

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Таврійський державний агротехнологічний університет
імені Дмитра Моторного

Механіко-технологічний факультет

ЗАТВЕРДЖУЮ
Завідувач кафедри
Машиновикористання в землеробстві
доц. _____ Володимир КУВАЧОВ
“ ____ ” _____ 2021 року

Пояснювальна записка
до дипломної роботи здобувача СВО Магістр
(ступінь вищої освіти)

Лебедєв Владислав Андрійович

на тему: **ОБҐРУНТУВАННЯ СХЕМИ ТА ПАРАМЕТРІВ ПОСІВНИХ**
АГРЕГАТІВ В УМОВАХ ТОВ «ДУНАЙСЬКИЙ АГРАРІЙ»
ІЗМАЇЛЬСЬКОГО РАЙОНУ ОДЕСЬКОЇ ОБЛАСТІ

31МЗД. 002.000000ПЗ

Виконав: здобувач ВО 2 курсу, групи 21 МБ АІ
спеціальності 208 Агроінженерія
за ОПП Агроінженерія
(шифр і назва спеціальності та ОПП)

_____ Владислав ЛЕБЕДЄВ

Керівник проф. _____

Консультант проф. _____

Нормоконтроль доц. _____

Рецензент _____

Мелітополь
2021

Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях			
---	--	--	--

6. Перелік графічного матеріалу (обов'язкові креслення):

Аркуш 1. Проблема та перспектива багатофункціональних посівних агрегатів.

Аркуш 2. Обґрунтування схем багатофункціональних посівних агрегатів.

Аркуш 3. Вибір раціонального складу двох та трьох операційних посівних агрегатів.

Аркуш 4. Вибір раціонального складу чотирьох п'яти та шести операційних агрегатів.

Аркуш 5. Охорона праці при використанні посівних агрегатів.

Аркуш 6. Економічна ефективність використання багатофункціонального посівного агрегату.

7. Дата видачі завдання 10.10.2020 р.

КАЛЕНДАРНИЙ ПЛАН

№ з/п	Назва етапів дипломного проекту (роботи)	Строк виконання етапів проекту (роботи)	Примітка
1	Вступ. Актуальність теми та аналіз проблеми використання посівних агрегатів у сільськогосподарському виробництві	21.12.2020 р. 29.12.2020 р.	
2	Обґрунтування схеми та параметрів багатофункціонального посівного апарату.	30.12.2020 р. 06.01.2021 р.	
3	Прийняття ефективних рішень щодо вибору раціонального складу	07.01.2021 р. 14.01.2021 р.	
4	Охорона праці та безпека в надзвичайних ситуаціях	15.01.2021 р. 18.01.2021 р.	
5	Економічна оцінка ефективності використання багатофункціональних посівних агрегатів	19.01.2021 р. 22.01.2021 р.	
6	ВИСНОВКИ	19.01.2021 р. 22.01.2021 р.	

Здобувач вищої освіти _____ Владислав ЛЕБЕДЄВ
Керівник роботи _____

РЕФЕРАТ

Дипломна робота: 96 сторінок машинописного тексту, 5 розділів, 24 рисунка, 6 таблиць, 21 посилання.

Графічна частина роботи - 6 листів формату А1.

Метою роботи є обґрунтування раціонального використання багатофункціональних агрегатів.

В дипломній роботі зроблено наступне:

Розроблено конструктивну схему БПА для поєднання 6 технологічних операцій.

Проведені розрахунки в середовищі Excel для двох, трьох, чотирьох, п'яти, шести операційних. Обрані оптимальні варіанти.

Проведені теоретичні розрахунки математичної моделі, які дозволили обґрунтувати раціональні параметри і режими роботи багатофункціональних агрегатів до тракторів з потужністю двигуна 250 і 450 к.с.

Результати оцінки економічної ефективності свідчать, що використання нового посівного багатофункціонального агрегату дозволить за рахунок зменшення прямих експлуатаційних витрат та підвищення урожайності сої отримати річний економічний ефект в сумі 754931,73 грн. Затрати на придбання нового посівного агрегату при його наробітку на посіві сої площею 100 га окупляться за 1,36 років.

Ключові слова: БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНИЙ АГРЕГАТ, СІВБА, ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ПРОЦЕС, ДОСЛІДЖЕННЯ, ПРОДУКТИВНІСТЬ.

ЗМІСТ

ВСТУП.....	7
1.АКТУАЛЬНІСТЬ ТЕМИ ТА АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ ВИКОРИСТАННЯ ПОСІВНИХ АГРЕГАТІВ У СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОМУ ВИРОБНИЦТВІ	9
1.1 Аналіз проблем використання посівних агрегатів	9
1.2 Аналіз проблем використання посівних агрегатів з робочими органами дискового типу.....	13
1.3 Проблеми посівних агрегатів з робочим органом дискового типу	26
1.4 Перспективи використання багатофункціональних посівних агрегатів.....	31
1.5 Класифікація посівних агрегатів на рівні комбінування технологічних операцій	36
1.6 Тенденції розвитку посівної техніки.....	39
1.7 Висновки до розділу.....	41
2. ОБГРУНТУВАННЯ СХЕМИ ТА ПАРАМЕТРІВ БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПОСІВНОГО АПАРАТУ	44
2.1 Обґрунтування конструктивно технологічної схеми багатофункціонального агрегату.....	44
2.2 Методика розрахунку раціональних режимів роботи	46
2.3 Моделювання раціональних режимів роботи багатофункціонального посівного апарату.....	49
2.4 Висновки до розділу.....	51
3. ПРИЙНЯТТЯ ЕФЕКТИВНИХ РІШЕНЬ ЩОДО ВИБОРУ РАЦІОНАЛЬНОГО СКЛАДУ БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНИХ АГРЕГАТІВ	53
3.1Вибір об'єктів досліджень.....	53
3.2Визначення оптимальної кількості суміщаються технологічних	

операцій в одному проході МПА	63
РОЗДІЛ 4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ	73
4.1 Безпека при експлуатації багатofункціональних посівних агрегатів МПА-6 і МПА-8	73
4.2 Аналіз сільськогосподарської машини на наявність основних травмонебезпечних елементів	75
4.3 Побудова моделі виникнення небезпечних ситуацій при роботі з сівалкою СЗ-3,6	78
4.4 Інструкція з вимог безпеки для сівачів	79
4.4.1 Загальні вимоги	79
4.4.2 Вимоги безпеки перед початком роботи	80
4.4.3 Вимоги безпеки при виконанні робіт	81
4.4.4 Вимоги безпеки при аварійних ситуаціях	82
4.4.5 Вимоги безпеки після закінчення роботи	82
5. ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНИХ ПОСІВНИХ АГРЕГАТІВ	87
ВИСНОВКИ	94
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ	96
ДОДАТКИ	100

ВСТУП

В державній програмі розвитку сільського господарства і регулювання ринків сільськогосподарської продукції на найближчі роки передбачено підвищення ефективності та конкурентноспроможності продукції сільськогосподарських товаровиробників за рахунок технічної і технологічної модернізації с.-г. машин.

Існуючі посівні машини (типу СЗ-3,6) використовуються в країні більше 30 років і не в повній мірі відповідають сучасних ресурсозберігаючих технічним і технологічним вимогам до сільськогосподарської техніці, що значно збільшує економічні витрати на проведення декількох технологічних операцій по обробітку ґрунту і посіву.

Перспективою в цьому плані є використання багатофункціональних посівних агрегатів (БПА), зокрема для зерносіючих зон Одеської області, які недостатньо досліджені в частині суміщення технологічних операцій, а також вибору їх раціональних параметрів і режимів роботи.

Перед фахівцями часто постає питання: яка кількість технологічних операцій раціонально поєднувати в одному проході агрегата і як оперативно вибрати найбільш ефективний агрегат і розрахувати його раціональну швидкість руху, необхідну потужність двигуна трактора, продуктивність та інші показники. Тому, актуальним у с.-г. виробництві залишається питання створення багатофункціональних ґрунтообробних та посівних агрегатів, які суміщають до 6 технологічних операцій за один прохід. У зв'язку з цим вивчення параметрів і режимів МТА для підвищення їх ресурсозберігаючих показників представляє науковий і практичний інтерес і є актуальним.

Проблемами обґрунтування параметрів і режимів роботи посівних агрегатів займалися багато вчених. Ними запропоновано велику кількість критеріїв оптимізації МТА, при цьому єдиного підходу до обґрунтування вибору критерію оптимізації параметрів не існує. Зазвичай в якості критерію

оцінки приймають численні технічні, експлуатаційно-технологічні та економічні показники. Тому оптимальні параметри значно відрізняються один у одного. Крім того, в процесі досліджень по оптимізації МТА не порівнюють ці показники, які по своїм значенням у різних машин не ідентичні. Вибрати єдиний критерій оптимальності при оцінці МТА методично важко, тому що ефективність кожного МТА характеризується показниками, з числа яких немає єдиного і універсального. При цьому невірно вибраний критерій оптимізації буде приводити до грубих помилок і знижувати достовірність отриманих результатів.

Відсутність науково обґрунтованого алгоритму вирішення даного завдання не дозволяє оперативно вибрати ефективні варіанти МТА до тракторів з визначеною потужністю, параметрами і режимами роботи для посіву озимої пшениці в стислі агротехнічні терміни.

Рішення даного завдання дозволить обґрунтувати параметри і режими МТА (об'єднати за один прохід 6 операцій) до тракторів потужністю 250 і 450 к.с. для посіву озимої пшениці в типових виробничих умовах.

Мета роботи: обґрунтування параметрів і режимів багатофункціональних посівних агрегатів при поєднанні операцій обробітку ґрунту і висіву насіння зернових культур.

1 АКТУАЛЬНІСТЬ ТЕМИ ТА АНАЛІЗ ПРОБЛЕМИ ВИКОРИСТАННЯ ПОСІВНИХ АГРЕГАТИВ У СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОМУ ВИРОБНИЦТВІ

1.1 Аналіз проблем використання посівних агрегатів

В даний час розвиток сільського господарства в Одеській області направлено на підтримку стабільності забезпечення населення українськими продовольчими товарами, розвиток науки та інноваційної діяльності в сфері агропромислового комплексу та захист економічних інтересів сільськогосподарських товаровиробників на внутрішньому і зовнішньому ринках.

Основні напрямки державної підтримки в сфері розвитку сільського господарства передбачають:

- забезпечення оновлення основних засобів сільськогосподарських товаро- виробників;
- інформаційне забезпечення при реалізації державної аграрної політики [1].

Пріоритетними напрямками розвитку аграрної науки і наукового забезпечення АПК України до 2025 року, передбачено вирішення низки завдань:

- дослідження інтенсивних машинних технологій і нової енергонасиченої техніки для виробництва продовольства;
- забезпечення продовольчої безпеки;
- дослідження процесів енергозабезпечення та ресурсозбереження;
- розробка технічних регламентів та національних стандартів;
- підвищення конкурентоспроможності продукції агропромислового виробництва [2].

Першочерговим завданням є забезпечення продовольчих потреб в зерновому балансі якої провідне місце належить озимій пшениці. У рішенні загальноросійської продовольчої проблеми важлива роль відводиться такому аграрному регіону, де традиційно озима пшениця щорічно висівається на

площі 2,3-2,5 млн. га. При цьому віддача зернового поля урожаю в 1,6-2,0 рази вище, ніж в середньому по Україні [2].

Протягом останніх десятиліть виробництво с.-г. техніки сильно скоротилося: зернозбиральних комбайнів в 9 разів і іншої техніки в 10 разів. У МТП господарств в основному знаходиться с.-г. техніка, яка розроблена 20-30 років тому. Підвищення ефективності використання машинно-тракторного парку в сучасних умовах повинно бути реалізовано за рахунок виконання наступних етапів [2]:

- 1-ий етап - модернізація МТП - передбачає застосування машин існуючих конструкцій, але які повинні пройти модернізацію з метою підвищення ефективності надійності, така техніка повинна бути конкурентоспроможною за ціною і забезпечувати підтримку рівня механізації, а також відтворюватися в більших обсягах на вітчизняних підприємствах. У цей період можливе оснащення сільського господарства і технікою імпортного виробництва. Головним завданням цього періоду буде створення нової техніки вітчизняного виробництва, передбачені системою технологій і машин і переліком пріоритетним нової техніки;

- 2-ий етап - масове виробництво техніки більш високого рівня при більш високій вартості буде мати високу технологічної надійністю і продуктивністю (проекти по створенню тракторів потужністю 450-550 к.с., 320-340 л. с., 220-240 к.с. і пріоритетним них комплектів машин до них, в т.ч. багатофункціональних ґрунтообробних посівних агрегатів прямого висіву).

З цього випливає, що важливим напрямком розвитку с.-г. техніки є створення машин, що забезпечують впровадження принципово нових технологій, які дозволять підвищити продуктивність праці, створити сприятливі умови для розвитку рослин і підвищення врожайності с.-г. культур.

Основною умовою виконання поставлених перед аграрним сектором завдань є всебічне зміцнення його матеріально - технічної бази, оснащення сучасними тракторами і сільськогосподарськими машинами, особливо гостро

стоїть питання оснащення аграрного сектора сучасними машинами для посіву зернових культур, так як парк посівних машин в Україні базується на морально і фізично застарілих посівних машинах типу СЗ-3,6, які знаходяться в виробництві більше 30 років. Використовані зернові сівалки СЗ-3,6 не є універсальними. Вони не відповідають сучасним технічним та технологічним вимогам до перспективної сільськогосподарської техніки і не оснащені засобами автоматичного контролю процесу висіву насіння, що вимагає залучення до їх обслуговування сіячів. Крім цього низька продуктивність праці, пов'язана з використанням застарілих технологій обробітку зернових культур і малопродуктивна с. г. техніка знижують конкурентоспроможну здатність, не дозволяють забезпечити необхідний рівень комфортності праці та прибутковості в сільському господарстві [3]. В рослинництві більшість виробляємої продукції узгоджується за технологіями, в яких практично не використовуються досягнення науки, передового вітчизняного та зарубіжного досвіду, використовуються машини старих конструкцій одно- і двухопераційні з невисокими технологічними параметрами. Величина врожаю залежить в основному від створених погодних умов і природної родючості ґрунтів. Все це не дозволяє забезпечити господарству стійкий прибуток, воно залишається низькорентабельним або збитковим по економічній результативності.

Застосування імпоротної с.-г. техніки вимагає покупки відповідних матеріалів, крім того, з часом виникає потреба в заміні агрегатів і придбанні запасних частин. Ціни на дані види продукції досить високі, тому імпортозаміщення зарубіжної сільськогосподарської техніки, а також її агрегатів, запасних частин і витратних матеріалів є актуальним завданням в умовах, що склалися [4].

Вітчизняна техніка забезпечує реалізацію в основному екстенсивних технологій. Для інтенсивних технологій потрібна техніка нового покоління, розрахована на точне виконання операцій по фазах продукційного процесу росту рослин. Поширення інтенсивних технологій прогнозується на 35% - 40% ріллі. Для цих технологій необхідне створення вітчизняних

багатоопераційних мобільних агрегатів в моноблочному виконанні, що дасть можливість скоротити кількість машин до п'яти, шести найменувань, зменшити енерговитрати в 2,2, витрата паливо-мастильних матеріалів (ПММ) 8,3 рази.

Створювати таку техніку на базі вітчизняного машинобудування необхідно на основі досягнень та інноваційних розробок провідних вітчизняних та зарубіжних фірм, сучасних технічних і технологічних потреб до с.-г. техніці з урахуванням зональних умов роботи.

На перехідному етапі допустимо використання зарубіжних агрегатів. Потрібно організувати машинно - технологічних станцій (МТА) для ефективного використання сучасної техніки і навчання механізаторів [5].

Метою здійснення заходів з технічної і технологічної модернізації сільського господарства є технічне і технологічне оновлення парку сільськогосподарської техніки [6].

У новому парку машин одноопераційні агрегати повинні бути замінені багатофункціональними, універсально комбінованими, здатними адаптуватися до постійно змінюваних умов виробництва шляхом швидкої зміни робочих органів. Такий метод дозволяє скоротити кількість машин для виробництва, наприклад, зерна з 20-30 найменувань до 5-6. Для повного циклу вирощування і збирання зерна за інтенсивною технологією при такому методі формування парку потрібен базовий універсальний трактор, зернозбиральний комбайн, універсальне ґрунтообробне знаряддя, і обприскувач. При цьому в 1,5-2 рази знижуються капіталовкладення.

Відомі загальні тенденції на світовому ринку тракторів: за останні три роки скорочується продаж тракторів потужністю до 40-140 к.с. і збільшується потреба в машинах потужністю понад 140-200 к.с. [7].

Головний стратегічний ресурс підвищення продуктивності праці, який формуватиме ринок техніки в майбутньому збільшення праці і енергозабезпеченості одного гектара ріллі. За рахунок реалізації цієї Стратегії, можливо буде оптимізувати парк тракторів України на рівні близько 0,95-1,1

млн. шт. Зниження кількості машин в парку повинно компенсуватися різким збільшенням потужностей сільськогосподарських агрегатів.

Одним з вирішальних напрямків підвищення ефективності сільськогосподарського виробництва і його інтенсифікації є поліпшення використання засобів механізації. Правильний вибір параметрів і режимів роботи, таких як маса, ширина захвату, швидкість руху, продуктивність, витрата палива і ін., є загальною проблемою експлуатації багатофункціональних посівних агрегатів далі (БПА).

Висока продуктивність і економічність БПА досягається при їх раціональному агрегуванні. Основним критерієм є відповідність БПА вимогам інтенсивних технологій, досягнення максимальної продуктивності і економічності.

1.2 Аналіз проблем використання посівних агрегатів з робочими органами дискового типу

У зібранні творів В.П. Горячкіна [8] наведені фундаментальні проходження в області сільськогосподарських машин, де відображена необхідність визначення граничних розмірів с.-г. машин і двигунів, величина яких не може бути безмежно велика за умовами роботи.

У роботах [9] автор Скороходов А. Н., запропоновано багаторівневу систему моделювання технологічних і виробничих процесів для прогнозування техніко-технологічних параметрів процесів і комплексів, яка дозволила визначити оптимальні значення потужності двигуна для посіву зернових культур для всіх класів довжини гону полів. Так для посіву зернових культур на поле з довжиною гону характерним для умов Одеської області від 600 до 1000 м рекомендується трактор з оптимальною потужністю двигуна 152 к.с.

Свірщевский Б.С. стверджує, що продуктивність агрегату безпосередньо залежить від потужності двигуна трактора і визначається з виразу [10], га / га:

$$W = 27 \frac{N_{кр}^M}{x} \eta_{им} \beta \tau, \quad (1.1)$$

где $N_{кр}^M$ – найвища максимальна тяга на гаку причепа, к.с.;

x – специфічний опір причіпної частини агрегату на одиницю ширини захвату, кг/м;

$\eta_{им}$ – коефіцієнт використання тяги трактора;

β – коефіцієнт використання ширини захвату;

τ – коефіцієнт використання часу.

Висока ефективність застосування БПА в заданому поєднанні зовнішніх виробничих умов, досягається при певних значеннях його параметрів (потужності двигуна, масі і ширині захвату). Передумовою високої продуктивності БПА є відповідність його параметрів, в першу чергу ширини захвату, виробничих умов. Так в роботі Кіртбая Ю.К. залежність між основними показниками (фізико-механічні властивості оброблюваного матеріалу, ухил місцевості, розміри оброблюваних полів) і основними параметрами агрегату (ширина захвату, маса, енергонасиченість і ін.) виражається наступною формулою [1.1;1.2]:

$$B_{опт} = \sqrt{\frac{\psi G g L}{K_x K_{пр}}}, \quad (1.2)$$

Якщо $G = \frac{N}{N_y}$, формула матиме вигляд:

$$B_{опт} = \sqrt{\frac{\psi N g L}{N_y K_x K_{пр}}}, \quad (1.3)$$

де $B_{опт}$ – оптимальна ширина захвату агрегату, м;

ψ – коефіцієнт опору кочення трактора $\psi = (f \cos \alpha \pm \sin \alpha)$, (α – кут нахилу);

G – маса трактора, кг;

L – довжина гону, кг;

K_x – кінематична характеристика агрегату, визначається співвідношенням середньої довжини холостого ходу $L_{хх}$ до ширини B : $K_x = L_{хх} / B$;

N – потужність двигуна, кВт;

N_y – енергоємність трактора ($N_y = \frac{N}{G}$), кВт/кг;

$K_{пр}$ – приведений тяговий опір машин (Н/м), що визначається за наступною формулою:

$$K_{пр} = \frac{R}{v} + \frac{3.6 \times 10^9 N_{в\text{ом}} \eta_{тг}}{v^3 \eta_{в\text{ом}}}, \quad (1.4)$$

де R – тяговий опір причіпної частини агрегату, Н;

$N_{в\text{ом}}$ – потужність, яка реалізується через ВВП, кВт;

$\eta_{тг}$ – ККД валу силової передачі трактора;

v – швидкість руху агрегату, км/год..

В роботі [11] запропоновано визначити робочу швидкість агрегату за такою формулою (км/год):

$$v_p = 0,377 \frac{n_d}{i_{тг}} \xi v, \quad (1.5)$$

де r – радіус колеса, м;

n_d – число обертів двигуна, об/хв;

η_d – передаточне число трансмісії;

ξv – коефіцієнт, що характеризує втрати на буксування.

Ю.К. Киртбая, Г.В. Веденяпин в формулах враховують лише експлуатаційні показники: технологічні, технічні, економічні та показники зручності використання.

При розрахунку агрегату необхідно щоб його склад за певних умов забезпечував найбільш продуктивну, якісну і економічну роботу. В роботі Мухіна А.А. при відомих марках трактора, с.-г. машини та зцепки, а також робочої передачі пропонується визначити максимальну ширину захвату причіпного агрегату за такою формулою [1.6]:

$$B_{\text{макс}} = \frac{P_{кр}}{K_M + g \sin \alpha + g_{сц} (f_{сц} + \sin \alpha)} \quad (1.6)$$

де $B_{\text{макс}}$ – максимальна ширина захвату агрегату, м;

$P_{кр}$ – тягове зусилля трактора на вибраній передачі з урахуванням агрофону рельєфу і умов зчеплення з ґрунтом, кН;

K_M – робочий питомий опір машини, кН / м;

g – вага с.-г. машини, що припадає на 1 м ширини захвату, кН / м;

$g_{цц}$ – вага зчіпки, що припадає на 1 м захвату агрегату, кН / м;

$f_{цц}$ – коефіцієнт опору кочення;

α – кут підйому шляху руху, град.

