

ПОЛТАВСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ АГРАРНИЙ УНІВЕРСИТЕТ
Факультет інженерно-технологічний
Кафедра технології та обладнання харчових і переробних виробництв

Пояснювальна записка
до кваліфікаційної роботи на здобуття ступеня вищої освіти
« магістр »
бакалавр, магістр

на тему: «Удосконалення системи прийняття управлінських рішень при використанні техніки в аграрному виробництві»

Виконав: здобувач вищої освіти за
освітньо-професійною програмою
Технології і засоби механізації
сільськогосподарського виробництва
назва ОПП
спеціальності 208 Агроінженерія
код та найменування спеціальності
ступеня вищої освіти «магістр» групи ___
Лисенко Д.Ю.
Прізвище та ініціали здобувача вищої освіти
Керівник: Сакало В.М.
Прізвище та ініціали керівника
Рецензент: Ляшенко С.В.
Прізвище та ініціали рецензента

Полтава – 2021 року

ВСТУП

Актуальність теми. В теперішній час аграрна політика країни направлена на глибокі перетворення економіки. Впроваджуються глобальні зміни в агропромисловому комплексі, і особливо в сільськогосподарському виробництві. Реформуванню підлягають форми господарювання, земельні відносини, набирають поширення ринкова конкуренція, урізноманітнення форм власності. Для успішного вирішення задач прибуткового ведення сільськогосподарського виробництва потрібна сучасна матеріально-технічна база. Основною складовою частиною такої бази в аграрному секторі економіки є машинно-тракторний парк, що складається з технологічних комплексів машин для виконання технологічних процесів та машинно-тракторні агрегати. Кількість і якість виготовленої сільськогосподарської продукції в значній мірі залежить від ефективного управління використанням як всього машинно-тракторного парку, так і окремих агрегатів. Від цього безпосередньо залежать, затрати виробничих ресурсів і прибутковість сільськогосподарського виробництва.

Теорією і практикою доведено, що вплив управління на виробничі процеси зростає при застосуванні інформаційних систем в процесі аналізу, збору даних, проектуванні технологічних процесів в рослинництві.

Отже, відсутність достовірної і своєчасної інформації може спричинити зниження ефективності використання машин, що в свою чергу приводить нерационального матеріалів, перевитрат робочого часу, передчасного зносу техніки, і, як наслідок, підвищення собівартості механізованих робіт. А це, в свою чергу призведе до збільшення витрат на виробництво продукції, зниження рівня рентабельності, доходності та конкурентоспроможності підприємства.

Мета і задачі дослідження. Метою написання даної магістерської роботи є вдосконалення процесу управління машинно-тракторним парком конкретного аграрного підприємства.

Задачі дослідження:

- аналіз існуючих методів та способів ефективного управління використанням сільськогосподарських машин на рівні підприємства;
- оцінка досягнутого рівня використання засобів механізації досліджуваного підприємства;
- застосування методики на основі економіко-математичного моделювання при плануванні оптимального використання машинно-тракторного парку;

Об'єкт досліджень – процес використання машинно-тракторного парку для отримання оптимальних показників виробництва продукції рослинництва.

Предмет досліджень – техніко-економічні характеристики сільськогосподарських машин і агрегатів, загальні показники технологій сільськогосподарського виробництва для досягнення оптимального співвідношення експлуатаційних показників і отриманого прибутку.

Методи досліджень – для оцінки використання машинно-тракторного парку підприємства використовувались методи аналізу. Теоретичні розрахунки проводилися із застосуванням методів математичного моделювання та лінійного програмування.

Наукова новизна одержаних результатів полягає в обґрунтуванні оптимального плану використання машинно-тракторного парку, на основі розробки і впровадження математичних моделей для конкретного підприємства.

Особистий внесок магістранта. При проведенні досліджень особисто отримано:

- запропоновано удосконалення функціонування інженерно-технічної служби підприємства;
- запропоновано адаптовані математичні моделі оптимізації використання машинно-тракторного парку;
- обґрунтовано склад і структуру машинно-тракторного парку підприємства при виконання осінньо-польових робіт;

- підтверджено економічну доцільність запропонованого підходу до оптимізації використання техніки.

1. ПРИНЦИПИ УПРАВЛІННЯ ТЕХНІКОЮ ПРИ ЇЇ ВИКОРИСТАННІ В АГРАРНИХ ПІДПРИЄМСТВАХ

1.1. Інженерно-технічна служба, як основа системи прийняття управлінських рішень в аграрному виробництві

Ефективність використання техніки, а відтак і реалізація обраної технології, в теперішній час залежить від ступеня організації використання техніки. При цьому значну роль в системі прийняття управлінських рішень відіграє інженерно-технічна служба аграрного підприємства [7, с. 101].

Поряд з агрономічною та зоотехнічною службами, інженерно-технічна служба залучається до реалізації технологічних вимог виробництва. Врахування обраної технології вимагає повного охоплення елементів виробничої експлуатації технічних засобів та машин.

Схема інженерно-технічної служби, яка реалізовує технологічні задачі великого аграрного підприємства з площею понад 5000 га і може налічувати до 100 тракторів з відповідною сільськогосподарською технікою, наведена на рис.1.1.

Невеликі аграрні підприємства в своєму складі не можуть мати розвинуту інженерну службу, і її функціонування ускладнюється поєднанням задач в межах одного підрозділу, за рахунок поєднання функціональних обов'язків. Тому такі підприємства не мають загальної структури організації функціонування інженерно-технічної служби і її формування базується на врахуванні технічного оснащення і розмірів виробництва [25, с. 15].

Також на структуру і організацію діяльності служби впливає територіальний і галузевий спосіб побудови функціонування аграрного підприємства. В такому випадку функціональні обов'язки працівників інженерно-технічної служби можуть значно відрізнятись [24, с. 302].

Якщо в основі системи управління підприємства покладено територіальну основу, то і відповідний машино-тракторний парк, і інша техніка закріплена за відповідними територіальним відділеннями.



Рисунок 1.1 – Схема організації і функціонування інженерно-технічної служби підприємства [25, с. 16].

Керівники таких відділень здійснюють керівництво у відповідності до поставлених планових завдань. Прийняття рішень здійснюється, в більшості випадків, інженерно-технічною службою на технологічному рівні.

При галузевій системі управління адміністративні і технологічні завдання виконує керівник загальної інженерної служби, а функціональні обов'язки покладено на відповідні цехові та бригадні формування в межах їх технічного оснащення.

Організація цехової структури механізації виробництва може передбачати два варіанти формування структури інженерно-технічної служби.

За першого варіанту обладнання і машини тваринницьких ферм, машинно-тракторний та авто парки закріплюються за відповідним підрозділом. За ним також можуть бути закріплені ремонтні майстерні, пункти для здійснення технічного обслуговування, склади, як нафтопродуктів, так і запасних частин і видаткових матеріалів, інші споруди різного інженерно-технологічного призначення, електрообладнання.

Кадрове забезпечення такого формування повинно відповідати багатофункціональним задачам, що надходять від різних відділень і повинні виконувати роботу по забезпеченню працездатності і технічної готовності усіх видів технічних засобів, що приймають участь у виробництві сільськогосподарської продукції [27, с. 28].

При високому рівні механізації виробництва пропонується другий варіант організації функціонування інженерно-технічної служби. При такій організації створюється ланка, що забезпечує відповідний рівень технічної готовності техніки та обладнання, які експлуатуються іншим підрозділами підприємства [25, с. 19].

В залежності від варіанту організації функціонування внутрішньогосподарської системи управління аграрного підприємства

застосовується або трьох, або двох ступенева структура управління. При прийнятті управлінських рішень за галузевим варіантом функціонування інженерно-технічної служби, на керівників відділень покладено проміжну функцію управління. Вони забезпечують передачу інформації до відповідних керівників ланок та бригад, а також проводять контроль виконання поставлених завдань. Генерація управлінських рішень відбувається на рівні головного інженера. Таку структуру управління визначають як трьохступеневу. В більшості випадків територіальної системи управління для великих підприємств також притаманна трьохступенева структура управління.

Для невеликих підприємств доцільно впроваджувати двохступеневу структуру системи управління. Для неї характерний прямий зв'язок особи, що приймає управлінське рішення (головний інженер, директор) з безпосередніми виконавцями завдань, або керівниками ланок та бригад (начальник ланки, бригадир).

В сучасних умовах головний інженер або начальник цеху механізації виконує завдання інженерного менеджменту. Інженерний менеджмент передбачає створення системи взаємодії усіх підрозділів підприємства для забезпечення реалізації технології із застосуванням засобів механізації, кадрового забезпечення створеної системи та забезпечення виробництва усіма необхідними матеріалами та запасними частинами.

В теперішній час значну частину виробництва сільськогосподарської продукції виконують малі фермерські угруповання, або навіть індивідуальні господарства. В такому випадку частина робіт по виробництву виконується безпосередньо власниками фермерських господарств. А саме: експлуатація техніки, постановка її на зберігання, технічне обслуговування та нескладний ремонт, забезпечення запасними частинами та нафтопродуктами тощо. При прийнятті рішень по комплектуванню техніки та вибору технології виробництва продукції значною мірою впливають виробники техніки, міндобрив та насіння. Більшість з них організовують мережі надання послуг

по ремонту техніки. Особливо це стосується складних, високотехнологічних сільськогосподарських машин.

Задачі інженерного менеджменту залишаються не вирішеними в багатьох сільськогосподарських підприємствах. Замість створення системи виробництва і налагодження продуктивного її функціонування, працівники інженерно-технічної служби задіяні на реалізації оперативних задач і виконують функції різних підрозділів [38, с. 73].

Ефективність виробничої діяльності спеціалістів інженерно-технічної служби значною мірою впливає на результативність функціонування загальної виробничої системи виробництва. Аналіз і чітке визначення функціональних задач розкривають шляхи удосконалення процесу прийняття управлінських рішень при організації експлуатації техніки та виробництва на підприємстві в цілому.

Головною задачею працівника інженерно-технічної служби є прийняття рішень по високопродуктивному використанню технічних засобів. Задля цього він повинен приймати участь у розробці планів виробництва, володіти методами господарських розрахунків, економічного управління, розуміти оптимізаційні алгоритми.

Таким чином, спеціаліст інженерно-технічної служби виконує керівні функції пов'язані з організацією поставок необхідних матеріалів, організацією виконання запланованих видів робіт з оптимальною витратою ресурсів. При цьому до виробничих ресурсів в сфері інтересів фахівця інженерної служби відносять, як матеріальні, так і не матеріальні і людські ресурси [25, с. 32].

При функціонально-оперативному управлінні відбувається планування і створення нарядів на виконання певного обсягу робіт, забезпеченню цього виконання технічними засобами, матеріалами, підбором виконавців. Належний контроль за ходом виконання робіт та збору оперативної інформації про перебіг технологічного процесу, аналіз отриманих даних та на його основі корегування оперативних задач, уточнення заявок на відповідні матеріали.

Однією з форм реалізації аналізу та планування використання технічних засобів є бізнес-план по експлуатації наявної техніки, проведення технічних обслуговувань, закупівлі нової техніки для реалізації новітніх перспективних технологій виробництва.

Контроль за перебігом функціонування виробничої системи передбачає збір інформації, аналіз витрат паливо-мастильних матеріалів, запасних частин, раціонального використання фонду робочого часу, участь у роботі інвентаризаційних комісій, комісіях по контролю якості ремонту тощо [31, с. 245].

На практиці ж часто відбувається змішування виробничих функцій працівників різних підрозділів. Тому спеціалісти інженерно-технічної служби за рахунок паралельності виконання робіт втрачають продуктивність використання робочого часу. Тому чітке розмежування функціональних обов'язків, вдосконалення організаційних форм і методів праці і, як наслідок, вдосконалення процесу управління повинно відбуватись в наступній послідовності: моніторинг протікання технологічного процесу, аналіз використання техніки та ресурсів, прогнозування можливих станів виробничої системи, оптимізація виробничих процесів, планування і прийняття рішень по реалізації технологічних завдань, контроль якості їх виконання і знову моніторинг отриманих результатів.

1.2 Прийняття управлінських рішень з використанням інформаційних систем у аграрному виробництві

Основною задачею успішного управління, як у сільському господарстві, так і в інших галузях діяльності людини є побудова виробничої системи і генерування керованого впливу. Керований вплив базується на прийнятті відповідних управлінських рішень. На процес прийняття рішення впливають зміни ускладнення оточуючого середовища, конкурентний фон, постійно зростаючий рівень технічного прогресу. Тому і вимоги до особи, що

приймає рішення, постійно змінюються. А оскільки прийняття управлінських рішень є повсякденною задачею будь-якого керівника, то формування адаптивної системи прийняття рішень є запорукою успішного виконання управлінських функцій.

У сільському господарстві вплив на виробничі системи зовнішніх факторів обумовлюється швидкими змінами зовнішнього середовища, та виникненням непередбачених ситуативних завдань, що вимагають миттєвого рішення. Вплив внутрішньо-системних факторів можна розглядати як довгострокові змінні, що обумовлені плановими структурними та технологічними перетворюваннями.

В таких умовах особа, що приймає рішення не може спиратись тільки на інтуїцію та загальні розрахунки. Управлінські рішення і дії персоналу повинні спиратись на всебічному і глибокому вивченні проблеми, точних розрахунках та мати під собою наукове підґрунтя. Вони повинні нести мотиваційну складову та бути оптимальними. Будь-який технологічний, організаційний або технічний процес не повинен відбуватись без його аналізу та оптимізації його результативності.

Прийняття управлінських рішень при функціонуванні інженерно-технічної служби, відбувається в умовах певної невизначеності, що не дає простого вибору найкращого варіанту функціонування виробничої системи чи об'єкта.

Підтримкою в прийнятті управлінських рішень часто виступають основні технології кількісного аналізу та аналітичного моделювання, а саме: параметричний аналіз, визначення цільової функції, оптимізаційний аналіз, прогнозування на основі трендів, факторний аналіз, методології згладжування та ін.

Тому головною складовою системи прийняття рішень є використання інструментів моделювання, що дозволяють вибрати оптимальні параметри технологічного обладнання та технічних засобів, побудувати оптимальні навантаження технологічних ланок, визначити умови досягнення та

забезпечення оптимальної інтенсивності виробництва і відтоді необхідних марок технічних засобів, обладнання та їх кількості.

Формалізація процесу виробництва є одним із основних етапів побудови і реалізації моделей. В будь-якій галузі застосування, не залежно від способу проектування або опису складної системи, визначають такі основні етапи формального опису:

1. Створення вербальної моделі – розробка змістовного опису процесу чи об'єкту.
2. Визначення компонентів моделі – розбиття системи на певну кількість елементів.
3. Створення математичної моделі з подальшою її алгоритмізація.

Оскільки вирішення задач оптимізації експлуатації техніки потребує всебічного розгляду виникають певні складнощі при формуванні системних завдань функціонування інженерно-технічної служби. По-перше, оптимізаційні процеси притаманні безпосередньо технологіям виробництва; по-друге, необхідно обирати характеристики технічних засобів у відповідності до наявних і дотримуватись, при цьому умов технології. Також не можливо нехтувати забезпеченням строків виконання робіт із застосуванням паралельного використання та резервування техніки.

Тому можна зазначити, що, поряд з оперативними завданнями, керівник інженерно-технічної служби має виконувати аналітичні, прогностичні та планові задачі.

Розповсюдження ресурсозберігаючих технологій у рослинництві призводить до значного економічного та екологічного ефекту. При цьому, для вирощування сільськогосподарських культур задіюються різні типи ресурсів: технічні (сільгоспмашини, трактори, обладнання), природні (вода, земля, сонячне випромінювання), енергетичні (електроенергія, паливо, мастильні матеріали), технологічні матеріали (добрива, насіння, отрутохімікати), фінансові і трудові ресурси.

Для оптимізаційних процесів при виборі раціонального комплексу машин необхідно використовувати кількісну оцінку кожного з ресурсів. Іноді пропонується приведення кількісної оцінки ресурсів до єдиного базису за допомогою їх енергетичних еквівалентів. В будь-якому випадку застосування кількісної оцінки дозволить формалізувати інженерну задачу за кількісними критеріями і дасть змогу реалізувати принципи системного проектування технологій (рис.1.2).

