведення досліджень сівалок, обладнаних система DeltaForce, в плані дослідження технологічного процесу посіву насіння с.г. культур.

Метою роботи є визначення впливу на якісні показники посіву сівалками точного висіву швидкості руху агрегату, а також оцінка впливу на них системи Delta Force.

Для досягнення поставленої мети необхідно було виконати **наступні задачі:**

- провести огляд літературних джерел за темою досліджень;
- виконати аналіз досліджень факторів, що впливають на якість посіву;
- провести дослідження з визначення швидкісних режимів посівного агрегату, за яких забезпечуються агротехнічні вимоги до операцій посіву соняшнику.
- виконати техніко-економічні розрахунки використання на сівалках система DeltaForce.

РОЗДІЛ 1. СТАН ПИТАННЯ І ЗАДАЧІ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1. Тенденції розвитку сучасних посівних машин. Проблеми та шляхи їх вирішення

На сьогодні найпридатнішими для посіву соняшнику є просапні посівні комплекси точного висіву, які останнім часом стають все більше популярними. Однією з причин постійно зростаючого на них попиту виступає досить висока ціна продуктивного насінневого матеріалу, що характеризується гібридним рівнем не нижче 95 %, чистоти – 98%, схожості – 92%, вологості – 14%. Тому кожен насінину потрібно покласти в ґрунт без травмуванб, з точно визначеним інтервалом, на постійно встановлену по всій площі посіву глибину, причому посів здійснити потрібно в короткі терміни, щоб отримати дружні сходи і забезпечити хороший урожай. Зараз на ринку посівні комплекси, просапні сівалки і сівалки суцільного посіву характеризуються широкою номенклатурою, представлені багаточисельними моделями як українського, так і закордонного виробництва. Під час виборі суміжних сівалок з метою посіву соняшника потрібно враховувати декілька основних факторів.

Будь-яка із переліку просапних сівалок є рамою на колесах, на якій закріплені робочі секції на 6, 8, 12, 16, 24 або 36 рядків. Така конструкція вирішує питання підлаштування кожного сегменту під рельєф ґрунту з витриманням глибини посіву, змінювати рядність агрегату, величину ширини міжрядь, а разом з цим економити затрати часу на виконання заданої операції. Число секцій мусить корелювати з кількістю рядків, яке рекомендують застосовувати під час посіву кожного гібрида або сорту. Крім цього, треба також враховувати спосіб посіву. Наприклад, під час вирощування кукурудзи на силос насінневий матеріал заделегідь висівають уздовж поля, а пізніше поперек рядків. У такому разі раціонально використовуються сівалки, які дозволяють швидко замінити кількість

робочих секцій. З метою точного висіву квадратно-гніздовим способом, під час якого одночасно вносять добрива, підходить сівалка SPC-6/8 / (М). Вона забезпечує високі основні показники якості посіву – величину глибини загортання насіння, дійсну кількість насіння в гніздах, кучність цих гнізд, дозволяє отримати прямолінійні поперечні рядки всередині одного проходу та їх поєднання із суміжними, уможливорює витримати ширину стикових і основних міжрядь.



Рисунок 1.1 – Загальний вигляд сівалки SPC-6

Посів насінневого матеріалу - один з головних технологічних етапів, які встановлюють кінцевий результат цілого комплексу польових робіт з продукування сільськогосподарських культур. Однією основних вимог до цього етапу є якісна підготовка ґрунту і точність здійснення посіву, якого неможливо досягнути без широкофункціонального посівного обладнання, обладнаними сучасними пристроями і системами.

Основні втрати під час посіву як правило зумовлені пзупинкою даного процесу в окремих висівних секціях, відхиленнями норми висіву фактичної від потрібного значення, а також не забезпечення відповідної середньої глибини посіву насіння та її рівномірності до визначених показників. Обробка ґрунту за таких умов повинна формувати рівну поверхню поля і достатню глибину обробітку у визначеній структурі покриву, яка необхідна для повного знищення бур'янів і внесення добрив [1].

Зазначеним вимогам відповідає низка моделей посівної техніки як зарубіжного, так вітчизняного виробництва. До них входить «Термінатор» – багатофункціональний комплекс від австрійського виробника Natzenbichler (рис.1.2). Агрегат служить для точного посіву дрібнонасіненних і зернових культур, а також для точного посіву просапних культур і одночасного проведення попередньої підготовки ґрунту з додаванням мінеоадбних добрив.



Рисунок 1.2 – Багатофункціональний комплекс «Термінатор» австрійської компанії Natzenbichler

Керування системою посіву і контроль окремих параметрів здійснюють через бортовий комп'ютер. Він дозволяє регулювати обсяги використаного насіння, внесених добрив, рахувати кількість оброблених гектарів за відсіками бункера, змінювати швидкість трактора, оберти турбіни, ступень завантаження резервуара тощо. Крім цього, він відстежує показники пристроїв і може здійснювати сповіщення водія про виявлені несправності.

Низку серійних багатофункціональних посівних причіпних комплексів з шириною захвату 6, 4, 3 м, що агрегатуються з тракторами

потужністю 135, 110 і 90 кВт продукує фірма Pottinger. Дані машини містять колісний візок із бункером для насіннєвого матеріалу зі спеціальною системою посіву, з встановленими попереду на її рамі двоохрядні дискатори із суцільними дисками, за якими розташовані пневматичні колеса візка. Позаду них встановлено два ряди сошників з одним диском, а за ними розміщено суцільний каток із пневматичними шинами і один ряд пружинних зубів. Даний комплекс забезпечено системами керування визначеними режимами робот, які також можуть здійснювати контроль над виконання операцій обробітку ґрунтового покриву і сівби.



Рисунок 1.3 – Посівний комплекс фірми Pottinger

Схожа техніка, що має додаткові можливості, випускається також вітчизняними заводами. Такі комбіновані багатофункціональні агрегати випускаються ТОВ «Ельворті» та Лозівським ковальсько-механічним заводом. Такі машини за один прохід забезпечують обробіток ґрунту з вирівнюванням його поверхневого шару, можуть висівати одночасно зернобобові і зернові культури та проводити коткування посіви. Крім цього, ці агрегати оснащені функціями електронного контролю кількості висіяного насіння та за роботою деяких вузлів [2].



Рисунок 1.4 – Багатофункціональний посівний комплекс ALGOR 7,5

Подібний новий посівний агрегат з комбінованою функцією посіву і обробітку ґрунту із робочою шириною захвату до 12 м випустила норвезька фірма Kverneland.



Рисунок 1.5 – Посівний комплекс Kverneland U-Drill Plus 6000 med A-Drill

Комплекс Kverneland U-Drill Plus 6000 med A-Drill оснащений бункером для насінневого матеріалу об'ємом 6 кубічних метрів та електроприводом з двовимірним регулюванням якості посіву висівних апаратів. Запропонована в даній машині особлива система трикутно-гніздового або квадратно посіву сумісна з Isobus і GPS, що забезпечує можливість використання даних сівалок в системі точного землеробства. Комплекс обладнаний універсальним терміналом контролю усіх параметрів

агрегату, уможлиблює нову концепцію управління і представляє розділений на дві частини екран. Екран має діагональ 31 см, на якому відображається трактор і посівний комплекс. Крім того, він обладнаний двома окремими інтерфейсами Isobus. В принципі роботи цього універсального терміналу використовується спеціальна система, яка являє собою програмне забезпечення, що містить функції керування головними робочими процесами, нормами внесення та окремими секціями обладнання. Воно забезпечує проведення посіву, здійснення обприскування чи внесення мінеральних добрив без перекриттів. Дана програма є сумісною з будь-якими машинами, що функціонують на основі Isobus.

Для сівалок також розробила спеціальний бортовий комп'ютер Amalog +компанія Amazone. Він обладнаний пристроєм для запам'ятовування. Завдяки цьому встановлені дані та всі введені дані навіть за умови відключення бортової мережі можуть зберігатися приблизно 10 років. Обладнання може контролювати механізми переключення технологічних колій і досходового маркування, здатне відобразити розміщення маркерів з гідрокеруванням і керувати швидкістю руху. За його допомогою можна проводити відстеження рівня заповнення бункера, здійснення визначення обробленої частини земельної ділянки, заносення в пам'ять загальної площі, контролювати привод проміжного вала – пристроїв для переключення технологічних колій тощо. Уникнути нерівномірного посіву, що призводить до втрат врожаю, можна за допомогою бездротових датчиків забивання, встановлених у пневматичній сівалці Challenger 9800 від компанії AGCO-RM (рис.1.6). Вона обладнана електронною системою, що контролює кожний висіваючий апарат, а дані про його засмічення висвітлюється на планшеті, розміщеному в кабіні трактора [3,4].



Рисунок 1.6 – Пневматична сівалка Challenger 9800 компанії AGCO-RM

Теперішні сівалки перед початком виконання робіт слід налаштовувати вручну, проте є велика ймовірність появи помилок в процесі самостійного зважування та калібрування. Щоб запобігти подібним ситуаціям різні виробники сільськогосподарської техніки розробляють різні технічні вирішення. Зокрема фірма Lemken запропонувала спеціальну для пневматичних сівалок систему, яка реалізує автоматичне дозування висівного наміненевого матеріалу. Коли вона встановлена, то оператор має тільки ввести потрібну норму і параметри посіву: максимальну швидкість руху і вагу 1000 насінин. За таких умов з усіх дозаторів сировина потрапляє, по обхідним шляхам на тензодатчики, а не в сошники. Після зважування, а пізніше передачі виміряного об'єму, система скеровує насіння назад в бункер. В такому разі оператор має лише підтвердити масу і можливу швидкість руху, після чого сівалка стає готовою до роботи.

Оскільки для визначення дози оператору не потрібно покидати кабінку трактора, то для отримання надійного посіву треба час від часу перевіряти хід посіву, що не є затратним процесом.

Компанія Amazone також запропонувала спеціальний механізм, призначений для включення і виключення в автоматичному режимі системи дозування насіння пневматичних сівалок на смузі розвороту. Раніше під час

використання посівних машин без такого подібного доповнення існували тривалі часові проміжки між початком і завершенням роботи дозатора та подачею насіння до сошника становили суттєву проблему. Нова система забезпечує за допомогою датчика фіксування фактичного потоку насіння на сошнику, що уможлиблює самим встановлювати на поворотній смузі час затримки, початку та зупинення системи дозування. Також даний пристрій містить механізм допомоги оператору. Індикація розташування машини на Isobus-терміналі сигналізує оператору, на якій ділянці може стартувати система. При цьому він може вибрати потрібну швидкість і забезпечувати зберігання її постійною на конкретних ділянках смуги, що підвищує ефективність використання насіннєвого матеріалу [5,6].

Дуже цікавою розробкою стала запропонована технологія контролю кількості насіннєвого матеріалу від компанії Väderstad. У насіннєвому проводі сівалки розміщуються давачі-сенсори, що фіксують припинення світіння променя інфрачервоного спектру під час проходження сировини. Дані переривання обробляються, що дозволяє з високою точністю і ймовірністю визначити загальний обсяг висіваючого насіннєвого матеріалу. Такі прилади можуть встановити кількість ріпаку з ймовірністю приблизно у 99%, а пшениці та других зернових культур - на рівні 98-99% при подачі 250 насінин на секунду. Дана система може сама автоматично встановити норму висіву та компенсувати домішки, що стосуються пилу і рослинних залишків. При цьому встановлений в сівалці радар вимірює швидкість, і одночасно безперервно перераховується, наскільки з фактичною подачею збігається бажаний обсяг насіння. Для отримання необхідної кількості насіння постійно регулюється механізм його подачі, що має електропривод. Якщо оператор має потребу змінити обсяг насіння на квадратний метр, то на дисплеї спеціальної панелі керування вносяться поправки (рис.1.7).