При експлуатаційних розрахунках для визначення оптимальних параметрів і режимів роботи агрегату виходять з максимуму продуктивності, як найголовнішого чинника, який впливає на економічну ефективність. При цьому робота повинна виконуватися якісно. Н.В. Зайцев і А.П. Акімов пропонують змінну продуктивність визначати з наступного виразу [1.7], га/год:

$$W_{см} = \varepsilon B_p V_p T_p = \varepsilon \varepsilon_B B_a \varepsilon_v V_T \tau T_{см} \quad (1.7)$$

де ε – коефіцієнт, що враховує одиниці виміру швидкості руху агрегату: якщо

вона виражена в м / с, то $\varepsilon = 0,36$, якщо в км / год, то $\varepsilon = 0,1$;

B_p, B_a – робоча, конструктивна ширина захвату, м;

V_p, V_T – робоча, теоретична швидкість руху агрегату, км / год;

$T_p, T_{см}$ – час чистої роботи, повний час зміни, год;

$\varepsilon_{вp}, \varepsilon_v$ – коефіцієнти використання ширини захвату, швидкості;

τ – коефіцієнт використання часу зміни.

При оптимізації робочої ширини захоплення машини при агрегуванні з різними тракторами в роботах [12,13] автори в якості критерію оптимальності пропонують мінімум енерговитрат на весь обсяг роботи:

$$E_{\Sigma} = \sum \frac{N_{Hi} \varepsilon_{Ni}}{B v_i} F_i \rightarrow \min, \quad (1.8)$$

де E_{Σ} – сумарні енерговитрати при робочому ході, Дж;

N_{Hi} – номінальна потужність трактора і -й марки, Вт;

ε_{Ni} – коефіцієнт завантаження двигуна;

B – ширина захвату машини, м;

v_i – швидкість агрегату, м / с;

F – площа, оброблена тракторами і -й марки, м²;

n – число марок тракторів.

В роботі [14] В.Н. Болтінській привів, що під оптимальною швидкістю руху трактора слід вважати швидкість, при якій тяговий ККД трактора досягає максимального значення. Виходячи з цього формулювання, знаходження розмірів ширини захвату агрегату зазвичай проводиться за умовою завантаження трактора і підраховується за формулою:

$$V = \frac{R_T}{K} \quad (1.9)$$

де R_T – тягове зусилля трактора при швидкості руху, що відповідає максимальному значенні ККД, кН;

K – питомий опір сільськогосподарської машини, кН/м.

У зв'язку з підвищенням потужності двигунів тракторів при визначенні оптимальних швидкісних режимів роботи агрегату необхідно встановити раціональний діапазон робочих швидкостей руху, який повинен забезпечити досягнення найбільш високої продуктивності, за умови виконання відповідних агротехнічних вимог до якості виконуваної роботи.

Різнобічними експериментально-теоретичними роботами [15, 16, 17] була доведена доцільність та визначено шляхи підвищення робочих швидкостей МТА до 9 км / год. В даний час в багатьох науково-дослідних установ країни ведуться роботи, спрямовані на подальше підвищення швидкості до 17 км/ч

Питанням обґрунтування параметрів і режимів роботи посівних агрегатів також присвячені дослідження: В.А. Небавського, А.Н. Федорова, А.А. Зуборева, Ю.С. Зига, В.М. Бочарова, С.В. Щитова, Н.Ф. Карпова, М.М. Бережнова і ряду інших авторів.

В роботі Небавського В.А. [18], при розробці алгоритмів оптимізації параметрів комбінованого агрегату враховувалися умови його роботи (норми витрат матеріалів, обсяг технологічних ємностей, довжина гону і ін.), інтервал агротехнічно допустимих робочих швидкостей, ширина захвату агрегату. В якості цільової функції приймалися експлуатаційні (заведені) затрати на виконання робіт (рис. 1.1).

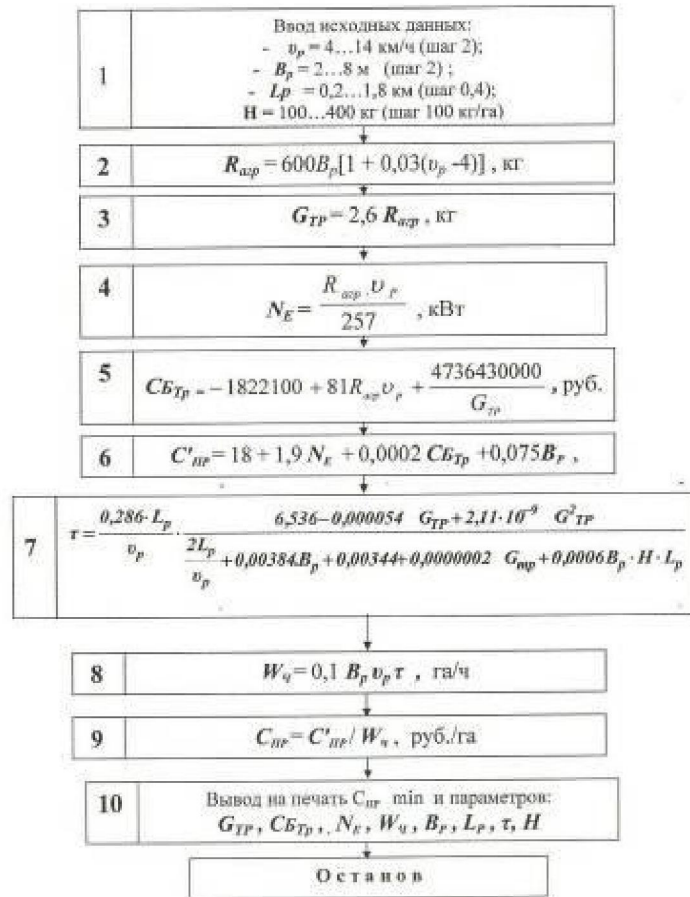


Рисунок 1.1 – Блок-схема алгоритму оптимізації параметрів комбінованого агрегату: R_{agr} – тяговий опір агрегату; G_{TP} – маса трактора; N_E – потужність двигуна; $C_{БTP}$ – балансова вартість трактора; C_{np} – приведені витрати; W_q – годинна продуктивність агрегату

Особливість методичних підходів до обґрунтування параметрів розроблених МТА полягала в тому, що в ці алгоритми залежно ваги машин, їх кінематичної довжини від вантажопідйомності, а також часу завантаження технологічної ємності, ваги, ціни тракторів і сільгоспмашин були отримані на основі апроксимації названих показників по серійним машинам однакового призначення.

Всі представлені пневматичні агрегати обладнані самозавантажувальними шнеками діаметром від 170 до 254 мм, які дозволяють виконувати завантаження матеріалу безпосередньо з транспорту, забезпечують повне очищення бункера від насіння і добрив.

Федоров О.М. запропонував при формуванні оптимальних параметрів с.г комплексу використовувати структурну модель, яка відображає взаємодію окремих компонентів в системі «об'єкт–середовище–технічна система (посівний агрегат)» (рис. 1.2).

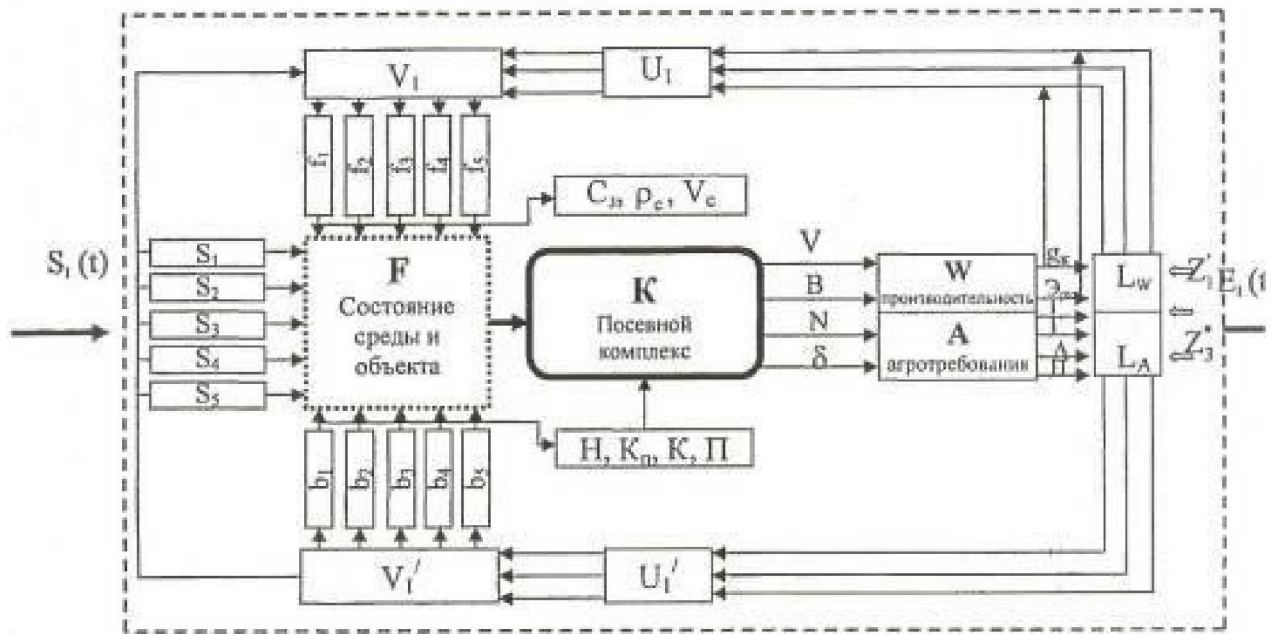


Рисунок 1.2 – Структурна модель формування оптимальних параметрів посівного агрегату

У даній роботі автор, використовуючи диференціальне програмування, отримав наступні розрахункові формули, для визначення оптимальної ширини захвату посівного агрегату і оптимального швидкісного режиму його роботи [38].

У посівних машинах відбувається безперервна зміна вхідних показників, тому при їх проектуванні в обов'язковому порядку необхідно урахувувати безліч показників, так автор С.В. Щитів переклав розрахункову схему до визначення енерговитрат на посіві (рис. 1.3) і блок-схему для оптимізації машинно-технологічного забезпечення посіву сільськогосподарських культур [39].

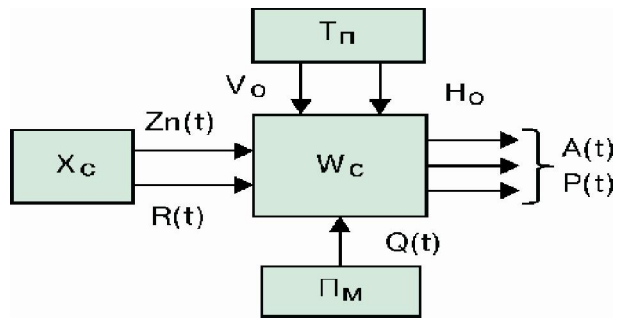


Рисунок 1.3 – Розрахункова схема за визначенням енерговитрат при посіві сільськогосподарських культур: W_c – продуктивність МТА; X_c – характеристика середовища; Π_m – посівний матеріал; T_p – агротехнічні вимоги; $A(t)$ – показники, що характеризують якість роботи; $P(t)$ – тяговий опір; $Z_n(t)$ – профіль поверхні поля; $R(t)$ – опір ґрунту; $Q(t)$ – насіння, добрива; V_o – швидкість руху

Повні енерговитрати i -го посівного МТА на j -тій сільськогосподарській культурі запропоновано визначати за допомогою математичної моделі:

$$\sum_{i=1}^n \sum_{j=1}^m E_{ТПij} = \sum_{i=1}^n E_{ПРij} + \sum_{i=1}^n E_{Жij} + \sum_{i=1}^n E_{ТМij} + \sum_{i=1}^n E_{Уij} \rightarrow \min, \quad (1.12)$$

де $E_{ТПij}$ – повні енерговитрати i -го посівного МТА на j -тій сільгоспкультурі;

$E_{ПРij}$ – прямі витрати енергії i -го посівного МТА на j -тій сільгоспкультурі;

$E_{Жij}$ – енерговитрати живої праці i -го посівного МТА на j -тій сільськогосподарській культурі;

$E_{ТМij}$ – енергоємність i -го посівного МТА на j -тій сільгоспкультурі;

$E_{Уij}$ – енерговитрати від втраченого врожаю i -го посівного МТА на j -тій сільгоспкультурі.

З урахуванням викладеного було отримано, що прямі енерговитрати є функцією тягового зусилля, продуктивності, швидкості, маси енергетичного засобу, річного завантаження трактора і щільності ґрунту:

$$EП = f(V, W_{см}, МТ, ТНТ, \rho, РКР) \quad (1.13)$$

де V – швидкість МТА;

W_{cm} – продуктивність посівного агрегату;

MT – маса енергетичного засобу;

THT – річне завантаження тракторів;

ρ – щільність ґрунту;

RKP – тягове зусилля трактора.

При оцінці режимів роботи машинно-тракторних агрегатів Агеєвим Л.Є. запропоновано використання ймовірно-статистичних методів [20]. Характер зовнішніх впливів на агрегат представлений у вигляді випадкових функцій або послідовностей, що виявляються в нерівномірності потужностного режиму, суттєво позначаються на показниках, що визначають рівень машиновикористання при виконанні технологічних операцій (рис. 1.4).

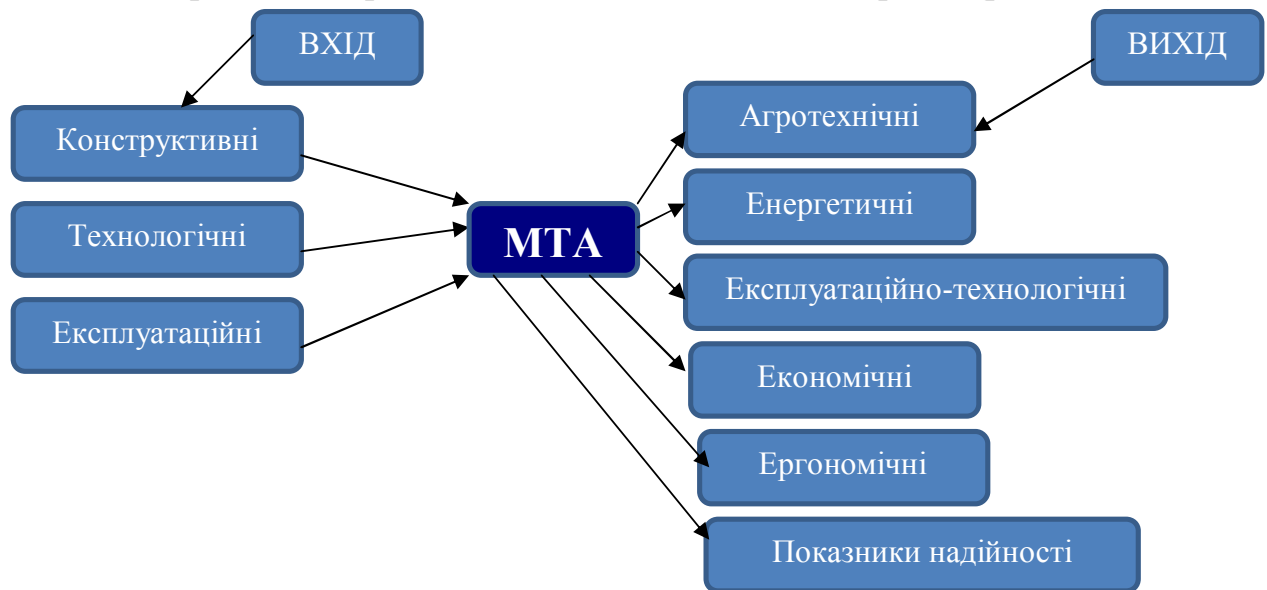


Рисунок 1.4 – Схема оціночних показників машинно-тракторного агрегату

Для обчислення характеристик, що визначають ефективність роботи МТА авторами запропонована імовірнісна модель, на основі математичного апарату Марковського випадкових процесів [21]. Для аналізу показників запропоновано складання геометричної схеми у вигляді так званої граfi станів.

Системного аналізу при комплексній оцінці с.-г. машин присвячені роботи І.Є. Янковського та ін. [22, 23]. Даний підхід заснований на комплексному обліку всіх впливових чинників і взаємозв'язків між ними, які

впливають на результати вирішення поставленого завдання. Головною метою при цьому є класифікація і встановлення структури розглянутих підсистем, вибір обмеженого числа критеріїв і виявлення зв'язків між показників ефективності в природно-виробничих умовах експлуатації, машинно-технологічними властивостями, параметрами і режимами роботи машин. При визначенні номенклатури оціночних показників необхідно враховувати: комплекс виконуваних технологічних операцій, умови та режими експлуатації машин, кількісну оцінку і перевірку показників з точністю і достовірністю, вимоги виробників. Номенклатуру одиничних показників якості за видами оцінок, можна визначати методом експертних оцінок. Даний метод дозволяє відокремити структуру показників нової системи, про функціонування якої недостатньо відомо. Однак він заснований на суб'єктивних уявленнях експертів про важливість того чи іншого показника і полягає в наступному. Із загальної номенклатури одиничних показників ефективності роботи агрегату виділяють ті, які актуальні в сучасних вимогах сільгоспвиробництва і безпосередньо впливають на комплексний показник ефективності та конкурентно – спроможності.

Проведений огляд показав, що досліджень по обґрунтуванню параметрів, режимів роботи і комплексної оцінки БПА, здатних за один прохід агрегату поєднувати до 6 технологічних операцій недостатньо для досягнення поставленої мети. Конструктивні особливості посівних агрегатів з робочим органом культиваторного типу в значній мірі залежить врожайність сільськогосподарських культур. В даний час на регіональних ринках і виставках сільськогосподарської техніки пропонується широкий асортимент посівних агрегатів з робочими органами у вигляді стрілчастих лап [50].

Посівні агрегати культиваторного типу представляють інтерес в зв'язку з наступними перевагами:

- універсальністю (зернові, бобові та дрібно-насінневі культури);
- суміщенням операцій, що дозволяють за один прохід виконувати декілька операцій (посів з одночасним внесенням мінеральних добрив, предпосівну культивування і коткування посівів). Поєднання цих операцій приводить до

зменшення ущільнення ґрунту, скорочення потреби техніки в період посіву та економії ПММ;

- можливістю використання агрегату, як для посіву, так і для культивації (при від'єднанні бункера);

застосуванням сошника у вигляді стрілкової лапи дозволяє виробляти смуговий посів з одночасним знищення бур'янів.

Як правило, агрегати з культиваторними лапами призначені для посіву по мінімально обробленому ґрунті і забезпечують можливість одночасного висіву насіння і добрив. У той же час деякі зразки посівних агрегатів мають можливість здійснювати прямий посів.

Найбільш широко в українських умовах відомі пневматичні агрегати культиваторного типу (табл. 1.1):

- ППК-8,2; ПК-8,5; Concept 2000; ДКТ 975/55; (рис. 1.5-1.9) [23]; -John Deere 1830; Concord 2812/2000; Flexi Coil і АТD 18.35 (рис. 1.10-1.13) [23].

На агрегатах широко застосовуються автономні висіваючі системи (АВС), що використовуються в комбінованих машинах різних технологічних схем (з органами передпосівної підготовки ґрунту, катками або пристосуваннями для розрівнювання, або прикочування поверхні поля) [23].

На бункерах агрегатів Concept 2000; Salford; John Deere 1830; Flexi Coil; АТD 18.35 привід вентилятора здійснюється від гідромотора, лише у ППК-8,2; ПК-8,5; ДКТ 975/55 і Concord 2812/2000 привід приводиться в дію від автономного дизельного двигуна. На всіх розглянутих агрегатах встановлені сошники у вигляді стрілкової лапи. Особливий інтерес представляють сошники агрегату АТD 18.35, які дозволяють застосовувати систему одночасного внесення рідких або гранульованих добрив під смуги посіву на глибину 4-5 см. Посівні агрегати мають трирядне (ППК-8,2; ПК-8,5; John Deere 1830 і Concord 2812/2000), чотирирядне (Concept 2000 і АТD 18.35), п'ятирядне (ДКТ 975/55 і Salford) і семирядне (Flexi Coil) розташування робочих органів. Агрегати зі збільшеною рядністю робочих органів забезпечують більш рівномірний розподіл висіваного матеріалу по площі поля за рахунок змикання смуг, засіяних кожним сошником [24].

Таблиця 1.1 – Коротка технічна характеристика посівних агрегатів культиваторного типу

Найменування показника	Значення показника по маркам машин								
	зарубіжні								
	ППК-8,2	ПК-8,5	Concept 2000	DKT 975/55	Salford	John Deere180	Concord 2812/2000	Flexi Coil	ATD 18.35
Агрегування	К-700А	К-701	кейс STX 500	К-744Р	Versatile 2375	JD 9420	JD 8420	New Holland T8040	MT-855
Призначення	З мінімально обробленим фонув	По мінімально обробленому фонув і прямий посів				По мінімально обробленому фонув			з мінімальним обробітком фонув і прямий посів
Робоча ширина захвату, м	8,20	8,30	18,00	9,70	12,00	12,20	8,06	8,50	18,20
Ширина міжрядь, см	17,0	25,0	22,9	30,0	24,0	25,4	30,0	23,0	35,0
Норми висіву, кг / га: - для насіння	12-440	3-345	10-350	2-474	4-297	10-266	100-210	50-300	1-290
- для добрив	-	35-390	-	33-248	53-357	10-300	10-300	-	0,2-480
Продуктивність за 1 годину основного часу, га	5,69	7,80	16,13	9,84	12,30	10,70	9,30	8,02	21,20
Робоча швидкість руху, км / год	6,93	9,40	9,00	10,10	10,20	8,8	11,50	9,40	11,65
Загальна ємність бункера, л	13450	7000	12721	7000	8670	9516	7000	8139	10000
- для насіння	8200	4200	6537	3500	4335	5286	4200	5144	5500
- для туків	5250	2800	6184	3500	4335	4230	2800	2995	4500
Габаритні розміри машини в транспортному положенні (Д × Ш × В), мм	16780×4800×3930	15980×6050×3450	17500×60×5800	17400×6950×3910	15270×6770×4610	16538×5810×5840	15470×6570×3685	24550×570×3800	14300×5780×5100
маса, кг	11895	7200	16652	10770	10365	-	-	13230	17740
Кількість робочих органів, шт.	48	28	79	32	50	48	28	37	52
Кількість рядів робочих органів, шт.	3	3	4	5	5	3	3	7	4
Завантажувальний пристрій	шнек	шнек	шнек	шнек	шнек	шнек	шнек	шнек	шнек
Привід вентилятора	дизель	дизель	гідрав	дизель	гідрав	гідрав	дизель	гідрав	гідрав



Рисунок 1.5 - Посівний грунтообробний комплекс ППК-8,2



Рисунок 1.6 – Посівний комплекс ПК-8,5 "Кузбас"



Рисунок 1.7 - Посівний агрегат Concept-2000



Рисунок 1.8 - Посівний агрегат DK-T 975/55



Рисунок 1.9 - Посівний комплекс "SALFORD"



Рисунок 1.10 - Посівний комплекс Джон Дір 1830



Рисунок 1.11 - Посівний агрегат Concord 2812/2000



Рисунок 1.12 - Посівний комплекс Flexi Coil



Рисунок 1.13 - Посівний комплекс ATD 18.35

Кріплення стійок сошників агрегатів культиваторного типу до рами - шанірне із запобіжною пружиною (призначеної для запобігання поломок стрілочастих лап і стійок робочих органів), або жорстке на С-образної стійці з пружинної сталі за допомогою болтових з'єднань.