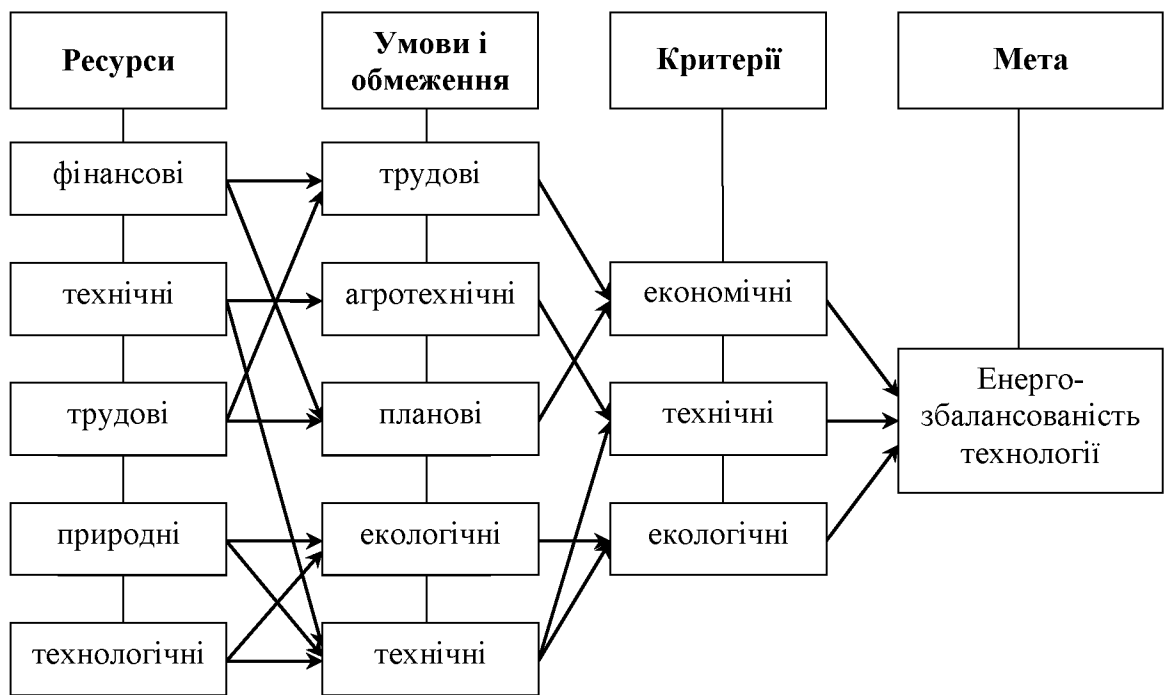


Рисунок 1.2 – Схема оптимізації технологічних процесів в рослинництві

Для оптимізації кожного з видів ресурсів доцільно і можливо застосовувати різні способи і методи оптимізації. Вони можуть бути як суб'єктивними, так і повністю обґрунтованими визначеними методиками. Апарат математичного моделювання значно спрощує завдання, що ставляться до інженерно-технічної служби і являє собою базис для прийняття управлінських рішень в аграрному виробництві. Вплив кожного ресурсу на результат виробництва є вагомим, і тому розглядати окремі задачі оптимізації певного ресурсу не можливо. Тому поєднання результатів оптимізаційних задач по використанню фінансових, технічних, технологічних ресурсів з врахуванням зовнішніх – природних факторів дасть

зможу отримати вірні стратегічні рішення при реалізації технологій на виробництві.

Керівника інженерно-технічної служби не може приймати рішення без проведення аналізу умов і обмежень в яких функціонує керований об'єкт, моніторингу перебігу технологічного процесу, встановлення цілей, побудови, як загальної системи виробництва, так і її складових елементів (комплексів машин, окремих сільськогосподарських агрегатів, майстерень для ремонту та технічного обслуговування тощо). Для створення адаптивної системи управління необхідне встановлення зворотних зв'язків. Іншими словами, інформаційних каналів, для отримання первинної інформації з дотриманням вимог своєчасності та адекватності.

На етапі аналізу вивчають ресурсну базу, структурно-логічну систему управління робітниками, зовнішньогосподарські зв'язки.

На основі первинної інформації, встановивши цілі функціонування, враховуючи обмеження і умови, що викликані реальним функціонуванням підприємства, керівник інженерно-технічної служби проводить оптимізацію використання ресурсів за відомими способами та прийомами, із застосуванням моделювання чи базуючись виключно на інтуїції. Результатом його діяльності повинна бути побудована модель виробництва, яка спрямована або на одержання максимального прибутку, або екологічного ефекту, за рахунок зменшення витрат, збільшення валового збору. Це залежить від обраних цілей.

При цьому побудована модель може розглядатись за припущення її функціонування в ідеалізованих умовах. Зміна факторів, що включені до моделі та врахування їх випадкової, непередбачуваної варіації, створюють можливість ризикових змін, а відтоді потребує відповідних сценаріїв розвитку. Процес прийняття управлінських рішень повинен включати етапи прогнозування для зменшення невизначеності і формування варіантів дій, для швидкої реакції на зміни, які викликані зовнішнім середовищем і внутрішніми елементами системи виробництва.

Спираючись на вищесказане робимо висновок, що система прийняття рішень інженерною службою аграрного підприємства розглядається як послідовне виконання аналізу, оптимізації та прогнозування (рис. 1.3).

В такому випадку використання інформаційних систем можна розглядати в залежності від ступеня їх впливу на керований процес.

Коли інформаційні системи використовуються як елемент накопичення і обробки статистичної інформації, а таке використання інформації характерне для низького рівня впровадження сучасних інформаційних технологій, інформаційний потік відіграє роль базисного елементу або виступає апаратом оцінки. Отримана інформація не застосовується для коригуючого перебіг протікання виробничого процесу впливу, а лише створює підґрунтя для загальної зміни у системі у випадку незадовільних результатів її функціонування. Іншими словами, інформаційні системи, в даному випадку, відіграють узагальнюючу роль. Такі системи несуть дані, що описують цілі класи побідних між собою об'єктів, процесів або задач. При їх застосуванні має місце змістовний аналіз результатів функціонування системи чи процесу і порівняння з подібними. Результатом такого аналізу буде заміна структури чи складових системи або процесу. Такі дії є довгостроковими і направлені на наближення результатів функціонування системи ідеальних значень.

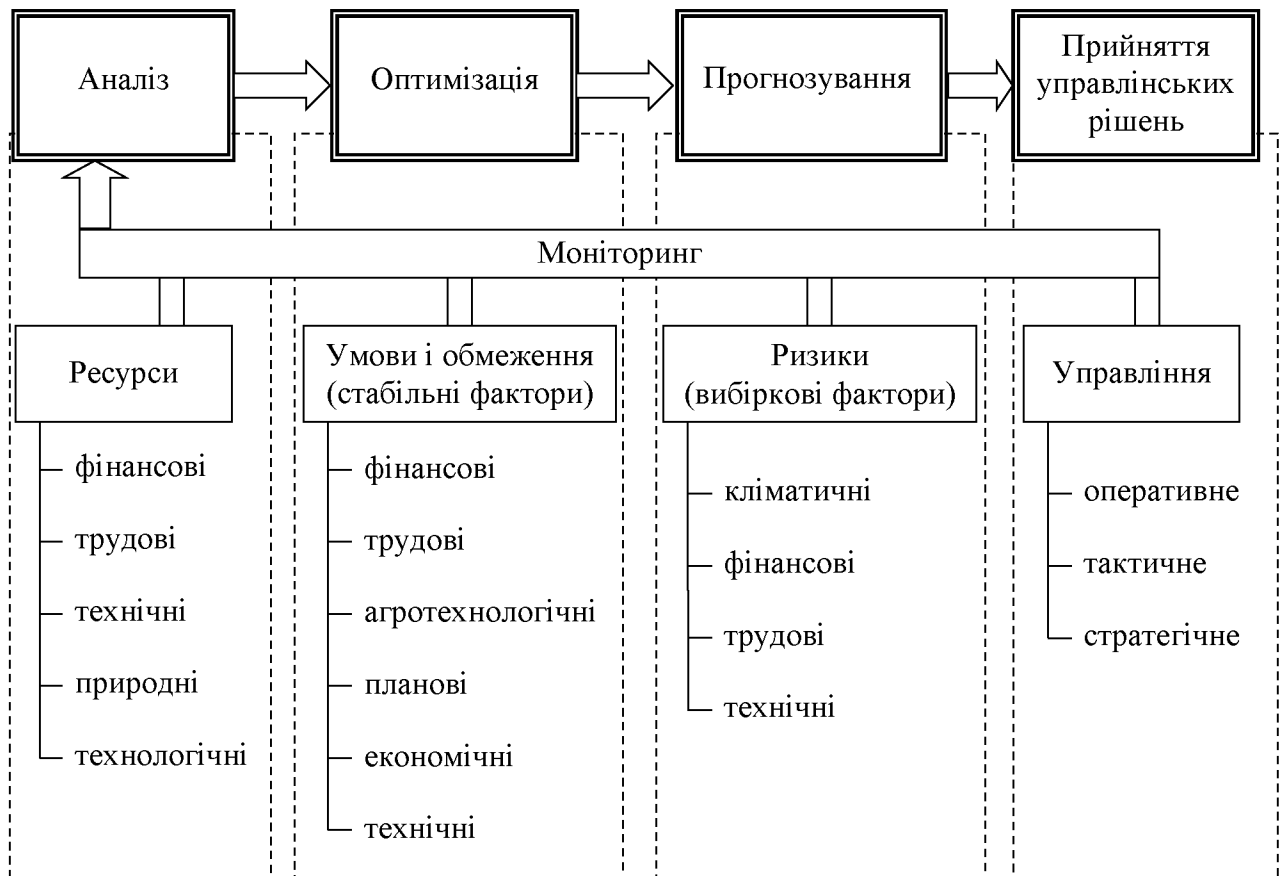


Рисунок 1.3 – Складові процесу прийняття рішень

В іншому випадку інформаційні системи виступають як генератори коригуючого або керованого впливу в процесі функціонування системи. З розвитком технологічної реалізації і способів обробітку та застосування інформації змінилось саме поняття інформаційного потоку у середині самої системи. Точнішим відбувається розмежування на оперативне управління та тактичне і стратегічне. Перше відповідає за управління операційними технологіями, а також окремими засобами виробництва. Під час другого управління відбувається проектування можливостей підприємства та довгострокове планування розвитку з метою удосконалення шляхів досягнення заданої мети.

Таким чином процес формування управлінських рішень доцільно розбити на три підсистеми, які зв'язані між собою. Підсистема оперативного управління значно впливає на інші підсистеми і формує інформаційні потоки для стратегічного і тактичного управління (рис. 1.4).

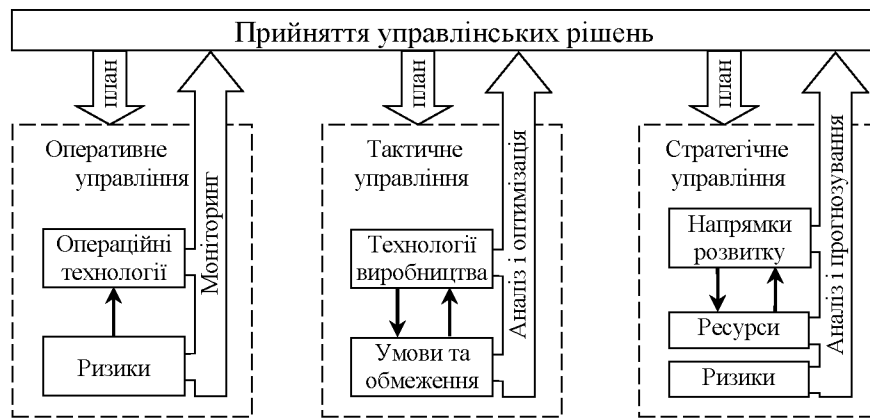


Рис. 1.4. Система обміну інформації аграрних підприємств

При функціонуванні аграрного підприємства відбувається поетапне управління виробництвом. На етапі планування напрямків розвитку виробництва для прийняття рішень робиться аналіз можливостей і ресурсів. На етапі проектування виробництва або тактичного управління обираються технології. Для цього вивчаються і обґрунтовуються конкретні умови і обмеження. Для оперативного управління створюються операційні технології. Раніше, для аналізу і контролю використання техніки на технологічних операціях потрібен кінцевий, отриманий результат. В теперішній час наявність нових засобів отримання, передачі і збору інформації надає можливість проводити контроль і моніторинг проведення технологічної операції в ході виконання технологічного процесу. На це також впливає поява удосконалених виконавчих органів та механізмів. Фундаментом при оперативному управлінні стала можливість варіювати параметрами перебігу технологічного процесу і контролю його протікання. При цьому важливу роль відіграє накопичення інформації у вигляді статистичних даних. Такі дані використовується при формуванні інформаційного потоку, який застосовується для тактичного управління. Також на етапі оперативне управління відбувається оцінка більшості ризикових ситуацій. Поява ризиків пов'язана з невизначенністю змін зовнішніх умов при функціонуванні системи. Наприклад, відмова техніки, зміна кліматичних умов, системні похибки проектування чи планування виробництва, фінансові складнощі, травми та хвороби робітників тощо. Безумовно, значну частину ризиків важливо передбачити на етапах тактичного або стратегічного управління. Ступінь впливу таких ризиків

можна зменшити способами страхування і резервування. Але процеси резервування повинні бути оптимізованими.

Таким чином можна зробити висновок, що жоден етап управління не можливо розглядати окремо від загальної системи прийняття управлінських рішень. А відтак на підприємстві необхідно створити адаптивну систему прийняття управлінських рішень для оптимального його функціонування. Тільки така система буде в змозі враховувати постійні та змінні фактори. На усіх трьох етапах управління відбувається процес прийняття управлінських рішень. Сучасні технології дозволяють безпосередній вплив на технологічний процес, що збільшує вагу оперативного управління. На вибір напрямку розвитку накладають певні обмеження і умови наявні ресурси підприємства і обрані технології. Система управління повинна бути адаптованою і скорегованою під функціонування підприємства і базуватися як на суб'єктивній думці особи що приймає рішення, так і на інформаційних системах, що дозволяють кількісно описати перебіг протікання процесу виробництва.

2. ОПТИМІЗАЦІЯ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНІКИ ТА СКЛАДУ МТП

2.1 Методика обґрунтування складу комплексів машин

Однією з важливих задач працівників інженерно-технічної служби сільськогосподарського підприємства є визначення мінімального, але достатнього кількісного складу машинного парку для кожної машинно-технологічної ланки або окремого підприємства в цілому, який забезпечує ефективне використання техніки при виробництві сільськогосподарської продукції.

При обґрунтуванні складу комплексів машин машинно-тракторного парку, головною вимогою постає дотримання операційних технологій. В першу чергу агростроків технологічної операції та агротехнологічних вимог її виконання. Це створює умови забезпечення виробничих процесів, запроектованого технологічного рівня та надає можливість отримання максимального запланованого результату виробництва продукції рослинництва.

Для покращення вирішення такої важливої задачі – використовуються методи математичного моделювання при обґрунтуванні та оптимізації машинно-тракторного парку. При наявності та використанні персональних ЕОМ вирішення такої задачі відбувається швидше.

За оптимізацію параметрів чи самого об'єкта виступає процес вибору найкращого варіанта його функціонування з усіх можливих.

Поняття «найкращий», у більшості випадків, повинно носити кількісне вираження:

- продуктивність – максимальна;
- втрати врожаю – мінімальні;
- витрати ресурсів – мінімальні;
- коефіцієнт корисної дії – максимальний, тощо.

Оптимізація об'єкта управління передбачає визначення значень впливових на кінцевий результат факторів (керованих параметрів), за яких окремий параметр об'єкта приймає мінімальне або максимальне значення.

Умовною оптимізацією називають методи визначення екстремуму певної функції на яку накладаються обмеження. Ці методи реалізовані в теорії математичного моделювання. Теоретично вони розбиваються на методи динамічного, нелінійного та лінійного і геометричного програмування. Конкретна задача обумовлює вибір методу оптимізації.

При обґрунтуванні та оптимізації МТП виділяють наступні методи:

- чисельні;
- аналітичні;
- графічні.

Аналітичному методу рішення притаманне варіаційне і диференціальне обчислення. При аналітичному методі розрахунку формуються задачі лінійного програмування, що відповідають моделі, в якій реалізовується задача визначення кількісного складу МТП. В ній знаходиться екстремум цільової функції, межі зміни параметра якої обмежені системою нерівностей або рівнянь.

Економіко-математична модель задачі для обґрунтування оптимальної структури МТП повинна містити функцію цілі, критерій оптимізації, і обмеження, що накладаються конкретними умовами виробництва. До обмежень можна віднести:

- 1) повне виконання заданого обсягу робіт в заплановані терміни обумовлені агротехнічними, зоотехнічними та іншими вимогами;
- 2) кількість техніки, що використовується, не повинна перевищувати заданого або наявного числа;
- 3) чисельність працівників точно задана або мінімальна;
- 4) мінімальна кількість використання палива та мастильних матеріалів;
- 5) мінімальні витрати технологічного матеріалу.

В загальному вигляді задача формується наступним чином:

необхідно визначити такі значення n змінних, які відповідають m умовам:

$$z = (x_1, x_2, \dots, x_n) \{ \leq, =, \geq \} A_i \quad i=1, 2, \dots, m, \quad (2.1)$$

та мінімізують або максимізують функцію:

$$F_{\min} = g(x_1, x_2, \dots, x_n). \quad (2.2)$$

При цьому задається, що z_i — визначені функції, A_i , — обґрунтовані константи, кожне обмеження приведене до канонічного вигляду — використовується лише один із знаків, а змінні відповідають умові невід'ємності.

Умови реалізуються через обмеженнями, а модель — цільовою функцією за певним критерієм оптимальності.

