

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

Механіко – технологічний факультет

ПОГОДЖЕНО
Декан механіко - технологічного факультету

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ
В.о. завідувача кафедри
технічного сервісу та інженерного
(назва кафедри)
менеджменту імені М.П. Момотенка

(підпис) Вячеслав БРАТШКО
(ПІБ)

(підпис) Руслан ШАТРОВ
(ПІБ)

«___» _____ 2025 р.

«___» _____ 2025 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему «Удосконалення технічного обслуговування обладнання для переробки олійних культур»

Спеціальність 208 «Агроінженерія»
(код і назва)

Освітня програма «Агроінженерія»
(назва)

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна
(освітньо-професійна, або освітньо-наукова)

Гарант освітньої програми
доктор технічних наук, професор
(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис) Братішко Вячеслав Вячеславович
(ПІБ)

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи
доктор технічних наук, професор
(науковий ступінь та вчене звання)

(підпис) Роговський Іван Леонідович
(ПІБ)

Виконав

(підпис)

Козуб Максим Ярославович
(ПІБ)

**НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ**

Механіко – технологічний факультет

ЗАТВЕРДЖУЮ

Завідувач кафедри технічного сервісу та інженерного менеджменту імені М.П. Момотенка

д.т.н., проф. Іван РОГОВСЬКИЙ
(науковий ступінь, вчене звання) (підпис) (ПІБ)

« ____ » _____ 2024 р.

З А В Д А Н Н Я

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ

Козубу Максиму Ярославовичу

(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність 208 «Агроінженерія»

(код і назва)

Освітня програма «Агроінженерія»

(назва)

Орієнтація освітньої програми освітньо-професійна

(освітньо-професійна, або освітньо-наукова)

Тема магістерської кваліфікаційної роботи «Удосконалення технічного обслуговування обладнання для переробки олійних культур»

затверджена наказом ректора НУБіП України від «13» листопада 2024 р. № 2038 «С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру _____

(рік, місяць, число)

Вихідні дані до магістерської кваліфікаційної роботи Науково – технічна література:

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

Розділ 1 Стан питання організації технічного обслуговування та ремонту устаткування для переробки насіння олійних культур

Розділ 2 Підвищення надійності обладнання для переробки насіння олійних культур з вдосконаленням організації його технічного обслуговування та ремонту

Розділ 3 Програма та методика досліджень організації технічного обслуговування

Розділ 4 Результати дослідження методів підвищення надійності обладнання для переробки насіння олійних культур

Розділ 5 Техніко-економічні розрахунки

Перелік графічного матеріалу Електронна презентація на 14 слайдах

Дата видачі завдання «11» листопада 2024 р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи _____

(підпис)

Роговський І.Л.

(прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання _____

(підпис)

Козуб М.Я.

(прізвище та ініціали)

ЗМІСТ

ВСТУП.....	5
1. СТАН ПИТАННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПЕРЕРОБКИ НАСІННЯ ОЛІЙНИХ КУЛЬТУР	11
1.1. Аналіз системи виробництва та переробки насіння олійних культур	11
1.2. Стан системи технічного обслуговування обладнання, що забезпечує надійність його функціонування	26
1.3. Система технічного обслуговування та управління надійністю обладнання у суміжних галузях	40
1.4. Висновки, цілі та завдання дослідження.....	44
2. ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПЕРЕРОБКИ НАСІННЯ ОЛІЙНИХ КУЛЬТУР ВДОСКОНАЛЕННЯМ ОРГАНІЗАЦІЇ ЙОГО ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ	48
2.1. Концепція підвищення надійності обладнання з переробки олійного насіння культур	48
2.2. Взаємозв'язок надійності обладнання з переробки насіння олійних культур та організації його технічного обслуговування та відновлення працездатності при відмовах.....	54
2.3. Теоретичні взаємозв'язки безвідмовності, ресурсу та організації технічного обслуговування та відновлення працездатності при відмови обладнання переробки насіння олійних культур.....	57
2.4. Марківські ймовірнісні процеси організації технічного обслуговування та відновлення працездатності у разі відмови обладнання для переробки олійного насіння.....	64
2.5. Висновки до розділу.....	66
3.ПРОГРАМА І МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ ОРГАНІЗАЦІЇ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПЕРЕРОБКИ НАСІННЯ ОЛІЙНИХ КУЛЬТУР	68
3.1. Загальна програма та методика досліджень.....	68
3.2. Методика забезпечення достовірності результатів експериментів.....	70

3.3. Пошук оптимальних умов організації технічного обслуговування методом планування експерименту.....	72
4. РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПЕРЕРОБКИ НАСІННЯ ОЛІЙНИХ КУЛЬТУР ВДОСКОНАЛЕННЯМ ОРГАНІЗАЦІЇ ЙОГО ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ	75
4.1. Обґрунтування параметрів типового олійного підприємства.....	75
4.2. Результати дослідження причин відмов та закономірностей потоків відмов та відновлення обладнання для переробки насіння олійного культур	80
4.3. Вплив організації системи технічного обслуговування обладнання для переробки олійних культур	90
4.4. Інформаційне забезпечення економіко-математичних моделей організації технічного обслуговування	92
ВИСНОВКИ.....	95
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	98

ВСТУП

У південних регіонах України, таких, як Миколаївська, Херсонська та Одеська області виробництво олійних культур є стабільним та довгостроковим джерелом доходів не тільки сільськогосподарських організацій та селянських господарств, а й переробних підприємств. У Миколаївській області розташовані олійнодобувні підприємства, виробничі потужності яких істотно перекривають потреби її населення, тому більшість рослинної олії експортується. Миколаївська область забезпечує 60% експорту українських рослинних олій. Виробляючи рослинну олію і відправляючи його за кордон, зазначені регіони отримують суттєву експортну виручку, яка значно підвищує рентабельність всього агропромислового комплексу (АПК). З кожного га, зайнятого соняшником (при досягнутій урожайності соняшника в передових господарствах Миколаївської області та південної частини України в цілому) можна отримати 1650 кг харчової та 630 кг технічної рослинної олії. Крім того, виробляється 1050 кг макухи (побічний продукт), що містить 208 кг протеїну (білка). Шрот, при його введенні до раціону дійного стада, підвищує жирність молока, тому що у нього висока харчова цінність: один кг шроту містить 1,02 кормових одиниці. і 363 г протеїну, 200 г вуглеводів, залишки жирів. Для виробництва такої ж кількості тваринного (коров'ячого) масла необхідна значно більша площа ріллі – 6,94 га, і навіть сільськогосподарські угіддя для випасу і вигулу. Соняшникова олія за рядом параметрів корисніша за тварину для вживання людиною, тому що містить біологічно активні речовини. Отже, переробка олійного насіння інтенсифікує виробництво продуктів харчування, економічно вигідна і, з точки використання природних ресурсів – доцільна. Актуальність питання використання олії в наш час визначається низкою факторів, основним з яких є той факт, що рослинні олії незамінні для харчових цілей. Його вживання в їжу людиною зростає як майонези, соуси та ін., воно застосовується у виробництві консервів, кондитерських виробів.

Широко використовують рослинні олії у промисловості для виробництва

лакофарбових виробів, у виробництві казеїно-масляних (темперних) фарб, мила, косметичних засобів; складів для обробки шкіри; гліцерин та жирні кислоти. У медичній практиці застосовують рідкі рослинні олії (касторова, мигдальна)-масляні емульсії; основою лікарських мазей є - оливкова, обліпихова, мигдальна, соняшникова та лляна олії.

Не дивлячись на зниження обсягів врожаю основної олійної культури, Україна продовжує утримувати першість з виробництва соняшникової олії в світі. Сьогодні цей бізнес є одним з найбільш маржинальних в країні. У 2017/18 МР урожай соняшнику скоротився на 2 млн тон або до 11,6 млн тон в порівнянні з 2016/17 МР. Обсяг виробництва сої скоротився на 0,5 млн тон - до 3,8 млн тон. Трохи зрівноважило ситуацію зростання обсягу виробництва ріпаку - 2,2 млн тон проти 1,2 млн тон минулого року. Миколаївський ОЕЗ входить до складу української дочки компанії Bunge Ltd. – “Бунге Україна”. Корпорація Bunge, заснована 200 років тому, прийшла на український ринок в 2002 році. Заявлена проектна потужність переробки насіння соняшнику становить від 600 до 800 тис. тон на рік. Після введення в експлуатацію нового олійно-екстракційного заводу в Миколаєві, “Бунге Україна” вдалося наростити сумарні потужності переробки (компанія володіє ще й МЕЗом в Дніпрі) в 2,5 рази – до 1,2 млн тон на рік. У 2016/17 МР компанія “Бунге Україна” стала другою з виробництва рафінованої соняшникової олії з часткою ринку 17%. Продукція компанії в Україні продається під ТМ “Олейна” і “Розумниця”.

Об’єм олієнасіння, що виробляється в області, коливається за роками від 1,0 до 1,5 млн. т., проте потреба в сировині для МЕЗ і МДП більша за власне виробництво насіння олійних культур, тому, олійна сировина привозять з інших регіонів для повного завантаження потужностей підприємств.

За останнє десятиліття можливості з переробки олійного насіння в області подвоїлися, але посівні площі, зайняті олійними культурами, мало збільшилися. Щоб запобігти недовантаженню потужностей, підприємства переходять на олієвидобування з таких культур як ріпак, гірчиця, соя, льон, а також переробляють сировину, закуплену в інших регіонах. Як результат планомірної діяльності комерційних організацій з нарощування потужностей для переробки насіння олійних

культур, у Миколаївській області склався кластер з виробництва рослинних олій. Вироблене підприємствами кластера олія має такі обсяги, що вони забезпечують 20% російського ринку. У розрахунку кожного жителя Миколаївської області виробляється 124 кг рослинної олії при нормі споживання 13,6 кг.

Реконструкція та нові технології створили умови для підвищення ефективності використання обладнання для переробки насіння олійних культур (ОПНОК) та підвищення конкурентоспроможності виробленої продукції.

За 2019 р. випуск рослинних олій ПФО становив понад 1,6 млн. т., що більше на 10% порівняно з тим самим періодом минулого року, [1,14].

За прогнозами, після завершення модернізації та реконструкції найбільші підприємства Миколаївської області зможуть переробляти 12,9 млн. т. на рік [186].

Проте реальність така, що обладнання для переробки насіння олійних культур, навіть найдосконаліше, потребує технічного обслуговування, у тому числі усунення несправностей.

При функціонуванні ОПНОК відбуваються відмови, тобто «події, що полягає у порушенні працездатного стану об'єкта» – таке формулювання встановлено стандартом ГОСТ 18322 [32]. Відповідно до ГОСТ 27.002-2015 [35] відмовою вважається «ознака чи сукупність ознак порушення працездатного стану об'єкта, встановлені у нормативно-технічній та (або) конструкторській (проектній) документації». Для усунення відмови, тобто поточного ремонту, потрібен час, який називається: "Тривалість відновлення працездатного стану об'єкта".

З використанням устаткування високої вартості, котрій простої устаткування означає недовипуск істотних обсягів рослинної олії, зменшення обсягів виробництва, зупинка устаткування переробки насіння олійних культур означає зниження прибутків і рентабельності. Так продуктивність навіть середньотоннажних підприємств дозволяє випускати продукції на десятки мільярдів гривень, збитки від простоїв ОПНОК з технічних причин досягають мільярда гривень. Запобігти мільярдним непродуктивним втратам від простоїв ОПНОК можливо за дотриманням регламентів технічного обслуговування та оперативного усунення відмов.

У зв'язку з тим, що метою комерційних олійних організацій є отримання прибутку, а організація технічного обслуговування обладнання для переробки насіння олійних культур виглядає неявно, знизилася увага до системи ТО та ремонту, тобто технічного сервісу (ТС) у сільському господарстві, особливо на сільськогосподарських переробних підприємствах. Обстеження цих підприємств зокрема, у Миколаївській області та Вінницькій області, показало, що питання організації ТС не є для них пріоритетом на тлі ринкових орієнтирів. Така практика господарювання призвела до зниження надійності обладнання для переробки насіння олійних культур, непродуктивних простоїв та втрат продуктивності. З вказаних причин удосконалення організації технічного обслуговування та відновлення при відмови обладнання для переробки насіння олійних культур на олієдобувних підприємствах (ОДП) є актуальним.

Вирішення завдання вдосконалення організації технічного обслуговування та відновлення обладнання для переробки насіння олійних культур дозволить не тільки підвищити його надійність і тим самим звести до мінімуму непродуктивні простої з технічних причин, але і дати значний економічний ефект.

Наукова гіпотеза. Підвищити надійність функціонування обладнання для переробки насіння олійних культур можна вдосконаленням організації його технічного обслуговування та відновлення працездатності на олієдобувних підприємствах різного тоннажу.

Робоча гіпотеза. Вдосконалення організації ТО можливо шляхом знаходження оптимального співвідношення між витратами на технічний сервіс та втратами від непродуктивних простоїв олієдобувного обладнання на базі експериментальних даних про показники його надійності та трудомісткості операцій ТО, на базі методу вкладеного марківського ланцюга.

Мета магістерської роботи: підвищення показників надійності функціонування обладнання для переробки насіння олійних культур за допомогою вдосконалення організації ТО.

Завдання дослідження:

1. Розробити адекватні математичні моделі для управління надійністю обладнання для переробки насіння олійних культур під час його експлуатації.
2. Експериментально встановити закономірності виникнення відмов та подальшого відновлення працездатності обладнання для переробки насіння олійних культур, параметри потоків відмов та відновлень.
3. Сформувати інформаційне забезпечення математичних моделей та дослідити вплив організації технічного обслуговування на показники надійності обладнання для переробки насіння олійних культур.
4. Обґрунтувати раціональну організацію технічного обслуговування у взаємозв'язку з потребами обладнання олієдобувних підприємств у технічному обслуговуванні та заходи щодо управління його надійністю.
5. Провести техніко-економічну оцінку модернізованої організації технічного обслуговування обладнання олієдобувних підприємств.

Об'єкт дослідження: організація та методи підвищення надійності обладнання для переробки насіння олійних культур при його технічному обслуговуванні

Предмет дослідження: надійність обладнання для переробки насіння олійних культур, закономірності потоків його відмов та відновлення, організації його ТО.

Наукову новизну роботи складають:

- встановлені в результаті експериментальних досліджень закономірності та характеристики потоків вимог на обслуговування сучасного обладнання для переробки насіння олійних культур, моделі відмов та відновлень, показники надійності зазначеного обладнання: безвідмовність, коефіцієнт технічного використання $K_{ТВ}$, ймовірності станів обслуговуваної та обслуговуючої систем P , середня трудомісткість відновлень T_{CP} , математичні очікування параметрів обслуговування M .
- виявлені закономірності функціонування системи технічного обслуговування та ремонту обладнання для переробки насіння олійних культур, ідентифікованої як система масового обслуговування, а також встановлені закономірності впливу організації технічного обслуговування на ефективність його

функціонування.

Практичну цінність роботи становлять:

- підвищення ефективності функціонування обладнання для переробки насіння олійних культур шляхом обґрунтування параметрів та режимів раціональної організації його технічного обслуговування;
- методика підвищення ефективності функціонування обладнання для переробки насіння олійних культур удосконаленням організації його ТО;
- пропозиції та рекомендація щодо системи управління надійністю обладнання для переробки насіння олійних культур на олієдобувних підприємствах на базі розробленої організації та комп'ютерної програми.

Методологія та методи досліджень. Для вирішення поставлених завдань використано: методологія ремонту та ТО технологічного обладнання, методи теорії надійності, теорії Марківських процесів та її додаток до систем масового обслуговування, методика планування експериментальних досліджень, статистичні методи обробки експериментальних даних, методи оцінки гіпотез та адекватності.

Експерименти виконані за багатофакторним планом. Результати досліджень опрацьовано із застосуванням пакету програм Statistic та MathCAD, системи Excel. Значимість коефіцієнтів отриманих залежностей визначена за допомогою матриці дисперсій-коваріацій, за критеріями Стюдента та Фішера визначено достовірність та рівень значущості отриманих результатів.

СТАН ПИТАННЯ ОРГАНІЗАЦІЇ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПЕРЕРОБКИ НАСІННЯ ОЛІЙНИХ КУЛЬТУР І ПІДВИЩЕННЯ ЙОГО НАДІЙНОСТІ ПРИ ЕКСПЛУАТАЦІЇ

1.1 Аналіз системи виробництва та переробки насіння олійних культур

За даними Міжнародного економічного форуму у 2020 році, світу не вдалося досягти цілей сталого розвитку, задекларованих у 2015 році. Найменш розвинені країни пропустили мету зростання 7% щороку з 2015 року. Екстремальне скорочення бідності сповільнюється. 3,4 мільярда людей – або 46% світового населення – проживають на менш ніж 5,5 доларів на день і борються за задоволення основних потреб. Після років постійного спаду голод збільшився і зараз від цієї проблеми потерпають 826 мільйонів – або кожного з дев'яти людей – порівняно з 784 мільйонів у 2015 році. Загалом 20% населення Африки недоїдають. Ціль «нульового голоду» майже напевно не буде досягнута [13].

За даними світового банку темпи приросту ВВП значно перевищують темпи приросту населення (див. рис. 1.1 та рис. 1.2). У світі проживає більш ніж 7 мільярдів людей, з яких 1 мільярд потерпають від проблем голоду. Виробляється їжі більше, аніж коли-небудь та всі 7 мільярдів людей можуть бути нагодовані. Півтора мільярди людей страждають від ожиріння, а 30% виробленої їжі утилізується.

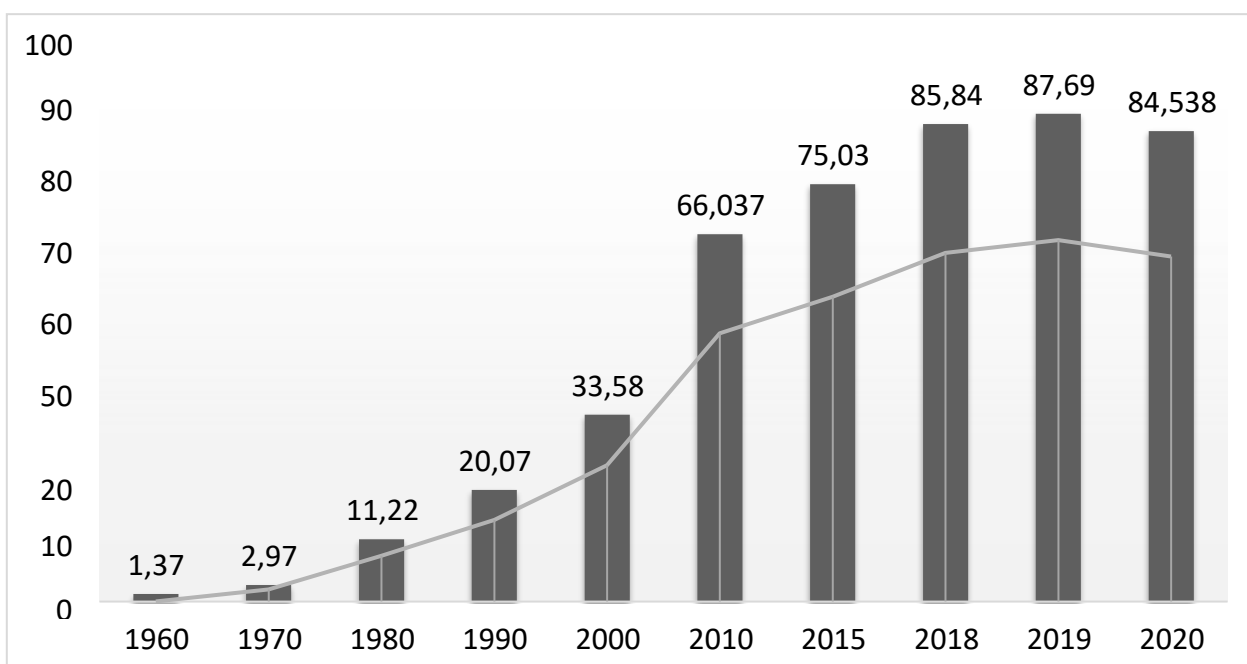


Рис. 1.1. Світовий валовий внутрішній продукт, трлн. дол. США

Загрози мають бути повністю ліквідовані у часи глобалізації, технологічного та економічного розвитку, коли мільйони доларів витрачаються на запуск ракет у космос, розробку роботів, але на практиці все відбувається інакше. Більше того, орієнтована на прибутки хімічно інтенсивна промислова модель сільського господарства, на котру підписана більша частина світу, представляє собою величезну загрозу для світу. Найбільш позитивні, життєстверджуючі людські зусилля – вирощування та споживання їжі – перетворилися на загрозу із серйозними наслідками для людей і планети.