Рисунок 1.7 – Система контролю висіву Väderstad SeedEye

Дані поправки вносяться за допомогою встановлених діапазонів, наприклад у 10 відсотків. Також ця система може визначати потрібну норму і висвітлювати на екрані фактичні значення, внаслідок чого вимикається потреба в звичайному калібруванні, що економить енергію та час. Крім того, розроблений пристрій дозволяє оператору контролювати операцію сівби. Оскільки на виході за межі допустимої норми лунає звуковий сигнал, а відображення сошника з певним відхиленням замалбовуються на дисплеї у червоний колір. Під час чергування різних культур немає потреби в переналаштуванні посівного апарату, оскільки вона виконується автоматично, коли оператор вкаже ліміт. Внаслідок подібному рішення суттєво покращується якість сівби і поліпшується комфорт роботи тракториста. Система контролю виготовлена для різних сівалок із серії Rapid [7].



Рисунок 1.8 – Система контролю висіву насіння для сівалок
Vaderstad серії Rapid

Ідентифікація посівного матеріалу в сівалках точного висіву здійснюється спеціальним приладом, який був розроблений компанією Müller-Elektronik. В його основі роботи є візуалізаційна сенсорика, а головні відмінності полягають у присутності інтерфейсу для інформування і параметрування про стан поточних справ, а також для оновлення програмного забезпечення. Внаслідок цього ідентифікувати дрібнонасіньний матеріал, наприклад озимого чи ярого ріпаку, і крупний посівний матеріал – , соняшник або кукурудзу можна навіть за досить несприятливих умов. За окремим зразком визначають і забезпечують гарантований поділ сторонніх домішок від насіння, які попадають в насіннепровід. Крім цього, датчик може розпізнавати накладені один на іншого зерна як подвійні об'єкти, а подальші їх відкладення на пристрої знівельовуються шляхом його перелаштування. Оновлюється програмне забезпечення датчика шляхом однолінійного інтерфейсу. Завдяки цьому підтримується функціонал обладнання на постійно актуалізованому рівні. Шляхом параметрування можна виконувати налаштування на оптимальний режим висіву поточного насінневого матеріалу і далі здійснювати навчання з розпізнавання нових насінин. Пристрій може також використовувати інтерфейс для активного пересилання даних про поточний свій стан, завдяки чому користувачі сівалок точного висіву є завжди впевнені у правильності показників агрегату, що висвітлюються, і можуть запобігти ймовірному негативному впливу датчика. Крім цього можна ідентифікувати від 1 до 150 зерен в секунду, коли швидкість подачі є до 12 м/с, оновлювати поле, відправляти повідомлення про стан приладу, зокрема про потребу його очистки, включати в систему керування комп'ютера інших товаровиробників [8,9].

Крім датчика ідентифікації компанія Müller-Elektronik розробила систему вимірювання, яка призначена контролювати потік насіння в окремих сівалках з точністю до однієї зернини. Вона забезпечує також

можливість сівби, не беручи проби норми висіву. Швидкість підрахунку складає від 1 до 10 тис. насінин в секунду. В будову пристрою водять з п'єзоелектричні датчики, командний блок управління ECU, що здійснює обробку даних. Поряд з досить точним підрахунком крупного насінневого матеріалу, наприклад кукурудзи, соняшника чи гороху існує можливість ідентифікації посівного матеріалу дрібнонасінневих культур, подібних озимого ріпаку, навіть в дуже складних умовах засміченості, проте в даному випадку оптичні прилади дуже швидко забруднюються і їх необхідно регулярно очищати. Місця забиття домішками ідентифікуються дуже швидко і надійно завдяки підрахунку з високою точністю. Крім цього, система уможливорює виконання багаторазового визначення коефіцієнта калібрування в секунду. В результаті цього розроблено технологію можливості створювати однорідні посіви, оскільки за таких умов, що характеризуються зміною навколишнього середовища, гарантується внесення достатньої кількості насіння [10].

Ще однією перевагою і особливістю теперішніх посівних агрегатів є різноманітність автоматизованих систем, що дозволяють забезпечувати контроль управління не тільки техніки, а й посівом і його якістю. До числа таких окремих рішень можна привнести спеціальний термінал, випущений фірмою Amazone, який дозволяє здійснювати міні-перегляд. Механізатор в бачить меню включення секцій найголовніші дані про машину: швидкість, норму внесення добрив або висіву насінневого матеріалу, вміст у баці або бункері, частоту обертання розподільних дисків тощо. Внаслідок цього він може контролювати цілий процес, постійно переходячи з меню перемикання секцій на меню керування. Зараз є додаткова нова версія ПО, яка передбачає встановлення калькулятора. Крім цього, даний пристрій може обробляти аплікаційні карти у форматі Shape.



Рисунок 1.9 – Спеціальний термінал для контролю якості висіву від фірми Amazone

Ще однією особливістю розробленого терміналу є наявність функції закладки в автоматичному режимі технологічної колії. В такому разі переключення її режиму здійснюється через GPS шляхом паралельного водіння терміналу. Незалежно від визначеної послідовності, в якій проводяться проходи, закладення колії здійснюється коректно, що призводить до зниження навантаження на оператора.

Компанія John Deere також розробила спеціальну систему, яка забезпечує якість посіву. Вона представляє автоматизований комплексний пристрій для високошвидкісного точного посіву, що передбачає виконання всіх підпроцесів цієї операції, можливість документування та моніторингу. Прилад виконує функцію контролю за допомогою датчиків і містить нові рішення з автоматизації, які суттєво покращують розподілення насінневого матеріалу в рядку, а також глибину їх загортання за різних природних умов. Крім того, запропонована розробка включає низку додаткових систем, які відповідають за потрібний рівень тиску на сошник і контроль частоти посіву насінневого матеріалу під час проходження поворотів. Додаткова функція автозавантаження служить для передачі даних про навісне обладнання і послідовність дій оператора під час маневрування по полю. Додатково є дозволені скачення спеціальних додатків, що уможливають підключення, конфігурацію та управління трактором і знаряддям, а також

дозволяє трактористу повністю бути сконцентрованим і вести спостереження за процесом посіву. Тобто пропоновані сьогодні виробниками с.г. техніки різні пристрої і системи дозволяють не тільки здійснити якісну сівбу в короткі терміни, але і суттєво скоротити втрати насіннєвого матеріалу та досягти максимального зниження навантаження на операторів.

1.2. Агротехнічні вимоги до посіву просапних культур

На відміну від зернових культур колосових просапні найчастіше висівають двома способами – пунктирним або квадратно-гніздовим способом. Зазначені способи сівби визначають специфіку встановлених агротехнічних вимог. Агротехнічні додаткові вимоги до здійснення посіву просапних є наступними:

1. Відхилення від заданої величини глибини загортання насіння соняшнику не може перевищувати відповідно $\pm 1,0 \dots \pm 1,5$ см.

2. Встановлені допустимі відхилення: від ширини основних міжрядь повинні бути більше $\pm 1,0$ см, ширина стикових міжрядь не може бути більше $\pm 5,0$ см.

3. Під час квадратно-гніздового посіву в ґрунтове гніздо повинна вноситься певна кількість насінин: 2 ... 3 під час посіву соняшнику, 3 ... 4 під час посіву баштанних культур, 4 ... 5 під час посіву бобів бавовнику. Окремі гнізда не повинні бути розтягнуті більше ніж 10 см.

4. Під час пунктирного посіву задана кількість насіннєвого матеріалу на 1 га має бути на 30% більше. Відхилення від встановленого розрахункового інтервалу між зернинами в рядку не повинне перевищувати більше $\pm 30\%$. Кількість зерен із зазначеними допустимими відхиленнями від загального числа має бути не менше 85%.

5. Повинна витримуватись прямолінійність як поздовжніх, так і поперечних рядів при квадратно-гніздовому способі. Відхилення центра

гнізда від осі поперечних рядів на довжині, що є рівною трьом суміжним ширинам захвату агрегату, має бути не більше $\pm 7\%$.

6. Ширина захвату посівного агрегату має дорівнювати або бути в ціле число разів більшою ширини захвату агрегату, призначеному для міжрядного обробітку посівів.

7. Відхилення від норми висіву насіннєвого матеріалу: кукурудзи - не перевищувати $\pm 5 \dots \pm 8\%$, соняшнику - не перевищувати $\pm 5\%$. Відхилення від встановленої норми внесених добрив не має перевищувати $\pm 10\%$.

Під час першого проходу агрегату контролюють фактичну глибину посіву насіння, при другому і всіх наступних проходах – встановлені норми посіву насіння, гербіцидів, добрив, рівномірність посіву окремими секціями та величину вильоту маркерів. Завершальний контроль та оцінку якості виконання сівби посівними агрегатами здійснюють після появи сходів. Основними показниками оцінки цього є дотримання встановленої норми посіву, величини загортання насіння, прямолінійності рядків в поперечному напрямі, що відображається довжиною гнізд, розміром в суміжних проходах агрегатів величини уступів рядків гнізд. Крім того необхідно враховувати ширину стикових та основних міжрядь.

Посадку і посів просапних культур здійснюють в оптимальні агротехнічні терміни для культури і в достатньо прогрітий ґрунт. Підготовлені до посіву чи посадки поля повинні бути вирівняними: глибокі розвальний борозни (більше 10 см) та високі звальні гребені (більше 5 см) мають бути відсутніми [11, 12].

В рядки одночасно з посівом чи посадкою можуть вносити мінеральні добрива. Для сівби слід використовувати каліброване, оброблене пестицидами насіння. Воно повинно розташовуватися в прямих рядах з однаковою шириною міжрядь.

Контроль за якістю посіву здійснюють щозміни (так званий повсякденний контроль) і при кінцевому прийнятті посівів.

Щоденний контроль здійснюють оператори разом з агроном господарства за наступними показниками: ширина стикових міжрядь; дотримання норми висіву; робота висівних апаратів; глибина загортання насіння.

Якість глибини посіву встановлюють відповідно до прийнятої методики розкриттям борозенок.

Від заданої глибина посіву не повинна відрізнятись більше ніж на 1,5-2 см.

Ширину стикових міжрядь встановлюють, використовуючи методику, прийняту для оцінки якості посіву зернобобових і зернових культур.

Контроль за нормою висіву насіння можна здійснювати різними методами. Проте найчастіше використовують наступний спосіб. В одному чи декількох проходах агрегату на 1 м розкривають всі рядки, знаходять і підраховують наявні в борозні насінини. Помноживши середню кількість порахованого насіння на перевідний коефіцієнт, встановлюють норму висіву. Норма висіву має бути рівною розрахунковій або трохи її перевищувати. При цьому число густоти стояння рослин слід підраховувати на протяжності (м) рядка, а не на площі. За ширини міжрядь 45, 60, 70, 90 см рослини рахують відповідно на 22,2; 16,7; 14,3; 11,1м рядка, оскільки кількість рослин на зазначених відрізках рядка буде чисельно відповідати густині стояння рослин (тис. шт / га).