В задачах безумовної оптимізації, на параметри змінних (x_1, x_2, \dots, x_n) не накладені ні які обмеження. При введенні обмежень, які обґрунтовані m умовам (нерівностями або рівняннями), то така задача перетворюється в задачу з умовною оптимізацією, яку можна вирішити кількісними методами [28].

Графічному методів визначення складу МТП притаманні моделі процесу використання техніки. В таких моделях критерій мінімуму витрат ресурсів замінюють вимогою рівномірного використання техніки на протязі виробничого циклу виробництва сільськогосподарської продукції. За такої заміни, процес знаходження рішення задачі спрощується і стає можливим застосування елементарного математичного апарату і простіших обчислювальних засобів. Але тоді отримані результати є наближеними до оптимальних. З економічного погляду цілком допустимі.

Визначення оптимального складу машинно-тракторного парку підприємства графічним способом виконується у наступній послідовності:

- 1) встановлюють строки та обсяги виконання механізованих польових робіт;
- 2) визначають потребу в машинах для виконання технологічних операцій;
- 3) формують графіки використання техніки та сільськогосподарських агрегатів;
- 4) встановлюють потребу підприємства в техніці.

В деяких випадках доцільне застосування нормативного (сумарного) методу планування складу парку машин. Він оснований на використанні нормативах зональних енерговитрат на виробництво 1000 га окремої культури і річного наробітку на трактор для кожного їх класу встановленого в умовних еталонних гектарах.

Нормативи зональних енерговитрат розраховуються нормативно-дослідницькими установами на 1000 га ріллі за технологічними картами, а нормативний річний наробіток для окремого типу тракторів — розрахунковим та аналітичним методами або за відсутності початкової інформації, методом, що базується на середньопрогресивному аналізі даних про роботу техніки за минулі періоди. При цьому треба враховувати певну неодноразовість виконання робіт у типових виробничих процесах.

В результаті процесу оптимізації отримують кращі варіанти проектних рішень в інженерній, виробничій, фінансовій діяльності підприємства та на їх базі ґрунтують проектування, планування та управління виробництвом продукції рослинництва.

2.2 Лінійне програмування при реалізації моделей оптимізації використання техніки

Аналіз умов використання техніки, продуктивність сільськогосподарських агрегатів значно залежить від значної кількості факторів. Вона обумовлена як режимами роботи та параметрами конкретного агрегату (шириною захвату, потужністю та робочою швидкістю), так і

природними та виробничими умовами — розмірами земельної ділянки, довжиною гону, кутами нахилу рельєфу, типом ґрунту, рівнем організації використання техніки тощо. Повний час зміни при використанні машинних агрегатів на виконанні ґрунтообробних робіт включає тривалість виконання усіх необхідних елементів технологічного процесу, від початку до кінця зміни. Таким чином загальний час зміни при роботі сільськогосподарських агрегатів виражається у вигляді суми [9]:

$$T_{3M} = T_{ц.ТО} + T_{о.н.} + T_{і.р.} + T_{х.х.} + T_{Тл.о.} + T_{у.в.} + T_{і.п.} + T_{ос.п.} + T_{п.} + T_{О},$$

де $T_{ц.ТО}$ — тривалість ЦТТО машинних агрегатів, год.;

$T_{о.н.}$ — втрати часу на отримання наряду;

$T_{і.р.}$ — час переїздів сільськогосподарських агрегатів до місць виконання роботи і в зворотному напрямку;

$T_{х.х.}$ — час холостого ходу трактора;

$T_{у.в.}$ — час, що витрачається на усунення технологічних і технічних відмов, які трапляються при роботі сільськогосподарських агрегатів;

$T_{і.п.}$ — час, що витрачається на переїзд з одного поля на друге;

$T_{п.}$ — час, простою техніки з кліматичних причини та інших причин організаційного характеру;

$T_{О}$ — час чистої (основної) роботи.

(2.3)

Точність розрахунку продуктивність — один із найважливіших умов оптимізації показників використання сільськогосподарських агрегатів. Від нього великій мірі залежить оптимізація ефективності роботи комплексів машин.

Цілочислову кількість сільськогосподарських агрегатів на виконанні окремої технологічної операції можна визначити при відомих обсягах робіт та продуктивність сільськогосподарських агрегатів:

$$\chi_{ij} = \text{int} \left(\frac{\varpi_j}{W_{ij}} \right) + 1$$

(2.4)

Оптимізація роботи сільськогосподарських агрегатів може проводитись за критеріями мінімізації приведених витрат та затрат часу, мінімізації витрати палива тощо.

Собівартість є одним з головних критеріїв економічної оцінки механізованого виробництва сільськогосподарських культур. Вона складається з прямих експлуатаційних витрати, вартості технологічних матеріалів (пестицидів, насіння, добрива тощо) та затрат по управлінню виробництвом.

Прямі експлуатаційні витрати це кошти, що витрачені на одиницю роботи. Вони розраховуються по кожній операції окремо для кожного з обраних сільськогосподарських агрегатів [7].

Прямі експлуатаційні витрати, що витрачаються на одиницю роботи одним агрегатом визначають по формулі:

$$C = C_1 + C_2 + C_3 + C_4, \text{ грн/га,} \quad (2.5)$$

де C_1 —оплата праці персоналу, грн/га;

C_2 —вартість паливо-мастильних матеріалів, грн/га;

C_3 —амортизація енергетичного засобу і сільськогосподарських машин-знарядь, що входять до складу сільськогосподарського агрегату, грн/га;

C_4 —витрати на технічне обслуговування, поточний ремонт, грн/га.

Оплата праці робітників, що обслуговують сільськогосподарський агрегат, визначається:

$$C_1 = \frac{m_1\Pi_1 + m_2\Pi_2 + \dots + m_n\Pi_n}{W_{зм}}, \text{ грн/га, (т, т}\cdot\text{км),} \quad (2.6)$$

де m_1, m_2, \dots, m_n — кількість робітників, що обслуговують сільськогосподарський агрегат у відповідності до кваліфікації (розряду);

$\Pi_1, \Pi_2, \dots, \Pi_n$ — нормативна оплата праці за виробіток працівника кожної кваліфікації, грн.

Вартість ПММ визначають по формулі:

$$C_2 = C_k \cdot Q, \text{ грн/га,} \quad (2.7)$$

де C_k — ціна одного кілограма палива, грн.

Амортизаційні відрахування на машини і трактор в агрегаті визначають по формулі:

$$C_3 = \sum \frac{B_i \cdot n_i \cdot a_i}{100 \cdot W_T \cdot t_i}, \text{ грн/га,} \quad (2.8)$$

де B_i — балансова вартість i -ої машини в агрегаті, грн;

a_i — норма амортизаційного відрахування на i -у машини в агрегаті, %;

n_i — кількість i -их машин в агрегаті;

W_T — продуктивність агрегату, га/год;

t_i — річне завантаження i -ої машини в агрегаті, год.

Відрахування на ПР та ТО як трактора так і сільськогосподарської машини визначають по формулі:

$$C_4 = \sum \frac{B_i \cdot n_i \cdot p_i}{100 \cdot W_T \cdot t_i}, \text{ грн/га,} \quad (2.9)$$

де p_i — норма відрахування на технічне обслуговування та поточний ремонт відповідного енергетичного засобу, окремо зчіпки та сільськогосподарської машини, %.

Приведені затрати, розраховуються на гектар обробленої площі, визначаються по формулі:

$$P_3 = C + E \cdot K, \text{ грн/га,} \quad (2.10)$$

де E — коефіцієнт, що характеризує ефективність капіталовкладень ($E = 0,15$);

K —питомі капіталовкладення, грн/га.

$$K = \sum \frac{B_i}{W_T \cdot t_i}, \text{ грн/га.} \quad (2.11)$$

Прямі затрати на виробництво окремої сільськогосподарської культури визначають як суму прямих експлуатаційних витрат та вартості витрачених матеріалів:

$$P = C + M, \text{ грн/га.} \quad (2.12)$$

Вартість насіння визначається за формулою:

$$M = H_n \cdot C_n, \text{ грн/га,} \quad (2.13)$$

де H_n — норма висіву, т/га;

C_n — вартість насінневого матеріалу, грн./т.

При моделюванні структури комплексів машин обґрунтується набір техніки та оптимізується її використання. На сучасному рівні виробництва такі задачі необхідно вирішувати окремо для кожного підприємства з врахуванням його особливостей: природно-кліматичними умовами, наявності відповідних ресурсів та фінансів у загальному системному взаємозв'язку: Ланцюг такого взаємозв'язку: набір культур → сівозміни → попередники → обрана культура → визначена технологія → технологічна операція → сільськогосподарські машини чи знаряддя → трактор → сільськогосподарський агрегат → комплекс машин → парк техніки.

Встановлення раціональної площі, що відводиться під вирощування певної культури, та забезпечення ефективного використання парку техніки також вирішується за допомогою побудови математичних моделей. Тому, для продуктивного господарювання, питання визначення структури комплексу машин та їх використання у системі загального машинного парку окремого сільськогосподарського підприємства, має велике значення.

Загальний технологічний процес складається із основних, допоміжних і суміжних операцій вирощування, збирання, зберігання та переробки сільськогосподарських продукції.

Основні операції – ведучі операції робочого циклу виробництва.

Допоміжні операції – операції без яких не виконуються основні.

Суміжні операції – операції, що не впливають на протікання технологічного процесу, але їх виконання покращує технологічний процес.

Основні, допоміжні і суміжні операції в складі технологічного процесу виконуються різними машинними агрегатами, що мають різну продуктивність. А відтак тривалість виконання однієї операції залежить від складу агрегату, його продуктивності і необхідної кількості.

Тривалість виконання циклу взаємозв'язаних робіт визначається тривалістю основних операцій циклу.

Тривалість основної операції циклу механізованих робіт знаходиться із залежності:

$$d_j^0 = \frac{S_k k^0}{W_{ij}^0 \cdot T_{cm} \cdot k_{cm} \cdot \text{int}\left(\frac{\varpi_j^0}{W_{ij}^0} + 1\right)} \leq d_{\text{доп}}$$

(2.14)

а кількість агрегатів на виконанні основної операції встановлюється:

$$x_{ij}^0 = \text{int}\left(\frac{\varpi_j^0}{W_{ij}^0} + 1\right).$$

(2.15)

Тривалість протікання допоміжних операцій повинна відповідати тривалості виконання основних, тобто:

$$d_j^D = d_j^0,$$

(2.16)

тоді, кількість агрегатів на допоміжну операцію становитиме:

$$x_{ij}^D = \text{int} \left(\frac{S_k \cdot k^0}{d_j^0 \cdot W_{ij}^D \cdot T_{zm} \cdot k_{zm}} + 1 \right).$$

(2.17)

Тривалість виконання допоміжної операції не повинна перевищувати тривалості основної, тоді:

$$d_j^C \leq d_j^0,$$

(2.18)

і кількість агрегатів, яких необхідно мати для виконання допоміжної операції, буде:

$$x_{ij}^C = \text{int} \left(\frac{S_k \cdot k^C}{d_j^C \cdot W_{ij}^C \cdot T_{zm} \cdot k_{zm}} + 1 \right),$$

(2.19)

де x_{ij}^0 , x_{ij}^D , x_{ij}^C — кількість агрегатів, які необхідні для, відповідно, основної, допоміжної та суміжної операцій;

S_k — площа під сільськогосподарську культуру;

k^0 , k^D , k^C — кратність виконання відповідних робіт;

$d_{\text{доп}}$ — допустима у відповідності з агротехнічними вимогами тривалість заданого циклу робіт;

d_j^0 , d_j^D , d_j^C — тривалість виконання відповідної операції;

W_{ij}^0 , W_{ij}^D , W_{ij}^C — продуктивність агрегатів, що використовуються, відповідно, на основних, допоміжних і суміжних операціях;

ω_j^0 , ω_j^D , ω_j^C — годинний обсяг робіт на відповідній операції;

T_{zm} — тривалість зміни;

k_{zm} — коефіцієнт змінності.

Важливим показником для визначення кількості машинних агрегатів на виконанні запланованого обсягу робіт є коефіцієнт використання агрегату K_{ij}^a , який визначається за формулою:

$$K_{ij}^a = \frac{S_k \cdot k}{d_j \cdot W_{ij} \cdot T_{zm} \cdot k_{zm} \cdot x_{ij}} \leq 1, \quad (2.20)$$

Аналіз залежності даної показує, якщо $K_{ij}^a > 1$, то величина x_{ij} збільшує значення, тобто зменшення до значення d_j не призводить до зміни x_{ij} . А значить, за менш тривалий час виконання того ж самого обсягу робіт однією кількістю агрегатів – можливе.

Із привелених залежностей витікає, що збільшення кількості сільськогосподарських агрегатів на основні операції призведе до збільшення кількості машин на допоміжних операціях при незначному зменшенні тривалості виконання.

Поряд з цим аналіз залежності (2.19) показує також, що тільки з переходом межі $W_{ij}^{c;n} = \omega_j$, де $n = 1, 2, \dots, n$, величина x_{ij} може змінити своє значення. Зважаючи на це – при зменшенні до деякого значення d_j величина x_{ij} не змінюватиме свого значення. Тобто, за менший час можна зробити роботу однаковою кількістю агрегатів, за умови їх вірного розподілу на відповідні до переліку операцій технологічного процесу.

Відомо, що одну і ту ж роботу можуть виконувати різні за складом сільськогосподарські агрегати із притаманними тільки їм показниками роботи. На виконанні окремої операції можуть бути застосовані m варіантів різного агрегування. Будь-який технологічний процес виробництва продукції рослинництва складається з закінченого числа операцій, кількість яких позначається змінною n . Тоді матриця розміром $n \times m$ представляє множину можливих варіантів використання сільськогосподарських агрегатів.

Критеріями оптимізації, як вже наголошувалось, можуть бути затрати робочого часу ($H \rightarrow \min$), приведені витрати ($C \rightarrow \min$), витрата палива ($\Pi \rightarrow \min$), а також коефіцієнт використання парку машин ($K_{\Pi} \rightarrow \max$), капіталовкладення ($K_B \rightarrow \min$), матеріаломісткість ($M \rightarrow \min$). Параметри використання сільськогосподарських агрегатів виражаються через a_{ij} ($i = 1, 2, \dots, m; j = 1, 2, \dots, n$).

Множина варіантів використання сільськогосподарських агрегатів за річний період виконання робіт зображується матрицею:

$$S = \|a_{ij}\| = \{V_{ij}, D_{ij}, d_{ij}, x_{ij}, W_{ij}, C_{ij}, H_{ij}, M_{ij}, \Pi_{ij}, K_{\text{п}ij}, K_{\text{в}ij}\}.$$

(2.21)

Тоді підмножина $x_{ij} \in S$ включає елементи, у які включаються типи енергетичних засобів t ($t = 1, 2, \dots, T$), сільськогосподарські машини ξ ($\xi = 1, 2, \dots, \Xi$) та їх кількість при агрегуванні z_{ξ} . Тоді:

$$x_{ij} = \{t, \xi, z_{\xi}\}.$$

(2.22)

Використовуючи один із критеріїв оптимізації, можна визначити найбільш «ефективний» варіант машинного агрегату для виконання кожної із операцій.

Кількість енергетичних засобів оптимального комплексу машин визначається по формулі:

$$X_t^e = \max_l \left| \sum_{t=1}^T \sum_{j=1}^n \sum_{l=D_j}^{D_j^k} x_{l(j)} \right|.$$

(2.23)

Кількісний і якісний склад сільськогосподарських машин або знарядь, що увійшли в склад оптимального комплексу машин, залежить від складу сільськогосподарських агрегатів, в яких використовуються енергетичні засоби оптимального комплексу машин:

$$X_{\xi}^c = \max_l \left| \sum_{\xi=1}^{\Xi} \sum_{j=1}^n \sum_{l=D_j}^{D_j^k} (x_{l(j)} z_{\xi}) \right|.$$

(2.24)

Виділивши із переліку технологічних операцій ті, які виконуються при вирощуванні культур для моделі сівозміни, і прийнявши, що α — номер першої операції, а β — кількість операцій по обраній культурі, можна визначити оптимальні комплекси машин для виробництва

сільськогосподарських культур. Для цього достатньо, використавши (2.22) і (2.21), взяти суму для i так, щоб $i = \alpha, \alpha + 1, \dots, \alpha + \beta$.

Отримані склади комплексів машин в структурі машинного парку – обґрунтовані. Вони є його складовою частиною і їх робота взаємозв'язана з використанням усього парку машин.

Розкривши множину S із використанням (2.23) і (2.24), одержуємо технологічний процес виробництва сільськогосподарських культур в сівозміні, який дає можливість оптимального використання техніки з урахуванням дотримання строків виконання робіт.