Всього через 20 років, у 2040, у світі буде 9 мільярдів жителів, яких потрібно буде годувати, потреби у продуктах харчування будуть змінюватися, а обмежені ресурси, такі як вода, енергоносії та земля мають використовуватися стало (sustainable). Саме тому процес екологізації є незамінним інструментом покращення стану не лише навколишнього середовища, але й життя людей в цілому, забезпечивши доступ до якісних та безпечних продуктів харчування.

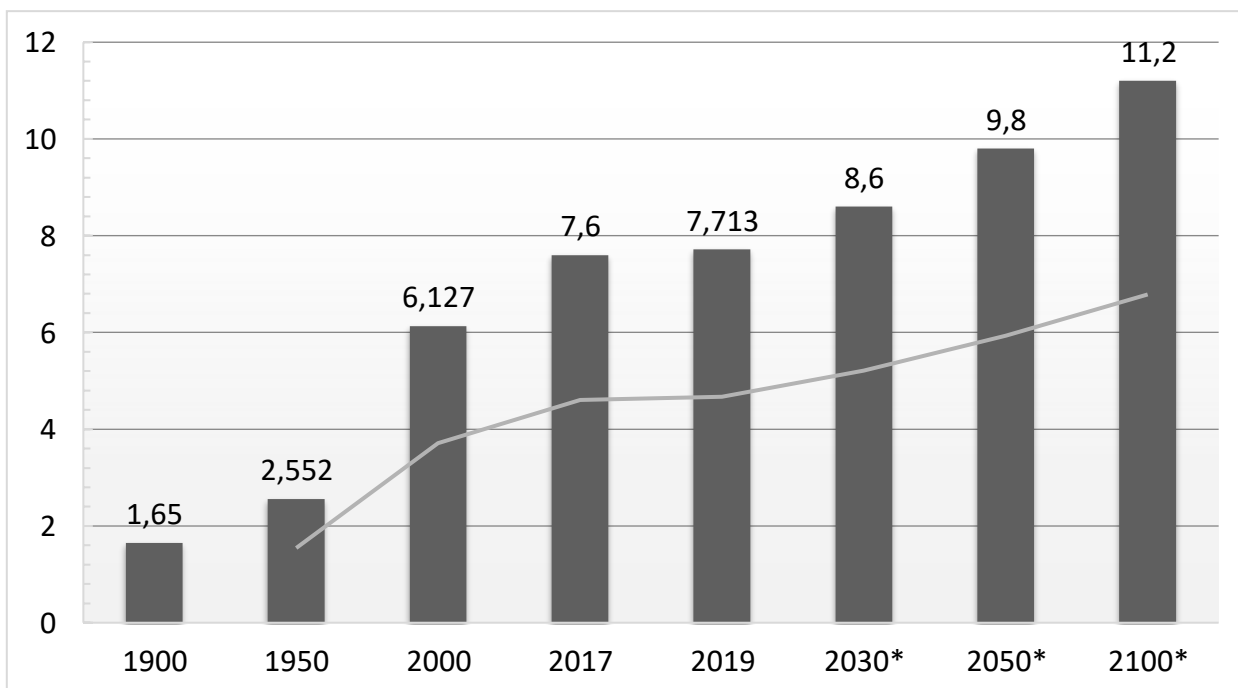


Рис. 1.2. Населення світу 1900-2100 (прогноз), млрд. чол.

Усе вищесказане має враховуватися у процесі розроблення стратегії розвитку кожного сектору України для того, щоб максимізувати позитивний економічний і екологічний ефект від тієї чи іншої діяльності. За словами Лутковської С.М., екологічна модернізація в Україні не може здійснюватися у великих масштабах через орієнтацію на політику економічного зростання, а не стійкого розвитку. Але в майбутньому необхідно буде розпочати цей процес і виробити відповідну доктрину й програми, що обумовлено глобальною соціально-екологічною ситуацією. Поки що екологічна модернізація в Україні відбувається найчастіше з ініціативи бізнесу як його реакція на соціально-економічні умови, визначені переважно глобальними процесами [16].

Так, говорячи про еколого-економічно направлені галузі, одна з першихта ключових – олійно-жирова. Це пояснюється багатьма факторами. Ця галузь є однією з найрозвиненіших та інвестиційно привабливих, щороку залучаючи інвестицій на суму понад 350 млн. дол. За останні 20 років побудовано 40 нових заводів та майже всі старі було модернізовано. Це одна з небагатьох галузей в Україні, що нарощує експорт продукції з високою доданою вартістю, щороку розширюючи ринки збуту та перелік продукції.

Відтак, розглядаючи можливості позитивного ефекту на економічний

стан олійно-жирової промисловості, давайте спершу розглянемо в загальному сучасний стан олійно-жирової промисловості України.

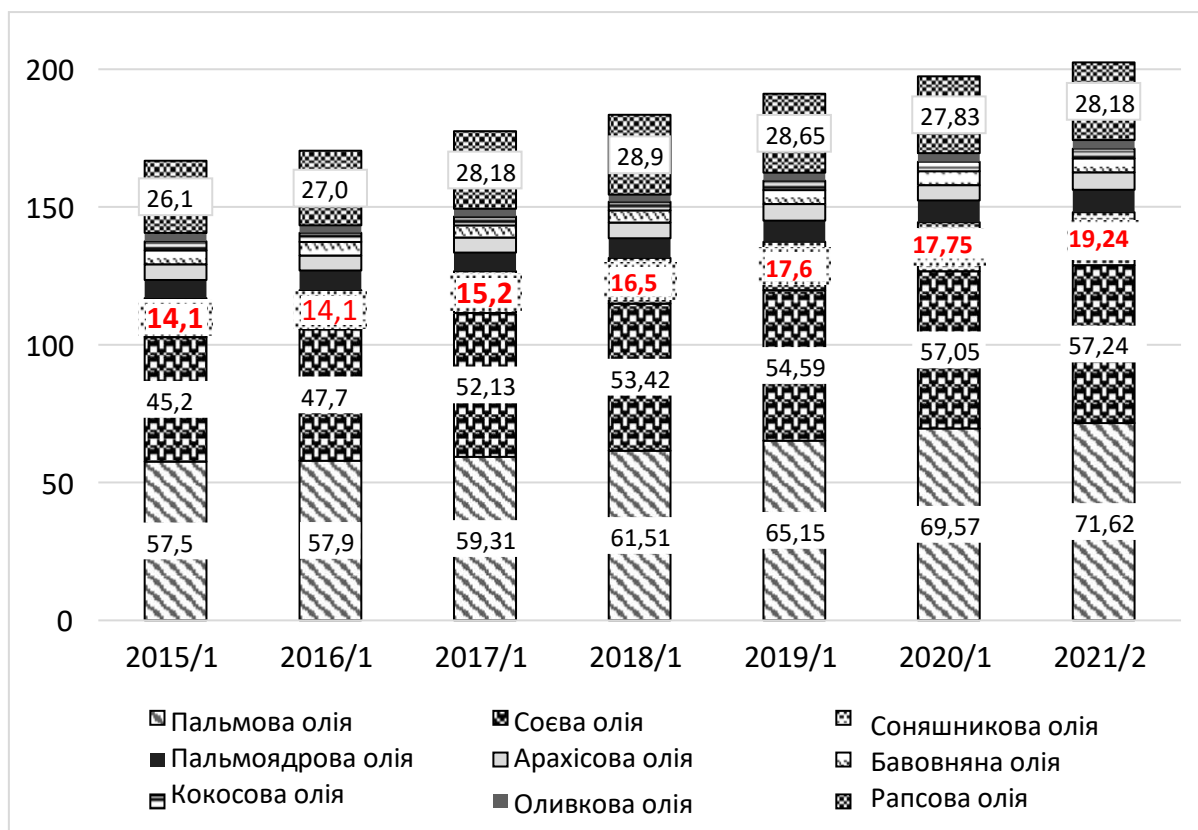
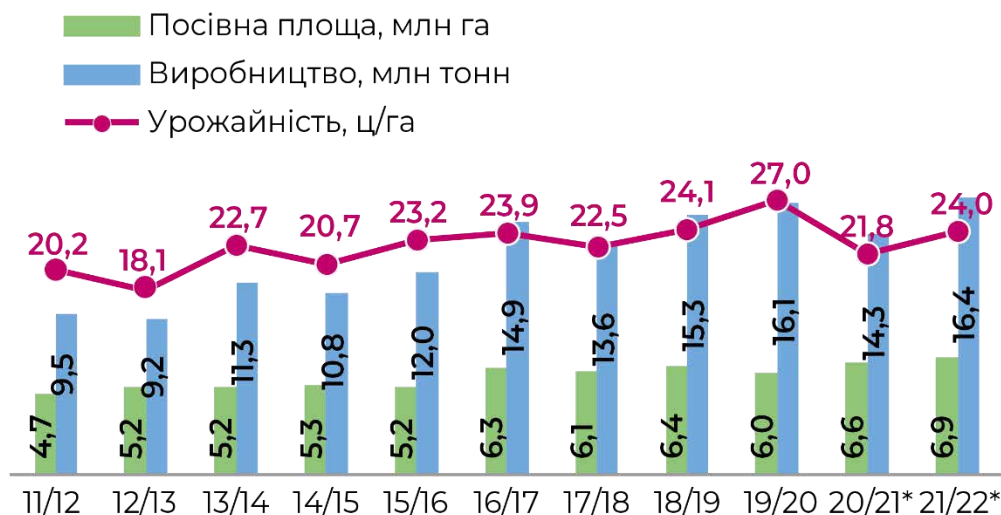


Рис. 1.3. Споживання рослинних олій у світі з 2014 по 2021 роки, за видами олії (в млн. метричних тон)

Динаміка виробництва соняшнику в Україні



* Прогноз

Джерело: ІА "АПК-Інформ"

Споживання рослинних олій щороку зростає. Проте у структурі валового

виробництва рослинних олій, соняшникова займає далеко не провідне місце. Натомість, найбільшу частину займають пальмова та соєва олія, яка у 2020 році займала 34% та 29% від загального обсягу відповідно. У цей же період, соняшникова олія займала всього 9%. Із 17 млн. тон соняшникової олії, спожитих у 2019 року, 6 млн. були поставлені Україною, тобто 35%.

У 2020 році у світі було спожито 18,3 млн тон соняшникової олії, при цьому Україна поставила 5,21 млн тон. Це пов'язане із низькою врожайністю, що виникла через погодні умови. Відтак, навіть будучи найбільшим виробником та експортером, потрібно все ж таки шукати більше можливостей та перспектив для української олійної переробної промисловості, оскільки є багато факторів, що можуть вплинути на врожайність та відповідно на кількість виробленої олії всередині країни. Олійно-жирова промисловість (ОЖП) є експортно-орієнтованою і займає важливе значення для економіки України. За останні 17 років вдалося збільшити потужності з переробки олійних культур з 2,5 млн тон у 1999 році до 21 млн тон у 2020 році (за даними асоціації «Укроліяпром»), збудовано 37 нових заводів, 16 терміналів у 6 морських портах. Експорт олійно-жирової продукції зростає щороку. Так, згідно статистики, наведеної асоціацією «Укроліяпром», 2018/19 МР характеризувався значним нарощуванням виробництва та експорту олій та шроту у порівнянні з 2017/18 МР. У порівнянні з 2017/18 МР відбулось зростання виробництва: олія соняшникова нерафінована — 116,4 %; олія соняшникова рафінована — 107,7 %; олія соєва нерафінована — 138,0 %; олія ріпакова — 155,5 %; шрот соняшниковий — 120,4 %; шрот соєвий — 135,4 %; марг продукція — 103,2 % [18]. Відбулось значне нарощування експорту олійно-жирової продукції: олія ріпакова нерафінована — у 2,4 раза; шрот соняшниковий — 114,8 %; шрот соєвий — у 2,2 раза.

Що стосується 2020 року, ситуація видалась непростю через погіршення погодних умов і пандемію, зменшення врожаю і рекордне зростання цін на сировину. Врожаї суттєво постраждали внаслідок несприятливих погодних умов, ризики фермерів досягли високого рівня внаслідок посухи та

оголошеного карантину. Компанії несли колосальні втрати, не здатні виконувати контрактні зобов'язання перед контрагентами, банками та іншими кредиторами.

За даними Української олійної коаліції, що об'єднує в собі переробників насіння ріпаку та соєвих бобів, за останні 15 років обсяги вирощування сої виростили у 15 разів, а обсяги переробки за цей же період зросли у 30 разів. Тому важливо застосовувати інструменти тарифного регулювання для стимулювання структурних змін в галузі та збільшити переробку усіх олійних культур [19].

Погоджуємося з думкою Капшука С., директора асоціації «Укроліяпром», що основна передумова подальшого стабільного розвитку олійно-жирового комплексу України — це збереження дії експортного мита на насіння соняшнику, нарощування переробки соєвих бобів та насіння ріпаку на вітчизняних потужностях, розширення ринків збуту продукції з високою доданою вартістю, утримання лідерських позицій на зовнішніх ринках при одночасному повному забезпеченні внутрішнього ринку олією рослинною [18].

Рисунок 1.4. ілюструє факт, що переробляти українські підприємства можуть навіть більше, аніж виробляється сировини. Так, у 2020 році вироблено було близько 19 мільйонів тон олійних культур, а можливість підприємств складала 21,5 мільйонів тон переробки. Фактично переробляють не більш 15 млн. тон.

Кернасюк Ю. зазначає, що використання нових високоврожайних сортів і гібридів насіння основних олійних культур вітчизняної та зарубіжної селекції, за умов дотримання технології вирощування та відповідному мінеральному живленні й догляді за посівами, дозволяє досягти вказаних вище показників у наших доволі непередбачуваних, за погодно-кліматичним фактором [21]. Враховуючи той факт, що середня урожайність олійних в Україні буде зростати, валовий збір буде нарощуватися щороку. За період з 2000 року середня урожайність олійних культур зросла з 1,2 т/га до 2,4 т/га, тобто вдвічі. Проте якщо брати до уваги статистику по іншим країнам-лідерам з вирощування олійних культур, то в США середня врожайність олійних – 3,2 т/га, Аргентині –

3,2 т/га, Країнах Європейського Союзу – 2,64 т/га, Туреччині – 2,7 т/га.

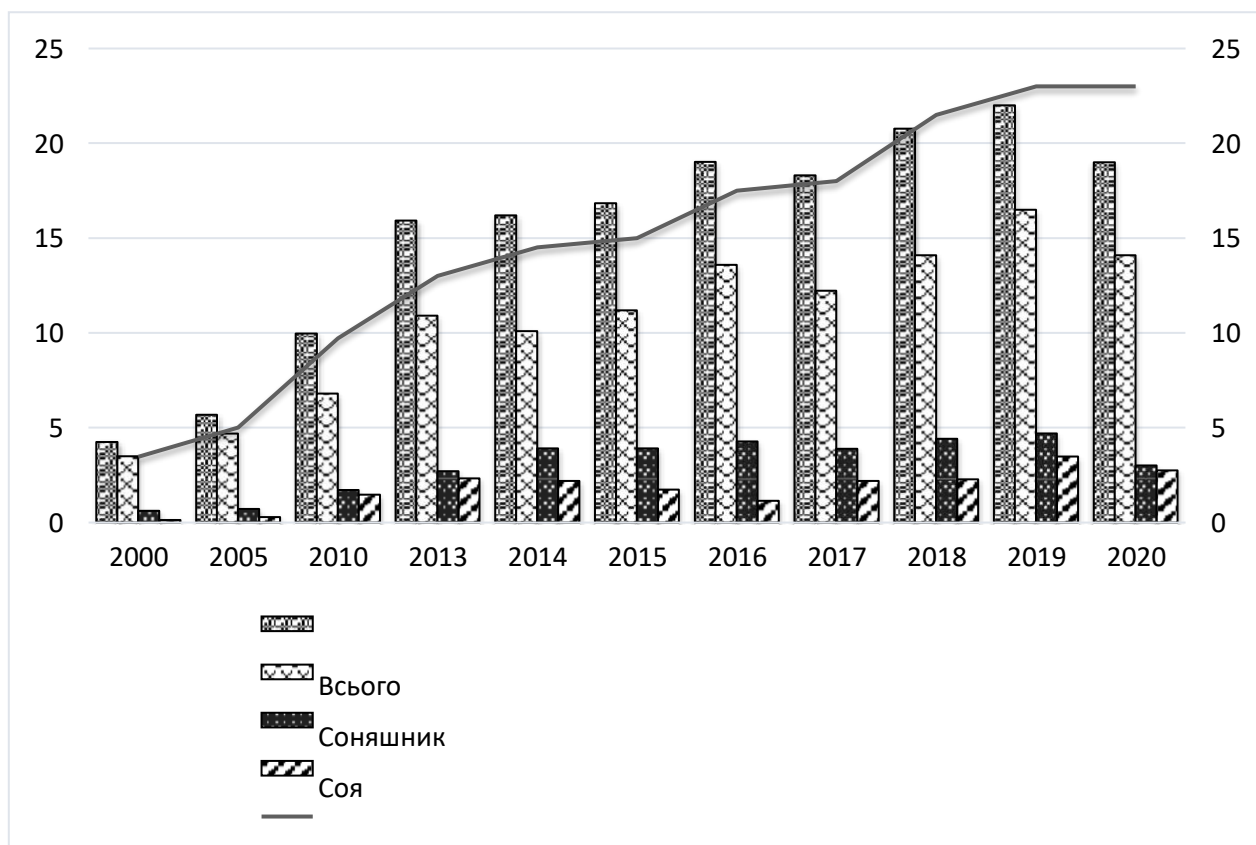


Рис. 1.4. Потужності з переробки олійних культур в Україні з 1998 року по 2020 рік, млн. т

Питома вага експорту продукції олійно-жирової промисловості у загальному експорті товарів з України – 13%, в експорті продукції АПК – 30%, в експорті продукції харчової промисловості – майже 70%. Варто зауважити, що порівняно із 2019 роком, у першій половині 2020 року виручка від експорту олійно-жирової промисловості виросла на 24% і зросла до 2,9 млрд. дол. США.