Рами посівних агрегатів ППК-8,2; ПК-8,5; DKT 975/55; Salford; John Deere 1830; Concord 2812/2000 і Flexi Coil складаються з трьох секцій, а рами Concept 2000 і ATD 18.35 включають в себе п'ять секцій. Всі секції з'єднанні між собою шарнірно, чим забезпечується можливість перевodu крайніх секцій в вертикальне (транспортне положення).

У всіх агрегатів перевід в транспортне положення здійснюється за допомогою на гідроциліндрів.

Привід висівних апаратів агрегатів здійснюється від заднього колеса бункера. Велика маса бункера виключає пробуксовку, забезпечуючи тим самим сталість норми висіву.

Представлені посівні агрегати мають по дві великогабаритні висівні катушки, які встановлюються під відповідними відсіками бункера. Характерна відмінність агрегату DKT 975/55 полягає в застосуванні двох шнекових висівних апаратів.

Прикатуючі пристрої Flexi Coil; ATD 18.35; Salford; John Deere 1830; ПК-8,5 "Кузбас"; DKT 975/55 і Concord 2812/2000 представлені з прикатуючими катками, агрегати Salford; John Deere 1830; ПК-8,5; DKT 975/55 і Concord 2812/2000 доповнені секціями пружинних борін.

Посівні агрегати Concept 2000 і ППК-8,2 мають в якості прикатуючого пристрою, пружинні борінки (які використовуються в якості культиватора) які легко змінюються на прикатуючі катки.

1.3 Проблеми використання посівних агрегатів з робочим органом дискового типу

Як правило, посівні агрегати і сівалки з робочим органом дискового типу мають гарну прохідність, можливість індивідуального копіювання нерівностей

поля і надійність технологічного процесу у всьому діапазоні ґрунтових умов [23]. Деякі зразки дискових сівалок і агрегатів застосовуються як для посіву по мінімально обробленому фоні, так і для посіву без обробки ґрунту.

Найбільш широко в пострадянському та закордонному просторі відомі посівні агрегати і сівалки з робочим органом дискового типу:

- СЗУ-6; С-6ПМ-1 (рис. 1.14...1.16) [24];

- John Deere 730 і John Deere 1895 випускаються фірмою "Джон Дір" (США); Солітер 12 фірми "Lemken" (Німеччина); Citan 12000 виробництва «Amazonen-Werke" (Німеччина) та NTA-3510 3N-4010 виробництва "Great Plains" (США) (рис. 1.14...1.22) [25]. Коротка технічна характеристика вище зазначених посівних агрегатів і сівалок приведена в таблиці 1.2.

Посівні агрегати з робочим органом дискового типу за способом транспортування висівного матеріалу з бункера в сошники представлені як механічними (СЗУ-6, D9-40 / 120, 3N-4010), так і пневматичними сівалками і агрегатами (С-6ПМ-1, John Deere 730, John Deere 1895 Солітер 12, Citan 12000 і NTA-3510).

Відмітна конструктивна особливість сівалок (С-6ПМ-1, Солітер 12 і Citan 12000) полягає в тому, що їх посівні секції в транспортному положенні розташовані на візку бункера, в той час як у агрегатів (John Deere 730 і NTA-3510) посівні секції транспортуються на власних ходових колесах за схемою "трактор - бункер - посівні секції", лише John Deere - 1895 має схему "трактор - посівні секції - бункер".

Бункери машин (С-6ПМ-1, John Deere 730, John Deere 1895 NTA-3510 3N-4010) розділені на дві секції: одна з них для насіння, інша для добрив. На сівалках (СЗУ-6, D9-40 / 120, Солітер 12, Citan 12000) встановлені односекційні бункера, тому що ці машини здійснюють посів без внесення мінеральних добрив.

У посівних агрегатів John Deere 730, John Deere 1895 і NTA-3510 розвантаження насіння здійснюється за допомогою самозавантажувального шнека, привід якого здійснюється від гідромотора.



Рисунок 1.14 - Сівалка універсальна зернова СЗУ-6



Рисунок 1.15 - Сівалка пневматична С-6ПМ-1



Рисунок 1.16 - Сівалка D9-40 / 120



Рисунок 1.17 - Посівний комплекс Джон Дір з сівалкою 730



Рисунок 1.18 - Посівний агрегат Солітер 12



Рисунок 1.19 - Сівалка Citan 12000



Рисунок 1.20 - Посівний комплекс Джон Дір з сівалкою 1 895



Рисунок 1.21 - Сівалка 3N-4010 Рисунок 3510



1.22 - Посівний агрегат NTA-

Привід вентилятора пневматичних сівалок і агрегатів (John Deere 730, Солітер 12, Citan 12000, John Deere 1895 і NTA-3510) здійснюється від гідромотора, лише у сівалки С-6 ПМ-1 від ВВП трактора [23].

На всіх розглянутих агрегатах і сівалках встановлені дискові сошники. Представлені сівалки і агрегати з дисковими сошниками мають двухрядне розташування робочих органів, крім John Deere 730, яка складається з одного ряду робочих органів. Особливий інтерес представляє посівної агрегат John Deere 1895 який складається з двох рядів робочих органів призначених для висіву зерна і одного ряду для висіву добрив.

У сівалок і агрегатів з робочим органом дискового типу кріплення робочих органів до рами маятниковий або паралелограмною.

Рами машин (Д9-40 / 120, John Deere 730, John Deere 1895 NTA-3510 і 3N-4010) складаються з трьох секцій, рами сівалок (С-6 ПМ-1, Солітер 12, Citan 12000) з двох секцій, а рама сівалки СЗУ-6 – односекційна.

У всіх сівалок і агрегатів перевід в транспортне положення здійснюється за допомогою гідроциліндрів, крім сівалки СЗУ-6 у якій для переводу з транспортного положення в робоче необхідно змінювати спосіб з'єднанням сівалки з трактором.

Привід висівних апаратів (С-6 ПМ-1, Д9-40 / 120, John Deere 730, John Deere 1895 і 3N-4010) здійснюється від опорного колеса, (СЗУ-6 і NTA-3510) від приводного колеса, сівалки Солітер 12 від електродвигуна, а сівалки Citan 12000 – від приводного колеса або від електродвигуна [23].

Пневматичні агрегати (John Deere 730, John Deere 1895 Солітер 12, NTA-3510) мають по дві великогабаритні висіваючі котушки, С-6ПМ-1-три котушки і сівалка Citan 12000 - чотири котушки. Механічні сівалки (СЗУ-6, Д9-40 / 120, 3N-4010) мають по одній котушці на кожен сошник.

Прикатуючі пристрої машин (СЗУ-6, John Deere 1895 Солітер 12, NTA-3510 і 3N-4010) представлені прикочуючими катками.

Сівалки Citan 12000 і Д9-40 / 120 мають в якості прикатуючого пристрою

пружинні борінки. Відмінною особливістю володіє John Deere 730, який має пружинні борінки і катки.

Зустрічаються зразки посівних машин, що відрізняються оригінальною конструкцією. Так, наприклад John Deere 730 складається з ґрунтообробної секції у вигляді культиватора і здійснює висів насіння в дводискові сошники. Машини NTA-3510 і 3N-4010 обладнані хвилястими дисками, які роблять розпушування ґрунту перед проходом сошників.

1.4 Перспективи використання багатофункціональних посівних агрегатів

Багатофункціональні посівні агрегати (БПА) – це ґрунтообробні посівні машини, здатні поєднувати в одному проході технологічні операції обробки ґрунту (дискування, культивування, вирівнювання, розпушування, подрібнення, коткування) і посіву с.-г. культур. Вони представляють собою різні варіанти комплектацій ґрунтообробних робочих органів і сошників [23]. Призначені для посіву зернових і зернобобових культур з внесенням гранульованих мінеральних добрив і одночасної мінімальної або передпосівної обробки ґрунту з подрібненням рослинних залишків, а також знищенням бур'янів і коткуванням посівів.

Найбільш широко відомі багатофункціональні посівні агрегати: Sulky Maxidrill TRW6 фірми «SULKY», Франція, TUME NOVA COMBI 3000 фірми "Junkkarioy", Фінляндія та Компактор К / 500А + Солітер 9 / 500КА фірми "Lemken", Німеччина (таблиця 1.3) [25].

Комбінований посівний комплекс Sulky Maxidrill TRW6 (рисунок 1.23) являє собою комбінацію причіпної пневматичної сівалки і ґрунтообробної приставки. Посівний комплекс (рис.1.23) складається з причіпного пристрою з транспортними колесами, на якому встановлена рама з зубчастими дисками на індивідуальній пружинній підвісці і каток-ущільнювач діаметром 650 мм..

Таблиця 1.3 – Коротка технічна характеристика багатофункціональних посівних агрегатів

Найменування показника	Значення показника по маркам машин		
Марка машини	Sulky Maxidrill TRW6	TUME NOVA COMBI 3000	Компактор К / 500А + Солігер 9 / 500КА
Призначення	посів за мінімальною або нульового обробітку ґрунту		
Тип машини	пневматична, причіпна	механічна, напівпричіпна	пневматична, напівпричіпна
Агрегатування	Беларус 2522 ДВ	John Deere 6920	John Deere 7830
Робоча ширина захвату, м	6,0	3,0	4,7
Ширина міжрядь, см	15,0	12,5	12,5
Норми висіву, кг / га			
- для насіння	1,5-400	-	1,2-400
- для добрив	-	-	-
Продуктивність за 1 годину основного часу, га	4,3	4,1	5,3
Робоча швидкість руху, км / год	7,4	13,7	11,2
Загальна ємність бункера, л	3400	3000	2400
Габаритні розміри машини в транспортному положенні, мм	8500 × 3000 × 2380	5560×4790×2870	8730 × 2750 × 3500
Маса, кг	8400	3350	4950
Тип сошника	однострижневий	двострижневий	двострижневий
Кількість сошників, шт.	40	24	40
Діаметр дисків сошників, мм	-	-	350



Рисунок 1.23 – Комбінований посівний комплекс Sulky Maxidrill TRW6 в агрегаті з трактором Беларус 2522 ДВ

Зверху розташований бункер для насіння з пневматичною висіваючою системою і турбіною з гідравлічним приводом.

Регулювання витрати повітря в залежності від насіння здійснюється за допомогою повітряної заслінки.

У задній частині причіпного пристрою розташовані висіваючі секції з фігурними монодисками, закріплені на С-образній пружинній підвісці, і оснащеними важкими колесами для оптимального контакту «грунт-насіння».

Контроль за роботою сівалки (швидкість обертання турбіни та ін.) Здійснюється за допомогою електронної системи «ULTRON MS», яка оперативно управляє різними настройками.

Комбінований посівний агрегат TUME NOVA COMBI 3000 (рис. 1.24) складається з двох складових частин – ґрунтообробного агрегату TUME CultiPack і сівалки TUME NOVA COMBI 3000.



Рисунок 1.24 – Комбінований посівний агрегат TUME NOVA COMBI 3000

TUME NOVA COMBI 3000 складається з рами, двохсекційного бункера для насіння і туків, причіпного пристрою з регульованою центральною тягою, опорних прикочуючих коліс, дискових туконасіневих сошників, колес приводу висівних апаратів, маркерів, задньої площадки, ґрунтообробного агрегату TUME CultiPack, елементів гідросистеми, елементів приводу, електрообладнання, бортового комп'ютера Controller 3000, встановлюваного в кабіні трактора.

Бункер для насіння і туків забезпечений рухомою центральною перегородкою, що змінює загальний обсяг в залежності від норм внесення добрив і висіву насіння зернових культур. Для висіву насіння сільськогосподарських культур та внесення добрив сівалка укомплектована однотипними висіваючими апаратами катушкового типу, що дозволяють

регулювати норму висіву за рахунок регулювання довжини робочої частини катушки. Привід висівних апаратів здійснюється за допомогою ланцюгових передач і касети змін передач від колеса приводу висівних апаратів сівалки. Висів насіння та внесення добрив проводиться через подвійний дисковий туконасіневий сошник з зубчастої крайкою.

Висіваючі апарати забезпечені висіваючими камерами, змонтованими під днищем бункера, верхніми регулюючими заслінками, перекриваючими доступ технологічного матеріалу в висіваючі камери катушки, пружними нижніми заслінками, для запобігання заклинування катушок при попаданні сторонніх предметів або грудок добрив в катушки, які здійснюють дозовану подачу технологічного матеріалу в сошники в залежності від культур, що висіваються і розміру гранул добрив.

Комбінований посівний агрегат "TUME" NOVA COMBI 3000 оснащений комп'ютером Controller 3000, який виконує наступні функції: вимірювання швидкості руху, облік обробленої площі і пройденого шляху, контроль рівня насіння і туків в бункері, контроль обертання валів дозування насіння і добрив, блокування висіву над технологічної колією.

Комбінований посівний агрегат Компактор К / 500А + Солітер 9 / 500КА (рис. 1.25) складається з ґрунтообробного комбінованого агрегату Компактор К / 500А, на рамі якого змонтована сівалка Солітер 9 / 500КА.



Рисунок 1.25 – Комбінований посівний агрегат Компактор К / 500А + Солітер 9 / 500КА

Комбінований агрегат для передпосівної підготовки ґрунту Компактор К / 500А складається з рами з причіпним пристроєм, стійок долотоподібних лап з пружинними запобіжниками, планчатий каток, ножових вирівнювачів, задніх зубчастих котків, бічних щитків.

Сівалка Солітер 9 / 500КА складається з рами, на яку встановлений бункер для зерна, сошники з подвійними дисками, пневмосистеми з розподільниками насіння, електрообладнання, гідросистеми, бортового комп'ютера, висівних апаратів котушкового типу, циклону для відділення пилу від всмоктуючого повітря, насіння проводів, вирівнювачів .

Сівалка Солітер 9 / 500КА може навішуватися на триточковий механізм трактора або зчіпний механізм агрегату Компактор К / 500А.

Сошники складаються з двох дисків, що обертаються, до яких підведено в насінняпровід. Висіваючі апарати складаються з дозувальних пристроїв, до складу яких входять дві дрібнонасінні котушки, дві вузькі котушки і три широкі котушки. Між котушками знаходяться диски, які забезпечують незалежну роботу окремих висівних котушок. Привід валиків висівних апаратів здійснює електродвигун з напругою живлення 12 В.

Пневмосистема складається з повітродувки, привід якої проводиться від гідромотора.

Контроль і управління сівалкою Солітер 9 / 500КА здійснює бортовий комп'ютер LH500 і датчики. Датчики встановлені на електродвигуні для вимірювання частоти обертання на осі колієвимірювального колеса для вимірювання шляху. На валиках висівних апаратів, повітродувки для контролю частоти обертання і в бункері для контролю витрат насіння.

Проведений аналіз конструктивних особливостей сучасних посівних агрегатів дозволяє зробити висновок, що для посіву по необробленому ґрунту (прямий посів) посівні агрегати (ПК-8,5; Concept 2000; DKT 975/55; Salford і ATD 18,35) обладнані сошниками у вигляді культиваторної лапи, які забезпечують підготовку ґрунту в зоні висіву насіння і коткування рядка. Посівні машини (NTA-3510 і 3N-4010, фірми Great Plains) обладнані

прорізними дисками, які роблять розпушування ґрунту перед проходом сошників . В БПА Sulky Maxidrill TRW6 і TUME NOVA COMBI 3000 для обробки ґрунту використовуються два ряди вирізних дискових борін, а в посівному агрегаті Компактор К / 500А + Солітер 9 / 500КА застосовуються долотоподібні лапи і ножові вирівнювачі.

З метою досягнення оптимальних показників роботи, більшість посівних агрегатів поряд з прогресивними конструктивними елементами обладнані електронними системами різного ступеня складності для контролю і управління процесом висіву насіння та внесення добрив, які дозволяють контролювати такі параметри: частоту обертання вентилятора, швидкість руху, включення електромунфти приводу дозуючих апаратів, обертання дозуючих апаратів, норму внесення насіння і добрив, рівні насіння і добрив в бункерах, засіяну площу і час роботи агрегату.

1.5 Класифікація посівних агрегатів на рівні комбінування технологічних операцій

Класифікація посівних агрегатів на рівні комбінування технологічних операцій приведена на рис 1.26 [26].



Рисунок 1.26 – Класифікація багатофункціональних посівних агрегатів.

До першого типу БПА можна віднести: Сівалки СЗТ-4 сівалку зернових культур СЗК-4,5; посівний комплекс Great Plains NTA-3510 фірми "Great Plains", США.

До другого типу БПА можна віднести: агрегат універсальний посівної АУП-18.05 випускається, посівні комплекси John Deere 1830 фірми "John Deere", США і Bourgault 8810-35 фірми "Bourgault", Канада.

До третього типу БПА можна віднести комбіновані посівні агрегати: Rapid RD300С компанії "Vaderstad", Швеція, TUME NOVA COMBI 3000 фірми "Junkkarioy", Фінляндія та Компактор К / 500А + Солітер 9 / 500КА фірми "Lemken", Німеччина [26].

Багатофункціональні посівні агрегати можна класифікувати також за способом транспортування висівають матеріалу: на механічні (СЗТ-4, СЗК-4,5, АУП-18.05, Rapid RD300С, TUME NOVA COMBI 3000) і пневматичні (Great Plains NTA-3510 John Deere 1830 Bourgault 8810-35, Компактор К / 500А + Солітер 9 / 500КА).

За схемою агрегування: на моноблочні (СЗТ-4, АУП-18.05, Rapid RD300С), бункер-посівні секції (Great Plains NTA-3510 John Deere 1830), посівні секції-бункер (Bourgault 8810-35) і окремо агрегатні (СЗК-4,5, TUME NOVA COMBI 3000, Компактор К / 500А + Солітер 9 / 500КА).

Рівень комбінування багатофункціональних посівних агрегатів, в порівнянні з двохопераційними зерновими сівалками типу СЗ-3,6 наведено в таблиці 1.4.

З наведеної таблиці видно, що при традиційній технології вирощування озимої пшениці з використанням сівалок з дводисковими сошниками СЗ-3,6 і СЗ-5,4 необхідно виконувати додаткові операції дискування, передпосівної культивуації і прикочування посівів [27].

Проведені дослідження СЗТ-4, СЗК-4,5, Great Plains NTA-3510 АУП-18.05 показали, що ці багатофункціональні посівні агрегати за один прохід виконують чотири технологічних операції. Для підготовки посівного ложа

СЗТ-4, СЗК-4,5, Great Plains NTA-3510 обладнані хвилястими дисками, АУП-18.05 - культиваторними лапами [23].

Таблиця 1.4 – Рівень комбінування багатофункціональних посівних агрегатів

Марка машини	Найменування технологічних операцій	Кількість сумісних операцій
1 СЗ-3,6; СЗ-5,4	1.1 внесення добрив 1.2 висів насіння	2
2 СЗТ-4; СЗК-4,5; Great Plains NTA-3510	2.1 підготовка ложа для посіву 2.2 внесення добрив 2.3 висів насіння 2.4 прикочування посівів	4
3 АУП-18.05	3.1 передпосівна культивация 3.2 внесення добрив 3.3 висів насіння 3.4 накочення посівів	4
4 John Deere 1830; Bourgault 8810-35	4.1 передпосівна культивация 4.2 внесення добрив 4.3 висів насіння 4.4 накочення посівів	4
5 Rapid RD300C; TUME NOVA COMBI 3000; Компактор К / 500А + Солітер 9 / 500КА	5.1 мінімальна обробка ґрунту 5.2 вирівнювання ґрунту 5.3 внесення добрив 5.4 висів насіння 5.5 прикочення посівів 5.6 розпушення верхнього шару ґрунту	6

При використанні багатофункціональних посівних агрегатів, які об'єднують в одному проході чотири технологічних операції, необхідно виконувати додаткові операції лише дискування, тому що ці агрегати одночасно виконують передпосівну підготовку ґрунту, посів з внесенням мінеральних добрив і коткування посівів.

Дослідження багатофункціональних посівних агрегатів John Deere 1830 і Bourgault 8810-35 показали, що вони виконують п'ять технологічних операцій. Підготовка посівного ложа відбувається як і АУП-18.05 за рахунок застосування культиваторних лап, але вони додатково виробляють розпушення верхнього шару ґрунту [27].

Мінімальні технології обробітку озимої пшениці з використанням багатофункціональних посівних агрегатів Rapid RD300C; TUME NOVA COMBI 3000 і Компактор К / 500А + Солітер 9 / 500КА, які суміщають в одному проході до шести технологічних операцій, дозволяють скоротити число

проходів по полю до одного, поєднуючи відразу кілька операцій: дискування стерні, передпосівну підготовку ґрунту, посів з внесенням добрив, прикочування посівів і розпушування верхнього шару ґрунту [28].

1.6 Тенденції розвитку посівної техніки

Незважаючи на тенденцію щодо збільшення випуску пневматичних сівалок фірми знову приділяють велику увагу вдосконаленню механічних сівалок, особливо з великим бункером. Вони зручні в обслуговуванні, перш за все, по установці на норму висіву. Крім того, на механічних сівалках можуть тепер встановлюватися і новітні моделі сошників, наприклад, сошники «RoTeC», розроблені фірмою «Amazon» [27].

Найважливішою перевагою механічних сівалок є простота конструкції, що забезпечує надійність в роботі. Нові моделі відрізняються зручністю обслуговування і точністю дозування насіння. Зокрема, в механічних рядних сівалках фірм «Rabe», «Pottinger» при роботі з дрібним посівним матеріалом змінюють напрямок обертання кулачкової котушки висівного апарату.

У механічних сівалках з шириною захвату понад 3 м необхідні більш складні конструкції або займає багато часу для переналагоджування. У таких випадках відчутні переваги пневматичних сівалок.

Одномірно розподіляють посівний матеріал потоком повітря (розробка фірми «Kverneland Accord»). У сівалках з центральним розташуванням бункера розподіл насіння здійснюється за допомогою однієї або декількох відбивних головок. Довжина насіння проводів до сошників майже не має значення. Для створення більшої ширини захвату потрібно тільки установка більш широких сошників, які швидко складаються при транспортуванні.

Сильною стороною пневматичних рядових сівалок є великий бункер для насіння. Переваги машин з воронкоподібним бункером проявляються, зокрема, при роботі на схилах: зміщення насіння вниз по схилу не відбувається. Розташований в центрі бункер з співвісним випускним отвором дозволяє працювати навіть з невеликою залишковою кількістю насіння, що важливо для

таких мілко насінєвих культур, як рапс. Крім того, наявність всього одного дозуючого апарату (або двох при більшій ширині захвату) скорочує ушкодження посівного матеріалу і підвищує точність дозування.

Однак пневматичні сівалки мають і технічні недоліки. Так, необхідно підтримувати постійну частоту обертання вентилятора.

Для забезпечення незалежної частоти обертання ВВП все частіше застосовуються пневматичні сівалки з гідроприводом вентилятора.