Цільову функцію – $Y(f)$ системи узгоджених математичних моделей, що розглянута вище, для визначення структури комплексів машин у загальному вигляді можна реалізувати залежністю:

$$Y = \max Kr^e \{ \mathfrak{R}(\rho_i); \Phi(\varphi_i); \Theta(\xi_i); \Omega(\omega_i) \} \quad (2.25)$$

де Kr^e – критерій оптимізації;

$\{ \mathfrak{R}(\rho_i); \Phi(\varphi_i); \Theta(\xi_i); \Omega(\omega_i) \}$ – система у динамічному стані {попередник → культура → обрана технологія → оптимізована технологічна операція → сільськогосподарська машина або знаряддя → енергетичний засіб → машинно-тракторний агрегат → комплекс машин}.

Ефективність використання наявного машинно-тракторного парку – одна з найбільш важливих задач для сільськогосподарського підприємства. Вдале рішення такої задачі дозволить знизити собівартість продукції та підвищити рівень прибутковості виробництва.

Економіко-математичне моделювання передбачає реалізацію моделей та проведення складних і об'ємних розрахунків на сучасних ЕОМ. З їх допомогою можна отримати оптимальний розв'язок задачі без перегляду кожного з можливих варіантів. Експлуатація машинно-тракторного парку підприємства за загальним оптимальним планом призводить до підвищення ефективності усієї системи машин за рахунок оптимального їх використання

для усіх періодів часу. Виходячи з загальної мети, з'являється можливість організувати найбільш ефективну експлуатацію кожної машини в такий спосіб та за таким призначенням, що увесь МТП підприємства використовувався максимально ефективно [16, с. 3-5].

Загальна модель формулюється наступним чином [17, с. 230]:

Знайти екстремум цільової функції

$$Z = \sum_{l=1}^n c_l x_l + \sum_{L=n+1}^s c_L x_L \quad (2.26)$$

за умови:

1) кількість машин, що необхідно для виконання певного обсягу робіт в розрізі кожного агротехнічного періоду може бути більшою, ніж фактично потрібно:

$$\sum_{l=1}^n a_{kl} x_l \geq b_k, \quad k = \overline{1, m}; \quad (2.27)$$

2) роботи не можуть тривати більше днів, ніж встановлено агротехнічними вимогами:

$$\sum_{L=n+1}^s q_{jL} x_L \geq \sum_{l=1}^n P_{jl} x_l, \quad j = \overline{m+1, t} \quad (2.28)$$

3) кількість машин кожної марки не перевищує кількості тракторів з якими вони агрегатуються

$$x_{il} \geq \sum_{L=n+1}^s \alpha^L x_{iL}, \quad j = \overline{l+1, w} \quad (2.29)$$

4) невід'ємність змінних $x_l \geq 0, x_L \geq 0$.

де l – порядковий номер сільськогосподарської машини, $l = \overline{1, n}$;

L – порядковий номер трактора, $L = \overline{n+1, s}$;

k – порядковий номер робіт, $k = \overline{1, m}$;

j – період робіт, $j = \overline{m+1, t}$;

P – час роботи агрегату або агротехнічний термін виконання роботи;

q – наробіток трактора;

x_l – кількість машин типу l ;

x_L – кількість тракторів типу L ;

c_l – коефіцієнт цільової функції для машин типу l ;

a_{kl} – продуктивність машин типу l на k -тій роботі

c_L – коефіцієнт цільової функції для тракторів типу L ;

b_k – обсяг k -того виду роботи;

P_{jl} – термін виконання роботи в агротехнічному періоді;

q_{jL} – можлива кількість робочих днів для виконання роботи трактором типу L за агротехнічний період;

α^l – коефіцієнт для агрегування (якщо машина виду l не агрегується з трактором типу L , то $\alpha=0$; якщо навпаки, то $\alpha=1$)

Розв'язання нерівностей 2.27 та 2.28 дозволить визначити відповідні марки машин і їх кількість, що потрібні для виконання усіх запланованих робіт на підприємстві. Результат розв'язання нерівності 2.29 покаже, яким повинен бути машино-тракторний парк на підприємстві [17, с. 232].

Різноманітність впливів та факторів, що треба враховувати при визначенні продуктивності машинно-тракторного парку, та змінні умови його експлуатації, викликають необхідність їх систематизації. Запропоновано виділити три основні групи факторів, які відображають ефективність використання машинно-тракторного парку підприємства (рис. 2.1).



Рис. 2.1. Основні фактори впливу на ефективність використання техніки[35, с. 17]

Перша та друга групи факторів впливають, безпосередньо, на підвищення ефективності використання техніки, а третя – створює умови для зміни результативності такого використання [35, с. 17].

3. АНАЛІЗ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ ВИКОРИСТАННЯ ТЕХНІКИ

3.1. Оцінка ефективності використання МТП

На загальну ефективність аграрного виробництва впливають багато факторів, особливу роль, поміж яких, відіграє механізація. Підвищення рівня механізації призводить як до зниження трудомісткості, а, відповідно, і собівартість продукції, так і на підвищення обсягів виробництва через дотримання строків польових робіт, зменшення втрат урожаю.

Оптимальна організація використання техніки передбачає систему заходів, яка забезпечує виконання сезонних і змінних норм виробітку. Серед них можна виділити: розподіл обсягу тракторних робіт за марками, з урахуванням оптимального їх використання, за рахунок комплектування агрегатів; виконання різних операцій комбінованими агрегатами (культивуація і вирівнювання ґрунту, сівба та внесення добрив, підготовка ґрунту і сівба та ін.); складання графіків із взаємозалежними видами робіт (транспортування, збирання, доробка, зберігання та ін.); групова робота агрегатів; розробка маршрутів руху агрегатів; двозмінна робота та інші заходи, що сприяють оптимальному використанню техніки. Зростання виробітку на трактор чи комбайн за рахунок оптимізації їх роботи, рівнозначне збільшенню їх кількості, але без додаткових витрат.

Спочатку проаналізуємо забезпеченість підприємства основними сільськогосподарськими машинами, а також зміну їх кількості за 2019-2020 рр. (табл. 3.1). Перелік техніки господарства наведено в додатку Г.

ДП «ДГ «Степне» експлуатує 41 трактор, 45 автомобілів, в т.ч. вантажних 22, 3 кормозбиральний та 2 зернозбиральних комбайни.

Аналіз табл. 3.1 показує, що за останні три роки спостерігається тенденція до збільшення сільськогосподарської техніки. Так, у 2020 р. по відношенню до 2018 р. підприємство збільшило кількість на 3 трактори, на 4 тракторних причепи та на 8 транспортерів. Зокрема, в 2020 р. додалось два

трактори МТЗ-1221 «Беларус» та John Deere 8420, 3 культиватори, 2 плуги та одну дискову борону.

Таблиця 3.1 – Забезпеченість основними машинами та устаткуванням ДП «ДГ «Степне», 2018-2020 рр., шт.

Показники	Роки			Абсолютне відхилення 2020 р. від 2018 р.
	2018	2019	2020	
Трактори всіх марок (без тракторів, на яких змонтовані машини)	38	39	41	3
Трактори на яких змонтовані машини	4	4	4	–
Тракторні причепа	3	7	7	4
Сівалки	8	8	8	–
Сінокосарки тракторні	4	4	4	–
Комбайни: зернозбиральні	2	2	2	–
Кормозбиральні	1	1	1	–
Доїльні установки та агрегати	33	33	33	–
Транспортери для прибирання гною	–	4	8	8

В склад машинно-тракторного парку ДП «ДГ «Степне» входять такі марки тракторів: МТЗ-1221 «Беларус», Т-150, К-700, МТЗ-82, МТЗ-80, John Deere 8420, CASE PUMA. Крім того, слід зазначити, що трактори, Т-16, Т-40А та Т-156 станом на 2020 р. передбачені до списання, і в аналізі, їх показники враховуватись не будуть. Аналіз використання тракторів приводимо в таблиці 3.2.

Таблиця 3.2 – Показники ефективності використання тракторів у ДП «ДГ «Степне», 2018-2020 рр.

Показники	Роки			2020 р. до 2018 р., %
	2018	2019	2020	
1	2	3	4	5
Всього еталонних тракторів, шт.	25,79	27,99	32,63	126,5
Витрати пального, т	153,60	241,61	252,02	164,1
Відпрацьовано за рік – всього:				
- машино-днів	2873,08	3997,97	4025,62	140,1
- машино-змін	3131,66	4073,53	4134,31	132,0
- нормо-змін	3594,22	4285,82	4138,74	115,2
- машино-годин	22861,10	29065,24	29668,82	129,8
Річний обсяг тракторних робіт, ум.ет.га	19821,90	27565,31	28816,52	145,4
Витрати на експлуатацію МТП, тис. грн	2916,47	4417,72	4986,19	171,0
Показники інтенсивності:				
Відпрацьовано 1 трактором за рік:				
- машино-днів	111,40	142,84	123,37	110,7

продовження таблиці 3.2

1	2	3	4	5
- машино-змін	121,43	145,54	126,70	104,3
- нормо-змін	139,36	153,12	126,84	91,0
Коефіцієнт використання тракторного парку	0,31	0,39	0,34	110,7
Коефіцієнт змінності	1,09	1,02	1,03	94,2
Середньорічна тривалість зміни, год	7,30	7,14	7,18	98,3
Показники продуктивності:				
Виробіток на 1 трактор, ум.ет.га:				
- річний	768,59	984,83	883,13	114,9
- денний	6,90	6,89	7,16	103,8
- змінний	6,33	6,77	6,97	110,1
- годинний	0,87	0,95	0,97	112,0
Коефіцієнт виконання змінних норм виробітку	1,15	1,05	1,00	87,2
Показники економічності:				
Собівартість 1 ум.ет.га, грн	147,13	160,26	173,03	117,6
Витрати пального на 1 ум.ет.га, кг	7,75	8,77	8,75	112,9

Як показано в таблиці 3.2, у 2020 р. у порівнянні з 2018 р. відбувається покращення показників використання тракторів підприємства. Про це свідчить збільшення машино-днів на 10,7 % та машино-змін у роботі на 4,3 % на 1 умовно-еталонний трактор, середнього річного виробітку – на 14,9 %, і збільшення коефіцієнта використання з 0,31 до 0,34. Таке зростання пояснюється збільшенням виробництва продукції рослинництва і, відповідно, збільшення, у цій галузі, обсягів тракторних робіт. Підвищення інтенсивності використання тракторів, також призводить до зростання витрат пального та загальної собівартості механізованих робіт. Собівартість 1 ум. ет. га за 2018-2020 рр. збільшилася на 25,9 грн. Це обумовлює підвищення собівартості сільськогосподарської продукції.

У 2020 р. у порівнянні з 2018 р. загальний обсяг виконаних тракторами робіт збільшився на 8994,6 ум. ет. га. Таке зростання відбулося за рахунок збільшення середньорічної кількості еталонних тракторів (обсяг виконаних тракторами робіт збільшився на 5257,1 ум. ет. га), виробітку на один трактор за день (збільшення на 3091,9 ум. ет. га) та кількості відпрацьованих тракторами днів за рік (збільшення на 2694,4 ум. ет. га).

Зменшення коефіцієнта змінності призвело до того, що обсяг робіт знизився на 1605,3 ум. ет. Га. За рахунок скорочення тривалості зміни на 0,06 год. обсяг робіт зменшився на 443,6 ум. ет. га.

Аналіз використання комбайнів у ДП «ДГ «Степне» приведено в таблиці 3.3.

Таблиця 3.3 – Показники ефективності використання зернозбиральних комбайнів у ДП «ДГ «Степне», 2018-2020 рр.

Показники	Роки			2020 р. до 2018 р., %
	2018	2019	2020	
Середньосезонна кількість комбайнів, шт.	2,00	2,00	2,00	100,0
Площа збирання зернових культур, га	3220,00	5582,00	5138,00	159,6
Намолот зерна, т	15469,80	25386,30	42941,50	у 2,8 рази
Витрати пального, т	42,80	78,60	77,80	181,8
Відпрацьовано за сезон – всього:				
- машино-днів	181,00	212,00	226,00	124,9
- машино-змін	244,35	360,40	367,25	150,3
- машино-годин	1842,40	2803,91	2816,81	152,9
Тривалість збиральних робіт, днів	110,00	121,00	114,00	103,6
Показники інтенсивності:				
Відпрацьовано одним комбайном за сезон:				
- машино-днів	90,50	106,00	113,00	124,9
- машино-змін	122,18	180,20	183,63	150,3
Коефіцієнт використання фонду робочого часу	0,82	0,88	0,99	120,5
Цілоденні простой на один комбайн, днів	19,50	15,00	1,00	5,1
Показники продуктивності:				
Коефіцієнт змінності	1,35	1,70	1,63	120,4
Середня тривалість зміни, год.	7,54	7,78	7,67	101,7
Виробіток на один комбайн, га:				
- середньосезонний	1610,00	2791,00	2569,00	159,6
- денний	17,79	26,33	22,73	127,8
- змінний	13,18	15,49	13,99	106,2
- годинний	1,75	1,99	1,82	104,4
Намолочено зерна на один комбайн, т:				
- за сезон	7734,90	12693,15	21470,75	у 2,8 рази
- за день	85,47	119,75	190,01	у 2,2 рази
- за зміну	63,31	70,44	116,93	184,7
- за годину	8,40	9,05	15,24	181,6
Показники економічності:				
Витрати палива на 1 га зібраної площі, л	13,29	14,08	15,14	113,9

На основі аналізу табл. 3.3 робимо висновок, що покращення основних показників використання комбайнів протягом останніх років пов'язане із збільшенням завантаженості на один комбайн та високою урожайністю. Площа збирання зернових збільшилася на 59,6 %, а намолот зерна у 2,8 рази, а відтак збільшилися машино-дні у роботі на 24,9 % на 1 комбайн, машино-зміни – на 50,3 %, обсяги намолоту зерна – у 2,8 рази за сезон та за зміну на

84,7 %. Така продуктивність комбайнів, призвела до зростання коефіцієнтів використання робочого часу та змінності, відповідно, на 20,5 % та 20,4 %.

Зростання інтенсивності використання комбайнів призвело до зростання витрати палива на 1 га зібраної площі на 1,85 л за 2018-2020 рр.. Інтенсифікація процесу виробництва за останні три роки призвела до скорочення простоїв на 94,9 %.

Відсутність простоїв комбайнів залежить від організації роботи вантажного транспорту.

Собівартість транспортних робіт включаються в собівартість сільськогосподарської продукції. Знизити собівартість можна лише завдяки оптимальному використанню вантажних автомобілів. Для аналізу рівня використання вантажних автомобілів застосовують техніко-економічні показники (табл. 3.4), які відображають продуктивність, режим і умови роботи транспортних засобів.

Таблиця 3.4 – Ефективність використання вантажного автотранспорту у ДП «ДГ «Степне», 2018-2020 рр.

Показники	Роки			2020 р. до 2018 р., %
	2018	2019	2020	
1	2	3	4	5
Середньо облікова кількість вантажних автомобілів, шт.	29,0	33,0	35,0	120,7
Вантажопід'ємність середньооблікового автомобіля, т	3,8	3,8	4,4	115,4
Автомобіле-дні перебування в господарстві, тис.	10,6	11,3	12,7	119,8
Автомобіле-дні в роботі, тис.	2,6	3,0	4,0	153,8
Автомобіле-тонно-дні перебування в господарстві, тис.	40,5	43,2	56,0	138,3
Час у наряді, тис. год.	21,2	24,7	33,4	157,5
Загальний пробіг, тис. км	286,6	317,0	514,3	179,4
з нього пробіг з вантажем, тис. км	154,7	141,2	216,2	139,8
Перевезено вантажів, тис. тонн	59,6	69,7	97,5	163,6
Обсяг вантажообороту, тис. ткм	722,5	772,3	1759,4	у 2,4 рази
Витрати на експлуатацію, тис. грн	2734,2	3351,8	8875,3	у 3,2 рази
у т.ч. витрати пального, тис. л	98,6	157,0	187,6	190,3
Показники інтенсивності:				
Коефіцієнт використання автопарку	0,25	0,27	0,31	x
Відпрацьовано 1 автомобілем за рік, днів	89,66	90,91	114,29	127,47
Середня тривалість робочого дня, год.	8,2	8,2	8,4	102,4
Середня експлуатаційна швидкість руху, км/год.	13,5	12,8	15,4	113,9
Коефіцієнт використання пробігу	0,54	0,45	0,42	x

продовження таблиці 3.4

1	2	3	4	5
Середньодобовий пробіг автомобіля, км	110,2	105,7	128,6	116,6
у т.ч. з вантажем	59,5	47,1	54,1	90,8
Середня відстань перевезень тонн вантажу	12,1	11,1	18,0	148,9
Коефіцієнт використання вантажопідйомності	0,79	0,76	0,84	x
Показники продуктивності:				
Виробіток автомобілів на одну середньооблікову автомобіле-тонну	537,1	588,9	635,5	118,3
Кількість тонно-кілометрів на середньооблікову автомобіле-тонну в тонно-кілометрах	6511,4	6525,2	11467,5	176,1
Показники економічності:				
Собівартість тонно-кілометра, грн	3,78	4,34	5,04	133,30
Прямі експлуатаційні витрати на 100 км пробігу, грн	954,0	1057,4	1725,7	180,9
Прямі експлуатаційні витрати на тонну перевезеного вантажу, грн	45,9	48,1	69,0	150,4
Витрати пального на 100 км пробігу, л	34,4	49,5	36,5	106,0
Витрати пального на 100 ткм, л	13,6	20,3	10,7	78,1
Витрати пального на тонну перевезеного вантажу, л	1,7	2,3	1,9	116,3

Під час аналізу таблиці 3.4 встановлено, що у 2020 р. в порівнянні з 2018 р. покращились основні показники інтенсивності використання вантажного автотранспорту. Зросли середня експлуатаційна швидкість на 13,9 % та середньодобовий пробігу на 16,6 %. Збільшилися коефіцієнти використання з 0,25 до 0,31 та вантажопідйомності – з 0,79 до 0,84.