1.3. Вплив якісних показників посіву на врожайність культур

Ефективність роботи сучасного сільського господарства вимагає досить високої продуктивності посівних агрегатів, здатності до універсальних комбінацій різних робочих органів в складі цих агрегатів, а також здатності швидко та безпечно перміщуватись по дорогах загального значення.

На загал слід стверджувати, що серед існуючих традиційних вимог до ефективності та надійності виробленої техніки на передній план стають поєднання різних виконуваних операцій, конкурентоздатність, пристосованість і універсальність до різних виробничих і природних умов, співвідношення якості та ціни, а також добра організація технічного сервісу. В теперішніх умовах виробники техніки повинні більше виявляти оперативність і гнучкість під час задоволення різних вимог замовників.

Подальше покращення техніки для посіву проводиться шляхом підвищення рівномірності подачі насіннєвого матеріалу та добрив до сошників; забезпечення їх заданої рівномірності посіву за глибиною; збільшення обсягу ємностей для добрив і насіння, а також скорочення часу на перелаштування широкозахватних посівних комплексів в транспортне положення для переїздів на великі відстані, а надалі назад - в робочий стан.

Незалежно від типу посівних комплексів, спільним у тенденції їх вдосконалення є покращення показників стосовно якості виконання технологічного процесу всіма робочими органами та агрегатами машини. Досягти цього можна шляхом ретельного ретельно підбирання типу і параметрів робочих органів стосовно кожної конкретної ґрунтово-кліматичної зони.

Серед показників новітньої сівалки, що визначалися через опитуванням керівників підприємств, перше місце відводиться якості посіву, на другому - надійності і тільки на третьому - співвідношення якості та ціни.

Головні чотири фактори врожайності, на впливають під час сівби є відстань між рослинами в рядку, норма висіву, наявність пропусків, двійників та схожість проростання.

За таких умов норма висіву, як не дивно видається багатьом, має найменший вплив. Фактор відстані між рослинами, тобто точне розташування насіння, має вплив на урожайність більший. Ще важливішим

фактором виявилася сінгуляція – процентний відсоток пропусків і двійників. Виробники та продавці посівних комплексів велику увагу сільгоспвиробників звертають на заходи відносно суттєвій мінімізації цих пропусків та двійників. Проте це не найголовніше. Адже всі перераховані заходи зданті забезпечувати тільки рівномірність розподілу насіння на полі. Проте рівномірність проростання найбільше впливає на врожайність.

Цей показник характеризується як відсотком схожості насіння, так і рівномірністю і одночасністю сходів. Дружними і рівномірними вважаються ті сходи, що отримані впродовж перших 36-48 годин після посіву. Якщо з якихось причин якась рослина не встигає прорости в перші 2 доби, а дуже велика частина інших встигає, то ті, що проросли раніше її заглушать. А це виливається в недобір урожаю.

Залишилося в'яснити причини нерівномірності сходів. На них проливають світло деякі аналізи і досліді отриманих даних систем точного землеробства. Як з'ясувалося, на глибині загортання насіння, яка встановлена для відповідних культур як оптимальна, відносна вологість ґрунту коливається від 20 до 60%, а для успішної схожості насінин вологість повинна становити не менше 30% на глибині їх закладки.

Через це досліді показали суттєвий вплив на глибини загортання насіння на його проростання. Наприклад, під час одного досліді з'ясувалося, що посіяне на глибину 7,6 см насіння кукурудзи, де було найбільше вологи, через якийсь період часу проросло майже все. За цей же період насінини, висіяні на глибину 5 см, тільки почали сходити через брак вологи. А висіяне на глибину 2,5 см так і не проросло, залишившись лежати і очікувати дощу. Тому під час роботи агрономи постійно повинні здійснювати пошук «золотої середини». Тому, якщо що посієш дуже глибоко – буде більше вологи, але втратиться енергія проростання. А посієш неглибоко - кращою буде енергія проростання, проте вологи не вистачатиме.

Також в ході проведення дослідів в Україні на полях компанії «Кернел» встановили, що забезпечення правильного вибору навантаження на посівні секції має набагато більший вплив для врожайності, ніж мала кількість пропусків і двійників. Наприклад, коли є оптимальне притискне зусилля, що прикладається до посівної секції, за рівних інших умов врожайність кукурудзи становила 144,5 ц / га. За максимального притискного зусилля, коли на сівалці врожайність зменшилась до 140,5 ц/га. А коли притискне зусилля зменшилось до 80 кг - врожайність скоротилася до 131 ц/га. Тому невелике притискне зусилля не може часто перешкодити підйманню сошника. Проте багато українських сільгоспвиробників висівають просапні культури легкими сівалками, де дане притискне зусилля в багатьох випадках не перевищує 80 кг.

Звичайно, про доцільність регулювання глибини посіву чи притискного зусилля відносно ґрунтових умов знає кожен агроном. Проте на практиці не кожен переналаштовує притискне зусилля під час переїзду на поле відносно змінених умов, оскільки не готові витратити на це з 20 годин роботи сівалки по 4-5 годин на її переналадку.

Тому в останні роки технології точного землеробства суттєво розвинулись, дозволивши змінювати притискне зусилля під час посіву, причому посеційно, не виходячи з кабіни. Так само трохи раніше точне землеробство уможливило регулювання норми висіву. Проте подібні технології є багатовартісними. Для прикладу, сучасна закордонна просапна сівалка, обладнана всіма найсучаснішими технологіями точного висіву, обходиться українським виробникам сільгосппродукції в 60-90 тис. дол.

Висновки за розділом

Проводяси вибір типу посівних машин, а разом з тим їхніх параметрів, слід враховувати цілий комплекс чинників, зокрема, тип ґрунту, глибину посіву, засмічення бур'янами, вологість, ширину міжрядь, наявність

рослинних решток тощо оскільки вони суттєво впливають на якість посіву та його енергоємність посіву.

На основі отриманих даних зроблено висновок провести дослідження з визначення впливу на якісні показники посіву соняшника, який здійснюють сівалки точного висіву, а також оцінити впливу на них системи Delta Force.

.

РОЗДІЛ 2. АНАЛІЗ ДОСЛІДЖЕНЬ ФАКТОРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ЯКІСНІ ПОКАЗНИКИ РОБОТИ СІВАЛОК ТОЧНОГО ВИСІВУ

В процесі проведення посіву с.г. культур основне місце відводиться точністю виконання цієї операції. Особливо важливим це є стосовно просапних культур. Під визначенням точності висіву слід розуміти оптимальне розміщення посівного матеріалу як за площею, так і за глибиною поля.

За рівномірне розміщення в рядку насінин несуть відповідальність прикочуючі і сошникові робочі органи, а за рівномірний їх розподіл вздовж рядка відповідальними в першу чергу висіваючі апарати, насіннепроводи та напрямні сошники. Розміщення насінин у рядку є результатом їх спільної впливу на процес посіву. На його точність мають вплив закладені у посівну машину конкретні особливості конструкції, які обумовлюють будову висіваючого апарату, напрямних сошників і насіннепроводів. Надто важливим фактором для підвищення ефективності розробки вказаних вузлів є вибір способу оцінки відносно точності розподілення насінин в рядку.

В низці наукових робіт було запропоновано оцінку рівномірності посіву, яка ґрунтується як точність в розподіленні насіння вздовж напрямку переміщення. Для цього будь-яку довжину рядка розділяють на окремі частинки з певною кількістю насінин, що в них потрапили. Окремо підраховують відносну кількість насінин на всій вибраній ділянці. Такий підхід уможливорює кількісну оцінку визначення якості роботи висіваючих апаратів, проведення порівняння за цими показниками, проте вона є достатньо складною для дуже швидкої оцінки якості посіву в польових умовах.

Деяко подібну методику з визначення точності посіву використовували ще під час наукових дослідів на початку 1980 рр., де також

вдавалися до критичної оцінки можливостей даного методу з позицій відсутності явних чітких граничних значень параметрів. Відмічалось, що в польових умовах слід проводити кількісну оцінку ступеня точності посіву безпосередньо за сходами з наступною статистичною обробкою отриманих результатів вимірювань. Цю методику узгодили з економістами. Для об'єктивнішої оцінки рівномірного розподілу насіння на полях запропонували користуватись двомірним законом, який враховував відхилення не тільки уздовж переміщення сівалки точного висіву, але й передбачав врахування відхилення в поперечному напрямку. Безумовно, така ж оцінка є об'єктивнішою, але використання двомірного закону є доцільнішим для опису остаточного результату розподілу посіяних насінин по полю, і не завжди є необхідною для оцінення роботи тільки висівного апарату. В умовах виробництва використання такого підходу не багато не сприймають [10].

У працях дослідників Харківського НТУСГ ім. П.М.Василенка було зазначено, що посів насінневого матеріалу є випадковий процес, на який впливає багатьох чинників, що характеризують внутрішню будову та принципи роботи висіваючого апарату, так зовнішній вплив, зокрема умови експлуатації сівалки точного висіву[11]. В цілому ж відстані між насінинами у рядку випадкові величини, їх можна охарактеризувати через статистичні закономірності їх розподілу. В результаті для математичного опису точності посіву користуються параметрами математичного очікування і дисперсії, що враховують швидкість руху сівалки, часові проміжки між викиданням насінин висіваючим апаратом, а також відхилення насінин від точок викидання. Такий підхід сприяє комплексному підходу до оцінки точності висіву. Проте встановлені функціональні залежності між параметрами внутрішнього влаштування висіваючої системи та вихідними параметрами її роботи уможливають проведення порівняльної оцінки систем дозування, що здатні відокремлювати окремі насінини із загальної маси.

Кількісна характеристика виразу «точність висіву» була запропонована на початку 1990-х. Під цією «точністю» доцільно розуміти такий посів, коли проміжки між насінинами розподіляються і відповідають нормальному закону, з параметрами x та $2b$. Варто відмітити, що середнє значення інтервалу повинно забезпечувати умову $x \geq 6b$. Тоді коефіцієнт варіації не буде перевищувати $\leq 16,7\%$.

Для оцінення роботи висіваючих апаратів вводять поняття ймовірності точності висіву, що є сукупністю наступних умов:

- присмоктуючі отвори заповнюються насінням;
- до кожного отвору присмоктується одне насіння;
- відхилення норми висіву насіння від розрахункової не має перебільшувати встановлений крок (інтервал) висіву.

В окремих роботах основна увага від час вивчення точності посіву приділялась власне розміщенню насінин в борозні як кінцевому результату. Момент сходу насіння з дозуючого елемента розглядають як випадковий процес. Виходячи з цього, розглядаємо траєкторію руху зерен до поверхні ґрунту також як випадковий процес, який породжує відхилення в розміщенні насіння вздовж ряду. У такому випадку, як зазначено в других дослідженнях, оцінка точності посіву характеризується числовими статистичними характеристиками інтервального розподілення насінин. Також встановлено середні значення інтервалів їх дисперсії.