Більше того, олійно-жирова промисловість вже давно перестала бути лише галуззю харчової промисловості, оскільки окрім продукції для кінцевого споживання – рослинної олії, продукти переробки використовуються для проміжного споживання з метою задоволення потреб в сировинних ресурсах галузей переробної промисловості та паливно-енергетичного комплексу, що стає у підґрунті забезпечення продовольчої енергетичної та екологічної безпеки, які є найважливішими складовими економічної безпеки України [22] (див. рис .1.6)

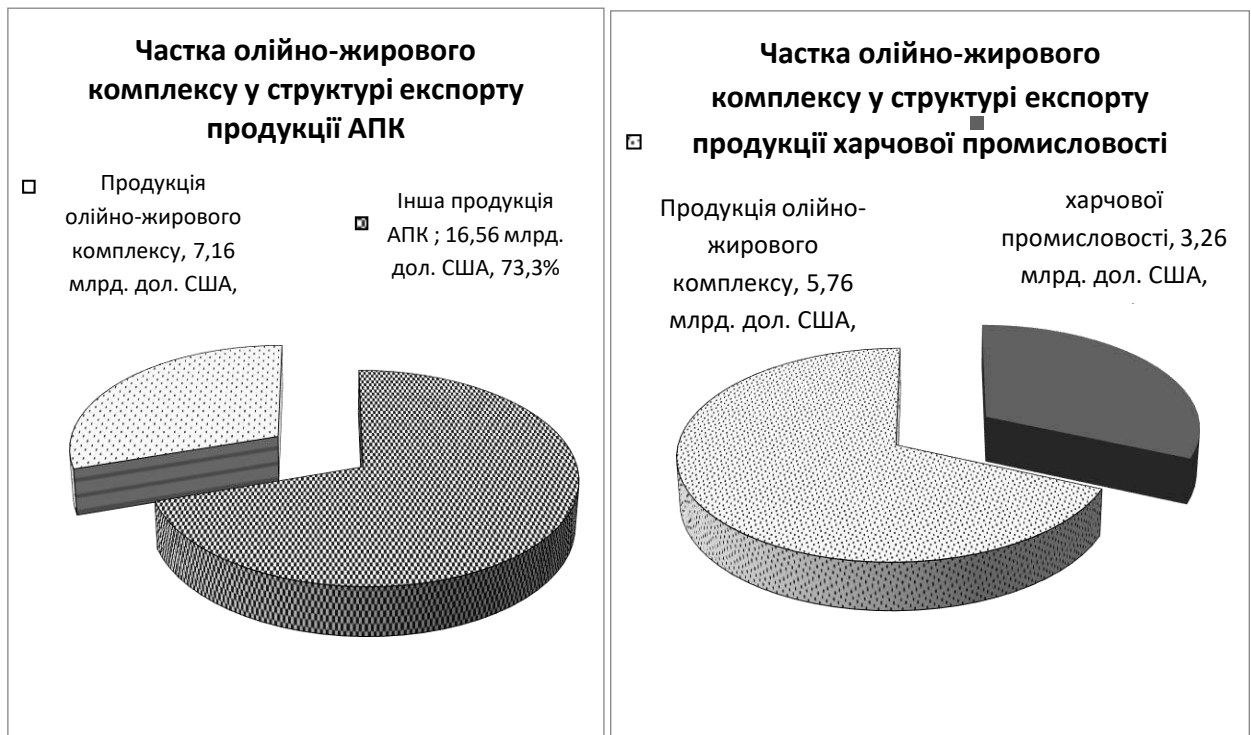


Рис. 1.5. Структура експорту агропромислового комплексу у 2021 році

Річард Прайс зазначає, що економічні та екологічні показники повинні необхідно вивчати системно. Екологічне середовище є основним для економічної діяльності та зростання, надання ресурсів, необхідних нам для виробництва товарів та послуг, а також для поглинання та обробки небажаних побічних продуктів у формі забруднення та відходів [23].

Для забезпечення продовольчої безпеки та покращення якості олії, підприємствам нашої держави вкрай необхідно вводити нові екологічні стандарти задля впровадження економічних та організаційно-управлінських механізмів забезпечення екологічної безпеки держави. Конкурентоспроможність виробництва напряму залежить від розробки та реалізації екологічної стратегії компанії, від послідовності вирішення проблеми екологізації виробництва та зменшення негативних наслідків екологічних ризиків.



Рис. 1.6. Взаємозв'язок олійно-жирової промисловості з іншими галузями АПК

Конкурентні переваги такої стратегії визначаються рівнем обґрунтування та вирішення проблем захисту навколишнього середовища як на національному рівні, так і на міжнародному.

На нашу думку, можна охарактеризувати еколого-економічну діяльність переробних підприємств за такими категоріями.

Перша категорія – інвестиції та інновації. Технологічний прогрес та розвиток нових знань є важливими факторами економічного зростання, і є ключовим фактором забезпечення того, щоб перехід до екологічно стійкого економічного зростання відбувався як мінімум економічно. Нове знання породжується науково-дослідницькою діяльністю, яку можна фінансувати публічно (коли деякі переваги набувають суспільство в цілому) або в приватному порядку (де переваги в основному приватні та на яких дослідники можуть отримувати прибуток).

Державна політика та, зокрема, екологічна політика відіграють важливу роль у стимулюванні технологічного прогресу та інновацій. Політика, спрямована на те, щоб екологічні витрати були правильними, цілком імовірно стимулюють підприємців до інновацій, щоб зменшити витрати. Наприклад, Рейд і Міджинські (Reid and Miedzinski, 2008) вважають, що державна політика є основним рушієм зелених інновацій. Зокрема, політика уряду може

стимулювати екологічні інновації за допомогою політики «інфляція попиту», такі як введення обмежень або державних закупівель, що підвищують попит на інновації та політику «розширення пропозиції», в основі якої – субсидії та податкові пільги для проведення досліджень [24]. Крім того, послідовна екологічна політика може забезпечити більшу впевненість у вартості інвестицій та стимулювання екологічних досліджень та розробок у бік соціально оптимального рівня.

Однак нам потрібно оцінити вплив екологічної політики на інвестиції та інновації з точки зору всієї економіки. Чи будуть потоки інвестицій в екологічні інновації «витіснити» існуючі інвестиції, і чи існують альтернативні витрати від інвестування в екологічні інновації? Через широкий спектр факторів, що впливають на економіку, складно отримати чіткі висновки щодо впливу екологічної політики на загальний рівень інвестицій в дослідження та розвиток. Наприклад, після дослідження впливу «кліматичної» політики було встановлено, що вона стимулювала інновації в альтернативних галузях енергетики, проте не стимулювала науково-дослідну роботу у неенергетичних секторах, що призвело до скорочення загального виробництва та зниження загальної швидкості технічного прогресу.

Важливо відмітити, що міжнародні технологічні поглинання (що відбуваються внаслідок інтеграції крупних транснаціональних корпорацій) може призвести до того, що країна інвестує менше в екологічні дослідження і розробки (оскільки це сприяє проведенню досліджень та розробок за кордоном - уникнення дублювання та можливості інвестування в інше місце), що призведе до різкого збільшення рівня інновацій. Рейер Герлах (Gerlagh) [27] вважає, що, оскільки рівень капіталовкладень зростає, накопичення знань переходить від виробництва енергії до енергозберігаючих технологій і передбачає все більшу технологічну зміну на одиницю інвестицій. Італійський вчений Карло Караро [28] аналізує у своїх роботах кліматичну політику та стверджує, що інвестиції в енергетичні науково-дослідні розробки не призводять до витіснення інвестицій в інші сектори, а також не призводять до

погіршення рівня людського капіталу.

Потужності переробки українських олійно-жирових підприємств – більше 22 млн тон щорічно і інвестиції у переробну промисловість могли б зростати, якби не проблема тотального експорту таких олійних культур, як ріпак та соя. Окрім скорочення інвестицій, українські переробні заводи у майбутньому зіштовхнуться з такими проблемами як скорочення виробництва соняшникової олії, зупинка заводів (оскільки виникне дефіцит сировини), зростання цін на внутрішньому ринку та невиконання контрактів, що відповідно викличе часткову втрату зовнішніх ринків та зменшення надходжень валютної виручки до України. В даному випадку необхідно кардинально змінювати механізм діяльності олійно-жирової промисловості.

Розглянули актуальність питання виробництва рослинних олій, що визначають важливість управління надійністю та ефективністю обладнання для переробки насіння олійних культур (ОПНОК) за його експлуатації. Проблема має мінімум три аспекти: предмет праці (рослинна сировина – соняшник та інші олійні культури), знаряддя праці (ОПНОК) та організація його ТО та ремонту. Вивчивши генезис цього питання (предмет праці), встановили: соняшник вирощувався північноамериканськими індіанцями з третього тисячоліття до н.е. П'ять століть тому соняшник був завезений в Європу іспанськими колонізаторами, а в 1716 р. зареєстрований перший патент на оліє видобування з насіння соняшника в Англії. Через 53 роки соняшник стали обробляти як олійну культуру у промислових масштабах.

Питання використання рослинної олії у наш час визначається низкою факторів, основним з яких є той факт, що рослинні олії незамінні для харчових цілей. Постійно зростає вживання людиною в їжу рослинних олій як у чистому вигляді, так і у складі майонезів, соусів та ін., консервів, кондитерських виробів. Широко використовують рослинні олії у промисловості для виробництва лакофарбових виробів, для виробництва казеїно-олійних (темперних) фарб; мила, косметичних засобів. З нього роблять склади для обробки шкір, а також гліцерин та жирні кислоти. У медичній практиці

застосовують рідкі рослинні олії (касторова, мигдальна), масляні емульсії. Основою лікарських мазей є лляна, мигдальна, обліпихова, оливкова, соняшникова та інші олії.

Цікаво відзначити, що населення України відрізняється смаковими перевагами стосовно до рослинних олій: на відміну від США, де люблять арахісову та соєву олії, наші громадяни переважно вживають соняшкову, меншою мірою через її дорожнечу – оливкову. З цієї причини структура споживання в Україні відрізняється від структури споживання рослинних олій у Євросоюзі та США, Канаді, держав Великої Британії. В Україні користуються попитом і активно купуються населенням олії, вироблені з насіння таких олійних культур, як соняшнику та гірчиця, льону та гарбуза, меншим попитом користується кукурудзяна олія.

У світі також виробляється мільйони тон пальмової олії, яка завозиться до України із Малайзії та інших країн південно-східної Азії. Але якщо в Євросоюзі воно в їжу використовується обмежено, то в Україні застосовується при виробництві молочних продуктів: тваринний жир замінюють на пальмову олію. Застосовують пальмову олію при виробництві кондитерських виробів, при хлібопеченні, в кулінарії. Застосування пальмової олії негативно позначається на виробництві молока, його масове використання в харчовій промисловості призвело до скорочення попиту на натуральне молоко та продукти його переробки, що призвело до скорочення поголів'я молочного стада. Його користь для організму людини не доведена, а економічна шкода безсумнівна. Імпортуючи пальмову олію, ми позбавляємо тваринництво цінного корму (шроту), а харчову та медичну промисловості – сировини,

У той же час в Україні виробляється якісна та корисна соняшникова, лляна, гірчична, гарбузова та ін. рослинні олії.

На Півдні України всього культивується понад 100 молочних культур. Набуло великого поширення вирощування ріпаку, з якого виробляється олія для біодизеля. До теперішнього часу в результаті кропіткої роботи вітчизняних селекціонерів та генетиків виведено нові високоврожайні, високоолійні та

стійкі до зовнішніх впливів (в тому числі зарази) сорти та гібриди соняшника та інших олійних культур. Особливо цінним є насіння соняшника.

Вважається, що вироблене з олії насіння соняшника олія за своїми властивостями корисніше для населення, ніж вершкове масло. У соняшниковій олії, як і інших рослинних оліях, відсутній холестерин. Насіння олійних культур можна використовувати для виробництва халви та казнак, пахлави, кондитерських виробів та при хлібопеченні. При переробці насіння можна отримати близько 35% шроту (макухи) в якому містяться: 32-35% протеїну; у макуху – 5-7%, близько 20% вуглеводів.

Зупинимося на соняшнику як основній олійній культурі та його олії, що містить біологічно активні речовини. Це вітаміни А, D, Е та К, а також фосфати, магній, калій та ряд необхідних для живих організмів мікроелементи. Науково встановлений факт: олійне насіння сучасних сортів та гібридів соняшника містить 55-60% льонової та 30-35% олеїнової кислот. З кожного га, зайнятого соняшником (при досягнутій урожайності соняшника в передових господарствах Миколаївської області та Вінницької області) можна отримати 1650 кг харчової та 630 кг технічної олії. Крім того, при цьому виробляється 1050 кг макухи (побічний продукт), що містить 208 кг протеїну (білка). Шрот, при його введенні до раціону дійного стада, підвищує жирність молока, тому що у нього висока харчова цінність: один кг шроту містить 1,02 кормові одиниці. та 363 г. протеїну, 200 г. вуглеводів, залишки жирів. Для виробництва такої ж кількості тваринного (коров'ячого) масла необхідно значно більша площа ріллі – 6,94 га, і навіть сільськогосподарські угіддя для випасу і вигулу. Отже, переробка олійного насіння інтенсифікується виробництво продуктів харчування, економічно вигідна і з точки використання природних ресурсів – доцільна. При віджимі олії виробляється як основний, а й побічний продукт, це лушпиння. З неї можливе одержання етилового спирту, кормових дріжджів. У подрібненому вигляді лушпиння – високоенергетичний корм для жуйних тварин. Кошки соняшника та лушпиння підвищують жирність молока. Переробка олійного насіння інтенсифікується виробництво продуктів

харчування, економічно вигідна і з точки використання природних ресурсів – доцільна. При віджимі олії виробляється як основний, а й побічний продукт, це лушпиння. З неї можливе одержання етилового спирту, кормових дріжджів. У подрібненому вигляді лушпиння – високоенергетичний корм для жуйних тварин. Кошки соняшника та лушпиння підвищують жирність молока. переробка олійного насіння інтенсифікується виробництво продуктів харчування, економічно вигідна і з точки використання природних ресурсів – доцільна. При віджимі олії виробляється як основний, а й побічний продукт, це лушпиння. З неї можливе одержання етилового спирту, кормових дріжджів. У подрібненому вигляді лушпиння – високоенергетичний корм для жуйних тварин. Кошки соняшника та лушпиння підвищують жирність молока.

Ефективність олії видобутку з насіння соняшника - це не тільки висока рентабельність, але та виробництво сировини для переробки та кормів для тварин. Зазначимо наступне: соняшник – найбільш економічно вигідна польова культура: за врожайності 32 ц/га з кожного га можна 1708 кг олії, а також побічний продукт – 1152 кг шроту (у ньому міститься 432 кг протеїну), 720 кг лушпиння. З такої її кількості можна виробити 50,4 кг дріжджів.

Розглянули тенденції виробництва олії та встановили таке. Український сектор його виробництва – сектор сільськогосподарського, що найбільш динамічно розвивається. Сировина для виробництва рослинних олій – це переважно соняшник. Він зростає у південних та центральних регіонах нашої країни – лідер із виробництва соняшника, його частка – 47%.

Чотири групи зовнішніх факторів сприяють збільшенню виробництва соняшника: економічних (високорентабельна культура, що має попит як сировина з боку олійних підприємств і фірм-експортерів олійного насіння), фінансових (вигідна)експортна культура), технологічних (соняшник необхідний як сировина для переробних, харчових, медичних підприємств, для комбікормової промисловості та для рибоконсервних комбінатів та баз рибальського флоту), фактори продовольчої безпеки (рис. 1.7).

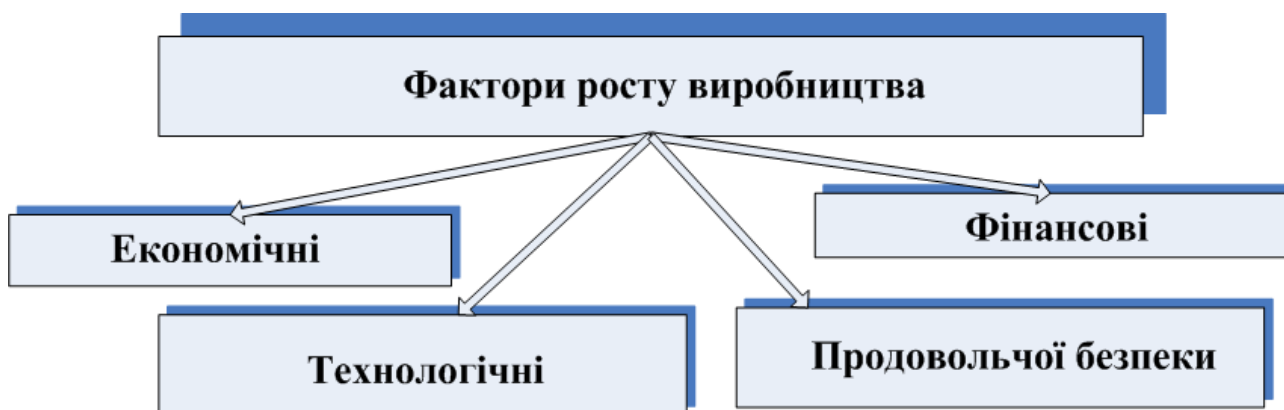


Рис. 1.7 Фактори зростання виробництва рослинної сировини для переробки

Аналіз показав, що коливання пов'язані з курсом валют та санкціями. При падінні курсу гривні по відношенню до резервних валют дохід від імпорту олійного насіння зростав (2014 р. та 2021 р.), у наступні роки олійних культур сіяли більше.

Наприклад, у 2018 році відбулося збільшення зайнятих під олійними культурами площ на 15,4%, у тому числі соняшнику відбулося збільшення на 9,8%. Ця тенденція простежується й на Півдні України, в Миколаївській області. Висока прибутковість соняшнику у роки зниження прибутку у сільськогосподарській галузі стимулює сільгоспвиробників до збільшення посівів олійних культур (соняшника).

Дослідивши обсяги виробництва соняшнику, виявили циклічність їх зміни внаслідок коливань посівних площ олійних культур, які то знижувалися (2010 та 2012), то зростали (2011, 2013, 2016 та 2019), то змінювалися періодично у 2014, 2015 та 2019 останнє десятиліття рр. (Рис. 1.8).



Джерело: дані Державної служби статистики України, Міністерства розвитку економіки, торгівлі і сільського господарства, оцінка Pro-Consulting

1 ряд - олійні культури всього; 2 ряд – соняшник

Рис. 1.8 Динаміка посівних площ олійних культур в Україні, у тис. га.

Важливо зрозуміти, що продовжуючи нарощувати переробку соняшника, зберегти конкурентні позиції на світовому ринку буде дуже складно, оскільки Україна зіштовхнеться з ситуацією, схожою на «цукрову кризу», тільки з пальмовою олією.

Експорт соняшникової олії 75% направлений на три основні напрямки: Індія, Китай та ЄС. Безперечно, Україна зробила великий крок у співпраці з цими країнами, але як показує статистика (USDA, 2018), ринок Китаю у 2017-2018 МР для України «впав» майже на 5% порівняно з 2016-2017 МР.

1.2. Стан системи технічного обслуговування обладнання, що забезпечує надійність його функціонування

Європейських потужностей вистачає на переробку понад 70 млн тон олійної сировини, але їм не вистачає сировини, саме тому українська олія настільки затребувана. Країни Європи більше половини соняшникової олії виробляють у себе з високим вмістом олеїнової кислоти та продають її на внутрішньому та зовнішньому ринках за високими цінами, а за рахунок

української олії покривають створений дефіцит. Як тільки мито на українську сировину впаде, виробники почнуть експортувати саме насіння, а не готову продукцію, тим самим завантажуючи іноземні потужності, а вітчизняні переробні підприємства залишаться порожніми.