За рахунок збільшення виробітку автомобілів на одну середньооблікову автомобіле-тонну на 18,3 % та кількості тонно-кілометрів на 76,1 % зросла продуктивність вантажного автотранспорту.

За підвищення інтенсивності використання автотранспорту зросли експлуатаційні витрати на 100 км пробігу на 80,9 %, на тонну перевезеного вантажу – на 50,4 %. Це призвело до зростання собівартості тонно-кілометра на 33,3 %. Використання пального на 100 км пробігу збільшилося на 6 %, а на 100 ткм знизилося на 21,9 %.

Ефективність управління автомобільним парком, на разі, залишилась низькою. Коефіцієнт використання автопарку удвічі нижче нормативного значення, а коефіцієнт використання пробігу знизився на 0,12. Крім того, найбільший виробіток автомобілів був у 2020 р. і склав 635,5 т, а з

оптимальним рівнем використання він має бути біля 1000 т на одну середньооблікову автомобіле-тонну.

Основним чинником, що характеризує ефективність виконання механізованих робіт є їх собівартість. Аналіз собівартості виконаних робіт дає змогу виявити витрати, які мають найбільший вплив і вжити заходів по їх зниженню. Структуру і динаміку витрат на механізовані роботи ДП «ДГ «Степне» приводимо в таблиці 3.5.

Таблиця 3.5 – Структура і динаміка витрат на механізовані роботи ДП «ДГ «Степне», 2018-2020 рр., тис. грн

Стаття витрат	Роки						2020 р. до 2018 р.	
	2018		2019		2020		(+, -)	%
	тис. грн	%	тис. грн	%	тис. грн	%		
Витрати на оплату праці	426,10	14,6	879,13	19,9	1043,61	20,9	617,5	244,9
Паливо і мастила	2003,32	68,7	2583,04	58,5	2910,44	58,4	907,1	145,3
Технічне обслуговування і ремонт	172,07	5,9	390,08	8,8	478,67	9,6	306,6	278,2
Амортизаційні відрахування	241,19	8,3	388,76	8,8	356,01	7,1	114,8	147,6
Послуги	17,50	0,6	52,13	1,2	48,86	1,0	31,4	279,2
Інші витрати	58,33	2,0	123,70	2,8	149,59	3,0	91,3	256,4
Всього	2916,47	100,1	4417,72	100,0	4986,19	100,0	2069,7	171,0

Як показують дані табл. 3.5, на механізовані роботи у 2020 р. витрачено 2916,47 тис. грн, а це на 2069,7 тис. грн. більше ніж у 2018 р або на 71,0 %. Витрати по статтям в їх структурі поділились таким чином: на пально-мастильні матеріали (58,4 %), на оплату праці (20,9 %), ремонт і технічне обслуговування (9,6 %) та амортизаційні відрахування (7,1 %).

Потрібно шукати шляхи зниження собівартості механізованих робіт, а це оптимальне використання пального, скорочення холостих переїздів техніки, раціональне комплектування агрегатів.

3.2. Оптимізація збирально-транспортної ланки підприємства на основі теорії масового обслуговування

У ході дослідження за для зменшення витрат запропоновано розробку

способу розв'язання задачі оптимізації використання техніки у період весняно-літніх полових робіт на основі теорії масового обслуговування. Результати дослідження, що базується на ТМО, порівнюються із стандартною методикою побудови планів використання технічних засобів.

Для удобрення кукурудзи, при внесенні рідких органічних добрив (коров'ячого гною) норма складає 15 т/га (питома вага 1,2 т/м³), у підприємстві використовують 2 розкидача (трактор МТЗ82 + РЖТ-4). Для безперервної доставки добрив на поле із складу, який на відстані 12 км, використовують агрегати: трактор Т-150К + РЖТ-10. Метою дослідження: розрахунок оптимальної кількості заправників, що обслуговують 2 розкидачі. за критерій оптимізації обрано мінімальний робочий час, який проводять важкі технічні засоби на розораному ґрунті. Скорочення сумарного часу простою обох видів техніки дозволяє скоротити час проведення технологічної операції. Технічні характеристики розкидача та заправника приведено в таблиці 3.6.

Таблиця 3.6 – Технічні характеристики розкидача та заправника

Показник	Одиниці виміру	Позначення		Значення показника	
		розкидач	заправник	розкидач	заправник
Швидкість руху	км/год.	V_p	V_z	2	35
Місткість цистерн	м ³	Q_p	Q_z	5	10
Час заповнення цистерн	хв.	t_p	t_z	3	4
Коефіцієнт використ. об'ємів цистерн	–	K		0,95	
Робоча ширина	м	B_p	–	7	–
Час переїзду між двома розкидачами	хв.	–	t_n	–	3

Потрібна кількість заправників (n) за нормативною методикою розраховується за формулою:

$$n = \frac{m \cdot T_z}{(t_p + T_p) \cdot q}, \quad (3.1)$$

де T_z – час рейсу заправника; T_p – тривалість циклу роботи розкидача; m – кількість розкидачів; t_p – час заповнення цистерни розкидача; q – співвідношення об'єму цистерн заправника і розкидача.

Тривалість циклу роботи розкидача:

$$T_p = \frac{Q_p \cdot K \cdot d}{N_d \cdot B_p \cdot V_p}, \quad (3.2)$$

де K – коефіцієнт використання місткості цистерн заправника і розкидача; Q_p – місткість цистерни розкидача; d – питома вага органічних добрив; B_p – робоча ширина захвату розкидача; N_d – базисна норма добрив; V_p – швидкість руху розкидача.

Час одного рейсу заправника:

$$T_3 = t_3 + t_p \cdot q + t_n \cdot \text{кількість розкидачів}^* + 2 \cdot \frac{l}{V_3}, \quad (3.3)$$

де t_3 – час наповнення цистерни заправника; t_n – час переїзду заправника між двома розкидачами; *кількість розкидачів*^{*} – кількість розкидачів, між якими здійснюється переїзд під час одного рейсу заправника; V_3 – швидкість руху заправника; l – відстань від поля до складу.

Співвідношення місткості цистерн заправника і розкидача:

$$q = \frac{Q_3 \cdot K}{Q_p \cdot K}, \quad (3.4)$$

де Q_3 – місткість цистерни заправника.

Реалізацію моделі за допомогою Microsoft Excel приведено на рис. 3.1. У діапазоні A1:E14 наведені вхідні дані, в діапазоні A15:E18 проміжні розрахунки за формулами 3.2-3.4, а у чарунці J2 кількість заправників², що потрібно знайти.

У результаті розрахунків за стандартною методикою було виявлено, що для забезпечення 2-х розкидачів необхідно 3 заправники (рис. 3.2). Ці висновки є вірними за умови розгляду задачі як детермінованої.

Але відомо, як на роботу розкидача, так і на роботу заправника впливають певні фактори. Такий вплив неможливо врахувати детермінованою моделлю. У розкидачів час заправлення добривами має випадковий характер і заправники до розкидачів прибувають у випадкові

¹ *Кількість розкидачів*^{*}, між якими здійснюється переїзд під час одного рейсу заправника, розраховується як ціле число, заокруглене до більшого ($q - 1$), в Excel вираз реалізується функцією ОКРУГЛВВЕРХ

² У формулі використано автоматичну функцію заокруглення вгору

моменти часу. Ми маємо багатоканальну систему масового обслуговування. Потік замовлень стаціонарний, ординарний і з відсутністю післядії, тобто найпростіший. Процес обслуговування розкидачів є випадковим процесом із дискретними станами та неперервним часом. Ймовірності станів системи змінюються з часом. В такому випадку процес роботи характеризується станами, які у випадкові моменти часу стрибкоподібно змінюються (закінчення обслуговування, надходження замовлення на обслуговування, вихід з черги). Визначаємо, за допомогою теорії масового обслуговування, ймовірність різних станів, а також показники ефективності роботи системи.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	Умови проведення досвіду					Результати дослідження					
2	Кількість працюючих розкидачів	шт	m	2		Кількість заправників	n	детермінований розв'язок	=ОКРУГЛВВЕРХ((E2*E18)/((E17+E4)*E16);0)		
3	заповнення цистерни заправника	хв	t_1	4				ТМО	=J2		
4	заповнення цистерни розкидача		t_2	3				перевірочне значення	=J3+1		
5	перейзду заправника між двома розкидачами		t_3	3		Ймовірність вільного стану всіх каналів обслуговування	P_0	детермінований розв'язок	=(ПУАССОН(J2;E21;ИСТИНА)/EXP(-E21)+E21^(J2+1))/(ФАКТР(J2)*(J2-E21))^(J2-1)		
6	Швидкість руху розкидача	км/год	V_1	2				ТМО	=(ПУАССОН(J3;E21;ИСТИНА)/EXP(-E21)+E21^(J3+1))/(ФАКТР(J3)*(J3-E21))^(J3-1)		
7	руху заправника		V_2	35				перевірочне значення	=(ПУАССОН(J4;E21;ИСТИНА)/EXP(-E21)+E21^(J4+1))/(ФАКТР(J4)*(J4-E21))^(J4-1)		
8	Місткість цистерни заправника	м³	Q_1	10		Довжина черги заявок на обслуговування	$\psi_{ж}$	детермінований розв'язок	=J5*(E21^(J2+1))/(ФАКТР(J2)*((E21-J2)^2))		
9	цистерни розкидача		Q_2	5				ТМО	=J6*(E21^(J3+1))/(ФАКТР(J3)*((E21-J3)^2))		
10	Відстань від поля до складу	км	l	12				перевірочне значення	=J7*(E21^(J4+1))/(ФАКТР(J4)*((E21-J4)^2))		
11	Питома вага органічних добрив	т/м³	d	1,2		Простоти розкидачів, %		детермінований розв'язок	=J8*1 00/E19		
12	Норма внесення добрив	т/га	N_d	15				ТМО	=J9*1 00/E19		
13	Робоча ширина розкидача	м³	B_p	7				перевірочне значення	=J10*1 00/E19		
14	Коефіцієнт використання об'ємі цистерн розкидача і заправника		K	0,95		Сумарний час простою техніки	$T_{жр}$	детермінований розв'язок	=J8/E19*J2+(J2-E21)/E20*E2		
15	Розрахунки							ТМО	=J9/E19*J3+(J3-E21)/E20*E2		
16	Співвідношення місткості цистерн розкидача і заправника		q	=(E8*E14)/(E9*E14)				перевірочне значення	=J10/E19*J4+(J4-E21)/E20*E2		
17	Час циклу роботи розкидача	хв	T_p	=600*E9*E14*E11/(E12*E13*E6)							
18	рейсу заправника (хв)	хв	T_3	=E3+E16*E4+E5*ОКРУГЛВВЕРХ(E16-1;0)+120*E10/E7							
19	Інтенсивність потоку заявок за годину	шт/год	λ	=E2*60/(E17+E4)							
20	Пропускна здатність каналу обслуговування		μ	=60/E18*E16							
21	Приведена щільність потоку заявок		f	=E19/E20							

Рисунок 3.1 – Загальний вигляд моделі у Microsoft Excel

Потік вимог або вхідний потік – сукупність замовлень на обслуговування розкидачів, що поступають до заправників – в обслуговуючу систему є найпростішим потоком. Він задовольняє основним вимогам: 1) стаціонарність – імовірнісні характеристики не залежать від початку відліку часу, а лише від тривалості проміжку; 2) відсутність післядії – кількість заявок в одному проміжку часу не залежить від числа замовлень у будь-якому іншому проміжку, замовлення надходять незалежно один від одного; 3) ординарність

– заправки розкидачів відбуваються по одному.

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J
1	Умови проведення досліджу					Результати дослідження				
2	Кількість працюючих розкидачів	шт	m	2	Кількість заправників	n	детермінований розв'язок	3,00		
3	заповнення цистерни заправника	хв	t_z	4			ТМО	4,00		
4	заповнення цистерни розкидача		t_p	3			перевірочне значення	5,00		
5	перейзду заправника між двома розкидачами		t_n	3	Ймовірність вільного стану всіх каналів обслуговування	P_0	детермінований розв'язок	0,02		
6	руку розкидача	V_p	2	ТМО			0,05			
7	руку заправника	V_z	35	перевірочне значення			0,06			
8	Місткість	цистерни заправника	m^3	Q_z	10	Довжина черги заявок на обслуговування	$q_{ж}$	детермінований розв'язок	4,28	
9		цистерни розкидача		Q_p	5			ТМО	0,25	
10	Відстань від поля до складу	км	l	12	перевірочне значення			0,05		
11	Питома вага органічних добрив	т/м ³	d	1,2	Простота розкидачів, %	$П$	детермінований розв'язок	68,81		
12	Норма внесення добрив	т/га	N_d	15			ТМО	4,08		
13	Робоча ширина розкидача	м ²	B_p	7			перевірочне значення	0,79		
14	Коефіцієнт використання об'ємі цистерни заправника та розкидача			K	0,95	Сумарний час простою техніки	$T_{хр}$	детермінований розв'язок	2,24	
15	Розрахунки				ТМО			1,24		
16	Співвідношення об'ємі цистерни розкидача і заправника			q	2,00			перевірочне значення	2,02	
17	Час	циклу роботи розкидача	хв	T_p	16,29	Інтенсивність потоку заявок за годину обслуговування	λ	2,22		
18		рейсу заправника (хв)	хв	T_z	54,14					
19	Пропускна здатність каналу обслуговування			μ	2,22	Приведена щільність потоку заявок	f	2,81		
20	Приведена щільність потоку заявок			f	2,81					

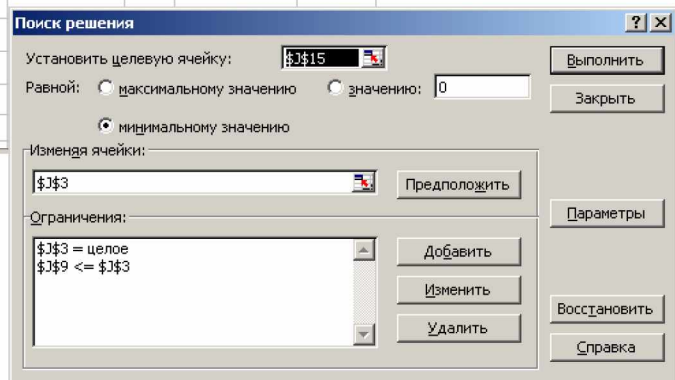


Рисунок 3.2 – Вид засобу Поиск решения та результати, за різними методиками розрахунків

З врахуванням ймовірності розглянутого процесу проаналізуємо забезпеченість розкидачів заправниками. Розрахуємо ймовірності станів системи. Ймовірність (P_0) вільного стану всіх каналів обслуговування (тобто в системі відсутні заявки на заправлення) становить:

$$P_0 = \left[\sum_{k=0}^n \frac{f^k}{k!} + \frac{f^{n+1}}{n!(n-f)} \right]^{-1} \quad (0 \leq k \leq n), \quad (3.5)$$

де f – приведена щільність потоку заявок; k – кількість зайнятих каналів, n – загальна кількість каналів.

$$\text{Приведена щільність потоку заявок} \quad f = \frac{\lambda}{\mu}, \quad (3.6)$$

де λ – інтенсивність потоку заявок на обслуговування (кількість заявок від розкидачів за 1 годину) $\lambda = m \cdot \frac{1}{(T_p + t_p)}$; μ – пропускна здатність одного каналу (кількість виконаних заявок 1 заправником за 1 годину) $\mu = \frac{1}{T_s \cdot q}$.