На рівномірне формування насінневого потоку впливають багато факторів. Найперше виділяють такі важливі фактори як початкова швидкість сходу насінини і момент часу їх відділення з присмоктуючого диску. Разом з цим ці характеристики встановлюють як за геометричними параметрами, так і за формою висіваючого насіння. Тобто в таких випадках початкові параметри, що формують потік насіння, є випадковими, а тому розподілені конкретним чином, стосовно до існуючих статистичних законів з їх певними кількісними характеристиками.

Важливим є вплив на точність виконання посіву кінематичних режимів дозування. Встановлено, що крім вказаних факторів впливу на ступінь точності висіву, важливу роль відкодиться розкочуванню окремих насіння по дні борозни. Це призвело до того, що сівалки точного висіву не забезпечують нормативи точності висіву. Наприклад, для виконання точності висіву в нормі 90% насіння кукурудзи, вона фактично реалізується лише на третину [9].

Точність розміщення насінин вздовж рядуу суттєво залежить від швидкості переміщення посівного агрегату. За швидкостей, що перевищують 0,3 м/с, існуючі на даний час апарати суттєво погіршують точність дозування насіння і через це потребують покращення конструктивних рішень, скерованих на пониження ступеня відмов типу двійників і пропусків.

Окремі дослідники зосереджують увагу на тому, що неоптимальні режими роботи висіваючих апаратів пов'язані зі зміною норм посіву насінневого матеріалу та швидкості висіваючого апарату сівалки точного висіву. Встановлено, що під час посіву насіння цукрових буряків його норми висіву можуть змінюватись від 8 до 25 шт/м та більше, залежно від якості та схожості насінневого матеріалу, фізико-технологічних властивостей ґрунту тощо. Автори даних досліджень вважають, що швидкість переміщення сівалки точного висіву може варіювати від 4,5 до 9 км / год, а коливання максимальної і мінімальної швидкості диску проходять в границях 0,188 ... 0,751 м / с. Дані фактори можуть також впливати на якісні показники висіву насіння.

Разом з цим дані багатьох літературних джерелах містять відомості які підтверджують, що оптимальні швидкості диска для нормальної роботи висіваючих апаратів є в межах 0,24 ... 0,36 м / с. Для забезпечення таких оптимальних режимів роботи апарату дослідниками розроблено номограму, за допомогою якої легко підібрати за заданою нормою висіву Q ,

шт / м, швидкість руху сівалки і посівні диски. Були досліджені посівні диски відповідно з 30-ма і 47-ма отворами. Ця номограма уможливила вибрати оптимальну швидкість сівалки (в границях від 3 до 9 км / ч) залежно від норми висіву і вибраного диска. Вказані рекомендації уможливили підвищити агротехнічно допустиму швидкість руху агрегату, сприяли підвищенню її продуктивності і забезпеченню точності посіву [7].

Результати розміщення рослин по рядку залежать від багатьох факторів, які доцільно оцінювати за значеннями коефіцієнту варіації.

Очевидно, цей запропонований безрозмірний показник, який враховує не тільки середнє значення величини, але й значення її середнього відхилення, найточніше і об'єктивно оцінює точність реалізації процесу і може бути використаний для порівняльної оцінки роботи висіваючих апаратів. Проте було доведено, що значення коефіцієнта варіації суттєво залежить від значення залікової довжини поля, де виконують дослідження. Це у свою чергу створює певні додаткові умови для виконання дослідів і призводить до зниження узагальненості використання цього параметра під час оцінки якості посіву. Оцінити точність посіву можна за величиною відхилення розміщення насіння від теоретично встановленого. Як правило, такі відхилення позначають у процентах. Їх порівнюють з допустимим для конкретної сільськогосподарської культури.

Як впливає точність посіву насіння на їх врожайність встановлено на прикладі цукрових буряків. Згідно з багаторічними даними досліджень зростання коефіцієнта варіації вп'ятеро (від 0,25 до 1,25) призвело до зниження врожайності на 160 ц / га. Разом з тим встановлено, що головною причиною незадовільної достатньої точності висіву є конструкція і робота висіваючого апарату, яка під час формування потоку зерен сприяє пропускам та двійникам. В такому разі покращення якості виконання посіву насамперед пов'язано з поліпшенням самого висіваючого апарату як дозуючої технічної системи, що реалізує основну операцію відокремлення

насіннєвого матеріалу від загальної маси і створення з них постійного безперервного потоку [8].

Вплив швидкості руху сівалки на якісні показники, зокрема точність виконання посіву, досліджували всесторонньо як вітчизняні та і зарубіжні вчені. Можна вважати доконаним фактором, що із зростанням швидкості до 2 м/с точність проведення посіву суттєво знижується. Ліквідація зазначеного факту можливо шляхом вдосконалення дозуючої системи висіваючого апарату. Особливо це є важливим в сучасних умовах ведення землеробства, коли відслідковується загальна тенденція стосовно зростання продуктивності виконання робіт і зменшення термінів їх тривалості[4, 3].

Для покращення точності дозування рекомендують ввести додаткову операцію, яка полягає в попередній орієнтації насінин перед їх захопленням осередком повітря. Оцінку такої операції здійснюють за середньоарифметичними значеннями інтервалів між насінням, середньоквадратичним відхиленням проміжув від середнього значення і за значенням коефіцієнта варіації.

РОЗДІЛ 3. ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНІ ДОСЛІДЖЕННЯ ФАКТОРІВ, ЩО ВПЛИВАЮТЬ НА ЯКІСНІ ПОКАЗНИКИ РОБОТИ СІВАЛОК ТОЧНОГО ВИСІВУ

3.1. Будова та особливості застосування системи точного висіву «Precision Planting Delta Force»

Провівши аналіз ринку сільськогосподарської техніки можна говорити, що система Delta Force Precision Planting є представником однієї з надійних і найновіших систем по здійсненню контролю за притискним зусиллям сошника. Вона встановлюється на кожному із секцій, в кожному окремий ряд та здійснює контроль над питомою вагою секції і контактом із ґрунтовим покривом. Це уможливорює швидке і автоматичне підтримуваття певного режиму тиску на секції, який оператор-тракторист виставив на моніторі. Це є дуже важливою умовою для зростання врожайності [6].

Запропонована система Delta Force придатна для встановлення на більшості новітніх сівалок, зокрема фірм як CaseIH, John Deere чи Kinze.

Delta Force працює в парі з дисплеєм 20/20 Seed Sense, які замінюють пружини або повітряні подушки на сівалці. Дана система вміщує в собі тензометричні датчики (рис. 3.1) для встановлення зусилля, яке прикладається до сошників. Вони відправляють дані на Seed Sense, а разом з тим на гідравлічні циліндри (рис. 3.2). В такому разі система встановлює потрібне притискне зусилля. Роботоздатність системи контролюється на моніторі 20/20 системи Field View. На ньому здійснюють перегляд карт осіву з візуалізацією на них притискної сили, для чого використовують iPad.



Рисунок 3.1 – Загальний вигляд тензодатчика системи контролю рівномірності ходу сошників

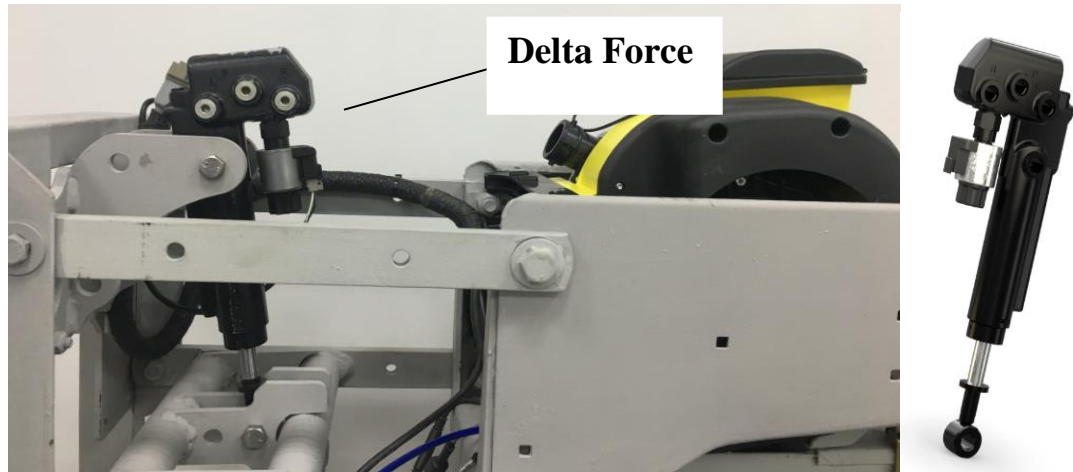


Рисунок 3.2 – Загальний вигляд гідроциліндра системи досягнення рівномірності ходу сошника Delta Force

За допомогою карти Field View можна показувати загальну картину на кожному конкретному місці посіву (рис. 3.3).



Рисунок 3.3 – Загальний вигляд контролера добрив та насіння Seed sense 20/20

Недоліком контакту секції з ґрунтом є недостатня глибина висіву. Надлишковий тиск може призводити до переущільнення кореневої системи рослин. Незначні зміни величини притискної сили в кожному ряді може призвести до значних відмінностей значень притискного зусилля висіваючих агрегатів в загальному, відносно встановлених для точної

глибини посіву. Колеса трактора як і старі сліди від мобільних енергетичних засобів, недообраблені ділянки поля, ділянки суглинків та другі зміни мікросередовища також вимагають забезпечення динамічних змін величини притискної сили, яка потрібна кожній секції. Delta Force забезпечує керування притискним зусиллям, що уможливорює миттєве індивідуальне реагування на зміну мікросередовища від одного ряду до іншого, і в кінцевому підсумку забезпечує великі дивіденди.

На лівому боці карти "суміщеного виду" Field View візуалізується, як Delta Force керує притискним зусиллям до кожного ряду, щоб зробити мінімальною вагу на секції для забезпечення глибини висіву. Зрозуміло, що від одного ряду до іншого, і від одного проходу до другого спостерігають суттєві зміни в притискному зусиллі. Зображення на правій стороні карти показує, що практично відсутні сині ділянки (це означає втрату контакту з землею), або червоні (відсутній зайвий тиск) ділянки. Все це стало можливим завдяки використанню Delta Force. Цей додатковий механізм забезпечує ідеальні умови для проведення посіву насіння.

3.2. Методика та програма експериментальних досліджень

Місце проведення та умови виконання посіву наведено в таблиці 3.1.

Таблиця 3.1.

Місце та умови проведення посіву соняшнику

№ з/п	
Проведення, місце	Львівська обл., Кам'янка-Буський район, село Вирів, компанія Контінентал Фармерз Груп
Терміни посіву	11.04.24 - 14.04.24
Сорти соняшнику	Sy Experto
Густота посіву	73332 шт/га
Марка сівалки	John Deere 24 Row Planter

Під час роботи посівних машин точного висіву досліджувались значення наступних показників: відстань між насінинами за трьох різних

швидкостей руху агрегату із застосуванням системи зміни тиску на секцію і без неї, рівномірність глибини зароблення насіння [14].

Для сівби було застосовано сівалку точного висіву виробництва фірми John Deere 24 Row Planter. Дана машина використовується під час посіву різної фракції кукурудзи, соняшника, сої за нульовою і мінімальною технологіями обробітку ґрунту.

Сівалка John Deere 24 Row Planter (рис. 3.4) комплектується Vacu Meter – системою дозування насіння. Завдяки її простій конструкції можна досягти рівномірного розміщення насіння в рядку.