Майже всі фірми-виробники, наприклад «Lemken», пропонують в пневматичних рядових сівалках включення режиму вільної колії з поверненням насінєвого матеріалу в бункер або підвідний трубопровід до розподільної голівці. Це покращує стан потоку, крім того, виключається висипання надлишкової кількості насіння в рядки поруч з вільною колією.

У польових умовах пневматичні сівалки більш уразливі в порівнянні з механічними сівалками. Зокрема, необхідно стежити за точною прокладкою насіння проводів. Невеликі радіуси повороту можуть впливати на поперечний розподіл насіння і приводити до забивання насіння проводів. При цьому вентилятор не повинен працювати з низькою частотою обертання, щоб не допустити забивання інжектора і шлангів. Тому для більшості сільськогосподарських товаровиробників зручніше відразу купувати машину з електронною системою контролю за роботою вентилятора і дозуючого валу.

У конструкції багатьох сучасних посівних машин втілений принцип універсальності. Наприклад, дозуючий апарат пневматичної зернової сівалки дозволяє з високою точністю висівати як традиційні зернові, так і дрібнонасінні (рапс, люцерна, конюшина та ін.) культури. У всіх зарубіжних сівалках, як правило, передбачається додаткове обладнання для внесення мінеральних добрив.

Прагнення до більш високої продуктивності вимагає появи машин з більшою шириною захвату і робочою швидкістю. Для цього необхідні каткові сошники і відповідно більш високий тиск сошників, навіть коли фермери не прагнуть до переходу на посів в мульчуючий або прямий посів. Все більше

впроваджуються у виробництво напівнавісної сівалки (наприклад, фірма «John Deere»). Така конструкція залишає достатньо місця для бункера великої місткості (понад 2000 л). Велика маса є скоріше перевагою, дозволяючи створювати тиск сошника до 80 кг і більше.

Багато фірм виробники пропонують комбіновані знаряддя для обробки ґрунту і одночасного посіву. Найчастіше сівалки агрегуються з ротаційними боронами. Наприклад, рядова сівалка «DS / D3» фірми «Horsh» має дводисковий сошник, перед яким встановлено ножева борона, яка обертається. Разом з тим для забезпечення високого темпу роботи застосовують комбінації з культиваторами, зубовими боронами, фрезами. Це дозволяє виконувати кілька операцій за один прохід, економити час і паливо. Прикладом може бути сівалка «Turbodrill Combi-Speed» фірми «Rabe».

Класичний анкерний сошник з тупим кутом входження все більше витісняється одно і дводисковими сошниками. Це пов'язано зі зберіганням тенденцій переходу на посів в мульчуючий і прямий посів, а також з прагненням розвивати робочу швидкість більше 10 км / год.

Все більше фірм виробників з'єднують блоки сошників з розташованими попереду і позаду них катками. Типова конструкція сівалок фірми «Vaderstad», за пристосуванням для попереднього подрібнення стерні, розташовані сошники в два ряди, а позаду них катки. Це дозволяє працювати з підвищеним тиском сошників до 125 кг.

Таким чином, в останні роки значно розширилася пропонована номенклатура посівних машин, особливо за рахунок зростання числа конструкцій комбінованих зернових агрегатів із застосуванням пневматичного розподілу і транспортування насіння в плуга, а також знарядь для посіву з мінімальним обробітком ґрунту.

Висновки до розділу

Провівши аналіз представлених матеріалів, можна зробити наступні висновки:

Для інтенсивних технологій обробітку зернових культур необхідно

створення вітчизняних багатоопераційних агрегатів на основі досягнень та інноваційних розробок провідних вітчизняних і зарубіжних фірм, що дасть можливість скоротити кількість машин до п'яти-шести найменувань, зменшити енерговитрати і витрати ПММ. На перехідному етапі допустимо використання зарубіжних агрегатів.

Одним з вирішальних напрямків підвищення ефективності сільського виробництва і його інтенсифікації є поліпшення використання засобів механізації. Правильний вибір експлуатаційних параметрів, таких як маса, ширина захвату, швидкість руху, продуктивність, витрата палива і ін., є загальною проблемою експлуатації багатофункціональних посівних агрегатів.

Висока продуктивність і економічність БПА досягається при їхньому раціональному агрегуванні. Основним критерієм є відповідність БПА вимогам інтенсивних технологій, досягнення максимальної економічності.

Проведений аналіз показав, що існує велика кількість критеріїв оптимізації БПА і єдиного підходу до обґрунтування вибору критерію оптимізації параметрів не існує. Найбільш загальний і досить об'єктивний - це продуктивність агрегату.

Основними параметрами і режимами роботи, які отримали найбільший практичний інтерес у дослідників, є швидкість руху агрегату, ширина захвату, продуктивність, витрата палива і потужність двигуна.

Створення сучасних посівних машин йде в напрямку збільшення ширини захвату машини, підвищення продуктивності праці, більш якісного закладення і стійкого висіву насіння, а також поєднання технологічних операцій підготовки ґрунту, посіву і прикочування посівів, що дозволяє підвищити економічну ефективність виробництва зерна.

В останні роки значно розширялася пропонована номенклатура посівних машин, особливо за рахунок зростання числа конструкцій комбінованих зернових агрегатів із застосуванням пневматичного розподілу і транспортування насіння, а також знарядь для посіву з мінімальною обробкою ґрунту.

Робота посівних машин культиваторного і дискового типу досліджена дуже докладно. Однак використання багатофункціональних посівних агрегатів досліджено недостатньо. Немає чітких рекомендацій щодо раціональної кількості суміщаються операцій, параметрів і режимів роботи багатофункціональних посівних агрегатів.

Встановлено, що дослідження по обґрунтуванню параметрів, режимів роботи і комплексній оцінці БПА, здатних за один прохід агрегату поєднувати до 6 технологічних операцій недостатні для досягнення поставленої мети. З урахуванням викладеного, дослідження, присвячені обґрунтуванню раціональних параметрів і режимів роботи багатофункціональних посівних агрегатів, є актуальними і мають велике народногосподарське значення.

2. ОБГРУНТУВАННЯ СХЕМИ ТА ПАРАМЕТРІВ БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНОГО ПОСІВНОГО АГРЕГАТУ

2.1 Обґрунтування конструктивно-технологічної схеми багатофункціонального агрегату

Для реалізації поставленої мети була розроблена блок-схема вибору ефективних варіантів БПА (рис. 2.1).

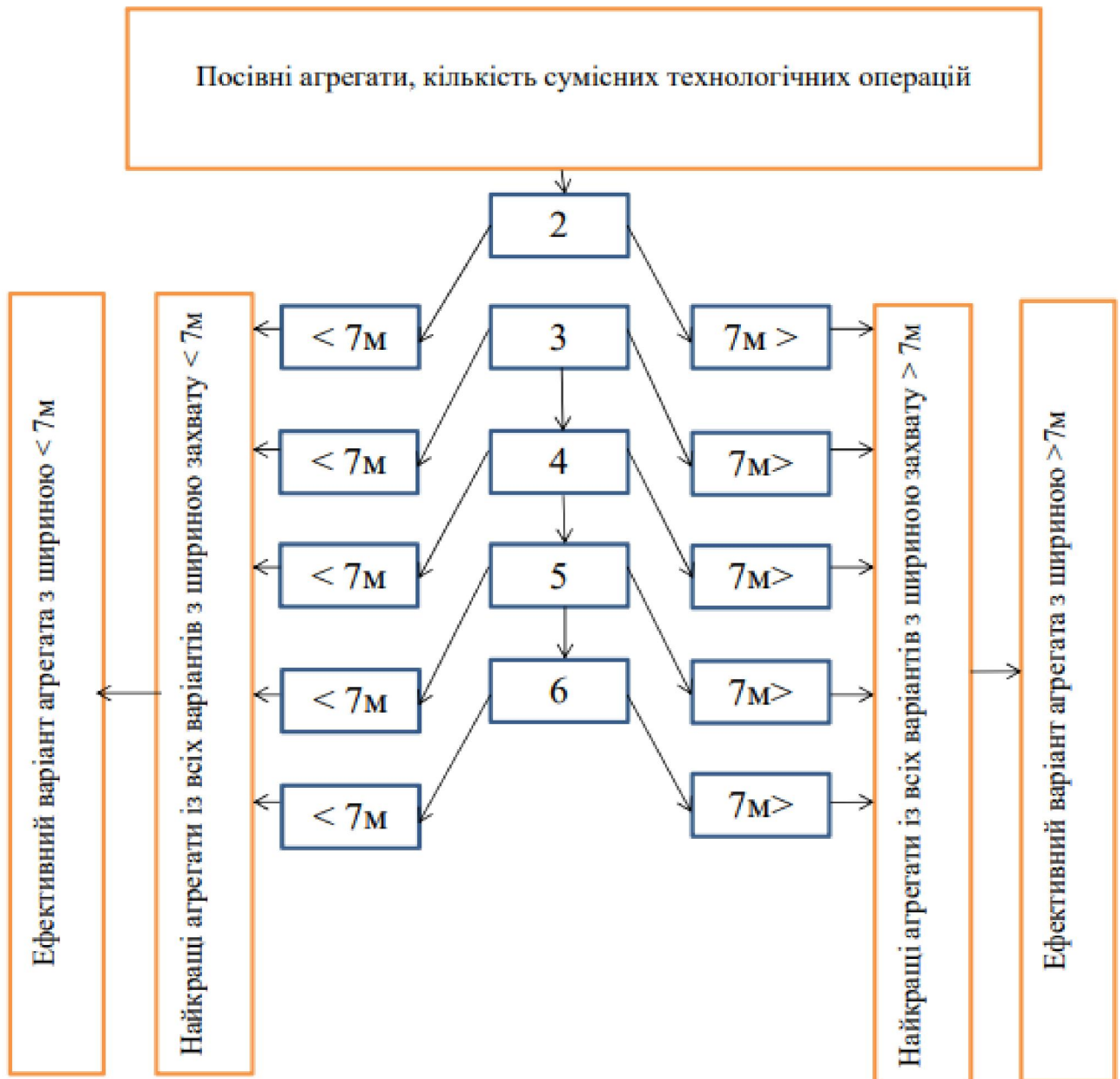


Рисунок 2.1 – Блок-схема вибору ефективних варіантів БПА

Поєднання технологічних операцій в одному проході також дуже важливо при вирощуванні озимої пшениці в Одеській області. Збирання кукурудзи на зерно триває навіть і в вересні і жовтні місяці, коли вже треба проводити посів озимої пшениці, і дуже мало залишається часу на подрібнення стебел і підготовку ґрунту до посіву. За класичних технологій треба встигнути зробити 3-4 дискування, передпосівну культивуацію, посів і коткування посівів, як правило, одне - двох операційними агрегатами.

Таким чином, для суміщення технологічних операцій в одному проході агрегату і посіву озимої пшениці в оптимальні агротехнічні терміни пропонується конструктивна схема багатофункціонального ґрунтообробного посівного агрегату, яка представлена на рис. 2.2.

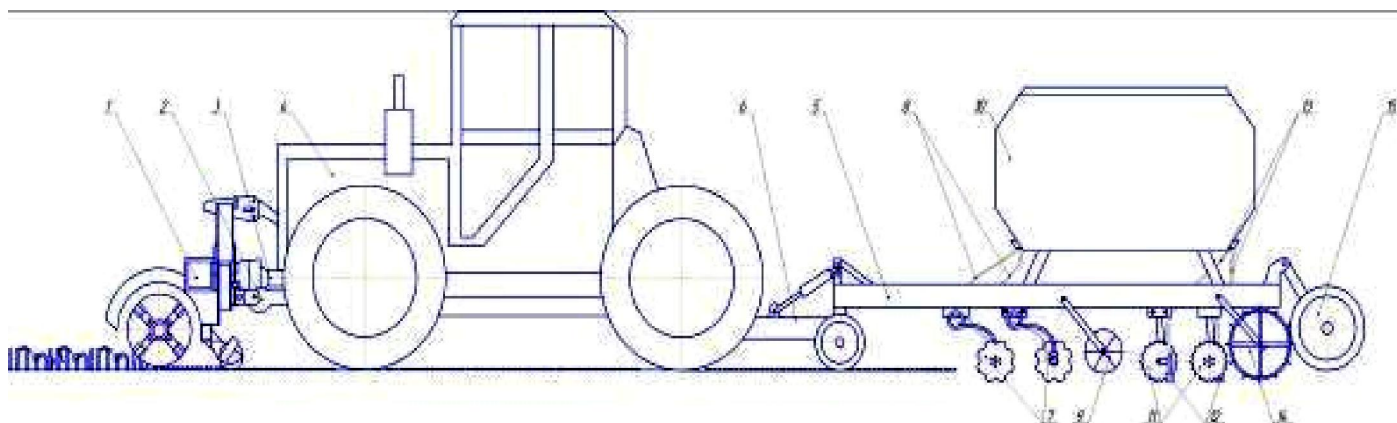


Рисунок 2.2 – Багатофункціональний ґрунтообробний-посівний агрегат

Багатофункціональний ґрунтообробний посівний агрегат містить фронтальний подрібнювач 1, навішуваний на навіску трактора 2 з механізмом приводу від ВВП 3 трактора, трактор 4, несучу систему 5 з причіпним пристроєм 6, сферичні вирізні диски 7 з тукопроводами 8, спіраль-гвинтовий каток 9, бункер для насіння і добрив 10, конічні вирізні диски 11 з анкерними сошниками 12 і насінняпроводами 13, приводне колесо вала висівних апаратів 14, опорно-прикотуючі пневматичні колеса 15.

Багатофункціональний ґрунтообробний-посівний агрегат працює наступним чином: спочатку фронтальний подрібнювач 1 подрібнює і розкидає по поверхні ґрунту рослинні залишки високостебельних культур. Далі під час

руху в робочому положенні сферичні вирізні диски 7 підрізають бур'яни і кореневища, кришать шар ґрунту, одночасно подрібнюють рослинні залишки і перемішуючи їх з ґрунтом, в той же час встановлені за дисками тукопроводи 8, вносять добрива в простір за дисками. Спірально-гвинтовий каток 9 дробить грудки ґрунту, подає добрива і прикатує ґрунт, остаточно формуючи рівну поверхню поля. Наступні за ним конічні вирізні диски 11 розрізають ґрунт і формують посівне ложе, при цьому насіння надходять через насіння проводи 12 до анкерних сошників 13, які закладають їх на задану глибину посіву.

Привід валів висівних апаратів здійснюється від металевого приводного колеса 14. Бункер для насіння і добрив 10 має регулюючу перегородку. Опорно-прикатуючі пневматичні колеса 15 руйнують шар ґрунту і прикочують насіння, а кожне колесо прикочує два насінневих рядка.

При такій послідовності виконання технологічних процесів одночасно за один прохід забезпечується досягнення технічного результату - розширення функціональних можливостей багатофункціонального ґрунтообробного посівного агрегату, підвищення якості підготовки ґрунту під посів і якості загортання насіння по глибині, зниження експлуатаційних витрат при одночасному проведенні кількох технологічних процесів: подрібнення рослинних залишків, дискування ґрунту, внесення мінеральних добрив, посіву зернових колосових культур і коткування посівів

Застосування даного технічного засобу буде альтернативою традиційним технологіям з використанням комплексу одноопераційних ґрунтообробних машин, сівалки і котків. Основна перевага багатофункціонального ґрунтообробно-посівного агрегату полягає у використанні в одному проході низки послідовних технологічних операцій і скорочення термінів проведення посівних видів робіт.

2.2 Методика розрахунку раціональних режимів роботи

При агрегуванні конкретного трактора з багатофункціональним посівним агрегатом завдання зводиться до визначення раціональної швидкості

руху агрегату, при якій найбільш повно використовуються тягові можливості трактора в розглянутих умовах.

Визначимо тягові можливості трактора в заданих умовах по наступному алгоритму. Тягову (корисну) потужність трактора в діапазоні робочих швидкостей руху (9...14 км/год) визначимо за формулою, кВт.

$$N_{\text{п}}^{\text{Д}} = N_{\text{п}}^{\text{Д}} * \eta_{\text{м}} \left(1 - \frac{\delta}{100}\right) - \frac{G(v_{\text{min}} \dots v_{\text{max}}) * \left(f \pm \frac{i}{100}\right)}{3,6}, \quad (2.1)$$

де $N_{\text{е}}^{\text{н}}$ – номінальна ефективна потужність двигуна, кВт;

$\eta_{\text{м}}$ – механічний ККД трансмісії;

δ – допустимий коефіцієнт буксування, %;

G – експлуатаційна маса трактора, кН;

$v_{\text{min}} \dots v_{\text{max}}$ – допустимі швидкості руху, км/год;

f – коефіцієнт опору коченню;

i – ухил поля, %.

Тягову потужність, що залежить від зчіпних властивостей трактора, визначимо за формулою, кВт

$$N_{\text{кр}}^{\text{н}} = \frac{G(v_{\text{min}} \dots v_{\text{max}}) * (\lambda \mu - (f \pm \frac{i}{100}))}{3,6} - N_{\text{е}}^{\text{н}} \eta_{\text{м}} \frac{\delta}{100} \quad (2.2)$$

де λ – коефіцієнт використання зчіпного ваги;

μ – коефіцієнт зчеплення рушія з ґрунтом.

Визначимо тягове опір агрегату за формулою, кН:

$$R_{\text{ар}} = B_{\text{р}} k_{\text{м}} \pm G_{\text{м}} \times \frac{i}{100} \quad (2.3)$$

де $B_{\text{р}}$ – робоча ширина захвату, м;

$k_{\text{м}}$ – питомий тяговий опір, кН/м;

$G_{\text{м}}$ – маса машини, кН.

Необхідна тягова потужність для роботи агрегату в допустимому діапазоні швидкостей визначається з виразу, кВт:

$$N_{\text{ар}} = \frac{R_{\text{ар}}(v_{\text{min}} \dots v_{\text{max}})}{3,6}, \quad (2.4)$$

Раціональну швидкість агрегату визначаємо за формулою, км / год:

$$V_{\text{рац}} = \frac{3,6 N_{\text{г}}^{\text{II}} * \eta_{\text{м}} * \left(1 - \frac{\eta}{100}\right)}{R_{\text{ар}} + G \left(f + \frac{i}{100}\right)}, \quad (2.5)$$

Потужність $N_{\text{ар}}$, потрібну для роботи агрегата в розглянутих умовах при раціональній швидкості $V_{\text{рац}}$, визначимо за формулою, кВт:

$$N_{\text{ар}} = \frac{R_{\text{ар}} * V_{\text{рац}}}{3,6} \quad (2.6)$$

Коефіцієнт використання тягової потужності визначимо з формули:

$$\eta_{\text{им}} = \frac{N_{\text{ар}}}{N_{\text{п}}^{\text{дmax}}} \rightarrow 1, \quad (2.7)$$

Тяговий ККД трактора визначимо з формули:

$$\eta_{\text{Г}} = \frac{N_{\text{ар}}}{N_{\text{г}}^{\text{II}}}, \quad (2.8)$$

максимально можливий в розглянутих умовах:

$$\eta_{\text{Г}}^{\text{max}} = \frac{N_{\text{п}}^{\text{дmax}}}{N_{\text{г}}^{\text{II}}}, \quad (2.9)$$

Використовувану ефективну потужність двигуна трактора визначимо по формулі, кВт:

$$N_{\text{е}} = \frac{V_{\text{рац}}}{3,6} \left(R_{\text{ар}} \left(2 - \eta_{\text{м}} \left(1 - \frac{\eta}{100} \right) \right) + G \left(f + \frac{i}{100} \right) \right), \quad (2.10)$$

Коефіцієнт завантаження двигуна трактора обчислимо за формулою:

$$\eta_{\text{з}} = \frac{N_{\text{е}}}{N_{\text{г}}^{\text{II}}} \rightarrow 1 \quad (2.11)$$

Продуктивність агрегату за одну годину основної роботи, га / год:

$$W_{\text{о}} = 0,1 * B_{\text{р}} * V_{\text{рац}}, \quad (2.12)$$

Продуктивність за 1 годину змінного часу розраховують за формулою, га / год:

$$W_{\text{см}} = W_{\text{о}} * k_{\text{см}} \quad (2.13)$$

де $k_{\text{см}}$ - коефіцієнт використання змінного часу.

Розрахункова витрата палива на одиницю виконуваної роботи складатиме,

$$Q_p = \frac{10^{-3} + q_e^H + N_e^H}{W_{em}} \quad (2.14)$$

де q_e^H – питома годинна витрата палива, г / кВт · год.

Даний алгоритм дозволяє розрахувати раціональні режими роботи МТА.

2.3 Моделювання раціональних режимів роботи багатofункціонального посівного апарату

Для оперативного проведення розрахунків за вищенаведеним алгоритмом була розроблена програма в середовищі Microsoft Excel, яка призначена для визначення раціональних режимів роботи (швидкості руху агрегату, при якій найбільш повно використовуються тягові можливості трактора в розглянутих умовах, продуктивності і витрати палива) при агрегуванні наявного трактора з конкретною сільськогосподарською машиною.

У програмі реалізований новий алгоритм розрахунку раціональних режимів роботи машинно-тракторних агрегатів, як на стадії їх формування, так і безпосередньо в умовах експлуатації, заснований на використанні технічної інформації (потужність двигуна трактора, питома витрата палива, експлуатаційний вага трактора та ін.) доступною в науково-технічній літературі.

Відповідно до розробленої програми необхідно провести розрахунки раціональних режимів роботи агрегатів МПА-6 і МПА-8. В якості тракторів для агрегування з цими агрегатами потужністю 250 і 450 к.с. приймемо трактора Versatile 250 і Versatile 450.

Вихідна інформація для проведення розрахунків приведена в таблиці 2.3.

Необхідні для розрахунків вага БПА і питомий тяговий опір машини були взяті за закордонними аналогами агрегатів Rapid фірми «Vaderstadt», Швеція (таблиця 2.4).

Таблиця 2.3 – Вихідні дані по тракторах

N п / п	Показник	Умовне позначення	Значення показника по маркам	
			Versatile 250	Versatile 450
1	Номінальна ефективна потужність двигуна, кВт	N_e^H	184	330
2	Питома годинна витрата палива, г / кВт · год	q_e^H	234	257
3	Експлуатаційна вага трактора, кН	G	100,8	186,7

Таблиця 2.4 – Вихідні дані по БПА

N п / п	Показник	Умовне позначення	Значення показника по маркам	
			МПА-6	МПА-8
1	Питомий тяговий опір, кН / м	k_M	5,9	6,9
2	Робоча ширина захвату, м	B_p	6,0	8,0
3	Вага машини, кН	G_M	83,3	84,9
4	Коефіцієнт використання змінного часу	k_{CM}	0,68	0,64

Решту показників (таблиця 2.5) були взяті зі справочних матеріалів [29].

Таблиця 2.5–Довідкові дані

N п / п	Показник	Умовне позначення	Значення показника
1	Коефіцієнт використання зчіпної ваги	λ	1
2	Механічний ККД трансмісії	ψ_M	0,915
3	Коефіцієнт зчеплення рушія з ґрунтом	η	0,8
4	Коефіцієнт опору коченню	f	0,08
5	Допустимий коефіцієнт буксування,%	δ_δ	15

Результати проведених розрахунків наведені в таблиці 2.6.