Середня довжина черги розкидачів (q_m) становить:

$$q_m = P_0 \frac{f^{n+1}}{n!(n-f)^2}; \quad (3.7)$$

тоді простої складають:

$$П = \frac{q_m \cdot 100}{\lambda}. \quad (3.8)$$

Сумарний час простою обох видів техніки становить (рис. 3.3):

$$T_{np} = \frac{q_m}{\lambda} \cdot n + \frac{(n-f)}{\mu} \cdot m. \quad (3.9)$$

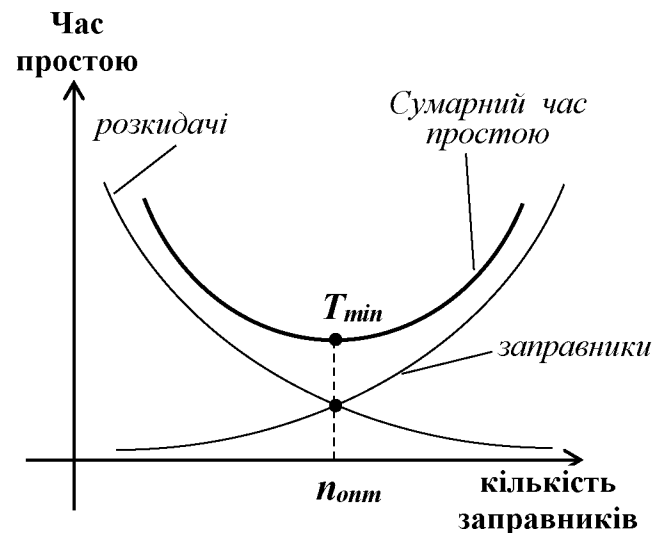


Рисунок 3.3 Залежність часу простоїв від кількості заправників

Вирази 3.7–3.9 реалізовані у нашій моделі в діапазоні G5:J16 (рис. 3.1,3.2). Розрахунок проводили для трьох випадків: для кількості заправників, визначеної за стандартною методикою, для значення отриманого із застосуванням ТМО та для значення на 1 більшого ніж за ТМО (перевірочне значення). Проміжні розрахунки за формулою 3.6 представлені у діапазоні E19:E21.

Таким чином, за стандартною методикою, для обслуговування 2-х розкидачів потрібно 3 заправники і довжина черги заявок на обслуговування становитиме 4,28 заправники на годину. Кожен розкидач як мінімум двічі на годину буде простоювати. Простої складатимуть 68,81% робочого часу. Сумарний час простою всієї техніки складатиме 2,24 години.

З метою мінімізації сумарного часу простою у моделі використовується засіб Поиск решения (рис. 3.2). Використання цього засобу дозволяє

визначити оптимальне значення кількості заправників – чарунка J3³ за певних виробничих умов, які реалізовані у моделі⁴. У результаті процесу оптимізації кількості каналів обслуговування за критерієм мінімізації сумарного часу простою усіх видів техніки методами ТМО із використанням засобу Поиск решения встановили, що використання 4-х заправників замість 3-х дозволить зменшити час простою розкидачів з 68,81% до 4,08%, довжина їх черги скоротиться з 4,28 до 0,25 одиниць. Сумарний час простою двох видів техніки зменшується з 2,24 до 1,24 години.

Для перевірки моделі слід провести аналогічні дослідження для кількості каналів обслуговування, яке перевищує оптимальне значення (рис. 3.3–3.4, чарунки J4, J7, J10, J13, J16). У нашому випадку встановлено, що при використанні п'яти заправників черга з розкидачів майже відсутня – 0,05 одиниць і ймовірність їх простою 0,79%, але створюється черга заправників, і їх тепер надмірна кількість. Сумарний час простою обох видів техніки зростає з 1,24 до 2,02 години.

Таким чином, кількість каналів обслуговування за виробничих умов оптимальна і дорівнює $n_{opt} = 4$. Це дозволяє зменшити сумарний час простою техніки до $T_{min} = 1,24$ год. Слід зауважити, що у нашому випадку використовується техніка, витрати від простою кожного виду агрегатів були майже однаковими. У випадку коли грошовий вираз таких показників значно різняться, то доцільніше проводити оптимізацію за критерієм мінімізації по сумарним грошовим витратам від простоюлюбих видів техніки. У ході досліджень встановлено, що використання методології теорії масового обслуговування в сільськогосподарському виробництві призводить до

³ При використанні засобу Поиск решения чарунка, під шукане значення залишається пустою. У нашому випадку для роботи функції ПУАССОН усі вхідні чарунки повинні мати числове значення > 0 . Перед запуском засобу Поиск решения надати шуканій чарунці J3 значення, отримане за стандартною методикою. Після отримання оптимальних значень значення у чарунці J3 буде автоматично замінене на оптимальне.

⁴ Шукані значення не можуть бути від'ємними – слід активізувати прапорець у вікні Параметри засобу Поиск решения.

зменшення шкідливого впливу техніки на ґрунт, а також до одночасного підвищення економічного ефекту від використання техніки.

3.3. Методика вирішення логістичних задач перевезення

З метою зменшення затрат по автопарку в роботі пропонується реалізація задачі зі складанням оптимального плану перевезення вантажу.

У ДП «ДГ «Степне» планується засіяти озиму пшеницю на 275 га і прогнозованим врожаєм 3,5 т/га. Будуть зачіяні три поля 80, 100 і 95 га кожне. Буде зібрано: на першому – 280 т, на другому – 350 т, на третьому – 332 т. Зерно планується зберігатись у двох зерносховищах, причому місткість першого – 300 т, другого – 180 т. Решту зерна – 482т, планується продати комерційній фірмі «ІнтерАгро» і транспортувати на їх елеватор. Відстань від першого поля до елеватора – 17 км, до першого сховища– 6 км, до другого – 4 км; від другого поля до елеватора – 16 км, до першого сховища – 3 км, до другого – 5 км; від третього поля до елеватора – 18 км, до першого сховища – 5 км, до другого – 8 км. Для транспортування зерна з полів застосовується власний транспорт, а це автомобілі ЗІЛ-130, вартість перевезення однієї тони зерна становить 1,50 грн і є однаковою. Необхідно скласти план перевезення, при якому витрати на транспортування зерна будуть мінімальними.

Це транспортна задача закритого типу. Оскільки запаси зерна співпадають з потребами.

Нехай $x_{11}, x_{12}, x_{13}, x_{21}, x_{22}, x_{23}, x_{31}, x_{32}, x_{33}$, – обсяги перевезень між кожним полем, сховищами та елеватором. Математична модель задачі матиме вигляд: знайти мінімум цільової функції

$$Z = 6x_{11} + 4x_{12} + 15x_{13} + 3x_{21} + 5x_{22} + 12x_{23} + 5x_{31} + 8x_{32} + 18x_{33}$$

за умов:

а) маса зерна вивезеного з кожному полі дорівнює масі зерна зібраного на цьому полі:

$$x_{11} + x_{12} + x_{13} = 280;$$

$$x_{21} + x_{22} + x_{23} + x_{24} = 350;$$

$$x_{31} + x_{32} + x_{33} + x_{34} = 332;$$

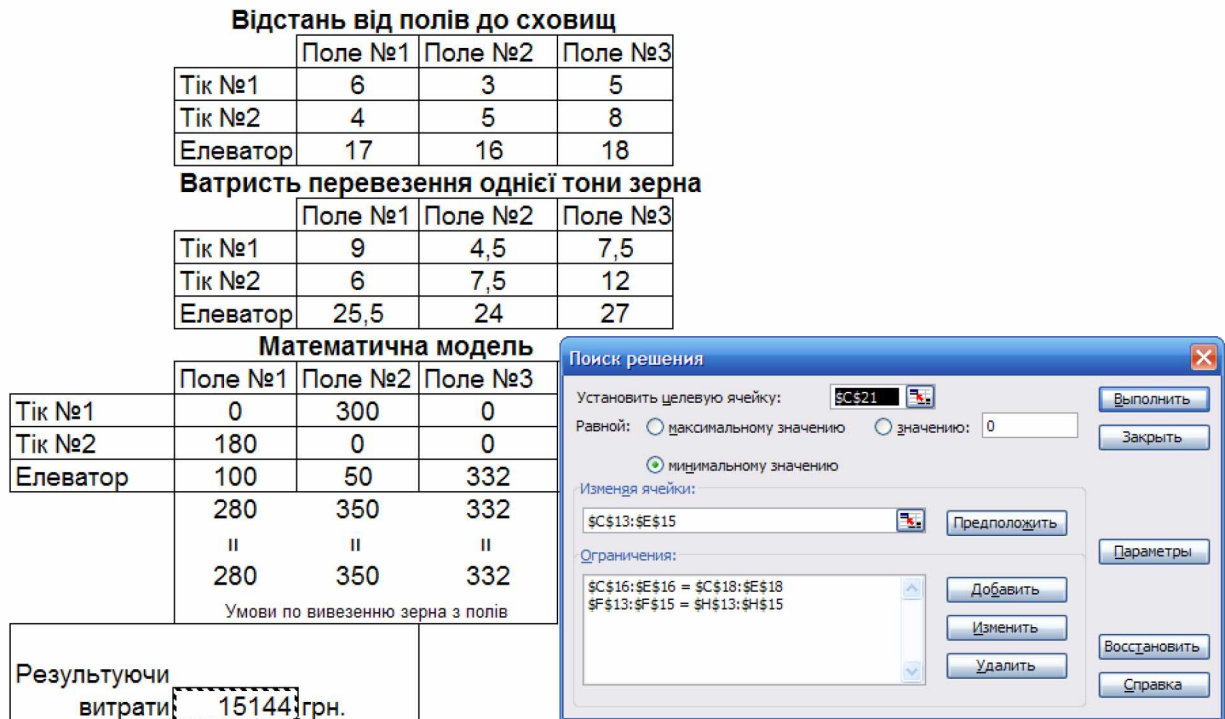


Рисунок 3.4 – Реалізації транспортної задачі в середовищі MS Excel.

б) загальна маса привезеного зерна до елеватора або кожного сховища відповідає масі згідно договору продажі або об'єму сховища:

$$x_{11} + x_{21} + x_{31} = 300;$$

$$x_{12} + x_{22} + x_{32} = 180;$$

$$x_{13} + x_{23} + x_{33} = 482;$$

в) невід'ємність змінних:

$$x_{ij} \geq 0, \quad i = \overline{1,3}, \quad j = \overline{1,3},$$

де i – номер поля;

j – номер сховища.

На рисунку 3.4. зображені умови задачі, математична модель та її реалізація в середовищі Excel.

Як видно, мінімальні витрати на перевезення зерна будуть 15 144 грн. З першого поля повністю заповнюється друге зерносховище – 180 т зерна, а решта – 100 т транспортується на елеватор, з другого поля повністю заповнюється перше зерносховище – 300 т, а 50 т на елеватор. Також

відвозиться на елеватор весь зібраний врожай з третього поля. Всі обмеження і умови виконані.

3.4. Оптимізація використання техніки підприємства на осінньо-польових роботах

Пропонуємо реалізацію оптимізаційної задачі з використання на осінньо-польових роботах у ДП «ДГ «Степне» машинно-тракторних агрегатів за допомогою засобу «Поиск решения».

В додатку Б (таблиці Б 1.1 та Б 1.2) приведені дані щодо наявного парку тракторів та сільськогосподарських машин обсягів та агротехнічних термінів осінньо-польових робіт у ДП «ДГ «Степне» на 2022 р. та основні характеристики машинно-тракторних агрегатів. Необхідно скласти оптимальний план використання сільськогосподарських агрегатів для виконання всіх запланованих робіт, щоб грошові витрати були мінімальними.

Введемо для шуканих агрегатів наступні позначення: x_1 –кількість агрегатів Т-150 К / БДТ-3, x_2 – ЮМЗ-6Л / БДН-3, x_3 – Т-150 К / КПС-4, x_4 – МТЗ-80/ КПС-4, x_5 – Т-150 К / КЗК-10, x_6 – ЮМЗ-6Л/ СКГ-2-3, x_7 – МТЗ-80 / ЗКВГ-1,4, x_8 – МТЗ 922 Беларус / СЗ-3,6, x_9 – Т-150 К / СЗ-3,6, x_{10} – МТЗ-80 / СЗ-3,6, x_{11} – МТЗ-80 / ЗККШ-6, x_{12} – Т-70 / ЗККШ-6, x_{13} – МТЗ-80 / БЗСС-1, x_{14} – Т-70 / ЗОР-0,7, x_{15} – CASE PUMA/ ПЛН-8-35, x_{16} – Т-150К / ПЛН-5-35, x_{17} – ЮМЗ-6Л / ПЛН-3-35, x_{18} – МТЗ-80 / ПЛН-3-35, x_{19} – Т-150 К / КПС-3,8. Всі вони можуть бути використані на різних видах робіт. Математична модель задачі представлена: знайти мінімум цільової функції

$$Z = 3108,56 x_1 + 2734,06 x_2 + 3723,82 x_3 + 2413,57 x_4 + 3902,9 x_5 + 1885,96 x_6 + 2521,96 x_7 + 1832,56 x_8 + 4089,56 x_9 + 1622,56 x_{10} + 1191,96 x_{11} + 2225,46 x_{12} + 1978,56 x_{13} + 1765,06 x_{14} + 5466,84 x_{15} + 2913,84 x_{16} + 4246,84 x_{17} + 5028,84 x_{18} + 3371,82 x_{19},$$

за умов:

- а) обсяг виконаних робіт (у га) не може бути меншим за плановий

(обмеження по площах):

$$319,2 x_1 + 396,9 x_2 \geq 1190;$$

$$222,0 x_3 + 183,0 x_4 \geq 1220;$$

$$299,6 x_5 + 268,8 x_6 + 275,8 x_7 \geq 1220;$$

$$140,0 x_8 + 248,5 x_9 + 89,6 x_{10} \geq 1220;$$

$$131,6 x_{11} + 385,7 x_{12} \geq 1220;$$

$$314,3 x_{13} + 402,5 x_{14} \geq 1220;$$

$$516,2 x_{15} + 363,0 x_{16} + 343,2 x_{17} + 316,8 x_{18} \geq 3516;$$

$$346,5 x_{19} \geq 883;$$

б) агрегати не можуть працювати днів більше ніж визначено агротехнічними термінами (обмеження по періоду):

$$10 x_3 + 7 x_5 + 7 x_9 \leq 42;$$

$$10 x_4 + 7 x_7 + 7 x_{10} \leq 112;$$

$$7 x_6 \leq 14;$$

$$7 x_8 \leq 14;$$

в) кількість тракторів не перевищує їх кількості у підприємстві (обмеження по кількості тракторів):

$$x_1 \leq 3;$$

$$x_2 \leq 1;$$

$$x_3 \leq 3;$$

$$x_4 \leq 8;$$

$$x_5 \leq 3;$$

$$x_6 \leq 1;$$

$$x_7 \leq 8;$$

$$x_8 \leq 1;$$

$$x_9 \leq 3;$$

$$x_{10} \leq 8;$$

$$x_{11} \leq 8;$$

$$x_{12} \leq 4;$$

$$x_{13} \leq 8;$$

$$x_{14} \leq 4;$$

$$x_{15} \leq 1;$$

$$x_{16} \leq 3;$$

$$x_{17} \leq 1;$$

$$x_{18} \leq 8;$$

$$x_{19} \leq 3;$$

г) кількість сільськогосподарських машин кожної марки не перевищує їх кількості у підприємстві (обмеження допоміжного обладнання):

$$x_1 \leq 6;$$

$$x_2 \leq 5;$$

$$x_3 \leq 7;$$

$$x_4 \leq 4;$$

$$x_5 \leq 4;$$

$$x_6 \leq 1;$$

$$x_7 \leq 4;$$

$$x_8 + x_9 + x_{10} \leq 8;$$

$$x_{11} + x_{12} \leq 4;$$

$$x_{13} \leq 3;$$

$$x_{14} \leq 4;$$

$$x_{15} \leq 1;$$

$$x_{16} \leq 7;$$

$$x_{17} + x_{18} \leq 5;$$

$$x_{19} \leq 8;$$

д) невід'ємність змінних: $x_i \geq 0, i = \overline{1,19}$;

е) результат не може бути дробовим числом: $x_i = \text{цел}, i = \overline{1,19}$.

Математична модель задачі в середовищі MS Excel (додаток Б) і її розв'язок за допомогою засобу «Поиск решения», показав наступний результат: $Z_{min} = 118148,51$ грн при $x_1 = 2, x_2 = 1, x_3 = 2, x_4 = 4, x_5 = 0, x_6 = 0, x_7 = 4, x_8 = 1, x_9 = 3, x_{10} = 4, x_{11} = 0, x_{12} = 3, x_{13} = 0, x_{14} = 3, x_{15} = 1, x_{16} = 3, x_{17} = 1, x_{18} = 4$ і $x_{19} = 3$ шт.

Отже, для мінімізації витрат при проведенні осінньо-польових робіт необхідно: для дискування стерні – 2 агрегати Т-150 К / БДТ-3 і 1 – ЮМЗ-6Л / БДН-3; для культивуації з боронуванням – 2 агрегати Т-150 К / КПС-4 і 4 – МТЗ-80/ КПС-4; для коткування до посіву – 4 агрегати МТЗ-80 / ЗКВГ-1,4; для посіву зернових – 1 агрегат МТЗ 922 Беларус / СЗ-3,6, 3 агрегати Т-150 К / СЗ-3,6 та 4 агрегати МТЗ-80 / СЗ-3,6; для прикочування посівів – 3 агрегати Т-70 / ЗККШ-6; для боронування після посіву – 3 агрегати Т-70 / ЗОР-0,7; для оранки на зяб і чорних парів – 1 агрегат CASE PUMA/ ПЛН-8-35, 3 – Т-150К / ПЛН-5-35, 1 – ЮМЗ-6Л / ПЛН-3-35 і 4 – МТЗ-80 / ПЛН-3-35; для плоскорізного обробітку ґрунту – 3 агрегати Т-150К/КПС-3,8. Витрати за одну робочу зміну по дискуванню стерні становитимуть 10457,74 грн, по культивуації з боронуванням – 17839,97 грн, по коткуванню до посіву – 10087,84 грн, по посіву зернових – 20210,54 грн, по прикочуванню посівів – 7039,31 грн, по боронуванню посівів – 5350,00 грн, по оранці – 38570,56 грн, по плоскорізному обробітку ґрунту – 8592,55 грн.