Рисунок 3.4 – Загальний вигляд сівалки John Deere 24 Row Planter

Технічні характеристики сівалки John Deere 24 Row Planter:

Система висіву / з'єднання – вакуумна / причіпна

Кількість рядів посіву, шт. – 24;

Ширина між рядками, см – 70;

Робоча ширина захвату, м – 16,8;

Транспортна ширина, м – 3,7;

Об'єм бака для насіння, л – 109;

Об'єм бака для добрив, л – 1968;

Вид несучої рами – складна;

Загальна маса, кг – 23 722;

Необхідна потужність трактора, к.с. – 220.

Вимірювання показників якості для кожної культури здійснювали за робочих швидкостей агрегату 6...7 км/год, 8...9 км/год та 9...12 км/год. Норму висіву соняшнику встановлювали 45 тис. шт./га. Отже інтервали між рослинами при даній нормі мають бути 35,9 см.

Під час досліджень для вимірювання показників використовували лінійка і рулетка. Показники та способи здійснення їх замірів наведено в таблиці 3.2 та на рис. 3.5 та рис. 3.6.

Таблиця 3.2.

Показники контролю на посіві зернових культур

Показник	Кількість вимірів	Прилад чи пристосування	Спосіб виміру
Глибина посіву насіння, мм	Не менше 5	Лінійка	Розгортали рядки за шириною захвату та визначали глибину приставляючи лінійку
Відстань між зернинами в рядку, мм	Не менше 5	Рулетка	Розгортали рядки за шириною захвату та розміщували рулетку вздовж рядка



Рисунок 3.5 – Визначення проміжку між насінням в рядку



Рисунок 3.6 – Встановлення глибини посіву насінин

3.3. Аналіз відхилень від заданих показників якості виконання посіву

Обробка визначених даних та побудова діаграм здійснювали у графічному редакторі Microsoft Office Excel.

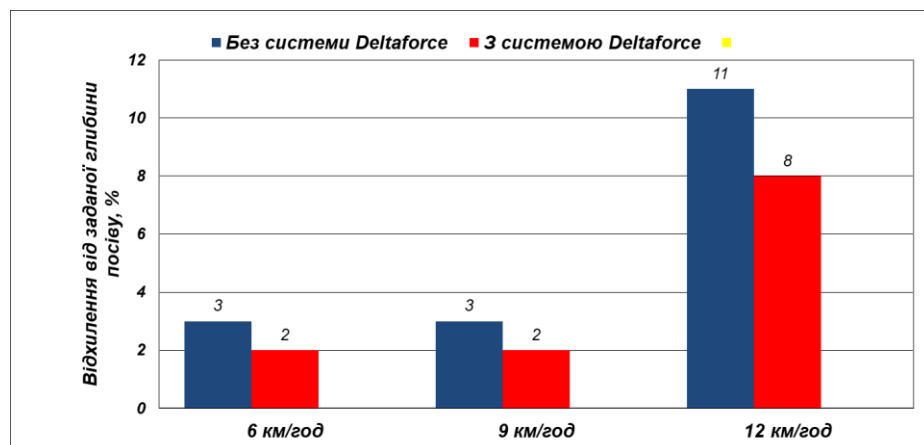


Рисунок 3.7 – Вплив робочої швидкості агрегату на відхилення від заданої глибини висіву соняшнику

На рис. 3.7 встановлено, як відбувається зміна величини відхилень від рекомендованої нами глибини посіву насіння соняшнику залежно від швидкості переміщення сівалки. З наведених діаграм видно, що отримані значення відхилень збільшувались зі зростанням швидкості переміщення, як із використанням обладнання Delta Force, так і без цього обладнання. Для цих обох способів посіву найбільші значення відхилень (11% та 8%) були отримані за швидкості переміщення агрегату 12 км/год, а в межах швидкостей 6-9 км/год отримані значення відхилень були майже однаковими (3% та 2%). На всіх досліджуваних швидкостях встановлена глибина посіву краще забезпечується, коли використовувалась система Delta Force.

На рис. 3.8 зображено зміну відхилення реальної норми висіву через зміну робочої швидкості агрегату під час посіву соняшника. Для двох варіантів найбільшу неточність (5% та 3,8%) було отримано за швидкості руху агрегату 12 км/год, а найкращу за швидкості 6 км/год (0,5% та 0,5%). На всіх досліджуваних швидкостях, за винятком 6 км/год, кращу точність в плані дотримання інтервалу посіву було зафіксовано під час використання системи Delta Force.

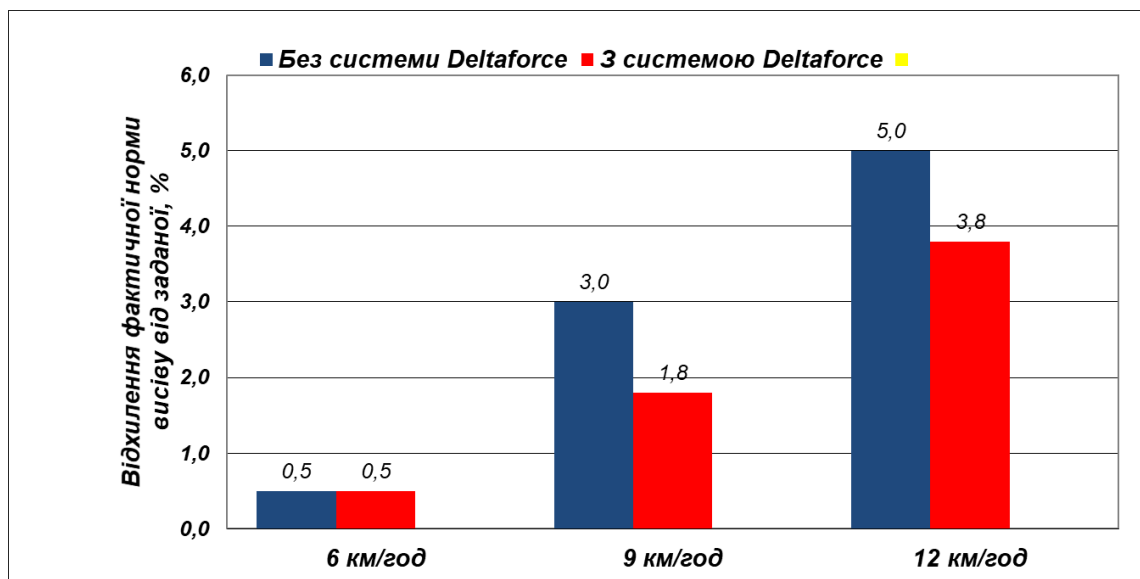


Рисунок 3.8 – Вплив робочої швидкості агрегату на відхилення від фактичної норми висіву

На рис. 3.9 зображено, як корелював відсоток забезпечення належного проміжку між зернинами в рядку залежно від швидкості переміщення агрегату. З неведених діаграм можна зробити висновок, що результат забезпечення відсотку визначеного проміжку зменшувався зі зростанням швидкості руху агрегату, так із використанням системи Delta Force, ніж без неї.

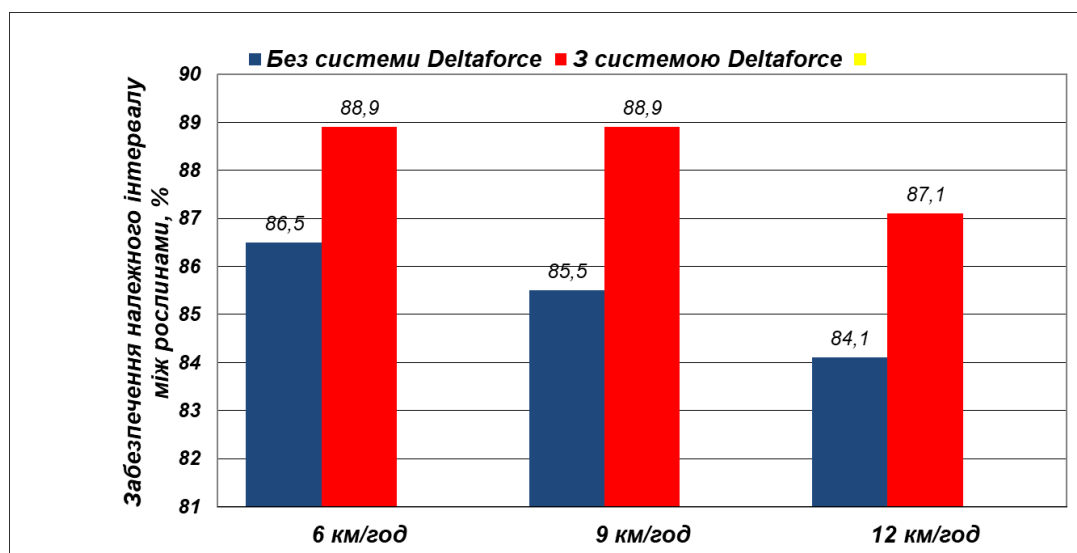


Рисунок 3.9 Відсоток забезпечення визначеного проміжку між рослинами під час посіву соняшнику

Для обох досліджуваних способів висіву найгірша точність (84,1% і 87,1%) була визначена за швидкості переміщення агрегата 12 км/год, а в межах швидкостей 6-9 км/год значення зафіксованих відхилень були однаковими під час роботи сівалки, оснащеної з Delta Force 88,9%. На всіх швидкостях вищу точність дотримання проміжків між зернинами було зафіксовано під час використання системи Delta Force.

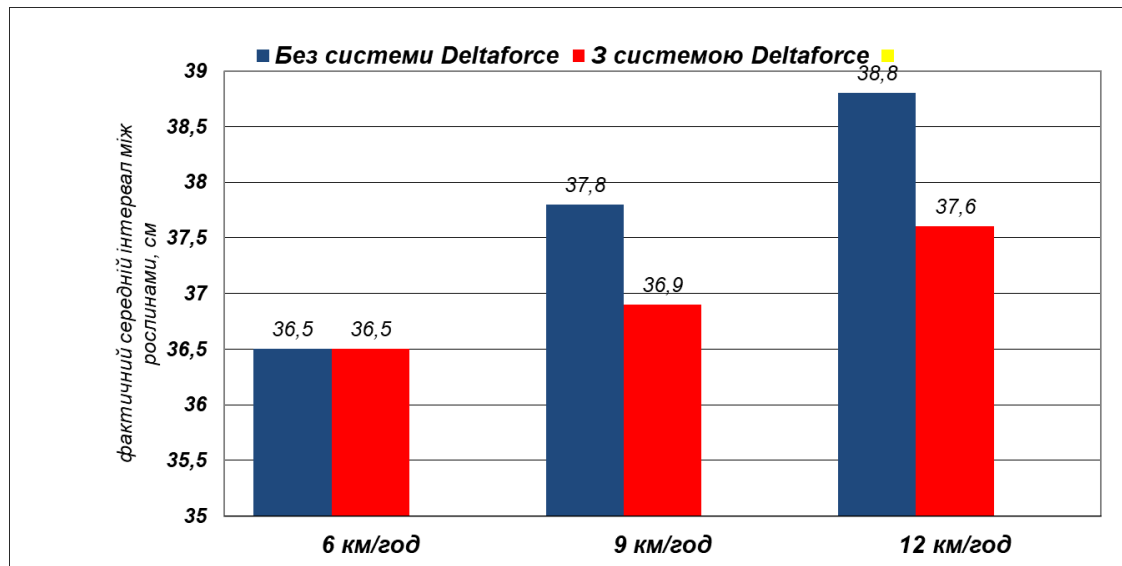


Рисунок 3.10 – Зміна середнього проміжку між насінинами під час посіву соняшнику

На рис. 3.10 наведено, як змінювались значення середнього проміжку між зернинами в рядку залежно від швидкості переміщення агрегату. З наведених діаграм видно, що значення середнього проміжку зростали зі зростанням швидкості руху агрегату, не зважаючи на те, застосовувалась система Delta Force чи ні. Для двох способів посіву найвищі значення середнього проміжку (38,8% та 37,6%) були зафіксовані за швидкості переміщення агрегату 12 км/год, а за швидкості переміщення 6 км/год були найменшими та складала (36,5%). На всіх швидкостях кращу точність посіву в плані дотримання проміжку посіву було зафіксовано при застосуванні системи Delta Force.