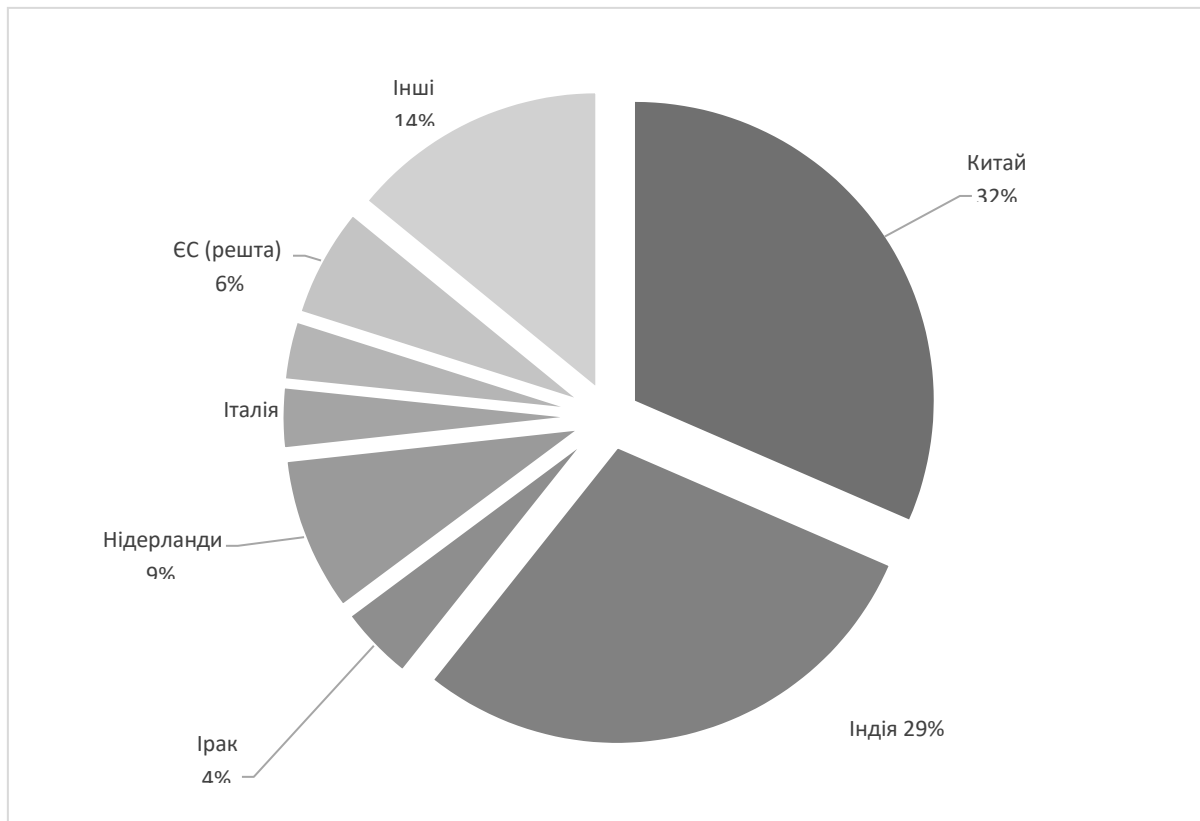


Рис. 1.9. Географія експорту соняшникової олії у 2020 році

Експорт соняшникової олії 75% направлений на три основні напрямки: Індія, Китай та ЄС. Безперечно, Україна зробила великий крок у співпраці з цими країнами, але як показує статистика (USDA, 2018), ринок Китаю у 2017-2018 МР для України «впав» майже на 5% порівняно з 2016-2017 МР.

Європейських потужностей вистачає на переробку понад 70 млн тон олійної сировини, але їм не вистачає сировини, саме тому українська олія настільки затребувана. Країни Європи більше половини соняшникової олії виробляють у себе з високим вмістом олеїнової кислоти та продають її на внутрішньому та зовнішньому ринках за високими цінами, а за рахунок української олії покривають створений дефіцит. Як тільки мито на українську сировину впаде, виробники почнуть експортувати саме насіння, а не готову

продукцію, тим самим завантажуючи іноземні потужності, а вітчизняні переробні підприємства залишаються порожніми. Для підвищення конкурентоспроможності та продуктивності, українські підприємства мають звернутися до екологізаційних процесів: збільшення урожайності, максимальна переробка сировини всередині країни, безвідходне виробництво, енергозберігаючі технології, акцентування уваги на потребах ринку у перспективі не менш ніж 5 років. Все це дасть поштовх до отримання максимального економічного ефекту, а також матиме неабиякий вплив на конкурентоспроможність продукції на світовому ринку.

Третя категорія – економічне зростання. Екологічна політика може призвести до заощаджень та вигод для підприємств та промисловості - зниження ресурсних витрат, що є результатом підвищення ефективності використання ресурсів; зростання в умовах розширення екологічних галузей та підвищення міжнародної конкурентоспроможності, зниження ризиків для зростання стійкості бізнесу до екологічних потрясінь. Також, як вже було зазначено, екологічна політика не повинна мати негативних наслідків для інвестицій.



Рис. 1.10. Взаємозв'язок підприємства переробної промисловості – споживачі - навколишнє середовище

Підвищення посівних площ олійних культур спостерігається і в Миколаївській області, (у господарствах всіх категорій). Середня врожайність склала у 2015 році – 14,8 ц/га, а у 2017 – 19 ц/га, у 2019 р. – 23 ц/га.

Вагання, що мають місце у виробництві основної олійної культури, призвели до збільшення посівів інших олійних культур: сої, ріпаку, рижика. Розвиток технологій олійного видобутку зробило рентабельним виробництво рослинних олій із сировини з олійністю менше десяти відсотків. Це дозволило перейти у групу олійних ряду культур, які такими раніше не вважалися. У результаті група промислового видобутку збільшилася до ста олійних культур.

Зниження посівних площі планомірне збільшення потужності для олійного видобутку викликало недовантаження на підприємствах, тому що щорічно виробляється від 1,0 до 1,5 млн. т. олійних культур, а для повного завантаження потужностей підприємств області потрібні значно великі обсяги цієї сировини. Тому здійснюють ввезення сировини з інших регіонів, а якщо і цієї сировини буває недостатньо, то масложирова галузь починає переробляти насіння та зерно гірчиці та льону, рижика та ріпаку, кукурудзи та сої. Збільшення обсягів олійного видобутку при переробці олійного насіння підвищує вимоги до ОПНОК у процесі експлуатації. Істотні обсяги олійного видобутку та висока продуктивність ОПНОК збільшують збитки від простою обладнання олійних підприємств за рахунок зростання вартості втрати продуктивності, зниження обсягу випуску продукції. Наприклад, добовий простий підприємства потужністю в одну тис. т на добу призводить до недовипуску олії в межах 550 т. При цьому відбудеться зниження доходу підприємства у розмірі 24,75 млн. гривень (при ціні виробника 45 тис. грн./т) [108 , С.27-32].

Розглянули систему переробки олійного насіння. У другій половині минулого століття в Україні відбулася інтеграція сільськогосподарського виробництва, обслуговуючих та допоміжних виробництв для виготовлення основних фондів (тракторів, комбайнів, сільськогосподарських машин) для села, а також добрив та засобів захисту рослин та тварин. До складу цієї інтеграції увійшли підприємства, що переробляють рослинну та тваринницьку

сировину, яка була продуктом діяльності відповідних галузей сільського господарства.

Для координації дій галузей, планування та прогнозування було створено міністерство аграрної політики.

Комплекс пов'язаних між собою виробничими ланцюжками виробництв, що утворився, назвали агропромисловим комплексом (АПК). Згодом у вісімдесяті роки усі перелічені Міністерства увійшли до складу Всесоюзного агропромислового комітету. Відповідні комітети було створено в Україні і її суб'єктах - областях. Виділеною підгалузою АПК був олієжировий підкомплекс. Його виробнича мета була визначена як виробництво та переробка насіння олійних культур, тобто олієвидобування, а також подальша глибока переробка сировини та напівфабрикатів у різні види продукції: рафінована, нерафінована та технічна рослинні олії, макуха, шрот. Підприємства та комбінати олієжирового підкомплексу виконували подальшу глибоку переробку зазначеної сировини та напівфабрикатів у халву, казинаки, маргарини, жири та топлі суміші, комбіжири, дріжджі, мило та інші миючі засоби, етиловий спирт, лікарські засоби та біодобавки, лаки та фарби. Для переробки олійного насіння культур були створені середньо- та великотоннажні олієдобувні заводи, олієекстракційні заводи (ОЕЗ), оляєжиркомбінати. Дрібні олійні цехи були закриті.

З розвитком мережевих торгових підприємств доступ ринку фермерській олії був обмежений економічно. Дія цього та інші фактори призвели до того, що фермери та сільськогосподарські організації стали відмовлятися від власної переробки та продавати сировину великим переробникам, які мали можливість більш глибокої переробки сировини та експорту своєї продукції.

З початком нового тисячоліття посилилася концентрація капіталу як у виробництві сільськогосподарської сировини, і у його переробці. Подальший розвиток набула вертикальна агропромислова інтеграція, розвивалися агропромислові холдинги та сільськогосподарські організації.

До теперішнього часу можна з впевненістю сказати, що значущі для

продовольчої безпеки країни потужності з переробки насіння олійних культур перебувають у Миколаївській, Хмельницькій, Одеській, Вінницькій областях, У Миколаївській області працюють 22 великі та середні підприємства, близько 70 малих підприємств.

В цілому по Україні щорічно виробляється більше 4,5 млн. т. рослинних олій, у т.ч: соняшnikової, рапсової та соєвої відповідно 3,5 0,35 і 0,37 млн. т. Додатково з тієї ж сировини виробляється щорічно більше 880 тис. т. маргаринів, жирів, сумішей топлених макуха. Щорічно виготовляється з тієї ж сировини понад 5100 тис.т шроту для згодовування худоби та експорту. [18].

У Миколаївській області лише один холдинг «Південний» має виробничі потужності з переробки 700 тис. т олійного насіння на своїх дев'яти заводах. За останнє десятиліття олієзаводи ОЕЗ та олійного цеху подвоїли олієвидобування.

Починаючи з 2006 року проводиться реконструкція олійно-жирової галузі. Застосовувані при реконструкції та модернізації інноваційні технології інтегрували традиційні механічні (очищення та обрушення шляхом відокремлення лушпиння від ядер, подрібнення насіння олійних культур); дифузійні та теплові процеси, гідромеханічні, хімічні та біохімічні процеси. В даний час технологія олієвидобутку та склад ОПНОК залежить від фізико-механічних властивостей насіння, їх природи, від подальшого використання олії. За технологічною ознакою процеси діляться на підготовчі: зберігання олійного насіння; підготовка до вилучення олії, і основні до яких відносять: вилучення олії, рафінація, розлив та упаковка.

Поширені дві основні схеми олійного видобутку: завершуються пресуванням міцели та завершуються екстракцією.

За 2019 р. випуск рослинних олійну ПФО становив понад 1,6 млн. т., що більше на 10% порівняно з тим самим періодом минулого року [10, 14]. Всього в області працює 22 великотоннажних та середньотоннажних виробництв, до 100 олієцехів та маслозаводів невеликих сільгосптоваровиробників, фермерів та сільськогосподарських організацій. Миколаївська область забезпечує 60%

експорту рослинної олії, причому більша частина експорту йде до Німеччини та інших країн Євросоюзу. За прогнозами, після завершення модернізації та реконструкції найбільші підприємства Миколаївської області зможуть переробляти 12,9 млн. т. олійного насіння на рік [16]. Однак реальність така, що обладнання для переробки насіння олійних культур (ОПНОК), навіть найдосконаліше, вимагає технічного обслуговування, у тому числі усунення несправностей.

Що стосується дрібнотоннажних фірм, то вони забезпечують 30% випуску рослинних олій. Наприклад можна навести: комерційні організації у формі ТОВ:

Великотоннажне ОПНОК з продуктивністю до 3000 т на добу використовують ОЕЗ. Середньотоннажне ОПНОК має годинну продуктивність до 12,00 т, що становить до виробництва олії до 300 т на добу. Дрібнотоннажне обладнання використовується фермерами та ПП, його потужність не перевищує 1...7 т за год змінного часу.

Якщо велике та середньотоннажне виробництва практикують дворазове пресування холодним («холодний віджим»), холодно-гарячим, гарячим способом, застосовують технології екстракції та екструзії, то дрібнотоннажні підприємства обмежуються незакінченим циклом виробництва з отриманням олії гарячим та холодним способами без розфасовки та дезодорування.

Перші тяжіють до великих міст, другі розташовані у місцях виробництва сировини. Для підприємств різного тоннажу притаманні специфічні особливості технології переробки, оскільки застосовується різноманітне устаткування. Перша група підприємств нечисленна, але при цьому вона забезпечує більше половини виробництва рослинних олій та інших продуктів переробки насіння олійних культур. Найбільш численною групою підприємств є друга: середньотоннажні олієдобувні підприємства (ОДП) та маслоцехи (див. рис. 1.3). Не менш чисельною є і третя група. Технологія переробки груп відрізняється, оскільки підприємства першої групи (ОЕЗ) використовують найбільш досконале, зазвичай імпортне, устаткування ПСОК. Вони мають у

своєму розпорядженні службу головного механіка, виконують ТО і ремонт відповідно до регламентів фірм-виробників власними силами і на потужностях фірм-дилерів. Організація ТО та ремонту на підприємствах та ОЕЗ цієї групи не входила в завдання наших досліджень. Як об'єкти досліджень були визначені олієдобувні підприємства та маслоцехи другої групи, їх інженерні служби та організація ТО.

Резюмуючи сказане, зазначимо, що за останні 10 років потужності з переробки олійного насіння подвоїлися, але посівні площі, зайняті олійними культурами, практично не збільшилися. Щоб не допустити недовантаження потужностей, підприємства переходять на олієвидобування з таких культур як ріпак, гірчиця, соя, льон, а також переробляють сировину, закуплену в інших регіонах.

До теперішнього часу масложировий підкомплекс виробляє рослинні олії не тільки з насіння соняшника, але і з ріпаку, льону, кукурудзи, гарбузового насіння та ін.

Обстеження підприємств олієвидобутку показало, що встановлене та використовуване обладнання для ПСОК вимагає в процесі його експлуатації належну організацію ТО та ремонту для підтримки необхідного та достатнього рівня його ефективності та надійності.

Розглянувши питання виробництва насіння олійного культу, виявили фактори зростання виробництва рослинної сировини: економічних (високорентабельна культура, що має попит як сировина з боку олієдобувних підприємств та фірм-експортерів олійного насіння), фінансових (вигідна експортна культура), технологічних (соняшник необхідний як сировина для переробних, харчових, медичних підприємств, для комбікормової промисловості та для рибоконсервних) комбінатів і баз рибальського флоту) та забезпечення продовольчої безпеки.

У виробництві олійних культур за роками мають місце цикли збільшення та зменшення площ посівів. Розвиток технологій олійного видобутку зробило рентабельним виробництво олії з сировини з олійністю менше десяти відсотків,

що збільшило сировинну базу виробництва олії.

Проблема управління надійністю ОПНОК стоїть гостро, тому що обсяги виробництва та олієвидобутку значущі для масложирового підкомплексу АПК, а простої ОПНОК призводять до багатомільйонних збитків не тільки на великотоннажних, а й на середньотоннажних виробництвах.

Необхідне наукове обґрунтування вдосконалення організації ТО на олієдобувних підприємствах середнього та малого тоннажу, розвиток організації технічного сервісу як послуги для невеликих олієцехів.

Наукове забезпечення АПК виконував цілу низку науково-дослідних інститутів в Україні, у стінах яких розроблялися нові машини, обладнання та технології, удосконалювалися методи та засоби технічного обслуговування та ремонту технічного обслуговування та ремонту МТП, вирішити методичні проблеми управління його надійністю.

Проте переважно досліджувалися питання надійності та ефективності експлуатації машинно-тракторного парку (МТП), організація ТО та ремонту тракторів, комбайнів та сільськогосподарських машин, а також відновлення зношених деталей. По організації технічного обслуговування переробного устаткування опублікованих робіт було небагато, це праці ДержНДІТІ та ін.

Відповідно до наукових рекомендацій на переробних підприємствах та комбінатах було створено інженерні служби та відділи головних механіків, які займалися питаннями технічного обслуговування та ремонту. Організація ТО обладнання з переробки насіння олійних культур (ОПНОК) була побудована на науковій основі та інженерно-економічних розрахунках. Розрахунок проводився, виходячи з обсягу та номенклатури ремонтно-технічних робіт, з використанням нормативів потреби у запасних частинах, ремонтних матеріалах, нормативів витрат праці, чисельності працівників та заробітної плати.

Методика інженерного розрахунку організації ТО та ремонту (ТОР) ОПНОК передбачала таке:

- уточнювався склад технологічного обладнання олієдобувного підприємства за

даними інженерної служби, бухгалтерського обліку, оперативної та календарної звітності;

➤ з використанням нормативів визначався обсяг ремонтно-обслуговуючих робіт(РОБ);

➤ розроблялися графіки проведення планових ТО;

➤ обсяг РОБ уточнювався шляхом проведення досліджень науковими організаціями;

➤ на базі технології проведення ТО встановлювався склад технологічного обладнання для ТО та ремонту;

➤ знаючи склад обладнання та обсяг РОБ, розраховували необхідну кількість бригад та постів ТО та ремонту;

➤ розроблялася організаційна схема ТО й ремонту;

➤ виконувалось техніко-економічне обґрунтування (ТЕО) організації ТО та ремонту.

За наведеною методикою під керівництвом доктора наук Н. І. Агафонова була розроблена система ТО МТП, яка передбачала три рівні виконання РОБ: районний, сільгосп підприємства та виробничого підрозділу Були розроблені проекти організації районної міжгосподарської бази ТО та ремонту МТП та переробного обладнання, різні типорозміри ремонтно-обслуговуючих баз (РОБ) сільськогосподарських підприємств (залежно від їх розміру), стаціонарні пункти технічного обслуговування (СПТО) виробничого підрозділи. РОБ останніх включали, нарівні з СПТО, машинні двори.

Значущим недоліком планової економіки у сфері ТОР та інженерних служб було домінування в роботі інженерно-технічних працівників питань постачання обладнання та запасних частин для ремонту та ТО, оскільки планова економіка створювала дефіцит, у тому числі у сфері ТО та ремонту.

Згідно з відомими методиками, розглядають обладнання за ієрархічною схемою. До функціональних елементів відносять деталі та складальні одиниці. Між елементами простежуються прямі та непрямі функціональні зв'язки. Перші їх з'єднують елементи в агрегати і вузли, другі – функціонально

створюють умови працездатності елементів. Наприклад, зниження фрикційного зносу у вигляді застосування олій, консистентних і твердих мастил, і навіть забезпечення працездатності з допомогою використання технологічних рідин, електроживлення, комунікації та інших. [23]. У разі порушення прямих зв'язків устаткування стає непрацездатним, тобто виникає відмова, при відмові непрямих зв'язків – погіршуються умови функціонування устаткування, тобто знижується ресурс.

Непрямі зв'язки – це паралельні системи, які ставляться до ТЗ, їх характеризує організація забезпечення надійності технічного сервісу, тобто функціонування паралельних систем [32].

ГОСТ27.002-2015 [35] регламентується такий комплексний показник надійності, як коефіцієнт технічного використання, для ОПНОК це основний показник надійності. На нього впливають безвідмовність.

До основних факторів, що впливають на показники надійності вчені у своїх дослідженнях називають високу ринкову вартість запасних частин і відповідно збільшення пропорційно вартості запасних частин витрати на ТО і ремонт, на відновлення обладнання та машин, що відмовили. Доцільність вдосконалення організації технічного сервісу заснована на значному збільшенні збитків від простоїв технологічного обладнання олійних підприємств [27]. Нині слід зменшити експлуатаційні витрати на одиницю напрацювання, враховуючи: що стоїть якість і вартість ОПНОК, то менше експлуатаційні витрати [26].

Концепція [26] передбачала наступну організацію ТО та ремонту: від 60% до 70% обсягу робіт з ТО та ремонту виконуються на підприємствах їх службами технічного сервісу. Більш складні ремонти та усунення складних відмов - у сервісних центрах на рівні кластерів (15-25%). Дилерам залишається, за розрахунками ДержНІТІ, 10-15% обсягів РОБ.

У 2009 році було прийнято ГОСТ 27.001 [32], який регламентував правила та принципи управління надійністю машин та обладнання на підприємстві. Його положення можуть становити основу ІТС, головна мета якої – забезпечити необхідний рівень коефіцієнтів технічного використання,

готовності та оперативної готовності, збереження ефективності [35]. СУН на переробному підприємстві може бути інтегрована в інженерно – технічну службу, оскільки вона: є сукупність всіх засобів підприємства з управління надійністю, підтримання необхідних показників надійності; забезпечує ефективне вирішення проблем, пов'язаних з надійністю обладнання та вирішує завдання забезпечення надійності [ГОСТ 27.001-2015, п.4.2]. Система управління надійністю включає працівників – виконавців ТО та ремонту, інженерно – технічний персонал.