Таким чином, результати фінансової та господарської діяльності всього підприємства можна значно покращити із застосуванням оптимізаційних моделей для управління використанням техніки.

4. РЕКОМЕНДАЦІЇ ЩОДО ПРАКТИЧНОЇ РЕАЛІЗАЦІЇ РЕЗУЛЬТАТІВ ДОСЛІДЖЕНЬ

4.1 Удосконалення використання техніки на підприємстві

Одним із основних способів удосконалення використання машино-тракторного парку підприємства є визначення потрібної кількості тракторів для запланованого обсягу механізованих робіт на наступний рік. Тоді легко виявити неефективність використання техніки, або, навпаки, обґрунтувати оренду чи закупівлю нової техніки.

Потребу в тракторах розраховують наступним чином: плановий річний обсяг механізованих робіт в умовно-еталонних гектарах відносять до нормативного виробітку одного еталонного трактора і переводять у фізичні трактори за встановленим співвідношенням між окремими групами тракторів для підприємств зони Лісостепу.

Річний обсяг робіт у тваринництві й рослинництві визначають множенням посівних площ і поголів'я на нормативи умовних гектарів з розрахунку на 1 га (голову). Дані беруть з технологічних карт. У обслуговуючих та підсобних виробництвах обсяг механізованих робіт визначають по інформації з минулих років, або за певними розрахунками.

Згідно плану фінансово-господарської діяльності ДП «ДГ «Степне» на 2022 р. обсяг механізованих робіт заплановано 28965 ум. ет. га. Норма виробітку на один еталонний трактор становить 1500 ум. ет. га. Таким чином, підприємству на 2022 р. потрібно 19,3 еталонних тракторів. Кількість фізичних тракторів приведено в таблиці 4.1.

На основі табл. 4.1 робимо висновок, що підприємство у 2022 р. повинне розраховувати на 22 фізичних трактори, у тому числі 1 трактор марки Т-150 К, 3 – Т-70 С, 1 – ЕО-2621, 1 – ЮМЗ-6 Л, 8 – МТЗ-80, 2 – МТЗ-82, 1 – МТЗ-82 9 К, 1 – МТЗ-83, 1 – МТЗ 1221 Беларусь, 1 – МТЗ 892 Беларусь, 1 – МТЗ 922 Беларусь і 1 – CASE PUMA.

Таблиця 4.1 – Визначення потреби в тракторах, проект на 2022 р.

Марка трактора	Структура тракторного парку, %	Потрібна кількість еталонних тракторів, шт.	Коефіцієнт переведення в еталонні трактори	Потрібна кількість фізичних тракторів, шт.	Нормативний виробіток фізичного трактора, ум. га	Річний обсяг робіт, ум. га
T-150K	10	2,0	1,65	1	2475	2475
T-70C	14	2,7	0,90	3	1350	4050
EO-2621	3	0,7	0,60	1	900	900
ЮМЗ-6 Л	3	0,7	0,60	1	900	900
MTЗ-80	28	5,4	0,70	8	1050	8400
MTЗ-82	7	1,3	0,73	2	1095	2190
MTЗ-82 9К	3	0,7	0,73	1	1095	1095
MTЗ-83	3	0,7	0,73	1	1095	1095
MTЗ 1221 Беларусь	3	0,7	1,30	1	1950	1950
MTЗ 892 Беларусь	7	1,3	0,92	1	1380	1380
MTЗ 922 Беларусь	3	0,7	0,92	1	1380	1380
CASE PUMA	3	0,7	2,10	1	3150	3150
Всього	100	19,3	x	22	x	28965

Порівнявши результати розрахунків з фактичними даними, можна відмітити, що в досліджуваному підприємстві спостерігається надлишок тракторів в еталонному вимірі (T-150K, T-70C, T-150Д, MTЗ 892 Беларусь). Частину наявних тракторів підприємство взагалі може не використовувати з врахуванням запланованої під вирощування культур площі (MTЗ 821 Беларусь, ДТ-75, T-150Д). Така ситуація призводить до збільшення собівартості механізованих робіт та не ефективного використання машинно-тракторного парку.

Річну потребу у техніці можна визначити нормативним методом. Вона розраховується з урахуванням нормативів в машинах загального призначення на 1000 га посівних площ. Спеціалізована техніка – на 1000 га посівів конкретної культури. Під час розрахунку, крім нормативів, використовують дані про загальну площу та площі під окремі культури, що заплановані на підприємстві. Розрахунки проводимо за формулою:

$$Ч_3 = (П \cdot Н_{П}) \div 1000, \quad (4.1)$$

де $Ч_3$ – кількість техніки у фізичному вимірі;

$П$ – площа загальної ріллі або під певну культуру;

H_{II} – норматив використання техніки.

Використавши вираз 4.1 визначимо потребу в техніці. Результати розрахунків зводимо до таблиці 4.2.

Таблиця 4.2 – Потреба в машинах, проект на 2022 р.

Види машин	Кількість на 1000 га	Планова площа, га	Потрібна кількість на 2022 р.
1	2	3	4
Плуги загального призначення	9,04	4963	45
Луцильники	1,47	4963	7
Культиватори	4,76	4963	24
Культиватори для міжрядного обробітку	11,2	2321	26
Котки	3,93	4963	20
Борони:			
- дискові	1,71	4963	8
- зубові	65,52	4963	225
Комбіновані машини	1,58	4963	8
Зчіпки	3,75	4963	19
Машини для внесення добрив:			
- твердих мінеральних	1,77	4963	9
- рідких комплексних	0,46	4963	2
- рідкого аміаку	0,77	4963	4
- твердих органічних	2,00	4963	10
Машини для хімічного захисту рослин:			
- обприскувачі	2,15	4963	11
- протруювачі	0,62	4963	3
Сівалки:			
- зернові та комбіновані	12,78	2755	35
- кукурудзяні	13,28	600	8
Жатки для скошування зернових	5,56	2769	15
Зернозбиральні комбайни	3,00	2769	8
Силосозбиральні комбайни і машини	23,88	620	15
Тракторні причепа	6,77	5208	35

Згідно даних таблиці 4.2, у 2022 р. підприємству, серед різних марок сільськогосподарських машин і знарядь, буде необхідно 45 плугів, 35 сівалок, 7 луцильників, 20 котків, 24 культиватори, 8 дискових борін, 19 зчіпок, 35 тракторних причепа, 15 силосозбиральних та 8 зернозбиральних комбайнів.

В наявності такої кількості техніки не має, тому необхідні роботи треба виконувати в 2-3 зміни, зокрема підприємство має продовжувати користуватися послугами сторонніх організацій щодо проведення технологічних операцій, на які не вистачає власної техніки.

Структуру і проект витрат по використанню машинно-тракторного парку ДП «ДГ «Степне», розрахованих на основі методики, що наведена в розділі 2 та плану діяльності підприємства, відображено в таблиці 4.3.

Як показують дані таблиці 4.3, витрати по експлуатації машинно-тракторного парку ДП «ДГ «Степне» у 2022 р. становитимуть 5176,3 тис. грн. У їх структурі на пально-мастильні матеріали припадатиме найбільша питома вага (40,3%), друге місце за витратами посідають технічне обслуговування і ремонт техніки (19,1 %), третє – витрати по оплаті праці (17,5 %).

Таблиця 4.3 – Витрат по експлуатації машинно-тракторного парку, проект на 2022 р.

Стаття витрат	тис. грн	%
Витрати на оплату праці	905,9	17,5
Паливо і мастила	2086,1	40,3
Технічне обслуговування і ремонт	988,7	19,1
Амортизаційні відрахування	631,5	12,2
Послуги	315,8	6,1
Інші витрати	248,5	4,8
Всього	5176,3	100

Під час розрахунків витрат на оплату праці брали до уваги зростання чисельності трактористів-машиністів задіяних на виконанні фактично запланованого обсягу робіт. Так відповідно до умов виробництва в плановому році планується збільшення персоналу на 2 особи. Суттєве зменшення суми амортизаційних відрахувань пов'язане зі зменшенням кількості тракторів на 7 одиниць.

Економічну оцінку вдосконаленої організаційної форми та управління машинно-тракторним парком досліджуваного підприємства здійснюємо шляхом порівняння проектних показників економічної ефективності з фактичними. До показників використання машинно-тракторного парку, що взяті для порівняння відносять як вартісні (виробництво валової продукції на 1 грн затрат по МТП, собівартість 1 ум. ет. га), так і натуральні (витрати палива на 1 ум. ет. га, середній річний виробіток трактора) (табл. 4.4).

Таблиця 4.4 – Ефективність використання машинно-тракторного парку ДП «ДГ «Степне», проект 2022 р.

Показники	Роки		Абсолютне відхилення (+;-)
	2020 (факт)	2022 (план)	
1	2	3	4
Середньорічна кількість умовно-еталонних тракторів, шт.	30,01	19,30	-10,71
Обсяг робіт, тис. ум. ет. га	28159,9	28965,0	805,1
Витрати дизельного палива, т	254,64	265,68	11,04
Всього витрат по МТП, тис. грн	5457,96	5176,32	-281,4
Вартість валової продукції сільського господарства у порівняльних цінах 2010 р., тис. грн	25551,6	26537,9	986,3
Річний виробіток на трактор, ум. ет. га	938,35	1500,00	561,65
Витрати палива на 1 ум. ет. га, кг	9,04	9,04	–
Собівартість 1 ум. ет. га, грн	193,82	178,71	-15,11
Вироблено валової продукції сільського господарства у порівняльних цінах 2010 р. на 1 грн затрат по МТП, грн	4,68	5,13	0,45

Отже, за даними табл. 4.4, при зміні структури й складу машинно-тракторного парку ДП «ДГ «Степне» з урахуванням реалізації стратегій мінімізації витрат та запланованого збільшення планових обсягів механізованих робіт з 28,2 до 29,0 тис. ум. ет. га, витрати по експлуатації МТП знизяться на 281,4 тис. грн, собівартість 1 ум. ет. га також знизиться на 15,11 грн. Це дасть можливість збільшити обсяг валової продукції сільського господарства на 1 грн витрат по машинно-тракторному парку на 0,45 грн.

4.2. Охорона праці

4.2.1. Значення охорони праці

Охорона праці – це наука, яка вивчає законодавчі акти, соціально-економічні, організаційні, технічні, гігієнічні та лікувально-профілактичні заходи і засоби, що призначені забезпечувати безпеку, збереження працездатності та здоров'я людини під час виконання службових обов'язків.

Розвиток сучасних технологій та техніки, зростання рівня механізації та автоматизації виробництва, впровадження новітніх досягнень науки і техніки, створюють передумови для виключення тяжких та скорочення

некваліфікованих видів робіт, підвищення безпеки праці та покращення її умов.

Але забезпечити повністю безпечні умови праці, як і гарантувати їх відсутність шкідливого впливу виробництв, особливо в сільському господарстві, не можливо. Умови праці працівника пов'язана з таких небезпечними і шкідливими факторами, як рухомі механізми і машини, відкриті частини стаціонарного обладнання, контакт із хворими тваринами або інфікованою сировиною, підвищений вміст шкідливих речовин у повітрі робочої зони. Тому завданням охорони праці в аграрних підприємствах є зведення до мінімуму ймовірних нещасних випадків та профзахворювань працівників, а також забезпечення комфортних умов праці. Такі заходи призведуть до покращення показників продуктивності праці.

Законодавча база охорони праці України включає ряд законів, основні з яких: Закон України «Про охорону праці» та Кодекс законів про працю (КЗпП). До нормативної бази з охорони праці також належать Закони України «Про загальнообов'язкове державне соціальне страхування від нещасних випадків на виробництві та професійних захворювань, які спричинили втрату працездатності», «Про охорону здоров'я», «Про пожежну безпеку», «Про забезпечення санітарного та епідеміологічного благополуччя населення», «Про використання ядерної енергії і радіаційну безпеку», «Про дорожній рух», «Про загальнообов'язкове соціальне страхування у зв'язку з тимчасовою втратою працездатності та витратами, зумовленими народженням та похованням». Їх доповнюють державні галузеві й міжгалузеві нормативні акти – інструкції, стандарти, правила, норми, положення та інші документи, яким надано чинність правових документів, обов'язкових до виконання усіма установами і працівниками України.

Згідно Закону «Про охорону праці» на підприємстві повинні створюватись умови праці згідно вимог нормативних актів в кожному структурному підрозділі та на робочому місці. Підприємство повинне забезпечити дотримання прав працюючих, гарантованих законодавством та створити службу з охорони праці, яка входить до структури підприємства, як одна з основних виробничо-технічних служб.

4.2.2 Проектування засобів попередження аварій, небезпек та небезпечного режиму роботи на території ремонтної дільниці

На території ДП «ДГ «Степне» не існує потенційно-небезпечні об'єктів, які можуть спричинити цивільну загрозу за виникнення на території підприємства аварій або надзвичайних ситуацій.

Найбільша імовірність виникнення нещасних випадків та небезпек існує на території ремонтної майстерні.

Відповідальність за стан охорони праці в ремонтній майстерні несе головний інженер. В свою чергу, йому підпорядковуються назначені в на окремих дільницях відповідальні: в РМЦ – головний механік, в гаражі – завідуючий гаражем.

Халатне відношення до роботи та недотримання правил охорони праці, недотримання технологій виконання певних операцій на робочому місці, недбале відношення до обладнання, інструменту і приладів, несвоєчасне провітрювання і прибирання робочих приміщень може призвести до:

- падіння важких та крупногабаритних предметів;
- отруєння парами фарб і уайт-спириту, вихлопними газами;
- виникнення пожеж, вибуху паливо-мастильних матеріалів та газозварювальних апаратів;
- враження електрострумом та виникнення пожежі в наслідок короткого замикання.

Впровадження інженерно-технічних заходів, спрямованих на створення умов безпечного функціонування потенційно-небезпечних об'єктів, захисту персоналу, задіяного на виробництві, у разі виникнення аварій та надзвичайних ситуацій базується на типовій схемі постадійного аналізу умов виникнення і розвитку аварій, що приведена в таблиці 4.5

Структура плану ліквідації та локалізації аварійно-небезпечних ситуацій:

- прогнозування сценаріїв виникнення ситуації;
- постадійний аналіз розвитку аварії і масштабів її наслідків;
- оцінка існуючих заходів, які запобігають виникненню і розвитку аварії за рівнем їх достатності, а також технічних засобів локалізації аварій;

Таблиця 4.5 – Типова схема постадійного аналізу умов виникнення і розвитку аварій

Найменування стадії розвитку аварійної ситуації (аварії)	Основні принципи аналізу умов виникнення (переходу на іншу стадію) аварійної ситуації (аварії) та її наслідків	Способи і засоби попередження, локалізації аварії
1	2	3
Знос, утомленість матеріалу апарата	Перевірка вивченості корозійних властивостей застосовуваних речовин; наявність даних щодо швидкості корозії і зносу; відповідність матеріалу устаткування (трубопроводів), захисного покриття, ущільнювальних матеріалів. Наявність умов для механічного ушкодження устаткування (трубопроводів) від зовнішніх та внутрішніх джерел впливу	Застосування обладнання підвищеної надійності, ефективного захисного покриття і захисних пристроїв
Вибух в апаратурі	Наявність постійних і випадкових джерел запалювання та їх характеристики у порівнянні з температурою самозаймання й мінімальною енергією запалювання. Наявність вибухонебезпечної суміші	Виключення джерел запалювання, застосування засобів контролю і регулювання щодо запобігання вибухонебезпечної суміші
Зруйнування апаратури	Аналіз кількісних енергетичних характеристик вибуху (надлишковий тиск, швидкість наростання тиску) й порівняння їх із характеристиками міцності апаратури. Наявність засобів захисту устаткування від зруйнування при вибуху (запобіжні клапани, вибухові мембрани, відсікачі і т. ін.)	Оснащення запобіжними пристроями, автоматичними системами придушення вибуху, підвищення характеристик міцності апаратури
Викид продукту з апаратури	Визначення маси викинутого продукту, його складу, агрегатного стану, фізико-хімічних, вибухонебезпечних і токсичних властивостей. Перевірка стану міжблочних засобів, які перекривають надходження в апаратуру прямих і зворотних потоків технологічного, перевірка швидкодії вимикальних засобів; перевірка навичок обслуговуючого персоналу щодо приведення в дію блокувальних засобів. Оцінка можливості виникнення вибухонебезпечних паро-, пило-газоповітряних сумішей, розміру площі розливу рідини	Блокування аварійної апаратури, обмеження площі розливу рідкої фази та її відведення в закриті системи, злив рідкої фази з апаратури в аварійну ємність. Скидання газової фази на факел (закриту систему, установку нейтралізації). Виведення людей з небезпечної зони
Виникнення пожежі	Оцінка й аналіз: можливих масштабів пожежі (площа, кількість горючих продуктів, склад продуктів згорання, в т. ч. неповного); наявності й ефективності засобів гасіння пожежі; вміння персоналу діяти при ліквідації осередку займання; оперативності й оснащення ДПЧ; наявності і характеристик джерел запалювання	Виключення джерел запалювання; оснащення ефективними засобами гасіння пожежі, засобами сигналізації і зв'язку; дії персоналу і спецпідрозділів щодо рятування людей, гасіння