3.4. Аналіз урожайності соняшнику на досліджуваній ділянці

Під час досліджень використовуючи карту врожайності, отриману в процесі збирання досліджуваних ділянок, було проведено моніторинг врожайності (рис. 3.9).

Як видно з фрагментів отриманих на карті поля, на ділянці, засіяній сівалкою із застосуванням системи Delta Force переважаючим є рожевий колір, що відповідає урожайності 1,9-2,3 т/га. Разом з тим на суміжній ділянці, де дана система не використовувалась, переважаючим є червоний колір, якому відповідає врожайність 1,4-1,9 т/га.

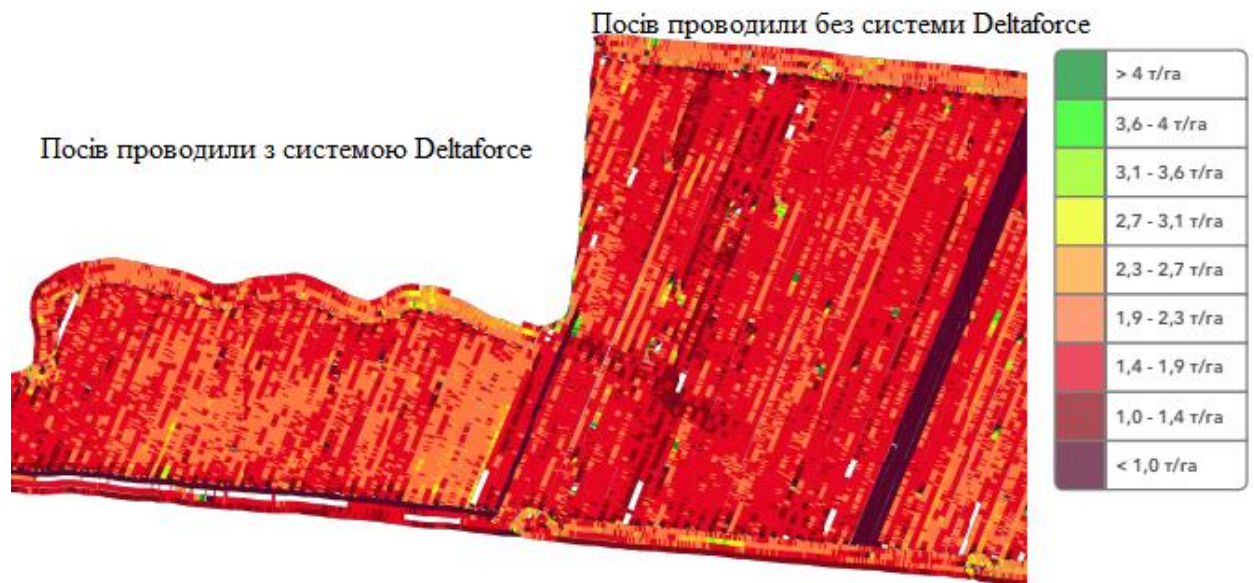


Рисунок 3.11 – Карта врожайності на досліджуваних ділянках поля соняшнику

На ділянці, де використовувалась система Delta Force, середня врожайність становила 1,876 т/га, а на ділянці, де посів здійснювався без системи – 1,787 т/га. За таких умов різниця склала 0,089 т/га або 4,98%.

Беручи до уваги той факт, що кліматичні умови, забезпечення поживними речовинами та вологою на обидвох ділянках були однаковими, можна стверджувати, що саме якісніший посів соняшнику з застосуванням системи Delta Force дозволив добитися підвищення врожайності.

Висновки за розділом

Аналізуючи експериментальні дані, можна визначити оптимальні параметри посівного агрегату, зокрема його швидкості руху, за яких є можливим виконати технологічний процес посіву соняшника із забезпеченням найвищих значень якісних показників.

Нами було встановлено, що найоптимальнішим діапазоном швидкостей є 6 – 9 км/год. Під час використання системи Delta Force можна забезпечити зростання значень якісних показників роботи посівного агрегату.

Під час порівнянні на досліджуваних ділянках урожайності кращі результати отримано на тій, де посів здійснювався із застосуванням системи Delta Force. Середня врожайність на цій ділянці становила 1,876 т/га, а на тій, де посів виконувався без системи – 1,787 т/га. Різниця складала 0,089 т/га або 4,98%.

РОЗДІЛ 4. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА ЗАХИСТ В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1. Заходи з охорони праці під час виконання технологічних операцій в рослинництві

Збереження життя і здоров'я працівників рослинництва має особливе значення, так як на їх частку припадає близько чверті нещасних випадків із тяжким і смертельним результатом. Так, непоодинокі випадки, коли роботи з підвищеною небезпекою виконуються трактористами-машиністами та працівниками інших професій, які не пройшли інструктаж і перевірку знань з питань охорони праці. В окремих сільськогосподарських організаціях допускаються до експлуатації несправні трактори, причепа та складна сільськогосподарська техніка, які не пройшли щорічний технічний огляд.

При цьому не можна не помітити, що більшість нещасних випадків є наслідком порушень вимог охорони праці, викладених в нормативних правових актах, в тому числі в технічних нормативних правових актах, що діють в галузі.

У процесі виробництва продукції рослинництва роботодавцем повинні бути передбачені заходи, що виключають вплив на працівника небезпечних і шкідливих виробничих факторів:

- машин і механізмів, що знаходяться в русі;
- необгороджених рухомих частин виробничого обладнання;
- гарячих або холодних місцях поверхонь обладнання і матеріалів;
- підвищеного значення напруги в електричному ланцюзі, замикання якого може пройти через тіло людини;
- гострих кромek, задирок і шорсткості на заготовках, інструментах і обладнанні;
- розташування робочого місця на висоті від поверхні землі або підлоги;
- підвищеної запиленості та загазованості повітря робочої зони;
- гарячих або холодних місцях повітря робочої зони;

- підвищеного рівня шуму;
- підвищеного рівня вібрації;
- підвищеної або низької вологості повітря;
- спекотних і рухливості повітря;
- недостатнього природного і штучного освітлення робочих місць і робочих зон;
- підвищеного рівня ультрафіолетової радіації;
- підвищеного рівня радіоактивного забруднення території та робочих місць;
- фізичних і нервово-психічних перевантажень.

Найбільша кількість нещасних випадків відбувається в процесі виконання технологічних операцій і при експлуатації технічних засобів. При організації роботи машинно-тракторних агрегатів повинні бути передбачені заходи, що забезпечують безпеку обслуговуючого персоналу.

Комплектування і наладку машинно-тракторного агрегату слід здійснювати із залученням допоміжних робітників і застосуванням інструменту, підйомних пристроїв, що гарантують безпечне виконання цих операцій. Агрегаткування сільськогосподарських машин і знарядь допускається тільки з тими тракторами і самохідними шасі, які рекомендовані заводом-виробником.

Перед запуском двигуна тракторист зобов'язаний переконатися, що важелі управління коробкою передач, гідросистемою, валом потужності, важелі управління робочими органами знаходяться в нейтральному або вимкненому положенні, муфта зчеплення виключена. Забороняється запуск машин за допомогою буксирування або шляхом скочування з ухилу. Також слід переконатися у відсутності людей в зоні можливого руху машини або агрегату (під трактором і під агрегуються з ним машиною).

При агрегатуванні трактора з сільхозмашинами і знаряддями додатково слід виконувати вимоги безпеки по експлуатації цих машин.

Перед початком руху трактора до машини (знаряддя) тракторист повинен подати звуковий сигнал, переконатися у відсутності людей між трактором і машиною і тільки після цього почати рух. При цьому тракторист зобов'язаний спостерігати за командами причіплювача і в разі необхідності забезпечити зупинку машини. Робочий (причіплювач) в момент руху трактора до причіпної машини не повинен перебувати на шляху його руху. З'єднувати (розчіплювати) причіпний пристрій дозволяється тільки при повній зупинці трактора. Гальмівна система агрегатуються машин повинна бути підключена до трактора. Причіпні сільськогосподарські машини, обладнані постійними робочими місцями, повинні мати справну двосторонню сигналізацію, з'єднану під час роботи з трактором. На машинах, що працюють від валу відбору потужності трактора, захисний кожух карданного валу повинен бути зафіксований від обертання, а на тракторі і машині повинні бути встановлені захисні огорожі (кожухи). Виїзд машин до місця проведення робіт дозволяється тільки після проходження в установленому порядку передрейсового (післярейсового) медичного огляду і при наявності у водія (тракториста-машиніста, комбайнера) посвідчення і шляхового листа, підписаного посадовою особою, відповідальною за проведення робіт. В процесі експлуатації машинно-тракторного агрегату можуть виникати небезпечні і шкідливі виробничі фактори:

- відкриті обертові і рухомі частини машин і обладнання;
- слизькі поверхні;
- захащеність робочого місця сторонніми предметами і технологічним продуктом.
- При виконанні технологічних процесів в рослинництві небезпечними діями є:
 - використання машин, обладнання, інструменту не за прямим призначенням і в несправному стані;
 - відпочинок працівників в невстановлених місцях;

– виконання робіт при несприятливих атмосферних явищах (гроза, ураган, зливові дощі, град, смерч і т. п.).

4.2. Оцінка рівня небезпеки виникнення аварій і травм

Наведемо методику побудови логічно-імітаційної моделі під час операції посіву сільськогосподарських культур.

Після вибору домінуючого випадкового явища (події) розпочинаємо побудову моделі (“дерева”). Використовуючи оператора “і” та “або”, використовуємо набір ситуацій (відомих до цього), які можуть призвести до подій, вибраної як домінуюча чи головна [10].

Спочатку визначаються травмонезбезпечні ситуації та їх кількості, що можуть мати місце в процесі що розглядається, визначаємо ще й інші події, що входять до кожної такої ж ситуації, логічним аналізом із застосуванням операторів “і”, “або” та інших. Процес побудови моделі триває, поки не будуть знайдені усі базові події, що визначають межу моделі.

Слід мати на увазі, що кожна випадкова подія, до якої входять базові події, може формуватися й виникати при входженні у неї двох, трьох і більше базових подій за допомогою відповідних операторів.