До системи входить організація ТО та ремонту, аналіз даних про відмови та відновлення обладнання. ГОСТ 18322-2016, який застосовується разом із ГОСТ 27.002-2015, визначив такі значущі для теми нашого дослідження терміни, а саме: ТО як комплекс технологічних операцій та організаційних дій щодо підтримки працездатності або справності об'єкта при використанні за призначенням, очікуванням, зберіганням та транспортуванням, та ремонт – комплекс зазначених операцій та організацію з відновлення працездатності, справності та ресурсу обладнання. Ремонт включає локалізацію (пошук несправного агрегату або вузла ОПНОК), діагностування, усунення відмови (відновлення) і контроль за роботою ОПНОК.

З вище сказаного зробили висновок про актуальність питання організації технічного обслуговування, причому встановили, що ТО включає і усунення виявлених відмов обладнання підприємств олієдобування.

Наукове опрацювання концепції модернізації та ТЗ [106], стратегії формування в сільському господарстві інженерно-технічних служб для сільськогосподарських товаровиробників (технічний сервіс) та рекомендацій щодо створення машинно-технологічних станцій (МТС) виконали низку відомих учених: академік Е.І. Липкович, А.Е. Північний, В.І. Чорнойван, доктора наук Л.І. Кушнарьов, В.П. Лялякін, С.А. Соловійов [144,145,141], а також такі вчені як С.А. Горячев, В.С. Герасимов, І.Г. Голубєв, А.В. Гриценко, Н.М. Машрабов, В.К. Фрібус та ін [5,112,138,28,4,50,135-137,29]. Вперше масштабно застосував ЕОМ до розрахунку РОБ, д-р. техн. наук М. Я.

Оповідань [125].

Про наявність таких служб на переробних підприємствах, сільськогосподарських організацій та фермерських господарствах відомостей немає.

Наші обстеження олієдобувних підприємств Миколаївської області дозволяє констатувати відсутність служб ТЗ та належної організації ТО на середніх та малих переробних підприємствах [5]. Про необхідність модернізації ремонтно-обслуговуючої бази, заміну застарілого ремонтно-технічного устаткування, необхідності розвивати технічний сервіс неодноразово зазначалося у наукових працях як, і інших наукових установ [30,138], навіть обговорювалося питання доцільності проведення ремонтів [28].

Щодо олієдобувного обладнання можна стверджувати, що відмовлятися від експлуатації багатомільйонних основних фондів, що відмовили, на користь придбання нового, ще дорожчого, через відмову недорогої деталі або вузла в складних фінансових умовах недоцільно як з економічної, так і з технічної точки зору. В.П. Лялякін наголошував на важливості відновлення деталей в умовах імпортозаміщення [99]. Роботи ДержНДТІ було взято до уваги при розробці закону «Про технічне обслуговування».

Однак фактори і причини, з яких це відбувається, хоча з «теорії здорового глузду» і зрозумілі, але науково досліджені замало у тому, щоб із сфери гіпотез перейти у сферу доказів. До того ж у сучасних умовах ринкового виробництва, коли превалюють орієнтири миттєвого прибутку, актуальність ТО та ремонтів виглядають неявно, як наслідок, на більшості обстежених олійнодобувних підприємствах немає організації забезпечення надійності обладнання при експлуатації, передбаченої державним стандартом, які профілактика у вигляді планового ТО немає. Служби головного механіка (інженера) не структуровані, пункти технічного обслуговування, які обладнані необхідним обладнанням, відсутні.

На нашу думку, це відбувається через відсутність наукового обґрунтування значущості підсистеми технічного обслуговування та ремонту

(ТОР) та встановлення причин, що веде до відмови обладнання, зайнятого на видобутку рослинної олії з насіння олійних культур. Зрозуміло, що в основі відмов - знос поверхонь деталей зазначеного обладнання, що труться. «Надійність і довговічність багато в чому зумовлені явищами тертя та зношування, які у вузлах машин» - зазначали І.І. Беркович та Д.Г. Громаковський [79], ґрунтуючись у тому числі на результатах досліджень кафедри фізики Тверського ГТУ та співробітників відділу надійності механічних систем Самарського ГТУ А.Г. Ковшова та І.Д. Ібатуліну. Дослідження факторів відмов, дозволили О.М. Кущовий [41], знизити інтенсивність відмов зернопереробного обладнання. Недослідженість фізики процесів зносу поверхонь, що труться.

Однак фактори і причини, з яких це відбувається, хоча з «теорії здорового глузду» і зрозумілі, але науково досліджені замало у тому, щоб із сфери гіпотез перейти у сферу доказів. До того ж у сучасних умовах ринкового виробництва, коли превалюють орієнтири миттєвого прибутку, актуальність ТО та ремонтів виглядають неявно, як наслідок, на більшості обстежених олійнодобувних підприємствах немає організації забезпечення надійності обладнання при експлуатації, передбаченої державним стандартом, які профілактика у вигляді планового ТО немає. Служби головного механіка (інженера) не структуровані, пункти технічного обслуговування, які обладнані необхідним обладнанням, відсутні.

На нашу думку, це відбувається через відсутність наукового обґрунтування значущості підсистеми технічного обслуговування та ремонту (ТОР) та встановлення причин, що веде до відмови обладнання, зайнятого на видобутку рослинної олії з насіння олійних культур. Зрозуміло, що в основі відмов - знос поверхонь деталей зазначеного обладнання, що труться. «Надійність і довговічність багато в чому зумовлені явищами тертя та зношування, які у вузлах машин» - зазначали І.І. Беркович та Д.Г. Громаковський. Дослідження факторів відмов, дозволили О.М. Кущовий [41], знизити інтенсивність відмов зернопереробного обладнання. Недослідженість

фізики процесів зносу поверхонь, що труться.

Висновок: аналіз експлуатації ОПНОК дозволяє встановити такі закономірності:

- для усунення незначного зношування необхідні невеликі витрати;
- для усунення суттєвого зносу багаторазово збільшуються витрати на ТО у разі замінити вузол новим дешевше, ніж здійснювати його ремонт [17].

Встановлено, що практично застосовується три схеми організації технічного сервісу – децентралізована, централізована та змішана. Під технічним сервісом розуміється надання послуг з ТО та ремонту машин та обладнання, а ТО включає і виконання поточного ремонту, виявлення та усунення відмов, відновлення та усунення відмов, відновлення працездатності, тому відмови є заявками на відновлення при ТО. Надійність ОПНОК залежить від організації відновлення ТО.

Необхідна розробка математичних моделей для обґрунтування раціональних параметрів та режимів управління надійністю за допомогою вдосконалення технічного сервісу ОПНОК, що може забезпечити підвищення показників надійності та зниження витрат. За досвідом вивчених результатів досліджень математичне моделювання може бути виконано на основі теорії масового обслуговування - Марківських процесів та їх додатків.

1.3. Система технічного обслуговування, обладнання у суміжних галузях

Розглянули питання управління надійністю і ТО та відновленням у промисловості, подібного за своїми параметрами із зарубіжними аналогами. При виробництві технологічного обладнання постає проблема оперативного управління експлуатаційною надійністю, розглянута Мельниковим А.В. Управління експлуатаційною надійністю технологічного устаткування досягається оптимальним розподілом ресурсів за виробничими підрозділами та робочими змінами: з розробкою математичної моделі ТО технологічного обладнання, складання алгоритму статистичного моделювання ремонтного

обслуговування на ЕОМ [101].

У дисертаційній роботі Степкіна Ю.В. розглянуто питання надійності електропостачання промислового підприємства, які нині викликають величезний інтерес. У роботі проведено оцінку рівня надійності систем електропостачання промислових підприємств при відмови захисно-комутаційної апаратури. Автором запропоновано: модель функціонування складної системи; методика оцінки надійності схем систем електропостачання промислових підприємств, що відрізняється підвищеною обчислювальною ефективністю у порівнянні з наявними методиками. У практичному плані: складено рекомендації, що забезпечують ефективність функціонування систем електропостачання промислових підприємств [12].

Скворцовим М. С. [14] було розглянуто метод оптимізації надійності на стадії проектування структурно-складних технічних систем (ССТС). Відзначено, що одним із методів підвищення якості при проектуванні є оптимізація надійності (ССТС). Проведено вибір елементів з безлічі варіантів для системи, що розробляється, визначено складу її елементів – що служить рішенням поставленого завдання. Надійність функціонування таких систем – одна з головних вимог до них. Сучасні розрахунки показників надійності, закладені під час проектування складних систем, зазначав М.С. Скворцов, спрямовані на виконання нормативних вимог та не оптимізують витрати на експлуатацію інноваційних розробок. Було запропоновано задля досягнення проектної надійності: розробити нову методику моделювання та розрахунку показників надійності структур.

У роботі Галкіної Н. І. розглянуто прогноз підвищення надійності роботи систем вентиляції. Для складання такого прогнозу було виділено та використано фактори фізичної природи та параметрів зносу вентиляційних систем. Розглянуто математичну модель оцінки надійності роботи систем вентиляції з урахуванням накопичення пошкоджень до відмови за факторами фізичного зносу та факторами порушення цілісності системи; запропоновано метод визначення необхідного рівня надійності роботи вентиляційних систем

[22].

Питаннями впливу ТО на надійність суднових двигунів встановлено у дослідженнях А.В. Філя, який використав системний підхід до вирішення питань технічної експлуатації дизельних установок. У його роботі було запропоновано ієрархічні рівні для вирішення експлуатаційних завдань, пов'язаних з відмовами, що розвиваються, що дозволило побудувати і розробити методику діагностування систем турбонаддува в залежності від вироблення ресурсу та напрацювання. Методика дозволила прогнозувати напрацювання, при якому відбудеться відмова, та дату відмови [14].

Назар'ян С.А. у роботі розглянув методи управління надійністю складних технічних систем (СТС). У результаті аналізу СТС автором встановлено, що вирішення завдань надійності нині залучаються низько кваліфіковані кадри. Розв'язання даних технічних завдань полягає у розробці нових методів та алгоритмів розрахунку СУН СТС. Через війну отримані практичні результати, розроблена дає значний техніко – економічний ефект методика виявлення залежних відмов (навіщо розроблено алгоритм їх взаємозалежності) [19].

У роботі Богданцева Є.М. розглянуто напівмарківські моделі аналізу експлуатаційної надійності складних корабельних систем Автором встановлено: незважаючи на науковий прогрес у цій сфері, питання надійності СТС залишаються актуальними. Поліпшення характеристик надійності та ресурсу вузлів та агрегатів, деталей та робочих поверхонь не дає гарантії безвідмовної роботи. Сучасні СТС мають складні функції, завдання, що вирішуються, надзвичайно відповідальні, тому функціонування СТС без цифрового моделювання не є достатньо надійним. Тож вивчення систем застосовують імітаційне моделювання [12].

Найбільшою мірою, за результатами досліджень О.М. Богданцева, для наукового вирішення питань організації ТО ремонту обладнання та підвищення експлуатаційної надійності складних корабельних систем, підходять математичні моделі. Адекватні методики дає використання напівмарківських моделей аналізу експлуатаційної надійності корабельних систем. Слово

«корабель» у разі свідчить про оборонну розробку, оскільки у цивільному флоті функціонують суду.

Традиційні параметричні моделі надійності (МН) докладно описані зарубіжними авторами [13,14]. Варто зазначити, що у переважній більшості параметричних МН автори описують функцією інтенсивності відмов (ІВ), яку заведено позначати буквою λ . Побудова МН фактично означає, що, або за експериментальними даними, або з теоретичних міркувань, або комбінуючи ці джерела, ми отримуємо співвідношення типу:

$$O = \lambda = f(t, Z\Phi) \quad (1.1)$$

$Z\Phi$ - зовнішні фактори, що впливають.

Залежність ІВ іноді у загальному вигляді має три етапи життя більшості об'єктів. Перший етап ІВ – етап раннього напрацювання, який у техніці прийнято називати етапом приробітку. Другий етап ІВ – етап нормальної експлуатації. Останній етап, етап зростання ІВ – етап старіння (зносу). З перших робіт з надійності і досі не припиняються спроби знайти математичну модель, за допомогою якої було б зручно описувати всі етапи хвилеподібної кривої ІВ.

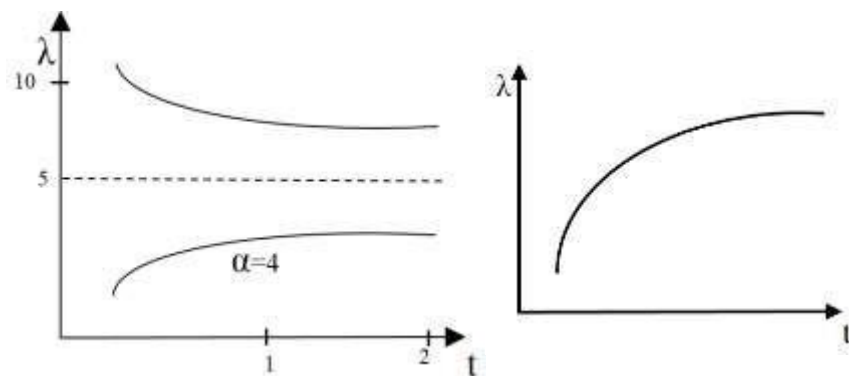
Модифікація розподілу Вейбулла з метою опису всіх етапів ІО міститься в одній із публікацій у журналі «IEEE Transactions on Reliability» [15].

Професор Р.Л. Долгушин, відомий своїми роботами з математичного викладу ймовірнісних процесів, що узагальнив роботи член-кореспондента АН СРСР О.М. Маркова, академіків О.М. Колмогорова, Б.В. Гнеденко, професорів І.О. Ушакова, А.Д. Соловйова, А.Я. Хінгіна, Г.А. Осокова та інших, зазначав: «Теорія випадкових процесів стала нині найважливішим розділом теорії ймовірностей... за різноманіттям та важливістю додатків вона починає обганяти свого найближчого конкурента – теорію диференціальних рівнянь». Серед західних вчених зробили істотний внесок у цю галузь науки F. Spitzer, R. Holly, W. Sullivan, M. Liggett, D. Stroock, D. Griffean, R. Durrett та ін.

Було розроблено теорію Марківських процесів та їх напівгруп. У загальному вигляді опис має такий вигляд.

$$\pi_S(\eta) = \eta_S \quad (1.2)$$

Спільними зусиллями вітчизняних та зарубіжних учених було розроблено математичну теорію надійності, яка узгоджується з теорією ймовірнісних процесів, зокрема Марківських процесів та їх застосування: теорія масового обслуговування (ТМО). Вона застосовується для оптимізації організації та ремонту МТП, переробного устаткування. Основна причина ТМО полягає у ймовірнісному розподілі часу безвідмовної роботи, саме функції розподілу.



а) -розподілів

б) розподіл Вейбулла

Рис. 1.11 Теоретичні криві інтенсивності відмов [9]

1.4. Висновки, цілі та завдання дослідження

В Україні в останні 10 років реконструйовано та вдосконалено великотоннажні ОЕЗ та дрібнотонажні підприємства з олієдобування. Лише у Миколаївській області збільшено потужності підприємств з переробки насіння олійних культур, більш ніж мільйон тон на рік. На цих підприємствах використовується як закордонне, і вітчизняне устаткування різної складності залежно від технології виробництва. За останні роки, у зв'язку з введенням санкцій, втрачено зв'язки з багатьма заводами з виробництва технологічного обладнання, доставка запасних частин для ТО проходить з великим запізненням, відсутність складського запасу для основного технологічного обладнання призводить до зростання простою. Втрати можуть становити понад 15 млн. грн. (за вартості однієї тони олії – 21 тис. грн. або 770 \$) для добову продуктивність 1000 тон, недовипуск продукції може становити 550 тон олії на

сезон, вартість яких – 14,75 млн. грн.

Питання забезпечення експлуатаційної надійності ОПНОК за її актуальності досліджено недостатньо. На підставі виконаного аналізу стану виробництва олійного насіння в Україні, ПФО та Миколаївській області, вивчення тенденцій та вимог до експлуатаційної надійності ОПНОК, управління надійності обладнання у суміжних галузях, сформульована робоча гіпотеза, у тому, що потрібно додаткове наукове обґрунтування методів вдосконалення управління експлуатаційною надійністю ОПНОК з урахуванням даних про показники його експлуатаційної надійності і трудомісткості операцій усунення відмов, технічного обслуговування та поточних ремонтів.

В даний час ефективність олії видобутку визначається інженерно-технічними питаннями виробництва. Оскільки основними країнами – виробниками обладнання для переробки насіння олійних культур є санкційні країни, доставка вузлів, деталей, що вийшли з ладу та частин технологічного обладнання пов'язана зі значними витратами часу та коштів, а простої з технічних причин завдають істотних збитків, необхідно створення служб для ТО та відновлення обладнання як безпосередньо на самих підприємствах, так і у регіоні. Для великотоннажних переробних підприємств, частка яких у Миколаївській області становить близько 70%, доцільно створення своїх служб ТО задля забезпечення надійності технологічного устаткування. За аналог імовірно можна прийняти службу «головного механіка підприємства чи головного інженера» та деякі елементи інженерної служби сільськогосподарського підприємства. Представляє інтерес та служби управління надійністю в таких галузях, як мережеві енергетичні компанії та підприємства з ремонту авіаційної техніки.

Основним напрямом підвищення ефективності переробки олійного насіння з урахуванням обумовленого санкціями зростання вартості основного технологічного обладнання, що зросла від 27 до 60%, є створення підсистеми управління надійністю ОПНОК та вдосконалення організації його ТО та відновлення.

Наукова гіпотеза. Підвищити надійність функціонування обладнання для переробки насіння олійних культур можна вдосконаленням організації його технічного обслуговування та відновлення працездатності на олієдобувних підприємствах різного тоннажу.

Робоча гіпотеза. Удосконалення організації ТО можливе шляхом знаходження оптимального співвідношення між витратами на технічний сервіс та втратами від непродуктивних простоїв олієдобувного обладнання на базі експериментальних даних про показники його надійності та трудомісткості операцій ТО, з урахуванням способу вкладеної марківського ланцюга.

Мета дослідження: підвищення показників надійності функціонування обладнання для переробки насіння олійних культур у вигляді вдосконалення організації ТО.

Об'єкт дослідження: організація та методи підвищення надійності обладнання для переробки насіння олійних культур при його технічному обслуговуванні

Предмет дослідження: надійність обладнання для переробки насіння олійних культур, закономірності потоків його відмов та відновлення, організації його ТО та ремонту.

Завдання дослідження:

1. Розробити адекватні математичні моделі для управління надійністю обладнання для переробки насіння олійних культур під час його експлуатації.
2. Експериментально встановити закономірності виникнення відмов та подальшого відновлення працездатності обладнання для переробки насіння олійних культур, параметри потоків відмов та відновлень.
3. Сформувати інформаційне забезпечення математичних моделей та дослідити вплив організації технічного обслуговування на показники надійності обладнання для переробки насіння олійних культур.
4. Обґрунтувати раціональну організацію технічного обслуговування у взаємозв'язку з потребами обладнання олієдобувних підприємств у технічному обслуговуванні та заходи щодо управління його надійністю.

5. Провести техніко-економічну оцінку модернізованої організації технічного обслуговування обладнання олієдобувних підприємств.