Таким чином, результати проведених розрахунків дозволили обґрунтувати раціональні параметри і режими роботи БПА до тракторів з потужністю двигуна 250 і 450 к.с.

Таблиця 2.6 – Раціональні режими роботи БПА

N п / п	Показник	Умовне позначенн я	Значення показника по агрегатам	
			Versatile 250+ МПА-6	Versatile 450+ МПА-8
1	Робоча ширина захвату агрегату, м	B_p	6,0	8,0
2	Тягова (корисна) потужність трактора в діапазоні робочих швидкостей, кВт	$N^{ДП}$	122,9...111,7	219,3...198,6
3	Тягова потужність залежить від зчїпних властивостей трактора, кВт	$N_{кр}$	156,2 ... 257,0	290,8 ... 477,5
4	Тяговий опір агрегату, кН	$R_{аз}$	35,4	55,2
5	Необхідна тягова потужність для роботи агрегату в допустимих межах швидкостей, кВт	$N_{АГН}$	88,5...137,7	138,0...214,7
6	Раціональна швидкість агрегату, км / год	$V_{рац}$	11,9	13,2
7	Потужність кВт	$N_{аз}$	117,0	202,4
8	Коефіцієнт використання тягової потужності	η_m	0,95	0,92
9	Тяговий ККД трактора	T	0,64	0,61
10	Максимально можливий ККД трактора	η_{maxT}	0,67	0,66
11	Використовувана ефективна потужність двигуна трактора, кВт	N_e	169,7	302,1
12	Коефіцієнт завантаження двигуна трактора		0,92	0,92
13	Продуктивність за 1 год основного часу, га / год	W_0	7,1	10,6
14	Продуктивність за 1 год змінного часу, га / год	$W_{см}$	4,8	6,8
15	Витрата палива на одиницю роботи, кг / га	q_p	8,97	12,40

2.4 Висновки до розділу

1. Розроблено структурну схему математичної моделі комплексної оцінки БПА дозволяє оцінювати багатофункціональні посівні агрегати з множинним набором показників, а також при необхідності контролювати і змінювати їх параметри і режими роботи.

2. До переваг такого підходу слід віднести: оцінку БПА можна проводити по-різному набору параметрів і режимів роботи, оцінка

ефективності БПА з різним рівнем комбінування технологічних операцій проводиться за єдиним узагальненим критерієм оптимальності, який забезпечує вибір найвигідніших варіантів з числа порівнюваних; дана модель при оцінці МПА дозволяє дати рекомендації по використанню їх параметрів і режимів роботи.

Для суміщення технологічних операцій в одному проході агрегату і посіву озимої пшениці в оптимальні агротехнічні терміни розроблена конструктивна схема багатофункціонального ґрунтообробно-посівного агрегату.

В якості з раціональних параметрів запропонованого багатофункціонального посівного агрегату до тракторів потужністю 250 і 450 к.с. були прийняті значення робочої ширини захвату, отримані в результаті комплексної оцінки найбільш ефективних посівних агрегатів. Трактор потужністю 250 к.с. доцільно агрегувати з МПА-6 робочою шириною захвату 6,0 м, а для трактора потужністю 450 к.с. рекомендується МПА-8 з робочою шириною захвату 8,0 м.

3. Результати проведених розрахунків дозволили обґрунтувати раціональні параметри і режими роботи БПА до тракторів з потужністю двигуна 250 і 450 к.с.:

- для колісних тракторів потужністю 250 к.с. доцільно мати наступні параметри і режими роботи БПА: робоча ширина захвату 6,0 м і робоча швидкість 11,9 км / год. Це забезпечить змінну продуктивність 4,8 га / год і питомі витрати палива - 8,97 кг / га;

- для колісних тракторів потужністю 450 к.с. доцільно мати наступні параметри і режими роботи МПА: робоча ширина захвату 8,0 м і робоча швидкість 13,2 км / год. Це забезпечить змінну продуктивність 6,8 га / год і питомі витрати палива - 12,40 кг/га.

3. ПРИЙНЯТТЯ ЕФЕКТИВНИХ РІШЕНЬ ЩОДО ВИБОРУ РАЦІОНАЛЬНОГО СКЛАДУ БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНИХ АГРЕГАТІВ

3.1 Вибір об'єктів досліджень

Об'єктом досліджень були посівні машини, що поєднують різні варіанти обробки ґрунту і сівби в одному проході агрегату.

Сівалка зернотукова СЗ-5,4 (табл. 3.1, рис. 3.1) призначена для рядового посіву насіння зернових (пшениця, жито, ячмінь, овес), дрібно зернобобових (горох, квасоля, соя, сочевиця, боби, чина, нут, люпин) інших культур, близьких за розмірами і норм висіву насіння зернових культур (гречка, просо, сорго та ін.), з одночасним внесенням в рядки гранульованих мінеральних добрив. Сівалка за один прохід поєднує 2 технологічних операцій: посів та внесення мінеральних добрив.

Сівалка складається з рами, причіпного пристрою, трисекційного бункера для насіння і туків, опорно-приводних коліс, дискових туконасіневих сошників, висівних апаратів насіння і туків, елементів гідросистеми, загортачем, механізмів підйому і опускання сошників, механізмів передач і підніжки. Комплектацією передбачена поставка сівалки споживачеві з маркерами, та має можливість транспортування по дорогах загального призначення.



Рисунок 3.1 – Сівалка зернотукова СЗ-5,4 в агрегаті з трактором МТЗ-82

Таблиця 3.1 – Коротка технічна характеристика сівалки СЗ-5,4

Найменування показника	Значення показника
Тип машини	причіпна
Агрегатування	МТЗ-82
Робоча ширина захвату, м	5,4
Ширина міжрядь, см	15,0
Норми висіву, кг / га:	
- для насіння	15-400
- для добрив	25-200
Ємність бункера, дм ³ :	998
- для насіння	680
- для туків	318
Маса машини, кг	2190
Тип сошників, шт.	Дводискові, 36
Кількість рядів робочих органів, шт.	2

Зернові катушкові висіваючого апарату здійснюють груповий висів і таку ж систему регулювання норми висіву. Зерновий висіваючий апарат з регульованим клапаном сприяє висіву дрібних, а також крупних насінин. Катушкові штифтові апарати для висіву гранульованих мінеральних добрив з груповим висівом приєднані до задньої стінки ящика.

Уніфікована система контролю робочого процесу сівалки включає в себе датчики висіву і рівня насіння, розподільний кабель і пульт. Датчики висіву фіксують рух насіння, скинутих в насінняпровід висіваючою катушкою і подають світловий і звуковий сигнали в пульт управління про порушенні процесу. Подається сигнал, коли рівень насіння або добрив в ящику нижче місця розташування датчиків. В основу роботи датчика закладений фотоелектричний принцип.

Комбінований агрегат для посіву колосових культур *ППА-3,6* призначений для рядкового посіву зернових культур на полях з мінімальним

поверхневим обробітком ґрунту, а також без попередньої обробки ґрунту (табл. 3.2, рис. 3.2). Агрегат дозволяє за один прохід виконати 3 технологічні операції: передпосівна підготовка насіннєвого ложа, посів і внесення мінеральним добрив.



Рисунок 3.2 – Комбінований посівний агрегат ППА-3,6 в агрегаті з трактором МТЗ–82

Таблиця 3.2 – Коротка технічна характеристика ППА-3,6

Найменування показника	Значення показника
Агрегаткування	МТЗ-82
Робоча ширина захвату, м	3,6
Міжряддя, см	15,0
Норма висіву, кг / га:	
- для насіння	5-400
- для добрив	25-200
Робоча швидкість руху, км / год	8,3
Загальна ємність бункера, дм ³ :	665
- для насіння	453
- для туків	212
Маса, кг	3320
Кількість робочих органів, шт.:	
- дводискових сошників	24
- хвилястих дисків	24
Кількість рядів робочих органів, шт.:	
- дводискових сошників	2
- хвилястих дисків	2

Агрегат ППА-3,6 складається з приставки ґрунтообробної ПП-3,6 і зернової сівалки СЗ-3,6А.

Приставка ґрунтообробна включає несучий брус, раму з набором хвилястих дисків, дві ферми, балки, опорно-транспортні колеса, сніці і причеп.

На рамі в 2 ряди встановлені хвилясті диски, таким чином, що ширина міжрядь відповідає ширині міжрядь сівалки СЗ-3,6.

Для збереження однакового положення приєднувальних елементів рами з хвилястими дисками, а також для фіксації рами в робочому положенні, служать дві пов'язані між собою перекладки П-подібної форми, які закріплені в передній частині до несучого бруса хомутами, а в задній частині з'єднані з рамою сівалки.

Зернотукова сівалка СЗ-3,6 складається з наступних складальних одиниць: рами, сніці з причепом, опорно-приводних коліс, елементів гідросистеми, зернотукових бункерів, коліс, коробки передач, механізмів підйому і опускання сошників, сошників дводискових, насіння проводів і пальцевих загортачів. Зернові котушкові висіваючого апарату мають груповий висів і таку ж регулювання норми висіву.

Зернотуковая сівалка СЗК-4,5 призначена для посіву насіння зернових, зер нобобових і інших культур по поверхневому або нульовому обробітку ґрунту з одночасним внесенням мінеральних добрив в рядки і прикатування посівів (табл. 3.3, рис. 3.3) [30].



Рисунок 3.3 – Зернотукова сівалка СЗК-4,5 в агрегаті з трактором Т-150

Таблиця 3.3 – Коротка технічна характеристика СЗК-4,5

Найменування показника	Значення показника
Агрегативання	T-150
Робоча ширина захвату, м	4,5
Міжряддя, см	19,0
Норма висіву, кг / га:	
- для насіння	60-250
- для добрив	25-200
Робоча швидкість руху, км / год	9,3
Загальна ємність бункера, дм ³ :	1650
- для насіння	1300
- для туків	350
Маса, кг	4550
Кількість робочих органів, шт .:	
- ріжучих дисків	24
- дводискових сошників	24
Кількість рядів робочих органів, шт .:	
- ріжучих дисків	2
- дводискових сошників	2
- прикочуючих котків	2

За один прохід агрегат виконує 4 технологічних операції: передпосівна підготовка ґрунту, посів, внесення мінеральних добрив, прикочування посівів.

Сівалка СЗК-4,5 має дві складові частини - причіп з подрібнювальним пристроєм і навісну сівалку.

Причіп складається з рами з причіпним пристроєм, транспортних коліс, механізм підйому та опускання причепа і сівалки, елементів кріплення сівалки до рами причепа і гідросистеми. Знизу, до рами причепа, кріпиться подрібнювальні пристрої, що складаються із закріплених у два ряди до поперечних балок дискових ножів.

Сівалка складається з встановленого на рамі з триточковим навісним пристроєм, двохсекційного бункера з висіваючими апаратами для насіння і мінеральних добрив, механізму приводу висівних апаратів, опорного і опорно-приводного коліс, секцій дводискових сошників з прикочуючими катками, маркерів і механізмів передач. Сівалка агрегується з тракторами тягових

класів 3-5. В разі висівання з попередньою обробкою ґрунту, агрегатується в навісному положенні з тракторами тягового класу 1,4-3.

Сівалка зернотукова Maestro 4000 призначена для посіву насіння зернових культур, гороху і дрібних насіннь з одночасним внесенням гранульованих мінеральних добрив (табл. 3.4, рис. 3.4). За один прохід виконує 5 технологічних операцій: передпосівна культивация, посів, внесення мінеральних добрив, прикочування посівів, розпушування верхнього шару ґрунту.



Рисунок 3.4 – Сівалка зернотукова Maestro 4000

Таблиця 3.4 - Коротка технічна характеристика Maestro 4000

Найменування показника	Значення показника
Агрегатування	John Deere 7830
Робоча ширина захвату, м	3,8
Міжряддя, см	12,5
Норма висіву, кг / га:	
- для насіння	1-1075
- для добрив	18-1118
Робоча швидкість руху, км / год	11,0
Загальна ємність бункера, дм ³ :	6937
- для насіння	4535
- для туків	2402
Маса, кг	3490
Кількість робочих органів, шт .:	
- одностричкових сошників	32
- стрічкових лап	32
Кількість рядів робочих органів, шт .:	
- стрічкових лап	2

Сівалка складається з рами, двохсекційного бункера для насіння і туків, ланцюгового пристрою з регульованою центральною тягою, дворядного культиватора з S-образними пружинними стійками, приводного колеса, опорних прикочуючих коліс, дискових туконасіневих сошників, маркерів, борони, брезенту, елементів гідросистеми, заднього і переднього майданчиків, бортового комп'ютера «Wizard», що встановлюється в кабіні енергозасобу, а також комплектується кривошипом і піддонами для установки норми висіву насіння та внесення гранульованих добрив.

Бункер для насіння і туків забезпечений рухомою центральною перегородкою, що змінює обсяг завантаження насіння і туків в залежності від норм внесення туків і висіву насіння. При установці перегородки в положення «S» обсяг бункера повністю використовується для висіву насіння. Установку норми внесення добрив здійснюють поворотом регульовального колеса, що знаходиться на лівій торцевій панелі сівалки, змінює робочу довжину катушок висівних апаратів. Норма висіву насіння регулюється зміною швидкості обертання висівних катушок через безступінчатий редуктор. Висів насіння та внесення добрив виконується спільно через один туконасіневий дисковий сошник з зубчастою крайкою.

Для посіву насіння сівалка укомплектована висіваючими апаратами зі здвоєними катушками, що дозволяє здійснювати висів насіння, як зернових культур, так і дрібних насіннь, в тому числі і насіннь, багаторічних трав, за допомогою безступеневого редуктора, що змінює швидкість обертання висівних катушок. Для внесення добрив сівалка укомплектована висіваючими апаратами катушкового типу, що дозволяють регулювати норму внесення за рахунок регулювання ефективної довжини робочої частини катушки. Привід висівних апаратів здійснюється від приводного колеса.

Багатофункціональний посівної агрегат Rapid RD300C призначений для посіву зернових і зернобобових культур з внесенням гранульованих мінеральних добрив і одночасної передпосівної обробки ґрунту з подрібнювачами рослинних залишків, а також знищенням бур'янів і

прикочування посівів. Агрегат придатний для будь-якої технології: прямого посіву, Mini – Till обробки ґрунту або після оранки (табл. 3.5, рис. 3.5). За один прохід виконує 6 технологічних операцій: дискування, вирівнювання, посів, внесення мінеральних добрив, прикочування посівів, розпушування верхнього шару ґрунту.



Рисунок 3.5 – Багатофункціональний посівної агрегат Rapid RD300C в агрегаті з трактором Axion 830

Таблиця 3.5 – Коротка технічна характеристика Rapid RD300C

Найменування показника	Значення показника
Агрегатування	Axion 830
Робоча ширина захвату, м	3,0
Міжряддя, см	12,5
Норма висіву, кг / га:	
- для насіння	0,5-600
- для добрив	80-980
Робоча швидкість руху, км / год	14,0
Загальна ємність бункера, дм ³	3040
- для насіння	1760
- для туків	1280
Маса, кг	4300
Кількість однодискових сошників, шт	
- для посіву	24
- для внесення добрив	12
Кількість рядів сошників, шт .:	
- для посіву	2
- для внесення добрив	1
Кількість робочих органів, шт .:	
- вирізні дисків	24
- вирівнювачів ґрунту	12
- прикочуючих котків	12
- пружинних зубів	24

Багатофункціональні посівні агрегати Rapid застосовуються при будь-якої технології: прямий посів, посів по мінімальній обробці ґрунту або після оранки, зменшуючи число проходів одноопераційних агрегатів по полю і значно зменшуючи витрати на обробку ґрунту.

По виконуваних функціях робочі органи агрегату можна розділити на три зони: ґрунтообробна, висіваюча і прикочуюча (рис. 3.6).

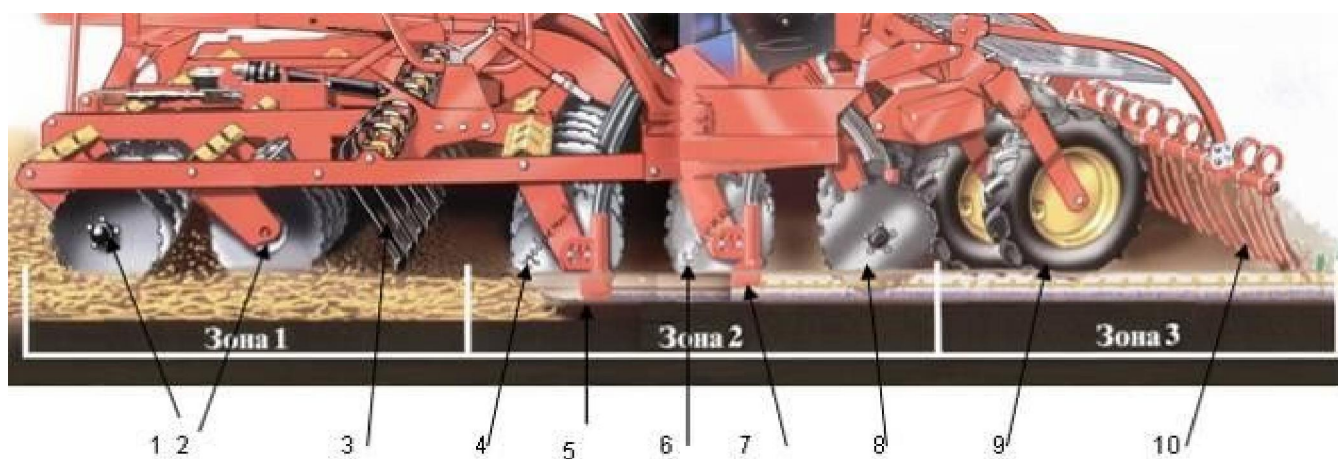


Рисунок 3.6 - Конструктивна схема багатифункціональних посівних агрегатів Rapid: 1, 2 – дискові борони для подрібнення рослинних залишків і розпушування ґрунту; 3 – вирівнювач ґрунту; 4 – диск для закладення добрив; 5 – сошник для добрив; 6, 8 – диски для загортання насіння; 7 – сошник для насіння; 9 – прикочуючі колеса; 10 – пружинна борона

У зоні 1 (рис. 3.6) працюють два ряди дискових борін і робочі лапи, які вирівнюють ґрунт після дисків. Інтенсивність і глибина обробки ґрунту регулюється гідравлічно з кабіни трактора під час руху.

У зоні 2 висіваючі диски розрізають ґрунт і формують посівне ложе для насіння. Одночасно, на задану глибину на 2...3 см нижче насіння вноситься добриво в міжряддя.

У зоні 3 проводиться прикочування посівів і вирівнювання ґрунту. Кожне колесо прикочуючими пристроями розбиває ріллі землі і накочує два посівних рядка і один рядок з добривами. Післяпосівна пружинна борона обробляє міжряддя.

Таким чином, Rapid є багатофункціональним ґрунтообробним посівним агрегатом, що виконує за один прохід 6 технологічних операцій: дискування, вирівнювання, посів, внесення мінеральних добрив, коткування посівів, розпушування верхнього шару ґрунту. Коротка технічна характеристика лінійки агрегатів Rapid наведені в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 – Коротка технічна характеристика лінійки агрегатів Rapid

Найменування показника	Значення показника по маркам			
	RD300C	RD400C	RDA 600C	RDA 800C
Тип машини	Причіпна, механічна		Причіпна, пневматична	
Агрегативання (к.с.)	Аріон 630с (145)	ДТ-175С (175)	JohnDeere8230 (250)	JohnDeere9420 (425)
Робоча ширина захвату, м	3,0	4,0	6,0	8,0
Міжряддя, см	2,5	12,5	12,5	12,5
Норма висіву, кг / га: для насіння для добрив	0,5-600 80-980	0,9-580 85-1000	0,6-598 80-998	1,4-562 85-1000
Робоча швидкість руху, км / год	13,9	10,0	12,0	12,8
Загальна ємність бункера, дм ³ для насіння для туків	3040 1760 1280	4180 2590 1590	6000 4000 2000	6010 4010 2000
Маса, кг	4300	4980	8420	8670
Кількість однодискових сошників, шт. : для посіву для внесення добрив	24 12	32 16	48 24	64 32
Кількість рядів сошників, шт. : для посіву для внесення добрив	2 1	2 1	2 1	2 1
Кількість робочих органів, шт. : вирізних дисків вирівнювачів ґрунту прикочуючих котків пружинних зубів	24 12 12 24	32 16 16 32	48 24 24 48	64 32 32 64

Посівний агрегат складається з рами, двохсекційного бункера, причіпного пристрою, опорних прикочуючих коліс, однодискових висіваючих сошників, колеса приводу висівних апаратів, маркерів, пружинних борінок, ґрунтообробної частини (два ряди вирізних дисків і блок вирівнювачів), елементів гідросистеми, електрообладнання, пульта дистанційного управління, що встановлюється в кабіні трактора, де регулюється норма висіву насіння

сіськогосподарських культур і внесення гранульованих добрив. Бункер посівного агрегату обладнаний суцільною регульованою перегородкою (конструкція передбачає 8 різних варіантів), що розділяє загальний обсяг в залежності від норм внесення добрив і висіву насіння зернових культур.

Над камерами заповнення насінневих висівних апаратів, змонтованих в днище бункера, встановлені штифтові перемішувачі для запобігання зависання насіння над катушками.

Посівний агрегат має по одному катушковому апарату на кожен сошник. Висіваючі апарати обладнані механізмами, регулюючими інтенсивність потоку надходження насіння і добрив до дозуючих катушок.

Всі робочі органи посівного агрегату закріплені на незалежних стійках, які забезпечені демпферними пристроями (амортизаторами).

Сошники встановлені в 3 ряди: два призначені для висіву зерна і один ряд для висіву добрив.

Сошники розміщуються безпосередньо під бункером, що забезпечує робочим органам і сошникам гарне проникнення в ґрунт.

Посівний агрегат оснащений пультом дистанційного керування, який контролює наступні параметри: засіяну площу в гектарах, швидкість руху, загальний час роботи, норми висіву насіння і добрив, а також кількість висівного матеріалу.

3.2 Визначення оптимального складу БПА

Для визначення оптимальної кількості технологічних операцій в одному проході агрегату була сформована таблиця 3.7 і проведені теоретичні дослідження.

В якості критеріїв вибору раціонального складу багатофункціонального агрегату було обрано:

1) Продуктивність роботи агрегату:

$$W_{зм} = 0,1 * V_p * V_p * \tau, \text{ га/зм} \quad (3.1)$$

де 0,1 – узгоджувачий коефіцієнт між одиницями виміру;

V_p – робоча ширина захвату агрегата, м;

V_r – робоча швидкість руху агрегата, км/год;

τ – коефіцієнт використання робочого часу зміни (відношення часу чистої роботи до загального часу зміни).