Повністю побудована і перевірена модель підлягає математичній обробці для визначення ймовірності кожної випадкової події, що увійшла до моделі, починаючи з базових і закінчуючи головною.

За даними виробництва визначаємо ймовірність базових подій. Наприклад, базова подія “стан контролю з охорони праці”. Для визначення ймовірності ми повинні встановити, наскільки (у відсотках) від ідеального рівня здійснюється відповідний контроль на об’єкті. Якщо буде встановлено, що такий рівень контролю становить 50% або 30%, то ймовірність відповідно дорівнює 0,5 і 0,3. При відсутності контролю

ймовірність “не здійснення контролю” становитиме 1, якщо контроль ідеальний, то відповідно ймовірність дорівнює 0.

Після обчислення ймовірності всіх подій, розміщених у ромбах, і базових подій, починаючи з лівої нижньої гілки “дерева”, позначаємо номерами всі випадкові події, що увійшли до моделі.

Отже, для побудови логіко-імітаційної моделі процесу, формування і виникнення аварії та травми в процесі посіву насіння складемо перелік базових подій. Вони лежатимуть в основі даної моделі. Кожній події (пункту) присвоїмо певне значення ймовірності його виникнення: стан контролю з охорони праці ($P_1=0,25$); несерйозне відношення до проходження ТО ($P_2=0,05$); відсутність комплектуючих ($P_3 = 0,1$); невисока міцність ($P_4 = 0,03$); застарілі технічні засоби ($P_6 = 0,3$); виникнення перешкод на полі під час робочого ходу ($P_7 = 0,2$); досвід роботи ($P_{12} = 0,5$); професійний рівень тракториста ($P_{13} = 0,5$); психофізіологічний стан тракториста ($P_{14} = 0,3$).

На основі наведених подій будуємо матрицю логічних взаємозв'язків між окремими пунктами, графічна інтерпретація якої зображено на рис. 5.1.

Ймовірність виникнення події P_5 визначаємо наступним чином:

$$P_5 = 0,25 + 0,05 + 0,03 + 0,1 - 0,25 \cdot 0,05 - 0,25 \cdot 0,03 - 0,25 \cdot 0,1 - 0,05 \cdot 0,03 - 0,05 \cdot 0,1 - 0,03 \cdot 0,1 + 0,25 \cdot 0,05 \cdot 0,03 \cdot 0,1 = 0,37$$

Ймовірність виникнення події P_{10} визначаємо так:

$$P_{10} = 0,25 + 0,05 = 0,3$$

Ймовірність виникнення події P_{11} визначаємо:

$$P_{11} = 0,2 \cdot 0,37 \cdot 0,3 \cdot 0,3 = 0,0066$$

Ймовірність виникнення події P_{15} визначаємо наступним чином:

$$P_{15} = 0,5 \cdot 0,5 \cdot 0,3 = 0,075$$

Ймовірність події P_{18} :

$$P_{18} = 0,5 + 0,3 = 0,8$$

Ймовірність події P_{19} :

$$P_{19} = 0,075 \cdot 0,15 = 0,0112$$

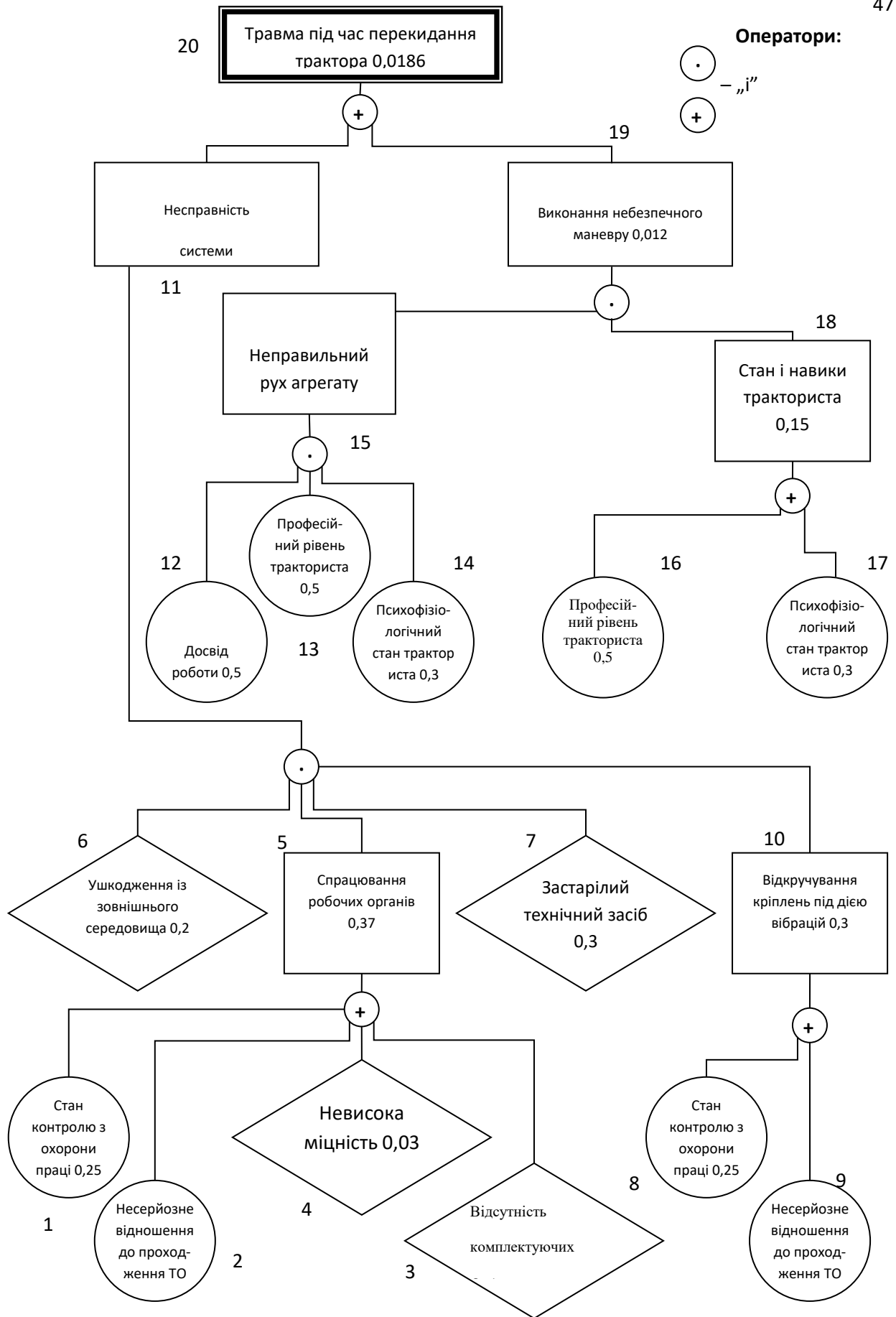


Рисунок 4.1 – Матриця логічних взаємозв’язків між окремими подіями травмонебезпечної ситуації під час операції посіву

Ймовірність події P_{20} :

$$P_{20} = 0,0066 + 0,012 = 0,0186$$

Таким чином, ймовірність виникнення травми тракториста під час перекидання агрегату є досить мала і становить $P_{20} = 0,0186$.

Висновки за розділом

Використання логіко-імітаційних моделей для дослідження аварій і травм та обґрунтування заходів охорони праці, дають можливість знизити ймовірність виникнення аварійних та травмонезбезпечних ситуацій.

Для оцінки рівня небезпеки робочого місця слід уважно вивчити і побудувати логічні моделі можливих небезпечних ситуацій, які враховують усі стани обладнання та самого робочого місця, а також поведінку тракториста і розрахувати ймовірність виникнення можливих травм.

РОЗДІЛ 5. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ОБГРУНТУВАННЯ РОБОТИ

Проведемо обґрунтування вибору раціонального посівного машинного агрегату.

Послідовність розрахунків:

1. Тривалість виконання робіт на площі 100га, t , год.:

$$t = \frac{F}{\omega_{\text{год}}}, \quad (5.1)$$

де: $F=100$ га – площа поля, га.

$\omega_{\text{год}}$ - годинна продуктивність.

$$\omega_{\text{год}} = 0,1 * 16,8 * 9 = 15,12 \text{ га/год}$$

$$t = 100 / 15,12 = 6,61 \text{ год}$$

2. Норма річного навантаження, T , год.:

$T_e = 1500$ год - норма річного навантаження трактору;

$T_m = 200$ год - норма річного навантаження посівної машини.

3. Доля роботи в річному завантаженні, δ :

$$\delta = \frac{t}{T}, \quad (5.2)$$

- доля трактору, δ_e ;

- доля посівної агромашини, δ_m ;

$$\delta_e = 6,61 / 1500 = 0,004$$

$$\delta_m = 6,61 / 200 = 0,033$$

4. Ціна, C , грн.:

- $C_e = 4536000$ грн. ціна трактора;

- $C_m = 5600000$ грн. ціна сівалки;

5. Балансова вартість, B , грн.:

$$B = 1,1 \cdot C \quad (5.3)$$

- для трактору $B_e = 1,1 * 4536000 = 4989600$ грн;

- посівної машини, $B_m = 1,1 * 5600000 = 6160000$ грн.

6. Норма відрахувань на амортизацію, α_m :

$$\alpha_m = 15\%$$

7. Відрахування на амортизацію, S_a , грн.:

$$S_a = 0,01 \cdot B \cdot \alpha_m \cdot \delta \quad (5.4)$$

Для енергетичного засобу $S_{ae} = 0,01 \cdot 4989600 \cdot 15 \cdot 0,004 = 2994$ грн. ;

Для посівної машини $S_{am} = 0,01 \cdot 6160000 \cdot 15 \cdot 0,033 = 30492$ грн.

8. Норма відрахувань на поточний ремонт (ПР) і технічне обслуговування (ТО), a_{mo}

- $a_{mo} = 8\%$ для енергетичного засобу;

- $a_{mo} = 14\%$ для посівної машини.

9. Відрахування на ПР та ТО, S_{mo} , грн.:

$$S_{mo} = 0,01 \cdot B \cdot a_{mo} \cdot \delta \quad (5.5)$$

Для енергетичного засобу $S_{mo} = 0,01 \cdot 4989600 \cdot 8 \cdot 0,004 = 1597$ грн;

Для посівної машини $S_{mo} = 0,01 \cdot 6160000 \cdot 14 \cdot 0,033 = 28459$ грн.

Разом

10. Комплексна ціна дизельного палива, $S_r = 25$ грн./кг.

11. Витрати на паливо, S_n , грн.:

$$S_n = G_{ca} \cdot F \cdot S_r \quad (5.6)$$

G_{ca} – загальні витрати палива;

$$S_n = G_{ca} \cdot F \cdot S_r = 5 \cdot 100 \cdot 25 = 12500 \text{ грн.}$$

12. Кількість робітників для обслуговування агрегату, n_0 , люд.

13. тарифний розряд працівників.

14. Тарифна ставка, S_m , грн./год.