ТЕОРЕТИЧНІ АСПЕКТИ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПЕРЕРОБКИ НАСІННЯ ОЛІЙНИХ КУЛЬТУР ВДОСКОНАЛЕННЯМ ОРГАНІЗАЦІЇ ЙОГО ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ

2.1 Концепція підвищення надійності обладнання з переробки насіння олійних культур

Концепція управління показниками експлуатаційної надійності ОПСК була побудована на системному підході, побудованому на роботах дослідника закономірностей побудови систем А.І. Бергата О.М. Колмогорова, які розвивали системний підхід, а також на аналогічних ідеях лауреата Нобелівської премії І. Пригожина. Як показав у своїх роботах Н. Вінер [20], для вивчення систем різної природи існує єдина загальна методика для дослідження її властивостей, зовнішніх та внутрішніх факторів, структури та динаміки розвитку: системний підхід.

Застосування системного підходу обумовлено умовами експлуатації технологічного обладнання олієекстракційних заводів (ОЕЗ) та середньо- та дрібнотоннажних підприємств з переробки насіння олійних культур, оскільки підсистема експлуатації зазначеного обладнання є частиною технологічної системи, що є підсистемою техніко-економічної системи.

Системи розрізняються за рівнями складності – що вища ієрархія, то більше вписувалося підсистем, елементів та взаємозв'язків. Отже, устаткування працює у підсистемі: оператор – устаткування – технологічний процес – середовище (підсистема ОУТП), у своїй властивості системи може бути простішими, ніж складових елементів.

Наприклад, ОЕЗ має такі загальносистемні властивості, як кількість та якість реалізованої продукції, ціна, собівартість, прибуток як різниця між ціною та вартістю. Підсистема забезпечення надійності характеризується значною кількістю технічних і технологічних властивостей, наприклад, зазначених у нормативних документах [27]. Отже, необхідний системний підхід, оскільки

властивості надійності технологічних процесів не зумовлюються показниками надійності вузлів та деталей. Також значущими є питання технічної експлуатації, інженерних аспектів організації використання устаткування. З іншого боку, необхідність системного підходу відбито у ряді нормативних документів [27, 29].

На думку М. Вінера, системний підхід реалізується в типізації моделей систем, виявлення зворотних зв'язків, застосуванні принципу оптимальності в управлінні системами, усвідомленні інформації як загальної якості матерії, розвитку математичного моделювання та подальшого «машинного» експериментування, тобто проведенні експериментів із системами на основі математичного моделювання, при якому вивчення виділеної системи веде до створення моделі, яка дозволить визначити її параметри у заданому діапазоні значень.

На підставі вивчення робіт зазначених авторів ухвалили принцип дослідження організації технічного обслуговування та ремонту ОПНОК як системи на основі методів «машинного» експерименту, що потребує комп'ютерного моделювання з наступним дослідною перевіркою адекватності математичної моделі.

Математична модель ОПНОК – це опис функціонування системи олієдобувного обладнання, що відображають властивості – функціональні, морфологічні, інформаційні. Функціональне: оцінює положення системи щодо до інших систем та зовнішнього середовища. Морфологічне: визначає структуру побудови системи у розрізі її елементного складу.

Властивості системи характеризуються зв'язками між елементами: матеріальними (речовими), енергетичними, комунікаційними [13]. Комунікаційні зв'язки передають інформацію, енергетичні – енергію між елементами, матеріальні – служать передачі матеріалу чи зміни його властивостей.

Інформаційний опис дає уявлення про організацію аналізованої системи [13].

При дослідженні обладнання ОПНОК на олієдобувних підприємствах, необхідно створення математичного опису наступних властивостей: надійності, безвідмовності, довговічності ремонтпридатності (maintainability) [27].

Другий принцип сформульований на основі теорії І. Пригожина: досліджувана система має загальносистемну властивість самоорганізації, при відмови ОМСПК система з деякою ймовірністю може перейти в нерівноважний стан, з якого підсистема технічного обслуговування повинна повертати її у стійкий стан з ймовірністю, що не допускає досягнення точки біфуркації.

Отже, система ОМСПК залежить від показників надійності: одиничних (що характеризують одну з властивостей, що становлять надійність об'єкта), комплексних (що характеризують кілька властивостей надійності), експериментальних (точкова або інтервальна оцінка знімається в процесі експериментальних досліджень), експлуатаційних (точкова або інтервальна оцінка знімається) у процесі експлуатації).

Оскільки експлуатація ОПНОК це стану системи, а управління станом – інформаційний процес упорядкування системи, необхідно розробити методи інформаційного регулювання переходів елементів системи з одного стану до іншого.

Інформаційне регулювання може здійснювати перехід аналізованої системи з більш імовірнісного стану менш за допомогою комп'ютерного моделювання. Перехід системи має забезпечуватися не ентропійним процесом (відповідати реальному процесу математичних моделей). Управління надійністю аналізованої системи може бути засноване на розробках Дж. Неймана, Е. Мурата К. Шеннона, і полягає воно запровадженням зворотного негативного зв'язку в підсистемі ТО [111, 101], що знижує ентропію системи [111]

Цей метод назвали - "Системним методом управління". Цей термін у науковій літературі відомий.

Організація ТО є зворотним негативним зв'язком (ООС) аналізованої системи. ООС може бути реалізована підсистемою технічного обслуговування,

що управляє експлуатаційною надійністю ОПНОК олієдобувного підприємства, у т. ч. вибором оптимального рішення з альтернатив.

На підставі сформульованих у цьому розділі принципів прийнято такі робочі гіпотези:

- можливе адекватне системне дослідження організації технічного обслуговування та ремонту ОПНОК методом «машинного» експерименту, на основі комп'ютерного моделювання з подальшою дослідною перевіркою;
- досліджувана система може мати загальносистемну властивість самоорганізації, яка дозволяє їй при переході через відмови обладнання з деякою ймовірністю в нерівноважний стан, повертатися в стійкий стан з ймовірністю, що не допускає досягнення точки біфуркації;
- системне управління надійністю (СУН) може бути засноване на розробках Дж. Наймана, Е. Мура, К. Шеннона шляхом введення зворотного негативного зв'язку та надмірності (тимчасової, структурної та ін.). Організація експлуатації ОПНОК має кілька аспектів.

Виробничо-технологічний аспект пов'язаний з розробкою концепції організації системи ТО, розробкою інструментів управління переходами обладнання з непрацездатного стану до працездатного та створенням необхідних запасів ремонтно-технологічних матеріалів.

Науковий аспект пов'язаний із створенням математичних моделей, які мають бути адекватними об'єкту досліджень. Теоретичні конструкції повинні дозволяти: оптимізувати структуру організації ТО та механізм функціонування (включаючи режими обслуговування), розробити математичне та програмне забезпечення ОСС організації ТО для управління експлуатаційною надійністю ОПНОК [63].

Вплив зовнішнього середовища та наслідки роботи обладнання (пил, вібрації, випаровування, підвищена температура, запахи тощо) створюють атмосферу та ергономіку робочого місця оператора, тобто зовнішнє середовище трансформується у робоче середовище оператора (рис. 2.1).

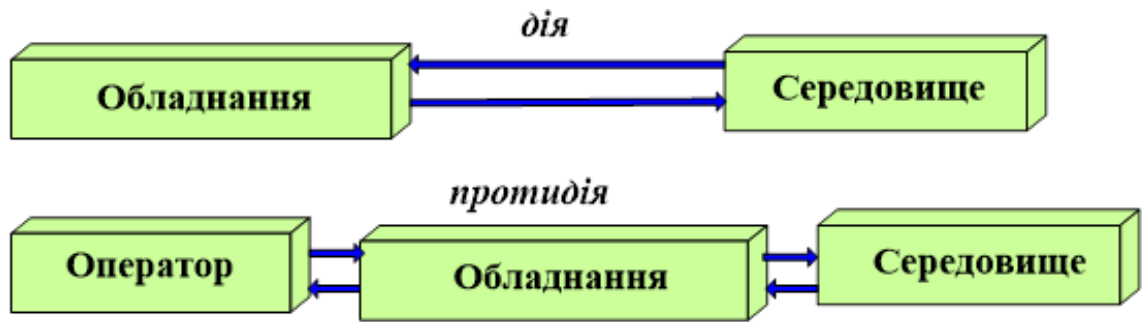
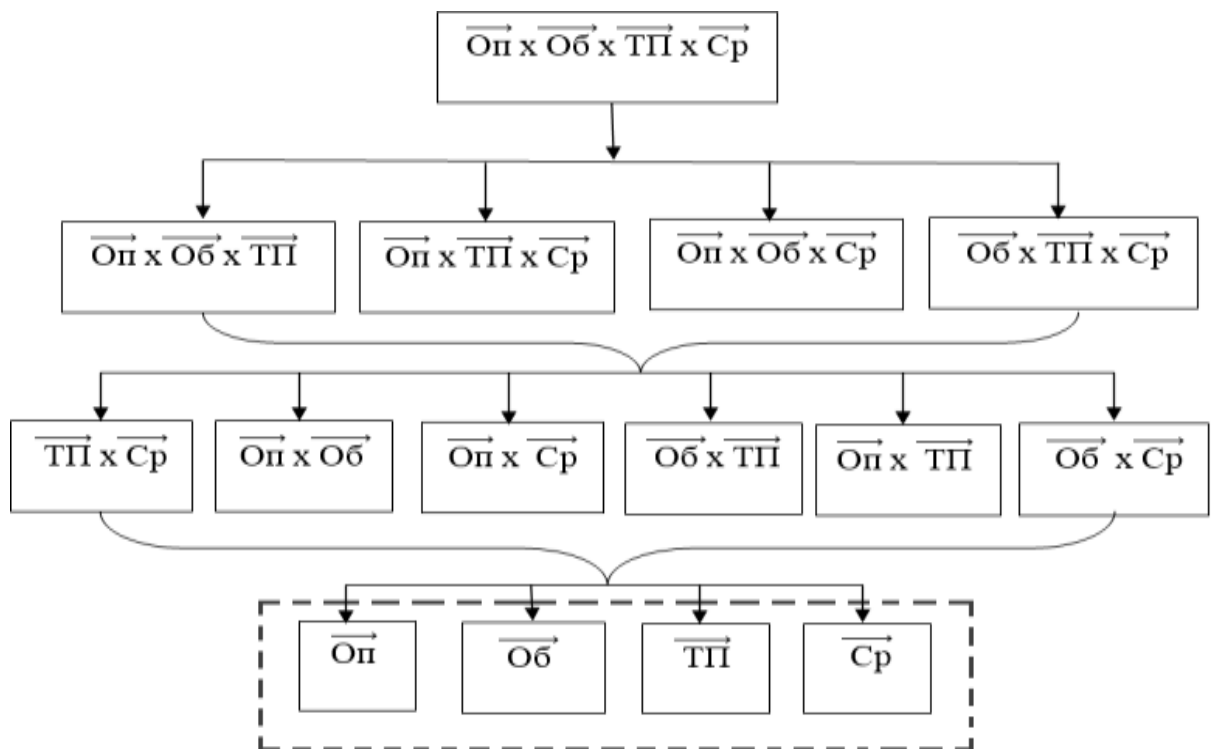


Рис. 2.1 Схема дії на оператора

Розглянемо структуру питання забезпечення експлуатаційної надійності обладнання олієдобувного підприємства. На нижньому рівні знаходиться підсистема "людина - машина - середовище" (ЛМС). Подібні системи вивчені академіком Е. І. Липковичем [97]. Взаємодія вузлів та деталей обладнання із зовнішнім середовищем характеризується корозією, окисленням, фрикційним зносом, старінням полімерних та композитних матеріалів. Цьому протидіє фарбування, нанесення захисних покриттів (оцинкування, оміднення та ін.), Поверхневе зміцнення, застосування більш міцних і стійких матеріалів (композитних, леговані сталі). Вивчивши експлуатацію технологічного устаткування, виявили міжелементний вплив. На рис 2.2 представлені зв'язки між підсистемами та елементами. В основі схеми взаємозв'язків лежить взаємодія між оператором, обладнанням, технологічним процесом та середовищем.

Використовуються векторні сукупності параметрів, що характеризує оператора, обладнання, середовище та технологічний процес.



Op - Оператор; O - обладнання; Сер – середовище; ТП - технологічний процес.

Рис. 2.2 Зв'язки між підсистемами та елементами

Потім розглянули ієрархію даної системи з урахуванням взаємозв'язку елементів, зображених рисунку 2.2, елементи представлені векторами, відбивають його параметри.

Оцінити зв'язки кількісно та якісно означає дати оцінку властивостям надійності: безвідмовність, довговічність, ремонтпридатність та збереження. Доцільно застосовувати системний підхід при дослідженнях надійності технологічного обладнання для переробки олійних культур під час експлуатації, з наступних причин:

- технологічне обладнання експлуатується у складі складної системи олієдобувного підприємства;
 - система включає взаємодію оператора, обладнання, технологічного процесу та середовища;
 - мають місце виявлені зв'язки та взаємодії при експлуатації ОПНОК.
- Тому має бути сформована система управління надійністю ОПНОК (рис. 2.3).

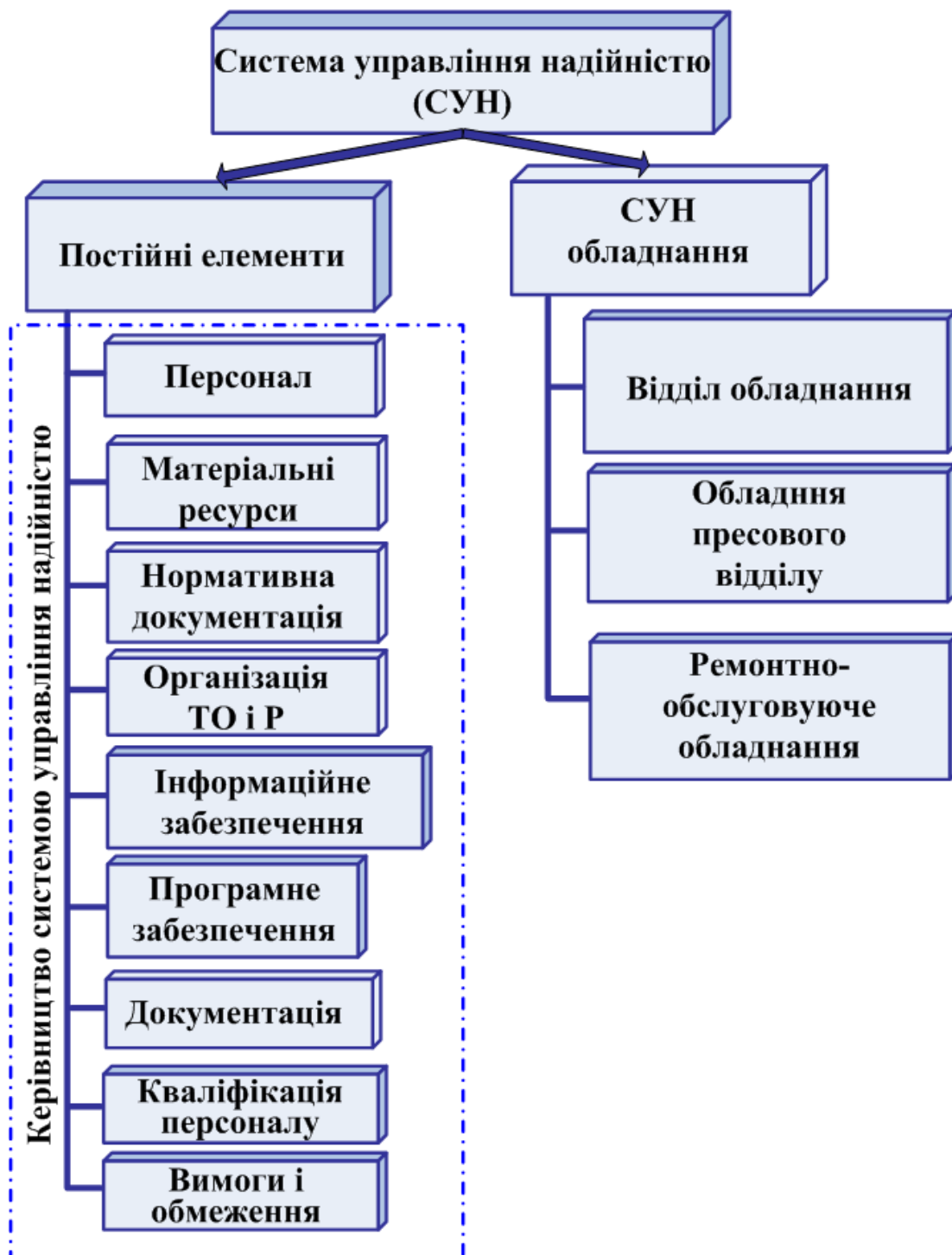


Рис. 2.3 Система управління надійністю на підприємстві з оліє видобутку
Ця система має бути заснована на чинному стандарті на систему управління надійністю та деталізована у подальших розділах.

2.2 Взаємозв'язок надійності обладнання з переробки насіння олійних культур та організації його технічного обслуговування та відновлення працездатності при відмовах

У зв'язку з ускладненням ОПНОК, збільшенням його продуктивності,

змінного вироблення, зростає потреба у вдосконаленні підсистеми управління показниками його надійності

Забезпечення надійності - це сукупність координованих дій, які є основною частиною системи управління надійністю (СУН), вони орієнтовані на досягнення та підтримання необхідного рівня надійності елементів [32]. Це визначає постановку завдання на дослідження динаміки підсистеми надійності, впливу безвідмовності, ремонтпридатності та довговічності обладнання на ефективність експлуатації згідно з ГОСТ Р 27.001-2009 [32].

Існують методики розрахунку коефіцієнтів технічного використання та інших показників надійності [33,91], дані для їх розрахунків можуть бути отримані виходячи із закономірностей досліджуваної підсистеми. Спочатку слід встановити фактори, що впливають на показники надійності (безвідмовність та ефективність).

До таких факторів може бути віднесена вартість: балансового обладнання ОПНОК (Б); К і ПР (СКР); ТО (С_{ТО}); усунення відмов та несправностей ОПНОК (С_{ПР}); шкоди від простоїв ОПНОК; шкоди від простоїв ОПНОК з організаційних причин (УПР.ОТП); шкоди параметричних та функціональних відмов лінії (УПФ.ОТС) [42]; компенсації збитків від зниження ефективності функціонування.

З урахуванням цих факторів модель системи оптимізації показників надійності має вигляд

$$F(t) = \frac{B + C_{кр} + C_{ТО} + U_{ПР.Т.П} + U_{ПР.ОТП} + U_{ПФ.ОТС} + U_{КОМП}}{t_p} + \sum_{i=1}^n \frac{C_{ТО}}{T_{ПЕР}} \rightarrow opt \quad (2.1)$$

Де t_p - напрацювання ОПНОК на повний ресурс;

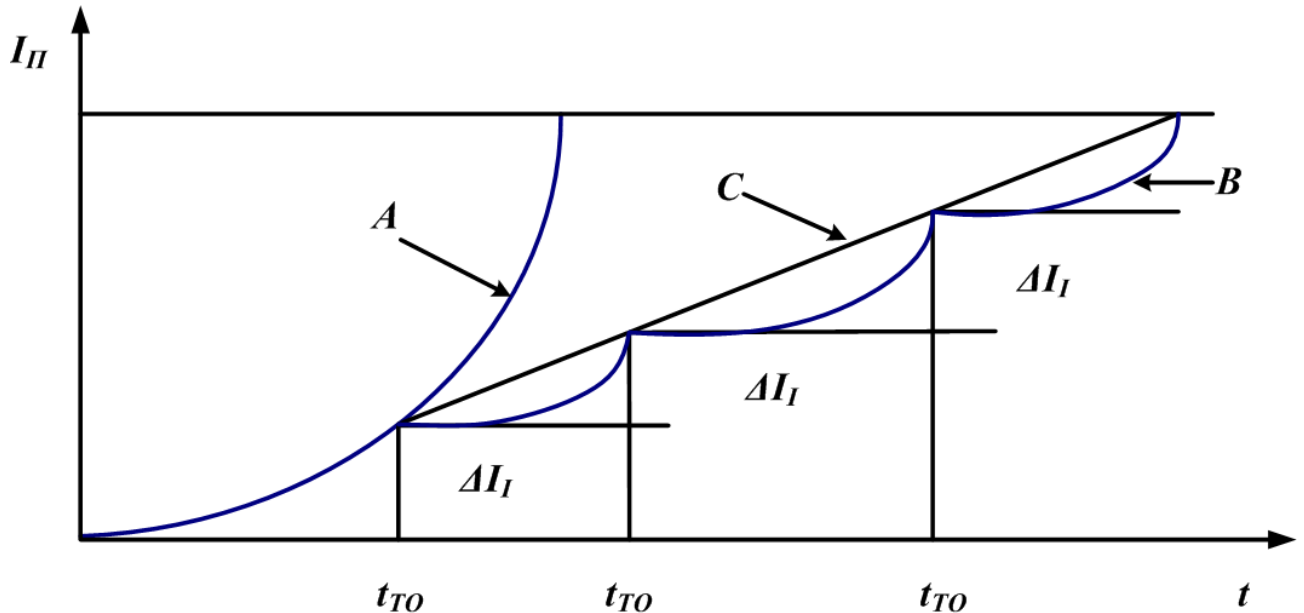
$T_{ПЕР}$ - періодичність проведення ТО.