2) Питому витрату палива агрегатом розраховували за виразом:

$$q_{п} = \frac{q_{e} \cdot N_{e}}{W_{зм}}, \quad (3.2)$$

де N_e – ефективна потужність двигуна;

q_e – номінальна питома витрата палива двигуном трактора, г/кВт*год.

Згідно цієї залежності необхідно у кожному варіанті агрегату розраховувати витрати потужності двигуна агрегатуючого трактора. Для цього використано наступну методику.

В теорії експлуатації МТА відомо, що при виборі того чи іншого мобільного енергетичного засобу (трактора) для агрегування с.-г. машин/знарядь слід враховувати не лише потужність його двигуна, а й експлуатаційну масу. Це дозволяє визначитися з тяговим класом, рівнем енергонасиченості, а отже з системою ефективного агрегування енергетичного засобу.

Показником, що органічно пов'язує експлуатаційну масу мобільного енергетичного засобу з потужністю його двигуна є енергонасиченість. Цей показник, на думку багатьох вчених [1], є обов'язковим класифікаційним параметром мобільного енергетичного засобу.

Відношення потужності двигуна (N_e , кВт) до експлуатаційної маси трактора без баласту ($G_{ек}$, т) характеризує рівень його енергонасиченості (E_t):

$$E_t = N_e / G_{ек}, \quad \text{кВт/т.} \quad (3.3)$$

Відомо, що для тракторів тягової концепції рівень їх енергонасиченості E_t не перевищує 16 кВт/т. Для тракторів тягово-енергетичної концепції величина їх енергонасиченості може сягати 30-40 кВт/т і навіть більше. Для того щоб обчислити необхідну енергонасиченість мобільного енергетичного засобу

необхідно знати оптимальне значення його експлуатаційної маси та мінімально необхідну потужність його двигуна.

Мінімально необхідну потужність двигуна трактора визначають за рівнянням балансу потужності:

$$N_e = N_{кр} + N_{тр} + N_d + N_f, \quad (3.4)$$

де $N_{кр}$ – тягова потужність трактора;

$N_{тр}$, N_d , N_f – потужності, які характеризують витрати енергії на тертя в трансмісії, буксування рушіїв та подолання опорів коченню трактора.

Вираз (2) характеризує статичний баланс потужностей енергетичного засобу. У розкритому вигляді його можна представити так [2]:

$$N_e = f(M_T) = \frac{D_1 \cdot M_T^3 + D_2 \cdot M_T^2}{M_T^2 - D_3 \cdot M_T - D_4} \cdot D_5, \quad (3.5)$$

де $D_1 = V_\delta \cdot f \cdot g$;

$$D_2 = V_p \cdot P_{кр.т} \cdot (1 + 3V_x);$$

$$D_3 = A \cdot P_{кр.т} \cdot (1 + 3V_x) / g \quad ;$$

$$D_4 = B \cdot [P_{кр.т} \cdot (1 + 3V_x) / g]^2 \quad ;$$

$$D_5 = k_v / \eta_{тр} \quad ,$$

тут M_m – експлуатаційна маса трактора, кг;

V_o – робоча швидкість руху МТА, м/с;

f - коефіцієнт опору коченню коліс трактора;

$P_{кр.т}$ – тягове зусилля, що розвиває трактор, Н;

A і B – коефіцієнти апроксимації кривої буксування енергетичного засобу;

V_x – коефіцієнт варіації коливань тягового навантаження трактора;

k_v – коефіцієнт кінематичної невідповідності в приводі мостів енергетичного засобу;

$\eta_{тр}$ – ККД трансмісії трактора.

Оптимальне значення експлуатаційної маси трактора визначають з виразу (3) шляхом розв'язання частинної похідної $dN_e/dM_m = 0$. В результаті маємо [2]:

$$M_{\tau} = \sqrt[3]{-\frac{q}{2} - \sqrt{D}} + \sqrt[3]{-\frac{q}{2} + \sqrt{D}}, \quad (3.6)$$

де $D = (p/3)^3 + (q/2)^2$;

$$p = (3 \cdot s - r^2)/3;$$

$$q = (2 \cdot r^3/27) - r \cdot s/3 + t;$$

$$r = -2 \cdot D_3;$$

$$s = -(D_2 \cdot D_3 + 3 \cdot D_1 \cdot D_4)/D_1;$$

$$t = -2 \cdot D_2 \cdot D_4/D_1.$$

А далі, підставивши (3.5) та (3.6) в (3.4) можна розрахувати необхідний рівень енергонасиченості трактору (кВт/т):

$$E_m = \frac{D_1 \cdot \left(\sqrt[3]{-\frac{q}{2} - \sqrt{D}} + \sqrt[3]{-\frac{q}{2} + \sqrt{D}} \right)^2 + D_2 \cdot \left(\sqrt[3]{-\frac{q}{2} - \sqrt{D}} + \sqrt[3]{-\frac{q}{2} + \sqrt{D}} \right)}{\left(\sqrt[3]{-\frac{q}{2} - \sqrt{D}} + \sqrt[3]{-\frac{q}{2} + \sqrt{D}} \right)^2 - D_3 \cdot \left(\sqrt[3]{-\frac{q}{2} - \sqrt{D}} + \sqrt[3]{-\frac{q}{2} + \sqrt{D}} \right) - D_4} \cdot D_5. \quad (3.7)$$

Тягове зусилля, що розвиває трактор, повинний бути достатнім для подолання тягового опору агрегату $P_{кр.т} \geq R_a$. При сталому руху агрегату тяговий опір, як відомо, розраховується

$$R_a = k \cdot B_k, \quad (3.8)$$

де B_k – конструктивна ширина захвату агрегату, м;

k – тяговий опір агрегату для заданої швидкості руху, Н/м:

$$k = k_0 \left[1 + (V_p - V_0) \frac{\Delta c}{100} \right], \quad (3.9)$$

тут V_p – робоча швидкість руху агрегату, км/год;

Δc – темп зростання питомого тягового опору, $\Delta c = 2,5\%$ [4].

Необхідні розрахунки для виконання практичного завдання здійснено у середовищі Excell. Для цього:

- 1) Сформований певний інтерфейс робочої сторінки у середовищі Excell, у якому відокремлено вхідні та вихідні розрахункові параметри (рис. 3.7).
- 2) У відповідні комірки сформованої таблиці внесені кількісні значення вхідних параметрів та формули для обчислення проміжних розрахунків та вихідних параметрів (рис. 3.8).

Рисунок 3.7 – Інтерфейс формування таблиці для розрахунків у середовищі Excel

Рисунок 3.8 – Інтерфейс розрахунків у середовищі Excel

Побудована розрахункова модель дозволяє досліджувати якісно-кількісні закономірності зміни вихідних параметрів від вхідних змінних.

Результати проведених розрахунків посівних агрегатів представлені у таблицях 3.7 – 3.11. Аналіз таблиці 3.7 показав, що найбільша продуктивність роботи агрегату та найменші питомі витрати пального спостерігається для агрегатів: МТЗ-1221+СЗУ-6, МТЗ-1221+С – 6ПМ1, МТЗ – 82 + СЗ – 3,6 АШ. Аналізуючи табл.3.8 отримали, що найбільша продуктивність роботи агрегату та найменші питомі витрати пального спостерігається для агрегатів: Камаз ХТХ – 215 + Super Walter W1770, МТЗ – 82.1 + СЗР – 3,6. Аналіз табл. 3.9 показав, що найбільша продуктивність роботи агрегату та найменші питомі витрати пального спостерігається для агрегатів: МТЗ -2522+Citan 15000, К – 701+5СЗС – 2.1, Agrottron 265 + Solitair 12. З аналізу табл.3.10 випливає що найбільша продуктивність роботи агрегату та найменші питомі витрати пального спостерігається для агрегатів: JD 7930 + Bourgault 8810 - 24, МТЗ1221+Агромайстер4800, Buhler Versatile 2375 + Bourgault 8035. З аналізу табл.3.11 випливає що найбільша продуктивність роботи агрегату та найменші питомі витрати пального спостерігається для агрегатів: JD 9430 +Rapid RDA 800S, JD 9460R + Rapid PDA 800C, JD 8320R + Rapid PDA 400C.

Таблиця 3.7 – Результати досліджень двоопераційних посівних агрегатів

Найменування агрегату	Маса, кг	Сошник	Ємність бункер м ³	Швидкість руху, км/год	Робоча ширина захвату м	Продуктивність за 1 год змінного часу, га	Питома витрата палива за змінну годину, кг/га
МТЗ-82 + СЗ-3,6АШ	2270	дисковий	0,665	10	3,5	2,64	1,18
МТЗ-82 + СЗ-3,6А-Ш	1550	дисковий	0,665	11,1	3,5	2,29	2,70
МТЗ-82 + СЗ-3,6А	1380	дисковий	0,665	10	3,6	1,77	3,55
МТЗ-82 + СЗТ-3,6А	1640	дисковий	0,751	10	3,6	1,63	3,80
МТЗ-80 +СУЗТ-4	1840	дисковий	1,000	12	3,8	2,70	2,20
МТЗ-82 + СШЗ-5,4	2650	дисковий	0,679	10	5,3	3,03	2,10
MF8130+Солітер 9/600КА	2790	дисковий	2,300	9	5,8	3,44	3,40
МТЗ121+СПУД	1340	дисковий	0,500	9	5,9	3,12	3,10
МТЗ121+С6П1	1650	дисковий	1,600	9	5,9	3,44	2,20
МТЗ121+СЗУ6	3350	дисковий	3,224	13	6,0	4,28	2,62
Т150К+МПК-8	5800	дисковий	3,500	11	7,9	5,33	3,17
Т-150К +D9-90	5050	дисковий	1,800	11	8,9	6,11	2,47

Таблиця 3.8 – Результати досліджень три операційних посівних агрегатів

Найменування агрегату	Маса, кг	Сошник	Ємність бункера м ³	Швидкість руху, км/год	Робоча ширина захвату м	Продуктивність за 1 год змінного часу, га	Питома витрата палива, кг/га
МТЗ-82.1 + СЗР-3,6	2225	дисковий	1,300	12	3,6	3,55	2,72
МТЗ-82 + СЗР-5,4	2953	дисковий	1,581	11	5,4	3,93	2,27
МТЗ-80 + СЗР-5,4	2915	дисковий	1,623	11	5,5	4,46	1,74
РТ-М-160У1 + D9 6000-ТС	4010	дисковий	2,800	12	5,8	4,70	2,49
МТЗ-82 + С-6ПМ2	2270	дисковий	1,600	9	6,0	3,34	1,98
Камаз ХТХ-215 + Super Walter W1770	6800	дисковий	2,600	8	7,0	2,53	6,20
Т-150К + СЗБ-9	7025	культ.	5,300	9	9,0	5,30	3,10
ХТ317221+СЗ-960	1010	дисковий	7,000	11	9,6	6,99	3,07
К744Р3+HorschАгроСоюзАТД9.35	1225	культ.	9,160	10	9,8	6,02	3,96
JD8430+ПК10Кузбас «Тайдон»	1210	культ.	6,800	11	10,2	7,65	3,73
К-701 + JD 455	520	диск	4,040	10	10,2	4,80	3,20
JD7830 +JD455	4720	дисковий	3,730	10	10,7	7,31	2,28
К-701+МПК12	9500	дисковий	5,250	11	12,0	8,09	2,55
NewHollandT840+Bourgault3710	1450	дисковий	9,870	7	12,0	5,77	5,03
JD9430+ПК«Bourgault» 5725-40	1306	дисковий	9,870	12	12,2	10,54	5,80
CaseSteiger530+ПК«Bourgault»3310-48	1409	культ.	9,870	11	14,0	11,05	8,80
К744Р3+Condor15000	1060	культ.	8,000	10	15,0	9,99	2,49
JD9530+SeedHawk 1830С-14	1660	культ.	14,170	7	18,1	8,55	5,90

Таблиця 3.9 - Результати досліджень чотирьох операційних посівних агрегатів

Найменування агрегату	Маса, кг	Сошник	Ємність бункера м ³	Швидкість руху, км/год	Робоча ширина захвату м	Продуктивність за 1 год змінного часу, га	Питома витрата палива, кг/га
MT382.1C3C28	1736	культ.	0,925	10	2,8	2,20	4,90
Беларус153+Sprinter4ST	3850	культ.	3,000	9	3,9	2,60	6,90
T-150K + O643T	2460	культ.	1,330	8	4,0	2,60	7,97
MT31221+СКП-2,1 × 2	2790	культ.	0,800	10	4,1	2,71	4,34
MT32022+DMC-4500	5550	культ.	4,200	12	4,5	3,63	5,32
T150K+АУП18.07	3120	культ.	1,400	10	4,5	2,88	5,04
T-150K + СКП-2,1 × 3	3750	культ.	1,398	9	5,7	3,91	5,01
MT31523+DMC-602	5790	культ.	4,200	10	6,0	4,46	3,65
MT3-1523.2+O6-6,5ПНЗТ	4230	культ.	3,100	8	6,2	3,01	3,38
K-701 + АПП-7,2	5900	дисковий	1,330	7	7,2	4,19	9,40
K701+ПК8,5«Кузбас»	10270	культ.	6,500	11	8,4	6,60	5,30
NewHollandT8040 + Іртиш-10	8345	культ.	9,380	9	8,9	5,40	6,38
K-744P1 + DMC-9000	9150	культ.	5,600	12	9,0	7,70	3,81
K-744P1 +2АУП 18.07	6985	культ.	2800	10	9,0	4,91	4,86
NewHollandT8050 + Salford 520-30	12150	дисковий	12,600	12	9,0	7,05	6,00
K-701 + 5C3C-2,1	6250	культ.	6,800	9	10,3	5,78	3,93
K-701+ПК«Томь 10»	13350	дисковий	6,500	12	10,4	8,27	4,10
Versatile435+DMC-12000	13000	культ.	6,000	12	11,7	8,53	5,09
Agrotron265+Solitair 12	5560	дисковий	5,800	12	11,8	9,32	3,09
MT3-2522+Citan 15000	10500	дисковий	8,000	12	15,0	9,49	1,94

Таблиця 3.10 - Результати досліджень п'яти операційних посівних агрегатів.

Найменування агрегату	Маса, кг	Сошник	Ємність бункера м ³	Швидкість руху, км/год	Робоча ширина захвату м	Продуктивність за 1 год змінного часу, га	Питома витрата палива, кг/га
T-150K + ССВ-3,5	2620	культ.	1,210	9	3,5	2,14	7,51
JD7800+Maestro 4000	3490	дисковий	4,700	11	3,8	2,57	6,28
MT31221+Агромастер4800	2400	культ.	3,400	10	4,7	3,00	3,46
КамазТ215+Agrator 5400	2800	культ.	3,400	11	5,2	3,40	5,90
К-701 +АПП-5,6	6410	дисковий	5,250	12	5,4	3,95	7,30
Fendt930+AmazonenCirrusSpecial6001	7600	дисковий	3,600	13	5,9	4,54	6,98
JD7930+Bourgault 8810-24	4808	культ.	7,048	10	6,9	4,50	4,30
КамазТ215+Agrator 7300	8500	культ.	7,000	8	7,0	3,80	6,00
JD 8330+JD730	8915	дисковий	7,800	10	8,4	6,49	5,91
К-701М + ПК-8,6Ставропіллі	15000	культ.	7,000	10	8,6	4,86	4,75
NewHollandТ8040 + ПК-9,7«Кузбас»	10790	культ.	6,500	11	9,6	6,75	5,24
NewHollandТ8050+Salford580-3040	8780	культ.	12,600	11	9,6	7,25	5,28
NewHollandTG375 + Flexi-Coil 9,8	14140	культ.	8,139	9	9,7	5,87	4,72
JD8330+JD1830	15327	культ.	7,800	6	9,9	4,72	8,44
CaseSTX430+Bourgault8810-35	9800	культ.	9,870	9	11,9	7,33	6,90
BuhlerVersatile2375+Bourgault8035	14200	культ.	9,867	10	12,0	7,82	4,05
BuhlerVersatil2375+Concept20	13230	культ.	8,730	8	12,0	6,56	5,16
Versatile2375+Salford 580-4050	7273	культ.	12,600	12	12,0	9,50	5,40

Таблиця 3.11 - Результати досліджень шести операційних посівних агрегатів

Найменування агрегату	Маса, кг	Сошник	Ємність бункера м ³	Швидкість руху, км/год	Робоча ширина захвату м	Продуктивність за 1 год змінного часу, га	Питома витрата палива, кг/га
JD6920+TumeNovaCombi3000	3350	дисковий	3,000	11	2,9	2,27	6,13
Axion830+RD 300C	4300	дисковий	3,040	15	3,0	3,60	6,60
JD 6920 +Tume HKLJCPRO4000	4470	дисковий	4,400	11	3,8	2,85	6,14
Агротрон165.Compact Solitair 9 / 400HD	5700	дисковий	3,500	12	3,9	3,00	9,40
Valtra191+Rapid RD 400S	3500	дисковий	4,000	13	4,0	2,90	7,23
JD 8320 +Rapid RD 400C	4020	дисковий	4,180	14	4,0	3,67	4,20
JD7730 + Rapid 400C	4980	дисковий	4,200	11	4,0	2,70	8,30
ATM7360+MSC Kverneland	7530	дисковий	3,900	15	4,0	3,94	5,20
JD8320+CompactSolitairPlu sH9 / 600K	9680	дисковий	4,420	11	6,0	4,31	7,82
JD 8430 +Rapid RDA 600J	8500	дисковий	6,200	12	6,0	5,31	6,70
JD 9430 +Rapid RDA 800S	8420	дисковий	3,300	14	8,0	7,06	4,50
JD9460R+Rapid RDA800C	8670	дисковий	6,000	14	8,0	7,76	4,60

4 ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ

4.1. Безпека при експлуатації багатофункціональних посівних агрегатів МПА-6 і МПА-8

В сільському господарському виробництві є багато небезпек. Особливу увагу необхідно приділяти потенційно небезпечним (особливо небезпечним) об'єктам. Це такі об'єкти, робота з якими при порушенні вимог безпеки може призвести до травм або інших тяжких наслідків. Основними особливо небезпечними об'єктом в сільськогосподарському виробництві є рухомі машини і механізми. Більшість нещасних випадків відбувається внаслідок незадовільної організації праці, порушення вимог техніки безпеки, неправильного обслуговування обладнання та не досконалого його проектування без врахування шкідливих впливів на механізатора елементами конструкції і не проведення профілактичних заходів з охорони праці. Відсутність на виробничих ділянках нормативної-правової літератури з охорони праці, низька кваліфікація працівників служби охорони праці, часта їх зміна ці та інші фактори не дозволяють належним чином вирішити проблему безпеки праці.

Тому треба забезпечити належним чином охорону праці на місцях проведення ТО та експлуатацію техніки в польових умовах.

Для цього розробимо та правильно визначимо правила для боротьби з травмами на робочих місцях.

Для успішної боротьби з виробничим травматизмом і професійними захворюваннями важливо правильно визначити їх причини. При цьому причин, як правило, буває декілька і найважчим при розслідуванні є завдання визначення головної з них. Основні осередки появи небезпечних факторів зображені на рис. 4.1. Умови праці характеризуються технічним та технологічним рівнем засобів праці – ступенем механізації, автоматизації,

оснащенням галузі і вдосконаленням існуючої технології новітніми досягненнями.

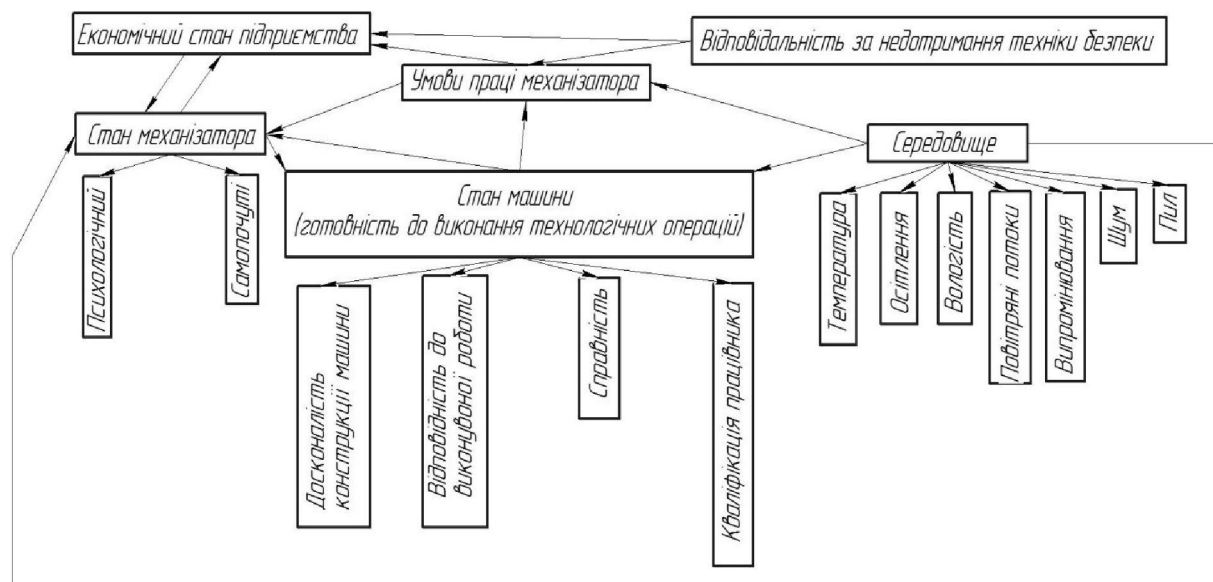


Рисунок 4.1 – Основні осередки появи небезпечних факторів робочого місця механізатора

В межах одного і того ж галузевого об'єкта можуть мати місце комфортні, допустимі або несприятливі умови праці. Тому для аналізу умов праці ставить собі за мету виявлення причин та травмуючих чинників, що є характерними для даного технологічного процесу, для конкретного робочого місця та визначення їх впливу на рівень травматизму, стан здоров'я та працездатність працюючих для підвищення рівня безпеки галузевих виробництв. Специфіка технологій виробництва визначає особливості процесів формування та виникнення виробничих небезпек. Метод логічного моделювання потенційних аварій, травм, захворювань відкриває можливість розробити досконалу систему управління безпекою життєдіяльності виробництва, яка базується на оперативному пошуку виробничих небезпек, їх глибокому логічному аналізу й терміновому усуненню потенційних небезпек ще до виникнення травмонебезпечних і катастрофічних ситуацій. У процесах формування, виникнення аварій і виробничих травм усі випадкові події чи явища, що утворюють конкретну небезпечну ситуацію пов'язані між собою причинно-наслідковими зв'язками. В них є початкові, проміжні і кінцеві події.

Початкові події (дії або явища) виявляються у процесі обстеження об'єктів виробництва, а проміжні і кінцеві визначаються і включаються до схеми на основі логічного аналізу. Слід пам'ятати, що поняття початкових подій введено умовно. Це та подія, яка перша потрапляє в поле зору, на яку першу ми звертаємо увагу, а на справді початкова подія може бути значно глибше. Процес пошуку потенційних небезпек на виробництві ґрунтується на більш точному і ефективному проведенні існуючого оперативного контролю, який також повинен бути відповідно удосконалений.