15. Основна оплата праці, S_0 , грн.:

$$S_0 = S_m \cdot n_0 \cdot t \quad (5.7)$$

$$S_0 = 40 \cdot 1 \cdot 6,61 = 264,4 \text{ грн}$$

16. Додаткова оплата праці, ΔS_g , грн.:

$$\Delta S_0 = 0,73 \cdot S_0 \quad (5.8)$$

$$\Delta S_0 = 0,73 \cdot 264,4 = 193 \text{ грн.}$$

17. Загальна оплата праці, S_3 , грн.:

$$S_3 = S_0 + \Delta S_0 \quad (5.9)$$

$$S_3 = 264,4 + 193 = 457,4 \text{ грн}$$

18. Експлуатаційні затрати, S , грн.:

$$S = S_a + S_{mo} + S_n + S_3 \quad (5.10)$$

$$S = 2994 + 30492 + 1597 + 28459 + 12500 + 457,4 = 76499,4 \text{ грн}$$

19. Експлуатаційні затрати на одиницю роботи, $\&$, грн./га:

$$\& = \frac{S}{F} \quad (5.11)$$

$$\& = 76499,4 / 100 = 764,99 \text{ грн/га}$$

20. Затрати праці, Z_n , люд.-год./га:

$$Z_n = \frac{n_o}{\omega_{3M}} \quad (5.14)$$

$$Z_n = 6,61 / 100 = 0,07 \text{ люд.-год./га}$$

Результати розрахунків економічного обґрунтування показників використання агрегатів приводяться у вигляді таблиці (табл. 5.1)

Таблиця 5.1

Техніко-економічні показники використання агрегатів

Показники	Один. виміру	Швидкість агрегатів, км/год	
		6	9
1. Тривалість роботи агрегатів на загальній площі, t	год.	9,92	6,61
2. Необхідна кількість агрегатів, n_a :	шт.	1	1
- агротехнічний термін виконання роботи, D_a	днів	5	5
- коефіцієнт змінності, k_{3M}		1	1
3. Нормативне річне завантаження, T_n :			
- трактора	год.	1500	1500
- машини		200	200
4. Доля роботи в річному завантаженні, δ :			
- тракторів		0,007	0,004
- машин		0,05	0,033

5.Ціна, C - трактора - машини	грн.	4536000 15600000	4536000 15600000
6.Балансова вартість, B : - тракторів, B_T - машин, B_M	грн.	4989600 16160000	4989600 16160000
7.Норма відрахувань на реновацію, a_m : - трактора - машини	%	15	15
8. Відрахування на амортизацію, S_a : - тракторів - машин	грн.	4950 45833,3	2994 30492
9.Норма відрахувань на поточний ремонт (ПР) та ТО, a_{TO} : - трактора - машини	%	8 14	8 14
10.Відрахування на ПР та ТО, S_{TO} : - тракторів - машин	грн.	2640 42777,8	1597 28459
11.Комплексна ціна палива, S_m	грн./к Г	45	45
12.Витрати на паливо, S_n	грн./к Г	12500	12500
13.Кількість робітників на обслуговуванні агрегату, n	люд.	1	1
14.Розряд робіт		4	4
15.Тарифна ставка, S_T	грн.	40	40
16.Основна оплата праці, S_o	грн.	396,8	264,4
17.Додаткова оплата праці, ΔS_o	грн.	289,7	193
18.Загальна оплата праці, S_z	грн.	686,5	457,4
19.Експлуатаційні витрати, S_o	грн.	109387,6	76499,4
20. Експлуатаційні витрати на одиницю площі, $\&$	грн./Г а	1093,88	764,99
21.Затрати праці, Z_n	люд.Г од/га	0,099	0,07

Висновки за розділом

1. Результати розрахунків економічного обґрунтування показників використання посівних агрегатів свідчать про наступне:

- експлуатаційні затрати на посів 1 гектару становлять 765 грн./га;
- затрати праці складають 0,07 люд.год/га.

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ

Здійснюючи вибір типу посівних машин та їхніх параметрів, слід зважати на цілий комплекс чинників, зокрема, глибину посіву, тип ґрунту, вологість, наявність рослинних решток, особливості сорту тощо, а також слід враховувати неоднорідність ґрунтових умов в межах одного поля.

Аналіз експериментальних даних дав можливість визначити оптимальні параметри швидкості руху посівного агрегату при яких можливо виконати технологічний процес сівби соняшника з забезпеченням максимальних значень якісних показників.

Так нами було визначено, що найбільш оптимальним діапазоном швидкостей є 6 – 9 км/год. При використанні системи Delta Force вдається забезпечити збільшення значень якісних показників роботи агрегату.

При порівнянні врожайності на досліджуваних ділянках, кращі результати зафіксовано також на ділянці, де посів виконувався з використанням системи Delta Force.

Експлуатаційні затрати на посів 1 гектару становлять 765 грн./га, а затрати праці – 0,07 люд.год/га.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Схожість насіння як один із важливих показників [Електронний ресурс] // [syngenta.ua](https://www.syngenta.ua). – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.syngenta.ua/news/novini-kompaniyi/shozhist-nasinnya-yak-odin-iz-vazhlivih-pokaznikiv>.
2. Чому необхідно перевіряти схожість насіння перед посівом [Електронний ресурс] // Головне управління Держпродспоживслужби в Черкаській області. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.cherk-consumer.gov.ua/hromadianam/upravlinnia-fitosanitarnoi-bezpeky/novyny-upravlinnia-fitosanitarnoi-bezpeky/1965-chomu-neobkhidno-pereviriaty-skhozhist-nasinnia-pered-posivom>.
3. Полторецький С. П. Оцінка залежності врожайності і показників якості насіння проса залежно від строку та способу сівби / С. П. Полторецький, Н. М. Полторецька. // ВІСНИК Полтавської державної аграрної академії. – 2019. – №4. – С. 29–31.
4. Радіонов Д. Якість висіву соняшнику 94%, або Tempo F — сівалка, яку потрібно розуміти [Електронний ресурс] / Д. Радіонов // Агробізнес сьогодні. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <https://agro-business.com.ua/2017-09-29-05-56-43/item/11904-yakist-vysivu-sonyashnyku-94protsent-abo-tempo-f-sivalka-iaku-potribno-rozumity.html>.
5. Котигора О. Вплив строків та норм висіву на урожайність соняшника [Електронний ресурс] / О. Котигора // СуперАгроном. – 2021. – Режим доступу до ресурсу: <https://superagronom.com/articles/484-oleksandr-kotigora-vpliv-strokov-ta-norm-visivu-na-urojajnist-sonyashnika>.
6. Сіяти соняшник зі змінною нормою чи ні? Результати дослідю на 50 полях [Електронний ресурс] // Агроном. – 2021. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.agronom.com.ua/siyaty-sonyashnyk-zi-zminnoyu-normoyu-chy-ni-rezultaty-doslidu-na-50-polyah/>.

7. Посів соняшнику на міжряддя 12,5 см [Електронний ресурс] // Агробізнес сьогодні. – 2018. – Режим доступу до ресурсу: <https://agro-business.com.ua/2017-09-29-05-56-43/item/2355-posiv-soniashnyku-na-mizhriaddia-12-5-sm.html>.
8. Фактори, які впливають на прибуткове вирощування гібридів кукурудзи [Електронний ресурс] // Seed Ukraine. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://seed-ua.com/ua/factory-yaki-vplyvayut-na-prybutkove-vyroshhuvannya-gibrydiv-kukurudzy/>.
9. Amankulova K., Farmonov N., Mucsi L. Time-series analysis of Sentinel-2 satellite images for sunflower yield estimation, Smart Agricultural Technology, Vol. 3, 2023 DOI:10.1016/j.atech.2022.100098.
10. Налаштування сівалок при проблемах з посівом і глибиною заробки насіння [Електронний ресурс] // Поради від команди DEKALB. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.dekalb.ua/agronomichna-biblioteka/porady-vid-monsanto/nalashtuvannja-sivalok>.
11. Легкодух І. Автоматизовані системи контролю якості сівби для просапних сівалок [Електронний ресурс] / І. Легкодух, Н. Легкодух // Агросеа. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: https://agrosea.com.ua/UKRNIPVT_POGORILOGO/.
12. Процеси, машини та обладнання АПВ [Текст] : навч. посіб. / М. О. Свірень, В. П. Смірнов, І. М. Осипов та ін. - Кропивницький : Лисенко В. Ф., 2018. - 296 с.
13. Як оцінити якість посіву? Plant Counting: Pogostick та дрони [Електронний ресурс] // aggeek. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://aggeek.net/ru-blog/yak-otsiniti-yakist-posivu-plant-counting-pogostick-ta-droni>.
14. Правильний посів: основні фактори, що впливають на врожайність під час сівби польових культур. [Електронний ресурс] // AgroDay. – 2020. – Режим доступу до ресурсу:

<https://agroday.com.ua/2019/05/14/pravylnyj-posiv-osnovni-factory-shho-vplyvayut-na-vrozhajnist-pid-chas-sivby-polovyh-kultur/>.

15. Морозов І. Фактори ефективності сівалок [Електронний ресурс] / І. Морозов, М. Макаренко // Агробізнес Сьогодні. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <http://agro-business.com.ua/agro/mekhanizatsiia-apk/item/1138-factory-efektyvnosti-sivalok.html>.

16. Васильченко В. Фактори, які визначають якість сівби [Електронний ресурс] / В. Васильченко, В. Опалко // Агроном. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.agronom.com.ua/factory-yaki-vyznachayut-yakist-sivby/>.

17. Спосіб оцінки точності висіву [Електронний ресурс] / О.Банний, А. Новицький, С. Карабиньош, Ю. Новицький // Пропозиція, № 5. – 2017. – Режим доступу до ресурсу: <https://propozitsiya.com/ua/sposib-ocinky-tochnosti-vysivu>.

18. Shannon D., Clay E., Kitchen N. (2018). Precision Agriculture Basics. American Society of Agronomy, Incorporated, 230p.

19. Jupp L. (2018). Precision Farming From Above. Writing Matters Publishing, 113 p.

20. Zubko V., Sirenko V., Kuzina T., Onychko V., Sokolik S., Roubik H., Koszelg M., Shchurh T. (2022) Modelling wheat grain flow during sowing based on the model of grain with shifted center of gravity. Agricultural Engineering, Vol. 26 , No 1 , pp. 25-37 DOI: 10.2478/agriceng-2022-0003.

21. Delta Force [Електронний ресурс] // Precision Planting. – 2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://www.precisionplanting.com/products/product/deltaforce>.

22. Збірник методик з використання машин в землеробстві /За ред. Мельника В. І. – Харків: “Промпроект” – 2020, 257 с.

23. Павлюк І. Вимоги охорони праці при проведенні посівних робіт [Електронний ресурс] / І. Павлюк // Охорона праці і пожежна безпека. –

2019. – Режим доступу до ресурсу: <https://oppb.com.ua/content/vymogy-ohorony-praci-pry-provedenni-posivnyh-robit>.

24. Безпека працівника під час весняно-польових робіт першочергове завдання роботодавця [Електронний ресурс] // Управління держпраці у Львівській області. – 2020. – Режим доступу до ресурсу: <http://km.dsp.gov.ua/news/572-bezpeka-pracvnika-pd-chas-vesnyano-polovih-robt-pershochergove-zavdannya-robotodavcya.html>.

25. Тарельник Н.В. Методичні вказівки до виконання розділу: «Техніко-економічне обґрунтування» магістерської роботи 2м курсу спеціальності 208 Агроінженерія денної і заочної форм навчання . – Суми: СНАУ, 2020. – 26 с.