Зі співвідношення (2.1) можна зробити висновок, що потрібна мінімізація витрату розрахунку на одиницю напрацювання за повний ресурс, що можливо у разі оптимального розподілу витрат між БС обладнання та витратами на його експлуатацію.

Збитки від простоїв можна визначити, прийнявши за базу продуктивність (Π) ОПНОК, якщо коефіцієнт технічного використання ($K_{ТІ}$) буде максимальним

$$З_{ПР} = \Pi(1 - K_{ТІ}) \cdot Ц \quad (2.2)$$

Функція зношування зображується кривою В, період зображений кривою С (рис. 2.4)



I_{II} - граничне зношування;

Рис. 2.4- Взаємозв'язок між ресурсом та періодичністю ТО ОПНОК

За графіками (рис. 2.4 та рис. 2.5.) встановили, що «паралельна система» знижує інтенсивність зносу та збільшує ресурс ОПНОК. У разі збільшення витрат за ТО ресурс устаткування – збільшується.

У разі відсутності ТО, питомі експлуатаційні витрати будуть максимальними за рахунок зниження ресурсу. Також встановлено (див. рис. 2.4), що збільшення зношування непропорційно збільшує витрати на його компенсацію.

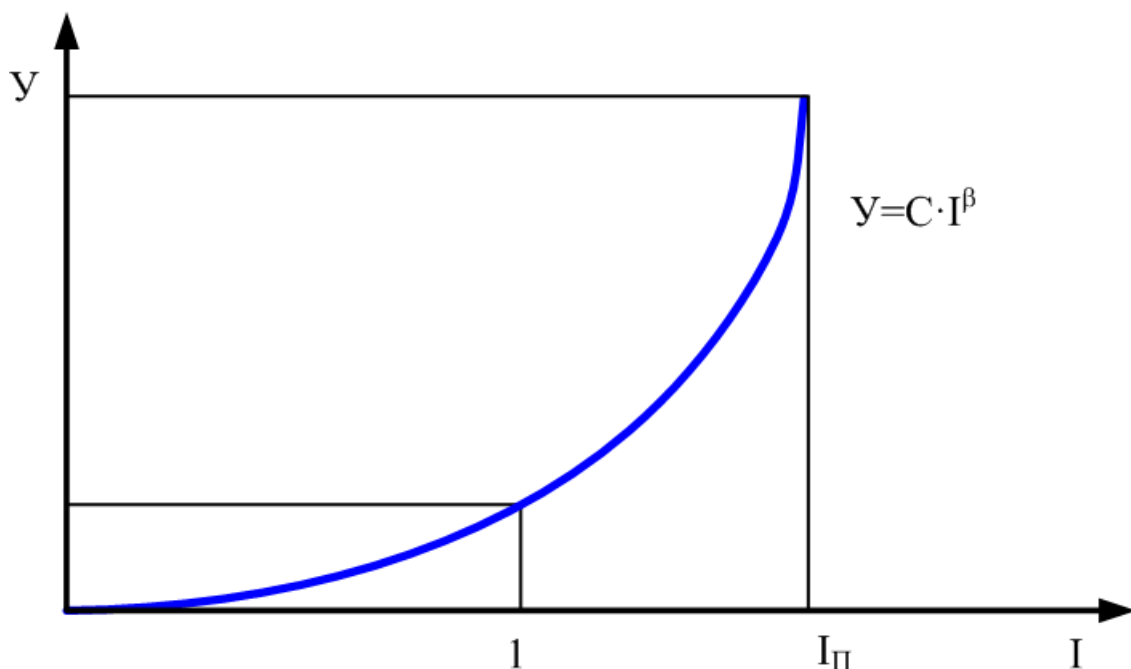


Рис. 2.5 Залежність збитків від ступеня зношування елементів ОПНОК

Мінімум витрат буде оптимумом функції, у цій точці перша похідна дорівнює нулю, тому

$$\Delta I_{OVi} = v \cdot (t_{OVi}^v) \quad (2.3)$$

$$t_{P.opt} = N \cdot t_{TO.opt} \quad (2.4)$$

$$\gamma_{cp} = \alpha \cdot t_{TO.opt}^{v-1} \quad (2.5)$$

Якщо СУН неефективна або відсутня, ресурс обладнання мінімальний ($t_{P.min}$), якщо СУН працює штатно, ресурс – максимальний ($t_{P.max}$), а технологічнеобладнання має працездатний стан (з високою ймовірністю безвідмовної роботи). Зв'язок між ресурсом та ймовірністю безвідмовної роботи визначається за формулою повної ймовірності.

2.3. Теоретичні взаємозв'язки безвідмовності, ресурсу та організації технічного обслуговування та відновлення працездатності при відмові обладнання для переробки насіння олійних культур

Підсистема технічного сервісу як складна система має параметричні та функціональні відмови.

При параметричній відмові – зберігається її функціонування, але відбувається

вихід значень параметрів технологічного процесу межі, встановлені нормативно-технічної, конструкторської документації.

При функціональній відмові – система припиняє функціонування, не передбачене регламентованими умовами виробництва чи конструкторською документацією [33].

Отже, підсистема технічного сервісу може виконати в повному обсязі заявки виконання технічного обслуговування (ТО) і ремонтів, очевидно, мають місце відмови у обслуговуванні.

На початку розглянемо теоретичні аспекти розрахунку кількості заявок. Загальну кількість заявок на виконання ТО можна визначити - як приватне від розподілу тривалості роботи обладнання для переробки олійного насіння на періодичність ТО. Скориставшись відомою формулою для напрацювання

$$I = \alpha \cdot t^\alpha \quad (2.6)$$

де I – знос;

α - коефіцієнт;

t - Час роботи обладнання.

Отримали вираз для визначення оптимальною напрацювання (ресурсу при проведенні ТО з i -ю періодичністю); вона характеризується кількістю обслуговувань N_i напрацюванням t_{TOi} між ТО. Кількість обслуговувань за ресурс розраховується як приватна від розподілу граничного зносу I_{Π} на знос між ТО I_{TOi}

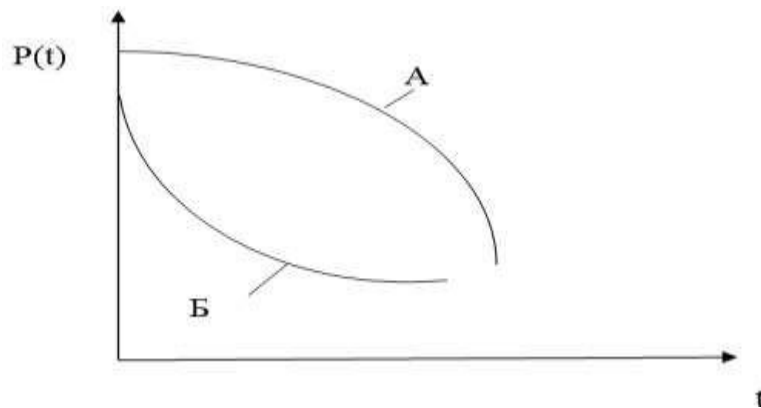
$$t_{Pi} = \frac{I_{\Pi}}{\Delta I_{TOi}} \cdot t_{TOi} \quad (2.7)$$

Отже, кількість заявок на ТО залежить від граничного зносу, зносу між ТО, періодичності ТО. Середня швидкість зношування, γ_{cp} визначається розподілом граничного зносу на ресурс.

$$\gamma_{cp} = \alpha \cdot t_{TO.opt.t}^{\alpha-1} \quad (2.8)$$

У теоретичному дослідженні за відсутності даних про закономірності зносу можна обчислити ймовірність безвідмовної роботи підсистеми ТОР - паралельної системи. При відмові паралельної системи ресурс складальної одиниці обладнання для переробки насіння олійних культур (надалі -

обладнання) буде мінімальним ($t_{p.min}$), а при працездатному стані СУН ресурс буде максимальним ($t_{p.max}$). Аналітично виведемо залежність ресурсу складальної одиниці обладнання від періодичності обслуговування (t_{IPO}) паралельної системи (тобто СУН). Зауважимо, що мінімальне та максимальна кількість ТО визначають найбільший складальної одиниці. Імовірність відмови паралельної системи описується тією ж функцією, що та ймовірність відмови обладнання (рис. 2.6)



А - розподіл напрацювання до першої відмови; Б - розподіл напрацювань між відмовами

Рис. 2.6 Імовірність роботи СУН без відмови

Поточний ресурс знаходиться в інтервалі

$$t_{p.min} \leq t_{p.i} \leq t_{p.max} \quad (2.9)$$

$$t_{p.i} = t_{p.min} \quad (2.10)$$

$$t_{p.i} \leq t_{p.min} \quad (2.11)$$

Середнє значення ймовірності безвідмовної роботи елементів у формулі (2.11) отримано як його математичне очікування, воно залежить від періодичності технічного обслуговування.

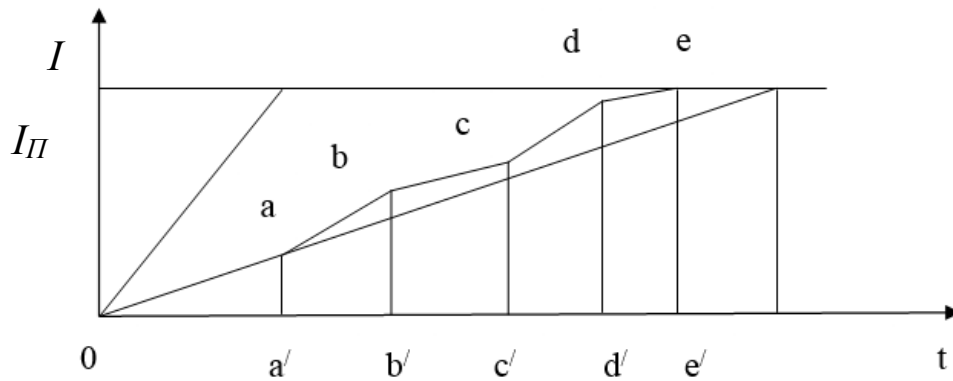


Рис. 2.7– Теоретичний взаємозв’язок ймовірності безвідмовної роботи СУН із ресурсом одиниці обладнання

Графічно співвідношення у чисельному вигляді інтерпретовано кривою про-а-в-с-d-e.

$$P_{СУНi}(t) = \lim_{n \rightarrow \infty} \frac{\int_0^{Kt_{TO}} P_{СУН}(x) dx}{Kt_{TO}} = \frac{\int_i^{t_{TO}} P_{СУН}(x) dx}{t_{TO}} \quad (2.12)$$

$$t_{P.i} = \int_0^{\infty} P_i(x) dx + P_{СУН}(t_{TO}) \cdot t_{Pmax} + P_{СУН}(t_{TO}) \cdot t_{Pmin} \quad (2.13)$$

$$t_{P.i} = t_{Pmax} \frac{\int_i^{t_{TO}} P_{СУН}(x) dx}{t_{TO}} + t_{Pmin} \left(1 - \frac{\int_i^{t_{TO}} P_{СУН}(x) dx}{t_{TO}} \right) \quad (2.14)$$

$$t_{P.i} = \frac{1}{t_{TO}} \left[t_{Pmax} \int_i^{t_{TO}} P_{СУН}(x) dx + t_{Pmin} \left(1 - \int_0^{t_{TO}} P_{СУН}(x) dx \right) \right] \quad (2.15)$$

Так як графічно рівняння (2.15) у координатах

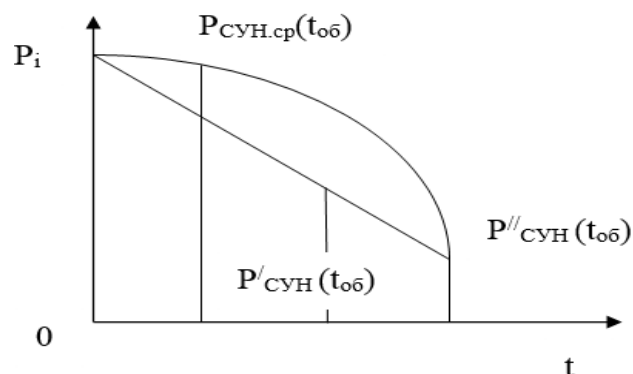


Рис. 2.8 Схема середнього позначення $P_{СУН}(t_{TO})$ і безвідмовної роботи

Ймовірність відмови визначається виходячи із схеми (рис. 2.8)

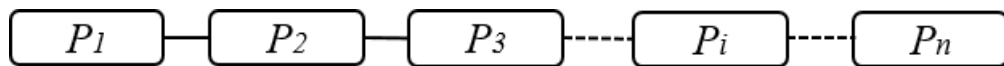
$$P'_{\text{СУН}}(t_{\text{ТО}}) = 0,5 (P_{\text{СУН}}(t_{\text{ТО}})) \quad (2.16)$$

$$t_{Pi} = 0,5[(1 + P_{\text{СУН}}(t_{\text{ТО}})) \cdot t_{Pmax} + P_{\text{СУН}}(t_{\text{ТО}})t_{Pmin}] \quad (2.17)$$

Отримане вираз (2.16) відбиває залежність ресурсу від періодичності обслуговування за існуючого значення граничного зносу. Як зазначено вище, періодичність забезпечується СУН, причому, коли вона не має відмов, забезпечується max ресурс, при відмови СУН ресурс знижується.

Система управління надійністю по відношенню до основної системи є паралельною або дублюючою, що дозволяє покращити показники надійності.

Також можлива резервна система, що дублює найбільш відповідальне обладнання (при виході його з ладу). В основній технологічній лінії обладнання розташоване послідовно. Подаємо технологію у вигляді схеми (рис. 2.9).



P_1, P_2, P_3, P_i, P_n - обладнання, розташоване у технологічній лінії.

Рис. 2.9 Схема послідовної технологічної лінії

Імовірність безвідмовної роботи розрахуємо за такою формулою

$$P(t) = \prod_{i=1}^n [P_i(t)] \quad (2.18)$$

де P_i - Можливість безвідмовної роботи.

При Пуассонівському вхідному потоці ймовірність відмови всієї системи, що складається з послідовно розташованого обладнання

$$P(t) = e^{-\lambda t}, \quad (2.19)$$

$$P(t) = \prod_{i=1}^n e^{-\lambda t} \quad (2.20)$$

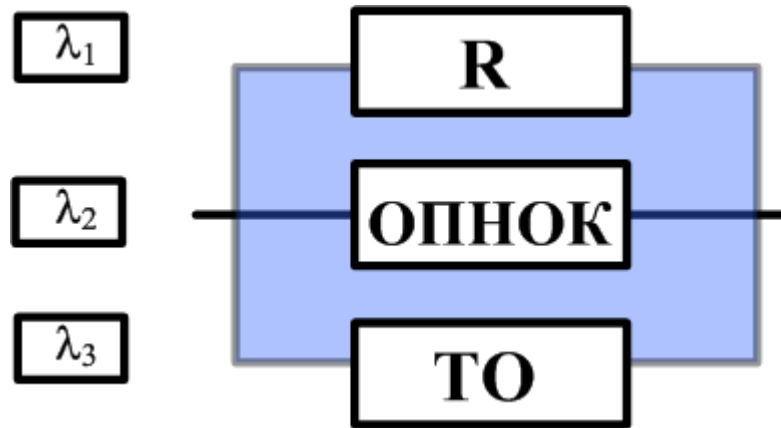
Підставивши, отримаємо можливість відмови всієї системи, що складається з послідовно розташованого обладнання

$$P(t) = e^{\prod_{i=1}^n P_i(t)} = e^{\prod_{i=1}^n -\lambda t} \quad (2.21)$$

При Пуассонівському вхідному потоці, з параметром λ_i , для кожного обладнання в технологічній лінії дорівнюватиме

$$\lambda = \sum \lambda_i \quad (2.22)$$

Потім розглянули організацію олії видобутку з резервуванням та паралельною системою ТО (рис. 2.10).



R – резервна система; ТО – організація технічного обслуговування;
ОПНОК - обладнання переробки насіння олійних культур.

Рис. 2.10 Схема олієвидобутку з резервуванням та паралельною системою ТО

Потоки відмов кожної підсистеми мають параметр λ . Позначимо через q можливість відмови системи (2.23). Імовірність системи дорівнюватиме ймовірності відмов усіх підсистем формула (2.24)

$$q_i(t) = 1 - P_i(t) \quad (2.23)$$

$$q(t) = q_1(t) \cdot q_2(t) \cdot \dots \cdot q_m(t) \quad (2.24)$$

Запишемо формулу (2.24) у вигляді

$$Q(t) = \prod_{i=1}^m [e^{-\lambda t}] \quad (2.25)$$

$$Q(t) = \prod_{i=1}^m [1 - P_i(t)] \quad (2.26)$$

З формули (2.30) та (2.32) отримаємо

$$P(t) = 1 - \prod_{i=1}^k [1 - P_i(t)] \quad (2.27)$$

Можна припустити, що можливість безвідмовної роботи даної системи (рис. 2.11) при стратегії ТО і Р будуть вищими, ніж у системи з першої стратегії, яка не передбачає організацію ТО, проте широко поширена.

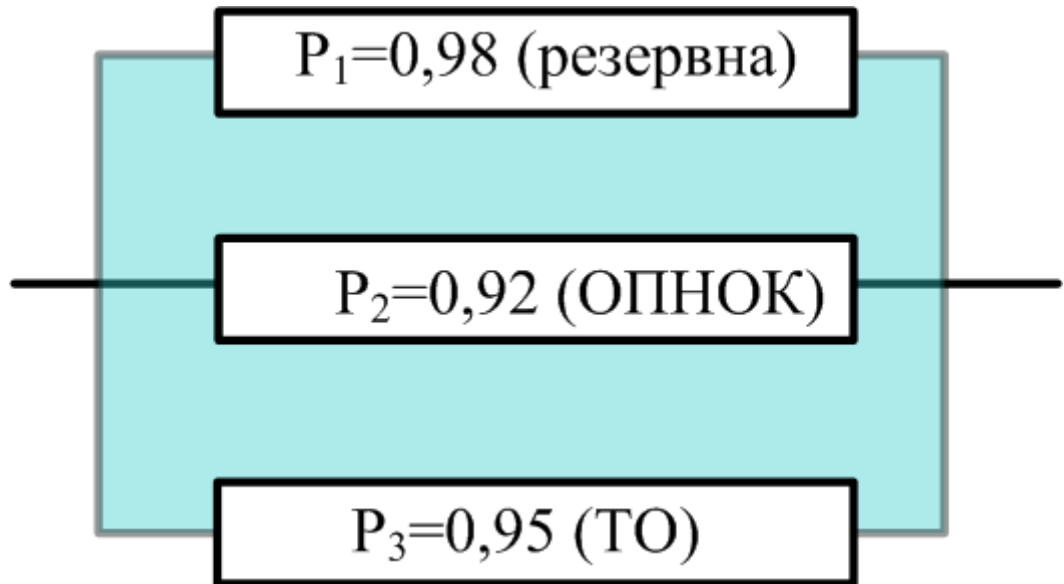


Рис. 2.11 Схема підвищення надійності системи із резервуванням

Допустимо, на підприємстві є резервне обладнання - олієпрес, який має у середньому надійність 0,98.