4.2 Аналіз сільськогосподарської машини на наявність основних травмонебезпечних елементів.

За об'єкт дослідження візьмемо сівалку СЗ – 3,6.

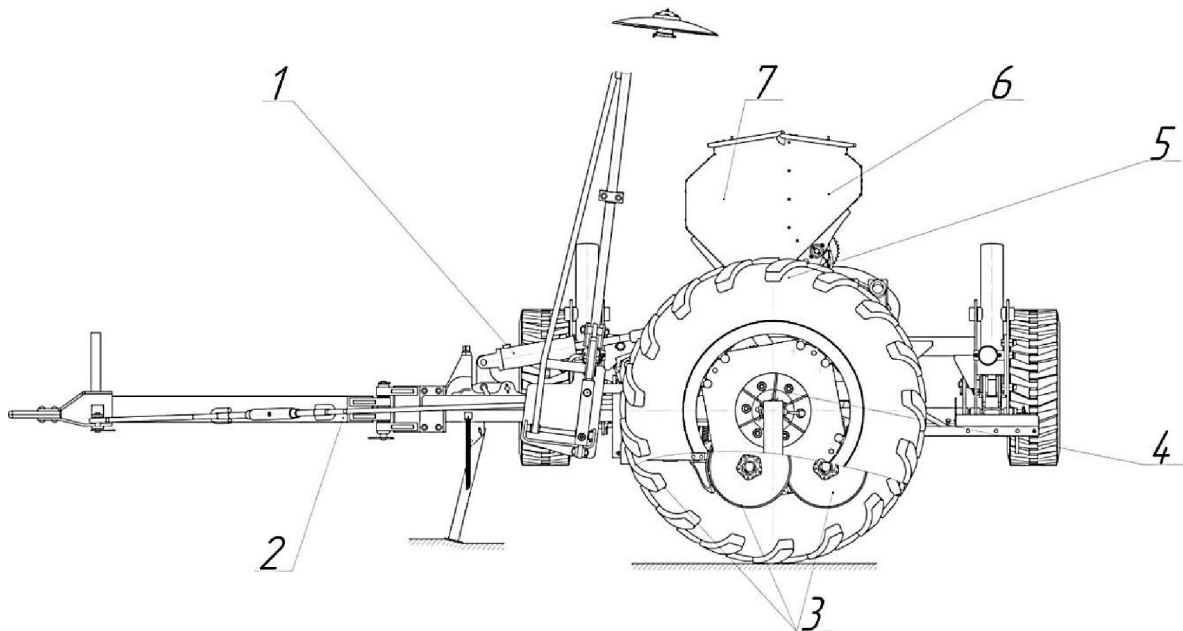


Рисунок. 4.2 – Сівалка СЗ-3,6

Так, на рис. 4.2 сівалки СЗ-3,6 можна виявити різні групи небезпечних зон. Під номером 1 зображена зона в якій знаходиться гідросистема сівалки. До небезпечного виробничого фактора у цій зоні можна віднести можливий порив магістралей, які містять надлишковий тиск мастила. Для запобігання цього – необхідне дотримання техніки безпеки і ДСТУ 2189, що відносяться до сівалок.

Небезпечна зона під номером 2 допускає перекидання сівалки, тому

сівалки встановлені у відчепленому стані на майданчику, повинні зберігати стійке положення при зусиллі 200Н, а конструкція сівалок повинна забезпечувати можливість їх приєднання до трактора одним оператором і мати конкретні причіпні пристрої для дальнього транспортування.

Під номером 3 ми виділили небезпечну зону пересувного механізму, що допускає наїзд на сторонні предмети. Для запобігання виникнення небезпечної ситуації необхідно прибирати всі сторонні предмети з напрямку руху, сівалка повинна бути обладнана габаритними світловідбивачами за ТУ 37.003.079, на сівалці повинен бути встановлений знак обмеження максимальної швидкості за ГОСТ 10807 і забарвлення загального фону повинне бути відмінним від основного фону, на якому вони експлуатуються.

В зоні 4 можливе травмування при технічному обслуговуванні, при монтуванні, експлуатації та ремонті. У зв'язку з цим місця змащування повинні бути позначені покажчиками у вигляді намальованого навколо маслянки місця, шириною не менше 3 мм або одягнутого на маслянку кільця, котре відрізняється за кольором від кольору машини. Допускається виконувати покажчик у вигляді кола, шириною не менше 10 мм на відстані 20 – 50 мм від маслянки. Розташування та конструкції збиральних одиниць і механізмів сівалок повинні забезпечувати зручний доступ до них.

Рухомі частини машини (ланцюгові передачі) підвищений рівень шуму знаходяться зоні під номером 5. Тут можлива загроза затягування предметів під ланцюг, тому потрібно дотримуватись правил безпеки і ДСТУ 2189, що відносяться до сівалок.

У зоні 6 знаходиться бункер для мінеральних добрив. В даній зоні можливе отруєння і занесення отруйних хімічних речовин на слизові оболонки. Отже, слід тримати закритою кришку бункера та ретельно мити руки після роботи та дотримуватись правил особистої гігієни та виробничої санітарії при роботі з отруйними хімічними речовинами. Висота розміщення туковисівних бункерів не повинна перевищувати 1250 мм за ІСО 5698, а конструкція бункерів сівалок повинна забезпечувати безпечне очищення їх від

технологічного продукту.

В останній 7 зоні, що може привести до небезпечної ситуації знаходиться бункер для насіння, яке може містити протруєний отрутохімікатами або дражований насіннєвий матеріал. В цих умовах можливе отруєння і занесення отруйних хімічних речовин на слизові оболонки, тому кришки бункерів для насіння та добрив повинні щільно зачинятися і не пропускати опадів, фіксуватися у відчиненому положенні, а також не повинні самовільно відкриватися. Для запобігання отруєння при роботі в даній зоні необхідно дотримуватись правил особистої гігієни та виробничої санітарії при роботі з отруйними хімічними речовинами. Під час роботи та після неї ретельно мити руки. На сівалках повинні бути нанесені на елементах конструкції або на табличках, попереджуючі надписи про необхідність використання обслуговуючим персоналом засобів індивідуального захисту, а внутрішні і зовнішні поверхні захисних щитків, що відкриваються, повинні бути пофарбовані в жовтий колір.

Отже, проаналізувавши даний рисунок та виявивши небезпечні зони можна змодельовати виникнення небезпечних умов, а в подальшому і ситуацій при недотриманні хоча б однієї з вище перерахованих вимог. Наприклад розглянемо по одній небезпечній умові, що може виникнути в кожній небезпечній зоні. Небезпечна умова один (НУ1) – надлишковий тиск у гідросистемі. НУ2 – сівалка знаходиться у відчепленому стані поза майданчиком. НУ3 – сільськогосподарська машина пофарбована в колір, що збігається з загальним фоном. НУ4 – працівник не провів ТО у встановлений строк. НУ5 – рухомі частини машини не захищені щитками. НУ6 – працівник не пройшов інструктаж перед початком робіт. НУ7 – нехтування вимогами виробничої санітарії.

Наведені вище небезпечні умови при поєднанні з небезпечними діями працівника можуть призвести до виникнення небезпечних ситуацій, а в подальшому і до отруєнь, аварій, травм чи захворювання.

4.3 Побудова моделі виникнення небезпечних ситуацій при роботі з сівалкою СЗ-3,6

Так, НД1 – працівник знаходиться поблизу гідросистеми сівалки. НД2 – причеплення сівалки до трактора. НД3 – працівник не розрахував габарити сівалки. НД4 – налагодження чи проведення технічного огляду. НД5 – робота без засобів індивідуального захисту. НС1 – порив магістралей гідросистеми. НС2 – перекидання сівалки. НС3 – наїзд на працівника. НС4 – травмування працівника при налагодженні сівалки. НС5 – потрапляння агрохімікатів в організм працівника.

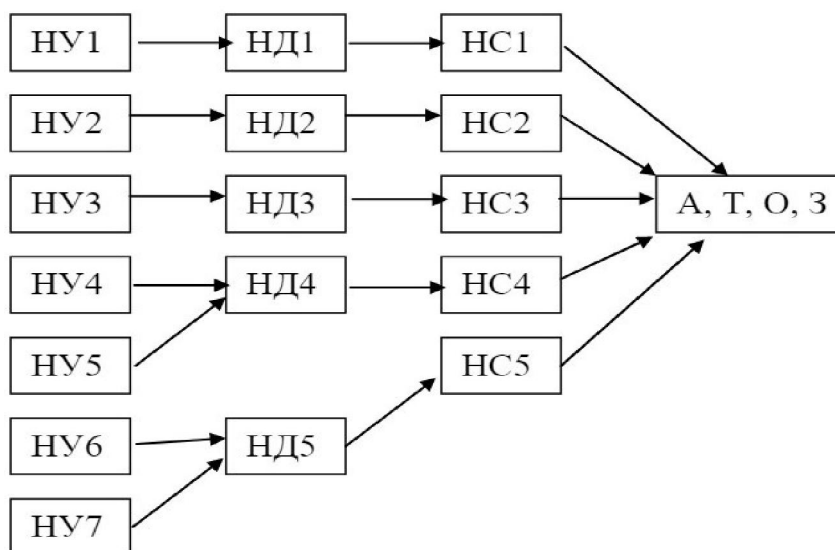


Рисунок 4.3 – Модель виникнення небезпечних ситуацій при роботі з сівалкою СЗ–3,6

Для попередження виникнення аварій, травм, отруєнь чи захворювання необхідно дотримуватись всіх вимог безпеки в усіх небезпечних зонах, так як порушення хоч однієї з них в кінцевому результаті може призвести до небажаних наслідків.

Отже, аналізуючи логічні моделі процеси формування та можливого виникнення травмонезбезпечних та аварійних ситуацій завжди можна знайти подію, з якої починається небезпечний процес. Саме на виявлення і ліквідацію цих подій направлена робота служби охорони праці та спеціалістів і керівників з метою недопущення виробничого травматизму на своєму підприємстві.

Метод логічного моделювання травмонебезпечних, аварійних та інших ситуацій значно полегшує пошук причин аварій, виробничих травм при їх розслідуванні, а також дає можливість усунути виявлені чинники ще на стадії проектування машини та технологічних процесів виробництва.

4.4 Інструкція з вимог безпеки для сівачів

Пропонуємо вже існуючі інструкції, які теж підійдуть до даних умов експлуатації.

4.4.1 Загальні вимоги

1. До посіву проотруєного насіння допускаються особи не молодші 18 років, що пройшли медичний огляд, виробниче навчання, по 14 годинній програмі і отримали відповідне посвідчення для роботи з пестицидами, а також пройшли інструктаж — вступний і на робочому місці.

2. Медичний огляд, виробниче навчання і перевірка знань сівачів, працюючих з отрутохімікатами, проводяться не рідше одного разу в 12 місяців.

3. До самостійної роботи працюючі допускаються після стажировки не менше 3 днів під керівництвом бригадира або досвідченого працівника і оволодіння практичними навиками роботи. Після перевірки знань і навиків, дозвіл на самостійне виконання робіт дає керівник робіт з записом в журнал реєстрації інструктажу на робочому місці.

4. Відпочивати та приймати їжу в полі можна тільки в спеціально відведених місцях, які повинні позначатися віхами, чи прапорцями вдень і освітлюватись ліхтарями вночі. Відпочивати біля машин, в купах соломи, в траві і кущах забороняється. Місце відпочинку забезпечується питною водою, рукомойниками, милом, рушником, медаптечкою.

5. Заходити в зону, оброблювану чи оброблену пестицидами забороняється. Межа зони відмічається забороняючими знаками.

6. Особи, що порушують вимоги інструкції, притягуються до відповідальності згідно правилам внутрішнього розпорядку господарства.

4.4.2 Вимоги безпеки перед початком роботи

1. Отримати у керівника робіт інформацію про поле, наявність небезпечних місць і їх позначення, розміщення контрольно - попереджувальних борозн, ліній електропередач, про місця розміщення місць відпочинку, питної води, аптечки долікарської допомоги, ознайомитись з безпечним маршрутом руху до місця роботи.

2. Оглянути сівалку, переконатись у відсутності в насінневих ящиках і тукових банках сторонніх предметів.

3. Оглянути підножну дошку, наявність огороження сівача з боку спини і захищаючих від падіння під борони, котки і т.д. Поручні повинні бути надійно закріплені на сівалці.

4. Переконатись у наявності огорожень зубчатих і ланцюгових передач, надійність кріплення маркерів в транспортному положенні, справність вузлів кріплення сівалки до навісних та причіпних пристроїв трактора.

5. Оглянути кришки насінневих ящиків і тукових банок. Вони повинні надійно фіксуватися в закритому положенні і виключати можливість самовільного відкривання під час руху агрегата.

6. Перевірити справність двостороннього зв'язку з трактористом та наявність чистиків, крючків для прочищення висіваючих апаратів туко і насіннепроводів, лопатки дця розрівнювання насіння і мінеральних добрив, комплекту інструментів для обслуговування агрегата в полі. Перед роботою в темний час доби перевірити справність освітлення і відрегулювати, щоб пряме і відбите світло не осліпляло сівача.

7. Оглянути засоби індивідуального захисту, спецодяг, респіратор, пилезахисні окуляри, рукавиці. Упевнившись в їх справності і чи не закінчився строк придатності до експлуатації патронів респіраторів та відповідність їх пестицидам, якими протруєне насіння.

8. При наявності несправностей та відсутності необхідних засобів захисту повідомити керівника робіт.

Одягти спецодяг. Не допускати розвівання волосся, зав'язок, кінців платка, шарфа і т.д.

4.4.3 Вимоги безпеки при виконанні робіт

1. При під'їзді трактора до сівалки заднім ходом для навішування її, чи причіплення, забороняється знаходитись між сівалкою і трактором. Слід стати збоку і подавати команди трактористу, як під'їхати. Після під'їзду і зупинки трактора виконати зчеплення.

2. Пуск в роботу і зупинка агрегата повинна узгоджуватись між трактористом і сівачами.

3. Заправку сівалки насінням і добривами, підняття і опускання маркерів, очищення сошників, насінне і тукопроводів, змащування, усунення несправностей проводиться тільки після зупинки агрегата.

4. Засипати насіння і добрива в насінневі ящики і тукові банки проводять надівши респіратор, захисні окуляри, рукавиці. Стояти слід з надвітряної сторони від ящика чи банки. Розрівнювати насіння і добрива можна тільки лопаткою. Очищення сошників проводиться обережно, враховуючи можливість опускання сівалки в разі аварії гідروпідіймача.

5. Сходити з підножної дошки сівалки можна тільки після повної зупинки агрегата. Перед поворотом агрегата маркер переводиться з робочого в транспортне положення, його слід надійно зафіксувати в цьому положенні. Після повороту і зупинки агрегата, маркер переводять в робоче положення, при цьому слід стати так, щоб в разі падіння, маркер не наніс травми. Після цього сіяч стає на підножну дошку сівалки і дає сигнал трактористу їхати.

6. Під час руху агрегата забороняється:

- переходити з однієї сівалки на іншу;
- сідати на підножну дошку, насінневий чи туковий ящик.

7. Перед курінням, прийманням їжі, води і т.д. потрібно зняти індивідуальні засоби захисту, ретельно вимити з милом руки і обличчя, прополоскати рот водою.

4.4.4 Вимоги безпеки при аварійних ситуаціях

1. В разі несправності агрегат негайно зупиняють і усувають поломку.
2. Випресовку деталі слід проводити в захисних окулярах і користуватись наставками з м'якого металу.
3. При нещасних випадках потерпілому надається долікарська допомога, в разі потреби, потерпілий доставляється в лікарню. Про випадок повідомляється адміністрації. Місце нещасного випадку повинно зберігатись без змін до повного розслідування нещасного випадку. В разі, якщо є загроза працюючим, складається детальна схема місця нещасного випадку, проводиться фотографування з різних положень, після чого місце прибирають.

4.4.5 Вимоги безпеки після закінчення роботи

1. Залишки протруєного насіння здаються на склад по акту. Залишати протруєне насіння без охорони заборонено.
 2. Робочі органи і маркери переводяться в транспортне положення і фіксуються.
 3. Перед відчепленням сівалки від трактора, під причіпний пристрій або раму сівалки на рівній площадці встановлюють надійні підпори.
 4. Знімають засоби індивідуального захисту. Гумову маску респіратора промивають теплою водою з милом, дезинфікують ватним тампоном, змоченим 0,5% розчином марганцевокислого калію і знову промивають чистою водою.
2. Засоби індивідуального захисту здають на склад на зберігання. Обов'язково необхідно прийняти душ.

4.5 Безпека в надзвичайних ситуаціях

4.5.1 Інформація про загрозу або виникнення надзвичайної ситуації, поведінка та дії в цих умовах

Оповіщення про загрозу або виникнення надзвичайних ситуацій та інформування у сфері цивільного захисту регламентується главою 6 Кодексу цивільного захисту України. Оповіщення про загрозу або виникнення

надзвичайних ситуацій полягає у своєчасному доведенні такої інформації до органів управління цивільного захисту, сил цивільного захисту, суб'єктів господарювання та населення. Оповіщення забезпечується шляхом: - функціонування загальнодержавної, територіальних, місцевих автоматизованих систем централізованого оповіщення, а також спеціальних, локальних та об'єктових систем оповіщення; - централізованого використання телекомунікаційних мереж загального користування, мереж загальнонаціонального, регіонального та місцевого радіомовлення і телебачення та інших технічних засобів передавання (відображення) інформації; - автоматизації процесу передачі сигналів і повідомлень; - функціонування на об'єктах підвищеної небезпеки автоматизованих систем раннього виявлення надзвичайних ситуацій та оповіщення; - організаційно-технічної інтеграції різних систем централізованого оповіщення про загрозу або виникнення надзвичайних ситуацій та автоматизованих систем раннього виявлення надзвичайних ситуацій та оповіщення; - функціонування сигнально-гучномовних пристроїв та електронних інформаційних табло для передачі інформації з питань цивільного захисту. Встановлення сигнальногучномовних пристроїв та електронних інформаційних табло покладається на органи місцевого самоврядування, суб'єкти господарювання. Місця встановлення сигнальногучномовних пристроїв та електронних інформаційних табло визначаються органами місцевого самоврядування, суб'єктами господарювання. Органи управління цивільного захисту зобов'язані надавати населенню через засоби масової інформації оперативну та достовірну інформацію про надзвичайні ситуації, що прогножуються або виникли, з визначенням їх класифікації, меж поширення і наслідків, про способи та методи захисту від них, а також про свою діяльність з питань цивільного захисту, у тому числі в доступній для осіб з вадами зору та слуху формі. Інформація має містити дані про суб'єкт, який її надає, та сферу його діяльності, про природу можливого ризику під час аварій, включаючи вплив на людей та навколишнє природне середовище, про спосіб інформування

населення у разі загрози або виникнення аварії та поведінку, якої слід дотримуватися. Інформацію у сфері захисту населення і територій від надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру (НС) становлять відомості про НС, що прогноуються або виникли, з визначенням їх класифікації, меж поширення і наслідків, а також способи та методи реагування на них. Інформація у сфері захисту від НС, діяльність центральних та місцевих органів виконавчої влади, виконавчих органів рад у цій сфері мають бути гласними і відкритими. Оперативна і достовірна інформація про стан захисту населення і територій від НС, методи та способи захисту, заходи безпеки повинні надаватися населенню через засоби масової інформації (пресу, радіо, телебачення тощо) та шляхом випуску спеціальних буклетів, проспектів, листівок центральними та місцевими органами виконавчої влади та виконавчими органами рад. Безпосередньо з інформуванням населення про загрозу виникнення НС, правилами поведінки та способами дій в цих умовах пов'язане оповіщення, тобто доведення сигналів і повідомлень органів управління про загрозу та виникнення НС, аварій, катастроф, епідемій, пожеж тощо до центральних і місцевих органів виконавчої влади, підприємств, установ, організацій і населення. Система оповіщення – це комплекс організаційно-технічних заходів, апаратури і технічних засобів оповіщення, апаратури, засобів та каналів зв'язку, призначених для своєчасного доведення сигналів та інформації про виникнення надзвичайних ситуацій техногенного та природного характеру до центральних і місцевих органів виконавчої влади, підприємств, установ, організацій і населення. Відповідно до Положення про організацію оповіщення і зв'язку у надзвичайних ситуаціях, затвердженого постановою Кабінету Міністрів України від 15 лютого 1999 р. №192, система оповіщення в нашій країні складається із загальнодержавної, регіональних і спеціальних систем централізованого оповіщення, локальних та об'єктових систем оповіщення, систем циркулярного виклику. Автоматизована система оповіщення може забезпечити оповіщення населення, поєднавши місцеву телефонну мережу та мережу мобільного зв'язку для подачі сигналу «Увага

всім» і повну інформацію за допомогою засобів радіомовлення й телебачення. Цей сигнал може дублюватися за допомогою місцевого радіотрансляційного вузла, гудків підприємств, сирен транспорту, ударами в рейку, дзвонами. Він повідомляє населення про НС в мирний час і на випадок загрози нападу противника у воєнний час. Тривалі гудки при цьому означають попередження. Почувши гудки необхідно увімкнути радіо, телевізор і прослухати інформацію про необхідні дії. Якщо радіо чи телевізора немає або вони не працюють, слід з'ясувати інформацію у інших людей, які знають про неї. Отримавши інформацію слід виконувати всі вказівки тексту інформації сигналу. Для запобігання загрози затоплень на верхніх та нижніх б'єфах (ділянках річок, каналів або водосховищ, які розташовані безпосередньо біля шлюзу чи загати) обов'язково розміщуються датчики, за допомогою яких забезпечується постійний контроль за рівнем води. У разі виникнення загрози катастрофічного затоплення внаслідок руйнування однієї чи декількох гребель на водосховищах відповідні чергові служби гідроелектростанцій здійснюють оповіщення відповідних чергових служб органів цивільного захисту за допомогою спеціальних систем централізованого оповіщення, створених безпосередньо на гідротехнічних спорудах за кошти їх власників. Повідомляється район, в якому очікується затоплення в результаті підйому рівня води в річці чи аварії дамби. Населення, яке проживає в даному районі, повинне взяти необхідні речі, документи, продукти харчування, воду, вимкнути електроенергію, відключити газ і збратись у вказаному місці для евакуації. Повідомити сусідів про стихійне лихо і надалі слухати інформацію штабу органів управління цивільного захисту. Якщо є загроза забруднення території радіоактивними речовинами, необхідно провести герметизацію житлових, виробничих і складських приміщень. Провести заходи захисту від радіоактивних речовин обладнання, устаткування, тварин, кормів, урожаю, продуктів харчування, води тощо. Прийняти йодні препарати. Надалі діяти відповідно до вказівок штабу органів цивільного захисту. У разі хімічного зараження території поведінка населення залежить від обставин: залишатися на місці, перебувати у закритих

приміщеннях (житлових чи робочих) або ж покинути їх і, застосувавши засоби індивідуального захисту, вирушити на місця збору для евакуації або в захисні споруди. Надалі діяти відповідно до вказівок штабу органів управління цивільного захисту. У разі повідомлення про загрозу землетрусу або його початок населення попереджається про необхідність відключити газ, воду, електроенергію, погасити вогонь у печах; повідомити сусідів про одержану інформацію; взяти необхідний одяг, документи, продукти харчування, вийти на вулицю і розміститися на відкритій місцевості на безпечній відстані від будинків, споруд, ліній електропередачі. Інформація для населення про посилення вітру подається як «Штормове попередження». Населенню необхідно зачинити вікна, двері, закрити в приміщеннях сільськогосподарських тварин, повідомити сусідів. По можливості, перейти в підвали, погреби.