		пожежі
Перекидання полум'я на інші об'єкти	Аналіз кількісних енергетичних характеристик пожежі (енергія випромінювання); наявність суміжних блоків (установок), ЦПУ, адміністративних, побутових, допоміжних будівель (приміщень) з постійним перебуванням людей у зоні небезпечної інтенсивності відкритого полум'я пожежі	Раціональне планування промислово-го майданчика. Розміщення устатку-вання, будівель адміністративного, побутового і допоміжного призначення поза межами зони можливого розповсюдження пожежі
Травмування людей	Аналіз кількісних енергетичних характеристик пожежі (енергія випромінювання) та вибуху; наявність і кількість людей в зоні можливого ураження	Раціональне планування майданчика. Розміщення поза межами зони можливого впливу пожежі будівель; дії персоналу

продовження таблиці 4.5

1	2	3
Зруйнування апаратури, комунікацій будівель, споруд, травмування людей	Аналіз кількісних характеристик вибуху (енергія, що реалізується, надлишковий тиск вибуху, радіуси зон інтенсивності впливу ударної хвилі, наявність суміжних блоків (установок), ЦПУ, адміністративних, побутових, допоміжних будівель (приміщень) з постійним перебуванням людей в зоні небезпечної інтенсивності ударної хвилі	Раціональне планування промислового майданчика; розміщення будівель адміністративного, побутового й допоміжного призначення поза межами небезпечної зони; дії персоналу й спецпідрозділів щодо рятування людей
Зараження території підприємства	Перевірка вивченості токсичних властивостей застосовуваних речовин; визначення маси викинутого продукту. Оцінка їх впливу на навколишнє середовище, ефективності передбачених проектом технічних засобів нейтралізації, дезактивації і т. ін.	Відвід рідкої фази до закритих систем. Застосування систем нейтралізації, дезактивації, санітарних установок
Зараження довкілля: ґрунту, наземної і ґрунтової води, повітряного басейну	Оцінка кількості й агрегатного стану токсичних речовин, які можуть вийти за територію підприємства під час аварії, а також масштабу їх поширення з урахуванням рельєфу місцевості, метеорологічних умов. Перевірка вивченості їх токсичних властивостей. Оцінка їх впливу на навколишнє середовище, наявності технічних засобів збирання, нейтралізації, дезактивації і т. ін.	оснащення ефективними загороджувальними системами; дії персоналу підприємств і організацій, а також населення щодо локалізації і знищення токсичних речовин під керівництвом комісії з НС і формувань МНС

- аналіз готовності виробничого персоналу та спеціальних підрозділів щодо дій по локалізації аварійних ситуацій (аварій) на усіх стадіях їх розвитку;

- порядок взаємодії та дій персоналу, спецпідрозділів і, при потребі, населення в умовах аварійної ситуації.

Учасники, що протидіють виникненню і ліквідації аварійних ситуацій:

- органи ДержПожНадзора (ДПН) і ДержГірПромНагляду (ДГПН);
- спеціалізовані формування: районна (об'єктна) пожежна частина, воєнізована газорятувальна служба та інші;
- медична служба, в тому числі лікарні, міліція, транспортна служба та служба соціального забезпечення;

- територіальні органи МНС та/або штаби по керівництву діями при аварії;

- комунальні служби;
- керівництво підприємства;
- організації зв'язку і масової інформації;
- органи охорони навколишнього середовища.

Дії при виникненні аварійно аварії або небезпечної ситуації:

1) людина, що перша побачила небезпеку повинна:

- попередити про аварію людей, що знаходяться поблизу небезпечної зони окликом та повідомити керівні органи;

- вивести людей, що не приймають участі у ліквідації аварії із зони аварії;

- вжити можливі заходи по усуненню аварії;

2) відповідальний за охорону праці повідомляє про небезпеку:

- весь персонал підприємства по внутрішньому гучномовному зв'язку;
- голову управління (або заступника);
- пожежну частину МНС в Полтавському районі;
- аварійні підрозділи ДП «ДГ «Степне»;
- швидку медичну допомогу.

У житті кожного працівника охорона праці займає важливе місце. Тому потрібно дотримуватися нормативних актів при виконанні своїх обов'язків, вести правильний спосіб життя.

В ДП «ДГ «Степне» окрім заходів, передбачених планом роботи по охороні праці, для покращення умов, попередження захворювань, поліпшення санітарно-побутового забезпечення працівників, необхідно:

- впровадити інформаційну систему охорони праці, встановити засоби автоматичного контролю і сигналізації про виникнення (наявність) небезпечних або шкідливих виробничих ситуацій. Також необхідно використовувати відповідне програмне забезпечення та базу даних з охорони праці у порядку та обсягах, погоджених з органами державного

територіального нагляду;

- тримати параметри мікроклімату згідно норм, зокрема, рівень чистоти повітря в ангарі тракторної бригади підприємства шляхом використання та підтримки працездатного стану вентиляційної системи, провести технічні обслуговування обладнання систем вентиляції та аспірації, пристроїв, що вловлюють пил і установок для кондиціювання повітря у приміщеннях столярного цеху;

- привести дороги, закріплені за підприємством, в належний стан;

- організувати суворий контроль за станом здоров'я працівників при допуску їх до робіт шляхом організації та проведення медоглядів в медпункті підприємства;

- поновити плакати та стенди з безпеки праці у виробничих підрозділах підприємства;

- обладнати небезпечні зони та ділянки відповідними попереджувальними знаками та іншими позначеннями застереження;

- обладнати спеціальні місця для паління;

- здійснювати пропаганду заходів по охорони праці шляхом проведення нарад, семінарів з роз'яснень положень нормативних документів з охорони праці.

Відповідальними за виконання цих заходів призначити керівників відповідних підрозділів. Координатором дій призначити інженера з охорони праці.

4.3 Екологічна експертиза

До недавнього часу техногенний вплив діяльності людського суспільства на оточуюче середовище і самоочищення навколишнього природного середовища від забруднень, перебували в динамічній екологічній рівновазі. Проте інтенсивне зростання населення планети останніми роками, надзвичайно інтенсивний розвиток промисловості, сільськогосподарського

виробництва і комунального господарства та інші чинники антропогенного впливу на навколишнє природне середовище, не зважаючи на величезні екологічні резерви біосфери, призводять до вагомих негативних наслідків, з якими біосфера не в змозі впоратись. Серед основних наслідків можна відмітити забруднення біосфери хімічними речовинами – ксенобіотиками, що не властиві природі, порушення геохімічних циклів в природі, а також надмірного та інтенсивного використання природних ресурсів, що не дає можливості природі самовідтворюватись та поновлювати ресурси. Непоновнювальні ресурси вичерпуються, а людське суспільство не встигає перебудувати власну економіку та господарську діяльність. Теперішня екологічна ситуація в Україні характеризується як кризова [19, с. 121].

Відносини у галузі екологічної безпеки регулюються Законами України «Про охорону навколишнього природного середовища» та «Про охорону атмосферного повітря», Кодексами України: «Про надра», «Водний кодекс України», «Земельний кодекс України» та іншими законодавчими актами [35, с. 63].

З метою дотримання вимог екологічного законодавства проводиться екологічна експертиза об'єктів і процесів виробництва.

Екологічна експертиза проводиться для запобігання негативному впливу діяльності людини на стан навколишнього природного середовища, а також на здоров'я людей. При цьому робиться оцінка ступеня екологічної небезпеки господарської діяльності та описується екологічна ситуація на окремих об'єктах і територіях.

Об'єктами експертизи є проекти, перед проектні, проектні матеріали, законодавчі та інших нормативно-правові акти, документація по випуску нової техніки, матеріалів, технологій, речовин та ін.

Екологічній експертизі підлягають екологічні ситуації, які склалися в певних населених пунктах, військові, цивільні та інші об'єкти.

Документація на об'єкти екологічної експертизи повинна містити обґрунтування щодо дотримання екологічної безпеки під час запланованої діяльності чи дій, що відбуваються. При цьому проводиться комплексна еколого-економічна оцінка існуючого чи прогнозованого впливу на стан навколишнього природного середовища, екологічного ризику і небезпеки для здоров'я людей.

В Україні можуть здійснюватися державна, громадська та інші екологічні експертизи. Висновки державної екологічної експертизи підлягають обов'язковому виконання.

Висновки громадської та будь-якої іншої екологічної експертизи носять більш рекомендаційний характер і можуть бути використані при проведенні державної екологічної експертизи [21, с. 354].

У відповідності до теми дипломної роботи об'єктами, що несуть негативний вплив на навколишнє середовище, є машинно-тракторні агрегати. Під час їх використання утворюються шкідливі викиди у повітря та ущільнюється ґрунт, вірогідна і їх дія на якість сільськогосподарської продукції.

Саме тому в роботі проведено оцінку негативного впливу машинно-тракторного парку на навколишнє природне середовище.

Автотехногенний вплив займає головне місце серед джерел забруднення атмосфери, при цьому, мобільній сільськогосподарській техніці належать 80-90 % цього впливу. Мобільні сільськогосподарські агрегати і автотранспорт найбільше забруднюють атмосферне повітря. Це також значно впливає на стан здоров'я людини, бо викиди відпрацьованих газів двигунами внутрішнього згорання відбуваються на рівні дихальних шляхів людини. Важкі фракції високотоксичних відходів накопичуються на поверхні ґрунту, листках та плодах. В той час, легкі фракції створюють аерозолі і розповсюджуються разом з повітрям на значні відстані. Крім того, вплив на екологічний стан збільшується через недостатній контроль за експлуатацією мобільної сільськогосподарської техніки, як наслідок, погіршення її технічного стану та використання неякісного палива.

Мобільні сільськогосподарські машини представляють собою постійне джерело забруднення атмосфери, що негативно впливає на здоров'я людини. Наслідком неправильного регулювання паливної апаратури і недосконалості процесу сумішоутворення є виділення сажі під час роботи ДВЗ, яка містить частинки вуглецю. Особливу небезпеку становлять канцерогенні поліциклічні ароматичні вуглеводи як елементи таких викидів сажі. Сажа –

це найдрібніші часточки розміром до 0,15 мкм, що зависають у повітрі та потрапляють у ґрунт, на поверхні яких адсорбуються найсильніша канцерогенна речовина бензапірен ($C_{20}H_{12}$), який має вигляд твердих кристалів жовтого кольору, за звичайних умов, з температурою плавлення $179^{\circ}C$. Потрапляючи в організм тварини чи людини, канцероген, як правило, накопичується в ньому. Відбувається поступове його нагромадження в концентрації, шкідливий для організму. Дослідженнями встановлено, що при роботі тракторів Т-150 К-09 та МТЗ-80 концентрація бензапірену, що потрапляє у відкритий ґрунт становить 59 мкг/кг, при граничній нормі 20 мкг/кг. Під час роботи тракторного двигуна в повітря потрапляє в середньому 17 кг сажі з однієї тони спаленого пального, що становить від 30 до 90 % загальної токсичності агрегату, і залежить від технічного стану і режимів роботи двигуна.

Як і відпрацьовані гази дизеля, атмосферу забруднюють картерні гази і випаровування баків паливної апаратури. В них міститься до 40 % вуглеводнів, що виділяються двигуном. Ці речовини спричиняють значну шкоду тваринам, несуть негативний вплив на стан ґрунту, водні ресурси і рослинні організми [2, с. 212].

У дизельних двигунів будь-яка несправність паливної апаратури призводить до підвищення димності. А підтримання агрегату в технічно справному стані значно залежить від організації технічного обслуговування і ремонту рухомого складу.

Діагностика є ефективним засобом одержання інформації про технічний стан комбайна чи трактора. Своєчасне технічне обслуговування паливної апаратури знижує токсичність дизельних двигунів до 30 %, забезпечуючи більш безпечний рівень димності і підвищує екологічність при роботі двигуна.

Одним з ефективних напрямків зниження забруднення повітря від роботи двигунів внутрішнього згорання є використання якісного палива, заміна двигунів внутрішнього згорання на екологічно чисті газотурбінні чи

електричні енергоустановки, впровадження нейтралізаторів, використання альтернативних видів палива.

Підтримка двигуна в справному стані є головною, але не єдиною вимогою для мінімізації токсичності і його найкращої економічності в процесі експлуатації. Від раціональних прийомів і методів використання значною мірою залежать витрата палива і викиди шкідливих речовин. Так, при надмірно різкому рушанні відбувається короткочасне ввімкнення пускового збагачувача. У результаті, надмірно зростає подача палива, порушується сумішоутворення і ступінь згорання, що призводить до підвищення вмісту сажі в відпрацьованих газах.

Отже, своєчасна діагностика і технічне обслуговування тракторів, автомобілів та самохідних сільськогосподарських машин призводить до зменшення забруднення довкілля шкідливими викидами та їх дії на продукцію сільськогосподарського виробництва. Також їх дія залежить від екологічної культури і дисципліни трактористів, водіїв автомобілів, комбайнерів. Наявність ефективної системи екологічної підготовки на підприємстві і постійне підвищення кваліфікації інженерно-технічних та інших працівників сприяє покращенню екологічної ситуації в аграрному секторі економіки країни.

ВИСНОВКИ ТА ПРОПОЗИЦІЇ

За результатами проведених досліджень системи управління машинно-тракторним парком ДП «ДГ «Степне», можна зробити узагальнюючі висновки та обґрунтувати ряд пропозицій.

1. Покращення функціонування інженерно-технічної служби за рахунок оптимізації її функцій є одним з вагомих факторів успішного розвитку підприємства і досягнення максимальних результатів.

2. Експлуатація техніки на кожному підприємстві вимагає ефективнішого її використання. При цьому досягнути оптимальних експлуатаційних витрат можливо при впровадженні інформаційних систем, як складової загальної системи управління виробництвом.

3. Аналіз основних показників використання тракторного парку досліджуваного підприємства показав збільшення в розрахунку на 1 умовно-еталонний трактор машино-змін та машино-днів у роботі на 10,7 та 4,7 %, нормо-змін – на 26,8 %, середнього виробітку за рік – на 24,1 %, а також зростання коефіцієнта використання тракторного парку з 0,31 до 0,34.

4. Аналіз основних показників використання комбайнів протягом останніх років показав, що площа збирання зернових збільшилася на 59,6 %, а намолот зерна зріс у 2,8 рази. Збільшилися в розрахунку на 1 комбайн машино-зміни – на 50,3 %, машино-дні у роботі на 24,9 %, намолоту зерна – у 2,8 рази за сезон та на 84,7 % – за зміну. За такого використання комбайнів, відбулося зростання коефіцієнту змінності на 20,4 % та коефіцієнту використання фонду робочого часу на 20,5 %.

5. Витрати по тракторній бригаді досліджуваного підприємства у 2020 р. становили 4986,19 тис. грн, що на 2069,7 тис. грн, або 71,0 % більше, ніж у 2018 р. В структурі витрат найбільшу питому вагу мають витрати на пально-мастильні матеріали (58,4 %); значна частка належить витратам на оплату праці (20,9 %), технічне обслуговування і ремонт (9,6 %) та амортизаційні відрахування (7,1 %).

Зважаючи на зроблені висновки, для покращення ефективності

управління машинно-тракторним парком, нами зроблені наступні пропозиції:

1. Зменшити кількість технічних засобів. При планових обсягах виробництва доцільно використовувати 20 тракторів в еталонному вимірі (замість 30 наявних).

2. Впровадити результати оптимізації використання машинно-тракторних агрегатів на осінньо-польових роботах 2022 р., за якими визначено оптимальний комплекс машин, і підраховані сумарні мінімальні витрати за одну робочу зміну біля 120 тис.грн.

3. Використовувати теорію масового обслуговування для оптимізації узгодженості роботи взаємопов'язаних технологічних процесів. Для комплексу «розкидач-заправник» оптимальною кількістю заправників для обслуговування 2 розкидачів вважаємо 4 одиниці.

4. Застосовувати результати оптимізаційної задачі транспортних перевезень при вирішенні внутрішніх та зовнішніх логістичних задач.

При зміні структури й складу машинно-тракторного парку ДП «ДГ «Степне» з урахуванням реалізації стратегій мінімізації витрат та запланованого збільшення обсягів механізованих робіт з 28,2 до 29,0 тис. ум. ет. га, витрати по експлуатації МТП знизяться на 281,4 тис. грн, собівартість 1 ум. ет. га також знизиться на 15,11 грн. Це дасть можливість збільшити випуск валової продукції сільського господарства на 1 грн витрат по машинно-тракторному парку на 0,45 грн.