5 ЕКОНОМІЧНА ОЦІНКА ЕФЕКТИВНОСТІ ВИКОРИСТАННЯ БАГАТОФУНКЦІОНАЛЬНИХ ПОСІВНИХ АГРЕГАТІВ

Економічна оцінка запропонованих багатофункціональних посівних агрегатів МПА-6 і МПА-8 була проведена в порівнянні з базовим варіантом з використанням агрегату з трьома сівалками СЗ-3,6.

Для суміщення технологічних операцій в одному проході агрегату необхідно вітчизняному машинобудуванню розробити вітчизняні варіанти багатофункціональних посівних агрегатів МПА-6 і МПА-8, що дозволяють зробити посів зернових колосових культур в оптимальні агросрока.

На перехідному етапі при мінімальній технології та наявності в сівозміні високостебельних культур (кукурудза, соняшник) допускається застосовувати багатофункціональні посівні агрегати по типу Rapid.

Проведений аналіз показників ресурсозбереження дозволяє зробити наступні висновки. За кількістю необхідної техніки обидва запропонованих варіанти значно перевершують базовий варіант: якщо в базовому варіанті необхідно 19 одиниць техніки, то в запропонованих варіантах - 2 одиниці техніки. Також значно скорочується потреба в механізаторах - з 5 чол., а базовий варіант до 1 чол. Потреба в паливі на обсяг робіт 1000 га порівняно з базовим комплексом машин скорочується при застосуванні комплексу з МПА-6 на 16,73 т, при застосуванні комплексу з МПА-8 на 13,3 т.

За всіма економічними показниками, крім капітальних вкладень для варіанта з МПА-8, запропоновані комплекси машин більш ефективні, ніж базовий комплекс.

Річний економічний ефект від експлуатації нової машини з урахуванням кількості та якості продукції (E_p) у гривнях визначаються за формулою:

$$E_p = (P_б - P_n) \cdot B_з + E_я, \quad (5.1)$$

де $P_б$, P_n – сукупні витрати на га відповідно по базовій і новій машинах, грн/га;

B_3 – річний обсяг наробітку новою машиною в умовах певної природно-кліматичної зони, га;

$E_я$ – річний економічний ефект, отриманий за рахунок зміни кількості та якості продукції, грн.

Річний економічний ефект, отриманий за рахунок збільшення кількості та якості продукції ($E_я$) у гривнях, визначається за формулою:

$$E_я = C_{ян} - C_{яб}, \quad (5.2)$$

де $C_{ян}$, $C_{яб}$ – вартість витрат у разі застосування відповідно нової та базової машини протягом року, грн.

Так, при вартості сої 9470 грн/т і середньої урожайності по області 15,6 ц/га додатковий річний економічний ефект становитиме:

$$E_{ян} = 1,56 \cdot 0,25 \cdot 9470 = 3693 \text{ грн/га.}$$

Сукупні витрати (Π) у гривнях на га визначають за формулою:

$$\Pi = I + K \cdot E_n, \quad (5.3)$$

де I – прямі експлуатаційні витрати, грн/га;

K – питомі інвестиційні вкладення, грн/га.

Коефіцієнт ефективності капітальних вкладень (E_n) визначають за формулою:

$$E_n = C_б / 100, \quad (5.4)$$

де $C_б$ – ставка пільгового кредиту Національного банку України у відсотках,

$$C_б = 17,5\%.$$

Прямі експлуатаційні витрати (I) у гривнях на га визначають за формулою:

$$I = Z + \Gamma + A + \Phi + M, \quad (5.5)$$

де Z – затрати на оплату праці обслуговуючого персоналу, грн/га;

Γ – затрати на паливно-мастильні матеріали та електроенергію, грн/га;

P – затрати на технічне обслуговування, поточне та капітальне ремонтування, грн./га;

A – затрати на амортизацію, грн./га;

Φ – затрати на допоміжні матеріали, грн./га;

M – затрати на зберігання, страхування та монтування, грн./га.

Затрати на оплату праці обслуговуючого персоналу (Z) у гривнях на га визначають за формулою:

$$Z = \frac{\sum_{i=1}^n L_i \cdot t_i \cdot r_i \cdot k_D \cdot n_i}{W_{зм}}, \quad (5.8)$$

де L_i – кількість i -ої категорії виробничого персоналу, зайнятого для виконання основного технологічного процесу, технічного обслуговування та ремонтування машини (визначаються за даними випробувань), люд;

t_i – тривалість зайнятості i -го виробничого персоналу, год;

r_i – погодинна тарифна ставка оплати праці на i -му виді робіт, грн./люд.год.;

k_D – коефіцієнт, що враховує доплати до годинної ставки за продукцію, класність, стаж роботи тощо;

n_i – коефіцієнт нарахувань на заробітну плату (пенсійний фонд, соціальне страхування, фонд сприяння зайнятості);

$W_{см}$ – продуктивність машини за годину змінного часу, га/год.

$$Z_o = \frac{100}{2,394} = 41,77 \text{ грн / га .}$$

$$Z_n = \frac{100}{3,024} = 33,07 \text{ грн / га}$$

Затрати коштів на паливно-мастильні матеріали (Γ) у гривнях на га визначають за формулою:

$$\Gamma = q \cdot k_n \cdot C_n, \quad (5.9)$$

де q – питомі витрати палива, кг/га;

C_n – ціна одного літру палива грн/кг;

k_n – коефіцієнт, що враховує вартість мастильних матеріалів.

$$\Gamma_o = 3,2 \cdot 1,15 \cdot 29 = 106,7 \text{ грн/га.}$$

$$\Gamma_n = 2,9 \cdot 1,15 \cdot 29 = 96,72 \text{ грн/га.}$$

Затрати на капітальне, поточне ремонтування та технічне обслуговування (P) у гривнях на га визначають за формулою:

$$P = \frac{B \cdot (r_T + r_K)}{W_{ек} \cdot T_n}, \quad (5.10)$$

де r_T – коефіцієнт відрахувань на поточний ремонт та технічне обслуговування;

r_K – коефіцієнт відрахувань на капітальний ремонт;

T_n – нормативне річне завантаження, год.

$$P_о = \frac{870000 \cdot (0,0712)}{1340} + \frac{185000 \cdot (0,0146)}{100} = 73,24 \text{ грн / га} .$$

$$P_n = \frac{870000 \cdot (0,0712)}{1340} + \frac{150000 \cdot (0,0146)}{100} = 68,12 \text{ грн / га} .$$

Затрати на амортизацію машини (A) у гривнях на га визначають за формулою:

$$A = \frac{B \cdot a}{W_{зм} \cdot T_3}, \quad (5.11)$$

де a – коефіцієнт відрахувань на амортизацію машини. Визначають за допомогою прямолінійного методу нарахування амортизації, тобто

$$a = 1 / n, \quad (5.12)$$

де n – термін служби в роках.

$$A_о = \frac{870000 \cdot (0,105)}{1340} + \frac{185000 \cdot (0,125)}{100} = 299,4 \text{ грн / га} .$$

$$A_n = \frac{870000 \cdot (0,105)}{1340} + \frac{150000 \cdot (0,125)}{100} = 255,7 \text{ грн / га} .$$

Затрати на допоміжні технологічні матеріали (Φ) у гривнях на га визначають за формулою:

$$\Phi = \sum h_i \cdot Ц_{Ti}, \quad (5.13)$$

де h_i – питомі витрати i -го виду технологічного матеріалу, кг/га;

$Ц_{Ti}$ – ціна одиниці i -го технологічного матеріалу, грн./кг.

Затрати на зберігання, страхування та монтування машин (M) у гривнях на га визначають за формулою:

$$M = \frac{\sum_{i=1}^n Z_{mi} \cdot r_i \cdot n_i + Ц_{д} + S_{зсм}}{W_{ER} \cdot T_3}, \quad (5.14)$$

де Z_{mi} – затрати праці i -ої категорії працівників на доскладання та монтування устаткування, люд.-год.;

$Ц_{д}$ – вартість матеріалів, які використані на доскладанні та монтуванні машини, грн.;

$S_{зсм}$ – річні витрати на зберігання та страхування машини, грн.

$$M_6 = \frac{870000 \cdot (0,03)}{1340} + \frac{185000 \cdot (0,03)}{100} = 74,98 \text{ грн / га .}$$

$$M_n = \frac{870000 \cdot (0,03)}{1340} + \frac{150000 \cdot (0,03)}{100} = 64,48 \text{ грн / га}$$

Питомі інвестиційні вкладення (K) у гривнях на га визначають за формулою:

$$K = \frac{B + K_{БВД}}{B_3}, \quad (5.15)$$

де $K_{БВД}$ – балансова вартість будівельної частини, необхідної для експлуатації машини, (вводиться в формулу за наявності різниці в обсягах будівельної частини нової та базової машини), грн.

$$K_6 = \frac{870000 + 0}{1340} + \frac{185000 + 0}{100} = 2499,25 \text{ грн / га .} \quad (5.16)$$

$$K_n = \frac{870000 + 0}{1340} + \frac{150000 + 0}{100} = 2149,25 \text{ грн / га} \quad (5.17)$$

Прямі експлуатаційні витрати (I) у гривнях на га складатимуть:

$$I_6 = 41,77 + 299,4 + 73,23 + 106,7 + 74,98 = 596,1 \text{ грн/га.}$$

$$I_n = 33,07 + 255,7 + 68,12 + 96,72 + 64,48 = 518,1 \text{ грн/га.} \quad (5.18)$$

Сукупні витрати (Π) у гривнях на га складатимуть:

$$\Pi_6 = 596,1 + 2499,25 \cdot 0,175 = 1033,0 \text{ грн/га.}$$

$$\Pi_n = 518,1 + 2149,25 \cdot 0,175 = 894,2 \text{ грн/га.} \quad (5.19)$$

Річний економічний ефект від експлуатації нової машини з урахуванням кількості та якості продукції (E_p) у гривнях дорівнюватиме:

$$E_p = (1033 - 894,2) \cdot 100 + 7410 \cdot 100 = 754931,7 \text{ грн.} \quad (5.20)$$

Річний прибуток (O) від експлуатації нової машини у гривнях визначають за формулою:

$$O = (I_b - I_n) \cdot B_z + E_p, \quad (5.21)$$

де I_b , I_n – прямі експлуатаційні витрати відповідно по базовій та новій машинах на одиницю виробітку, грн/га.

$$O = (596,1 - 518,1) \cdot 100 + 7410 \cdot 100 = 748806,7 \text{ грн.}$$

Термін окупності додаткових інвестиційних вкладень на нову машину ($T_{окд}$) у роках визначають за формулою:

$$T_{окд} = \frac{K_n}{O}, \quad (5.22)$$

де K_n – сумарні інвестиційні вкладення відповідно у нову машину, грн.

$$T_{окд} = \frac{870000 + 185000}{748806,73} = 1,36 \text{ років.} \quad (5.23)$$

Результати розрахунку прямих експлуатаційних витрат по елементах представлено в табл. 5.1.

Таблиця 5.1 – Результати розрахунку прямих експлуатаційних витрат

Склад МТА за варіантом	Заробітна плата		Амортизація		Капітальне, поточне ремонтування, ТО		Паливо		Затрати на зберігання, страхування та монтування		Всього
	грн/год	грн/га	%	грн/га	%	грн/га	кг/га	грн/га	%	грн/га	
Базовий варіант											
Т – 150К+3СЗ – 3,6	100	41,7 7	10,5	68,17	7,12	46,22	3,2	106,7	3	19,48	596,1
			12,5	231,3	1,46	27,01				55,5	
Новий варіант											
Versatile45+М ПА-8	100	33,0 7	10,5	68,17	7,12	46,22	2,9	96,72	3	19,48	518,1
			12,5	187,5	1,46	21,9				45	

Результати обчислювання показників порівняльної економічної ефективності представлено в табл. 5.2.

Таблиця 5.2 – Показники порівняльної економічної ефективності нового посівного агрегату

Найменування показника	Варіант посівного МТА		Відхилення (+,-)
	Базовий	Новий	
	T150K+ 3C3 -3,6	Versatile45+ МПА-8	
Балансова вартість агрегату, грн	870000+ 185000	870000+ 150000	-35000
Продуктивність змінна, га/год	2,39	3,02	+0,63
Прямі експлуатаційні витрати, грн/га	596,1	518,1	-78,07
Сукупні витрати, грн/га	1033,0	894,2	-139,3
Додаткова економія, грн/га	-	7410,0	-
Річний економічний ефект, грн	-	754931,73	-
Річний прибуток, грн.	-	748806,73	-
Термін окупності додаткових вкладень, роки	-	1,36	-

Результати оцінки економічної ефективності свідчать, що використання нового посівного агрегату дозволить за рахунок зменшення прямих експлуатаційних витрат та підвищення урожайності отримати річний економічний ефект в сумі 754931,73 грн. Затрати на придбання нового посівного агрегату при його наробітку на посіві площею 100 га окупляться за 1,36 роки.

ВИСНОВКИ

1. Проведений аналіз технологій і засобів механізації посіву зернових культур дозволив виявити проблеми існуючих посівних машин (типу СЗ – 3,6), які полягають у їх невідповідності сучасним ресурсозберігаючим технічним і технологічним вимогам, які ставляться до сільськогосподарської техніки, що значно збільшує економічні витрати на проведення декількох технологічних операцій з обробітку ґрунту і потім посіву. Тому в дипломній роботі поставлена задача планування наукових та прикладних досліджень процесу посіву зернових культур багатофункціональними посівними агрегатами, вибору раціональних параметрів і режимів їх роботи. А також розробки нової енергоощадної технології посіву зернових культур багатофункціональними посівними агрегатами, яка може бути використана в системі точного землеробства.

2. В роботі обґрунтована конструктивно – технологічна схема багатофункціонального посівного агрегату, що дозволяє поєднати за один прохід 6 послідовних технологічних операцій: подрібнення рослинних залишків, дискування ґрунту, внесення мінеральних добрив, посів зернових колосових культур і коткування посівів. Використання вказаного агрегату дозволяє скоротити терміни проведення посівної кампанії. Застосування даного технічного засобу є альтернативою традиційним технологіям з використанням комплексу одноопераційних ґрунтообробних машин, сівалки і котків.

3. В результаті проведених теоретичних досліджень розроблені математичні моделі, розрахунок яких на ПК дозволили обґрунтувати раціональні параметри і режими роботи багатофункціональних посівних агрегатів до тракторів з потужністю двигуна 250 і 450 к.с.:

- для колісних тракторів потужністю 250 к.с.: кількість поєднаних технологічних операцій в одному проході агрегату – 6, робоча ширина захвату – 6 м, робоча швидкість руху – 11,9 км/год, змінна продуктивність – 4.8 га/год і питома витрата палива – 8, 97 кг /га;

- для колісних тракторів потужністю 450 к.с.: кількість поєднаних технологічних операцій в одному проході агрегату – 6, робоча ширина захвату – 8 м, робоча швидкість руху – 13, 2 км/год, змінна продуктивність – 6,8 го/год і питома витрата палива – 12,40 кг/га.

4. В результаті теоретичних досліджень визначені техніко експлуатаційні показники від двох до шести операційних посівних агрегатів, побудованих на основі тракторів і сівалок, які користуються попитом на ринку України. За критеріями найбільшої продуктивності роботи та найменшої питомої витрати пального вказаних агрегатів прийняті ефективні рішення про оптимальний склад таких багатофункціональних агрегатів.

5. У відповідності до вимог чинного законодавства України розроблені заходи з охорони праці та безпеки у надзвичайних ситуаціях при використанні посівних машинно – тракторних агрегатів.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

1. Веденяпин Г.В., Кіртбая Ю.К., Сергєєв М.П. Експлуатація машинно-тракторного парку. Підручники і навч. посібники для вищих сільськогосподарських навчальних закладів. - 2-е вид., Доп. і перераб. - М., «Колос», 1968. 343 с.
2. Федоренко В. Ф., Ежевській А. А., Соловійов С. А., Черноїванов В. І. По-щення ефективності використання машинно-тракторного парку в сучасних умовах: науч. видання. - М.: ФГБНУ, 2015. - 336 с.
3. Технічні і технологічні вимоги до перспективної сільськогосподарської техніки: науч. видання / В. Ф. Федоренко [та ін.]. М.: ФГНУ, 2011. 248 с.
4. Федоренко В.Ф., Буклагін Д.С., Бурак П.І., мішура Н.П., Голубєв І.Г. і ін. Російські аналоги зарубіжної сільськогосподарської техніки, імпортих агрегатів, запасних частин і витратних матеріалів: науч. видання. - М.: ФГБНУ, 2015. - 340 с.
5. Технічна і технологічна модернізація сільського господарства: зростання і перспективи / Н. Т. Сорокін [и др.]. М.: ФГНУ, 2008. 292 с.
6. Державна програма розвитку сільського господарства і регулювання ринків сільськогосподарської продукції, сировини і продовольства на 2013-2020 роки / ФГБНУ. М., 2012. 204 с.
7. Стратегія машинно технологічного забезпечення виробництва сільськогосподарської продукції України на період до 2020 року / Ю. Ф. Халуца [та ін.]. М.: ГНУ ВІМ, 2003. 64 с.
8. Горячкин В.П. Зібрання творів: у 3-х т. / В. П. Горячкин. Т. 1. М.: Колос, 1965. 720 с.
9. Скороходов А. Н. Логістика багаторівневого підходу до моделювання технологічних і виробничих процесів в рослинництві // Вісник НГІЕІ. 2010. Т. 2 № 1. С. 115-125.

10. Свірщевській Б. С. Визискування машинно тракторного парку. підручники навч. посібники для вищих сільськогосподарських навчальних закладів.-2-е изд., Перераб. - М., «Державне видавництво сільськогосподарської літератури », 1950. 504 с.

11. Веденяпин Г.В., Кіртбая Ю.К., Сергєєв М.П. Експлуатація машинно-тракторного парку. Підручники і навч. посібники для вищих сільськогосподарських навчальних закладів. - 2-е вид., Доп. і перераб. - М., «Колос», 1968. 343 с.

12. Зангієв А. А., Дідманідзе О. Н. Оптимізація ширини захоплення робочої машини при агрегуванні з різними тракторами // Механізація і електрифікація сільського господарства. 1985. № 7. С. 15-17.

13. Зангієв А. А., Дідманідзе О. Н. Агрегати із змінною шириною захвату. Техніка в сільському господарстві. 1989. № 2. С. 47-49.

14. Болтінській В. Н. Перспективи збільшення швидкостей МТА вище 9 км / год // Вісник сільськогосподарської науки. 1961. № 5. С. 75-85.

15. Кисельов І. І. Визначення оптимальних швидкісних режимів роботи МТА // Підвищення робочих швидкостей тракторів і сільськогосподарських машин.М., 1963. 126 с.

16. Соловейчик А. Г., Коган Е. А. Що дає підвищення робочих швидкостей тракторних агрегатів. М .: Видавництво Міністерства сільського господарства Української РСР, 1960. 38 с.

17. Теоретичні основи оптимальних режимів роботи тракторних агрегатів на підвищених швидкостях // Тр. науч. конф. ЦНІМЕСХ Нечорнозем. зони СРСР. 1962. С. 316-323.

18. Небавській В. А. Машинно-технологічне забезпечення ресурсозберігаючих процесів нульової обробки ґрунту: автореф. дис. техн. наук: 05.20.01. Краснодар, 2004. 46 с.

19. Федоров А. М. Обґрунтування параметрів і режимів роботи посівного агрегату для умов Південного Уралу: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.20.01. Оренбург, 2006. 20 с.

20. Бережнов Н. Н. Обґрунтування раціонального компонування і режимів роботи енергонасичених ґрунтообробних посівних комплексів: автореф. дис. канд. техн. наук: 05.20.01. Барнаул, 2007. 23 с.

21. Косолапов В. В., Скороходов А. Н. Визначення ефективності роботи посівного агрегату // Сільський механізатор. 2012. № 10. С. 9-10.

22. Янковський І. Е. Агросистемотехніка: методика прийняття рішень щодо результатами випробувань сільськогосподарської техніки // Екологія і приватна техніка: Матеріали 3-й науково-практичній конференції в 3 томах. - СПб., 2002. - Т. 1. - С. 30-35.

23. Петухов Д. А. Сердюк В. В. Конструктивні особливості сучасних посівних машин з робочим органом культиваторного типу і посівних машин з робочим органом дискового типу для посіву зернових культур // Ринок АПК. 2012. № 1-2. С. 33-36.

24. Протокол Володимирської державної зональної машиновипробувальної станції (№ 03-51-06) приймальних випробувань сівалки універсальної зернової СЗУ-6. - Покров, 2006. 48 с.

25. Експериментальні дослідження і обґрунтування високоефективного комплексу машин для посіву зернових культур при мінімальній і нульовій обробці ґрунту (укладе.) / Новокубанський філія ФГБНУ КубНПТіМ; рук. Табашнікі А. Т., Адмін. Петухов Д. А., [и др.]. Ново-Кубанського, 2012. 68 с

26. Петухов Д. А., Юрченко А. В. Ефективність поєднання технологічних операцій на базі багатofункціональних посівних агрегатів при обробці зернових культур // Ринок АПК. 2012. № 4. С. 22-24. 27. Петухов Д. А. Обробка ґрунту і посів за один прохід // Зб. науч. тр. за матеріалами Міжнар. наук.-практ. конф. Тамбов, 2013. Ч. 2: Наука, освіта, суспільство: проблеми та перспективи розвитку. С. 90-91.

28. Рекомендації по технічному і технологічному оновленню машин для поверхневої обробки ґрунту і сівби озимих зернових культур для АПК (на прикладі Краснодарського краю) / А. Т. Табашнікі, Д. А. Петухов [и др.]. М.: ТОВ «Столична друкарня», 2008. 48 с.

29. Комплектування енергозберігаючих машинно-тракторних агрегатів: навч. посібник / А. П. Карабаніцький, М. І. Чеботарьов. - Краснодар: КубГАУ, 2012. - 97 с.

30. Методичні рекомендації щодо вибору найбільш ефективних технологічних комплексів машин для підготовки ґрунту після збирання кукурудзи на зерно і посіву озимих колосових культур / В. І. Скорляков, Д. А. Петухов [и др.]. Краснодар. : ФГБОУ ВПО «Кубанський державний аграрний університет», 2014. 87 с.

ДОДАТКИ