Для доказу припущення, припустимо, що підсистема ОПНОК складається з 9 машин, а можливість безвідмовної роботи кожної 0,98, тоді надійність всієї підсистеми визначимо

$$\begin{aligned}
 P(t) &= 1 - [(1 - P_1) \cdot (1 - P_2) \cdot (1 - P_3)] = \\
 &= 1 - [(1 - 0,98) \cdot (1 - 0,92) \cdot (1 - 0,95)] = 0,99
 \end{aligned}
 \tag{2.28}$$

Для обладнання підприємств олії видобутку така надійність вузлів і в цілому машин є досить високою і рідко досягається, тому що якщо машина складається з 10 деталей, то для досягнення цього значення ймовірність кожної має бути 0,9999.

Якщо є паралельна система ТО з надійністю 0,95 тоді ймовірність всієї системи підвищується до 0,92 до 0,95.

У зв'язку з цим, можна висунути робочу гіпотезу у тому, що вдосконалення організації ТО можливо шляхом знаходження оптимального співвідношення між витратами на технічний сервіс та втратами від невиробничих простоїв ОПНОК, для чого необхідне вдосконалення організації ТО запровадженням

паралельної дублюючої системи. Цим реалізується принцип резервування.

Система управління надійністю буде включати в себе паралельну систему ТО та резервне обладнання.

2.4. Марківські ймовірні процеси організації технічного обслуговування та відновлення працездатності при відмови обладнання переробки олійного насіння

Як було встановлено вище, обслуговувана олієдобувна система має послідовні часові інтервали безвідмовної роботи, причому випадкова послідовність

$$A(t) = P(z_1 < t),$$

$$A(t) = P(a < t), \quad z_n \approx a, n \geq 2 \quad (2.29)$$

Першим доказом є дотримання умов наступної теореми: для того, щоб нерозкладний ланцюг Маркова, що стискається, мала стаціонарний розподіл.

В даному випадку можна припустити Марківський однорідний процес з рахунковим числом станів, який в початковий момент знаходиться в деякому початковому стані - зворотне, він буде регенеруючим спеціальним процесом, докладно розглянутих В. Феллером. До цього ж класу відносяться ті процеси сервісу, в яких інтенсивність потоку відмов не залежить від часу і минулого поведінки процесу відновлення, а залежить тільки від кількості відмов, що знаходяться в процесі відновлення.

Що мають практичне значення рішення вищевказаних рівнянь для кожних конкретних випадків викладено в теорії масового обслуговування (ТМО). Регенерація процесу (рис. 2.12) для нашого випадку ТО ОПНОК може бути представлена у вигляді системи масового обслуговування (СМО). З погляду теорії масового обслуговування (ТМО) процес може бути марковським. Для марківських процесів отримано рішення з математичних очікувань та ймовірностей. В основу ТМО покладено рішення для процесів розмноження та загибелі популяції, під популяцією розуміють процес появи заявок на ТО та їх обслуговування (тобто процес появи та ліквідація заявок чи відмов).

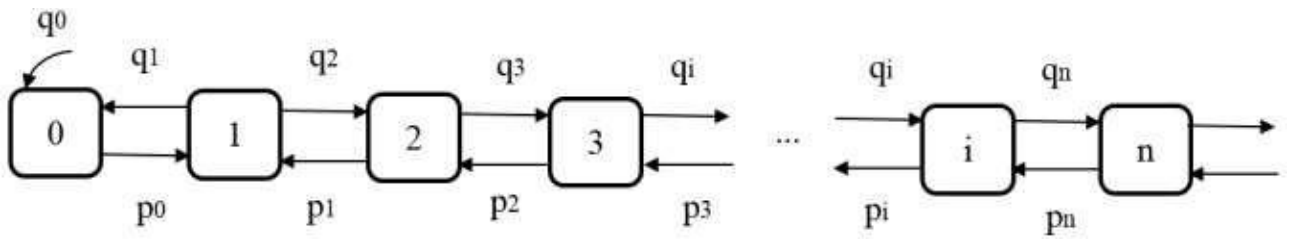


Рис. 2.13 Події та стан марківського процесу виникнення та обслуговування заявок

Надалі скористаємося поширеним методом «вкладеного Марківського ланцюга». Суть методу полягає у розгляді випадкового процесу у спеціально підібрані моменти часу, значення яких виявляються пов'язаними у ланцюг Маркова [24, с. 88].

Процес однозначно Марковський для випадку, коли вхідний потік – Пуассонівський, розподіл інтервалів часу між виникненням відмов та розподіл тривалість їх обслуговування – показове.

Відповідно до ТМО ухвалили ряд визначень для системи, що вивчається:

а) Вхідний потік заявок – це моменти часу, що виникають, відмови, які надходять на обслуговування. За досвідом дослідження прикладних завдань він зазвичай є пуассонівським, та ймовірність надходження в інтервалі часу k заявок визначається за формулою Пуассона [24].

$$P_k(t) = \frac{(\lambda t)^k}{k!} \cdot e^{-\lambda t} \quad (2.30)$$

У разі Пуассонівського вхідного потоку система сервісу працює більш напружено, ніж за інших видів розподілів. Отже, система сервісу [16] обладнання для переробки олійного насіння, налаштована на Пуассонівський потік, впорається з іншими видами розподілу вхідного потоку.

Кількість заявок, що надійшли в $[0, t]$	Число інтервалів $[0, t]$ з цією кількістю заявок	Ймовірність кількості заявок на інтервалі	Оцінка математичного очікування кількості відмов
a_i	n_i	P_i	n_τ
0	0	0	1
1	5	0,046	4,6
2	11	0,106	10,6

3	13	0,163	16,3
n
Сума	n	1	100

Пуассонівський вхідний процес також називають «найпростішим», має властивості стаціонарності, відсутність наслідків і ординарності, ці властивості встановлені для нашого випадку у тексті раніше. Основні показники такого потоку – його інтенсивність, тобто. математичне очікування кількості заявок за одиницю часу (за одиницю прийнята декада) визначається за відомою з теорії ймовірності формулою [14]:

$$M_t[k] = \sum_{k=1}^{\infty} k A_k(t) = e^{-\lambda t} \sum_{k=1}^{\infty} \frac{(\lambda k)^k}{k!} = \lambda k \quad (2.31)$$

Загальна вартість сервісу складається з ремонту та техобслуговування. Чим частіше виконується ТО, тим ймовірність відмов нижче, але при цьому вищі витрати на ТО, і навпаки, з цих причин необхідно знайти оптимальну періодичність. У загальному випадку для ОЕЗ та інших олієдобувних підприємств витрати на сервіс – це сумарна вартість ТОР. Скорочення періоду часу між ТО знижує ймовірність відмов та збільшує витрати сервісної підсистеми.

Баланс витрат на технічне обслуговування та неплановий ремонт (усунення відмов) - це мінімізація функції [156, з 4-15].

Для розрахунку за наведеними формулами було розроблено алгоритм моделювання та відповідну комп'ютерну програму для проведення машинного експерименту. Алгоритм використовує метод вкладеного Марківського ланцюга для знаходження оптимального співвідношення між витратами на ТО та втратами від непродуктивних простоїв обладнання. Для моделювання використані експериментальні дані про показники експлуатаційної надійності та трудомісткості операцій технічного обслуговування.

2.5. Висновки

1. Система СУН ОПНОК має властивості «паралельної системи». Взаємозв'язки

визначають закономірності впливу надійності ОПНОКта СУН на ефективність роботи системи.

2. Виявлено такі закономірності:

– якщо СУН функціонує неефективно, ресурс – мінімальний (t_{pmin}), якщо СУН працює штатно, ресурс-максимальний (t_{pmax});

– суттєвий знос непропорційно збільшує ресурс на ТОРта збільшує витрати на його компенсацію;

– встановлені теоретичні співвідношення, що дозволяють виявити кількісні залежності надійності СУН та ресурсу ОПНОК;

розроблений критерій ефективності функціонування ОПНОК та математична модель його ТО на основі СМО.

3 ПРОГРАМА І МЕТОДИКА ДОСЛІДЖЕНЬ ОРГАНІЗАЦІЇ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ, НАДІЙНОСТІ І ВІДНОВЛЕННЯ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПЕРЕРОБКИ НАСІННЯ ОЛІЙНИХ КУЛЬТУР

3.1 Загальна програма та методика досліджень

Ефективність роботи олієдобувних підприємств залежить від показників використання ОПНОК, низькі показники надійності (безвідмовність) знижують надійність виробництва загалом. Застосування системних методів управління показниками надійності ОПНОК вважають за доцільне, тому дослідження проводилися в кілька етапів.

Спочатку була встановлена система ланцюгів підсистеми, після чого була побудована математична модель та виконано обґрунтування організації ТО у рамках натурального організаційного експерименту, під час якого здійснювали збирання, аналіз та обробку дослідних даних, отриманих на підприємстві з олієдобування.

Базовим завданням розробки та обґрунтування організації ТО було побудова формальної моделі, що знайшла відображення між її елементами та зовнішнім середовищем, за критерієм ефективності (цільова функція). Параметри цільової функції можуть бути отримані експериментальним шляхом у результаті спостереження за виробничим процесом, а також в результаті комп'ютерного моделювання.

Відповідно до теорії масового обслуговування, середню кількість простоюючих постів обслуговування заявок, що надходять, можливо визначити, якщо відома кількість зайнятих обслуговуючих постів k , а також можливість завантаження постів рівне P_k

$$N_0 = n - N_3 = (n - k) \cdot P_k \quad (3.1)$$

тоді коефіцієнти простою та завантаження постів ТО визначимо

$$K_{\text{ПР}} = \frac{N_0}{n-1}, K_3 = \frac{N_3}{n-1} \quad (3.2)$$

Математичне очікування довжини черги та кількості вимог на обслуговування

в системі ТО:

$$M_{\text{оч}} = (k - n) \cdot P_k, \text{ при } k > n \quad (3.3)$$

$$M_c = M_{\text{оч}} + N_3 \quad (3.4)$$

Попередні результати дослідів та експериментальних спостережень дозволили виявити та визначити доходи, збитки та витрати в ході проведення ТО:

- дохід від обслуговування вимог на ТО ($q_{\text{об}}$);
- збитки від простою ОПНОК ($q_{\text{пр.об}}$);
- збитки від простою поста обслуговування ($q_{\text{пр.п}}$);
- збитки через втрату вимоги на обслуговування елемента системи, у разі його виконання конкурентом (q_y);
- витрати на утримання постів обслуговування (q_c) та експлуатацію постів обслуговування (q_E).

Враховуючи кількість постів n , Витрати за годину роботи при експлуатації постів складуть ($n \cdot N_3 \cdot q_E$), а за час обслуговування одиначної вимоги ($T_{\text{оч}} \cdot N_3 \cdot q_E$).

Якщо за одиницю часу надходить (l) вимог до обслуговування, і з ймовірністю P_n завантажено n постів обслуговування, то вимоги в кількості ($P_n \cdot q_y$) отримують відмову, збиток від втрати даних вимог на обслуговування становитиме за годину ($l \cdot P_n \cdot q_y$).

При оцінці варіантів при одній розмірності витрат на утримання не є постійною величиною і тому виключено.

Якщо конкуруюча підсистема відсутня, тоді ці втрати не враховують, тому у вираз (3.4) вводимо збитки від простою заявки. Організація ТО матиме дохід від проведення ТО та витрати: на експлуатацію постів та збитків, від простою ОПНОК, а також від простоїв вимог на обслуговування у разі виникнення черги заявок.

Дохід на годину часу висловимо сумою

$$S_k = N_3 \cdot q_E + P_n \cdot q_y + n \cdot q_c + N_3 \cdot q_y + (l - P_n) \cdot q_{\text{об}} \cdot T = (n - k) \cdot P_k \quad (3.5)$$

На наступному етапі з'ясували, які знання про процес (моделі, закономірності, взаємозв'язки) додатково слід встановити в результаті експериментальних

спостережень за технологічним процесом на олієдобувних підприємствах. На основі аналізу параметрів підприємства їх згрупували за тоннажністю, що дозволило визначити підприємства – представники, що найбільш поширені у досліджуваному регіоні.

Програма досліджень включала: планування експерименту; пошук раціональних параметрів організації ТО ОПНОК; збір даних про кількість відмов ОПНОК та їх елементів для забезпечення необхідної точності та достовірності; обробку результатів експериментів

План експериментальних досліджень та загальна методика досліджень наведено у додатку. При вимірі часових проміжків використовувалися контрольно-вимірювальні прилади: електронний секундомір СТЦ-1, діапазон вимірюваних інтервалів від 0,1 до 9999,99 с. Найбільше допустиме значення похибки вимірювань $\pm(20 \cdot 10^{-6} t + 1 \cdot 10^{-2})$, с, де t - вимірюваний інтервал. Фото та відеофіксація проводилася фотокамерою Fujifilm FinePix S4300. Дозвіл 14 МП. Точний розмір детектора 6,16x4,62. Пропорція зображення 3:2; 4:3; 16:9. Мінімальна фокусна відстань у мм 24, максимальна фокусна відстань – 624 мм.

3.2 Методика забезпечення достовірності результатів експериментів

Для збору даних про надійність ОПНОК проводили масові спостереження для підприємства Миколаївської області, обраного внаслідок апріорного ранжування.

На підприємстві вивчали потоки вимог щодо усунення раптових відмов ОПНОК (позапланових поточних ремонтів). Фіксували кількість відмов, трудомісткість при їх усуненні та тривалість їх усунення.

Було проведено статистичну обробку досвідчених даних, і перевірено гіпотезу про закон розподілу, визначено критерії достовірності та адекватності. При статистичній обробці групи результатів спостережень усі операції виконувались згідно з ГОСТ 8.207-76 [34].

Перевірку гіпотези про те, що результати спостережень належать до нормального розподілу, проводили з рівнем значущості 0,05.

При визначенні довірчих меж похибки результатів вимірів приймали довірчу ймовірність у межах 0,95.

Далі визначали кількість спостережень n , у якому забезпечувалася достовірна оцінка досліджуваних параметрів, у своїй:

- для $n > 50$ для перевірки приналежності до виду розподілу використовували: χ^2 (критерій), ω^2 (критерій);
- для інтервалу $50 > n > 15$ перевіряли належність до виду розподілу кращим складовим критерієм;
- при числі $n > 1$ належність не перевіряли [34]. Довірчі межі результату досвіду знаходили за відомою формулою [34]

Вибірка є представницькою, якщо при $\Delta = 0,10$ та ймовірності $P = 0,90$ число вимірювань було менше розрахункового значення n .

У ході дослідів визначали, що протягом часу t під нагляд було взято n одиниць ОПНОК, цим фіксували надходження k вимог відновлення працездатності. Це забезпечувало отримання достатньої кількості вимог k , за значенням якого встановлювали мінімальну кількість елементів, що спостерігаються [16,17].

Для різних рівнів значущості відхилення α , нормоване з допомогою оцінки дисперсії, перебуває з допомогою програми «Статистик». Задаючись значеннями i v , визначали необхідний обсяг вибіркової сукупності.

При формуванні інформаційного забезпечення моделі виконали аналіз літературних джерел, опитування, обговорення питання ТО, безвідмовності обладнання з майстрами ТО та інженерами олійних підприємств.

Для техніко-економічних розрахунків використовували облікові дані за формами №1 та №2, статистичну звітність підприємства, дані технічних паспортів та формулярів ОПНОК. Джерела отримання статистичних даних: журнали обліку витрат за ТО ОПНОК.

3.3 Пошук оптимальних умов організації технічного обслуговування та ремонту методом планування експерименту

Відомий спеціаліст у сфері планування експериментів Ю.П. Адлер відзначав, що уявлення про причинно-наслідкові зв'язки трансформувалося з часом у факторне мислення. Його суть у тому, що технічне явище можна розділити на ознаки-фактори, сукупність яких і створює явище, що вивчається [2]. Факторне мислення має свої постулати. Найбільш значимої їх у тому, що вимірювана величина відгуку – випадково розподілена величина.

У нашому випадку ми маємо справу з факторами, які є стохастичними - це вхідний потік заявок на обслуговування, механізм відновлення працездатності елементів, вузлів, що відмовили, і агрегатів ОПНОК.

Предтечею планування експерименту були роботи з регресійного та дисперсійного аналізу, останній розроблений Р. Фішером. Консолідація процедур дисперсійного аналізу, виконувався Ч. Точером, Р. Ріота ін, призвела до розробки прийому, що зводить будь-яке завдання дисперсійного аналізу з виродженою матрицею системи нормальних рівнянь. Виникає дилема, змінні завдання дисперсійного аналізу задаються дискретними багатовимірними ґратами, а регресії – змінні безперервні. Для вирішення проблеми була використана узагальнене звернення матриць Мура - Пенроуза.

Постановка завдання дослідів щодо оцінки ефективності організації ТО ОПНОК полягає в наступному. Є обладнання, що є джерелом заявок на ТО. Це перший фактор, другий – тривалість обслуговування. Вона залежить від кількості постів ТО та бригад ТО, і не залежить від першого фактора. Є й економічний фактор – вартість нормо-години роботи бригади на посту ТО.

Необхідно знайти оптимальні умови функціонування системи ТО, що впливає на показники, у тому числі основний з них K_{TI} .

Наявність кількох факторів, причому стохастичних, призводить до розуміння використання методу багатфакторного експерименту та планування дослідів, з подальшою обробкою його результатів методами дисперсійного аналізу.

Вимоги до збору вихідної інформації наведено у розділі 3.2. Схеми

дослідів використовує поняття «чорної скриньки» (рис 3.1)



Рис. 3.1 Схеми організації ТО як «чорна скринька» λ

Кожен фактор у разі приймає три значення, чи рівня: нульового, -1, +1. Фіксований набір рівнів визначає один із можливих станів «чорної скриньки» (рис 3.1). Перебравши всі можливі поєднання факторів, отримаємо багато параметрів станів «чорної скриньки». Планування експерименту дозволяє визначати всі можливі стани «чорної скриньки», а активне втручання у дослідження та можливість вибору факторів у кожному досліді за планом. Таких планів розроблено безліч, вони дозволяють вибрати кількість та умови проведення дослідів.

Виділимо такі фактори та інтервали їх варіювання на підставі попередніх дослідів.

Таблиця 3.1

Варіювання факторів, рівнів, інтервалів

Чинники	Рівні			Інтервали, у	т.грн./нормо- година
	-1	0	+1		
x_1					
x_2					
x_3					

Для кодування факторів було використано рівняння

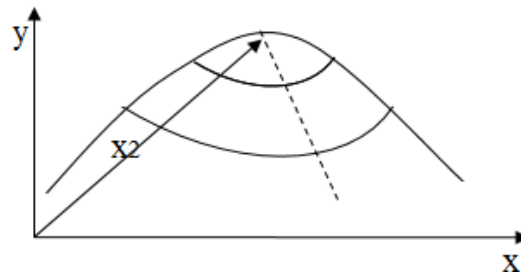


Рис. 3.3 Круте сходження при пошуку екстремуму

Можливі варіанти – область оптимуму досягнуто, та екстремум знайдено. У другому випадку змінювали область визначення, інтервал варіювання та досвід повторювали до знаходження області оптимуму. В результаті його знайшли.

4 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ МЕТОДІВ ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ ОБЛАДНАННЯ ДЛЯ ПЕРЕРОБКИ НАСІННЯ ОЛІЙНИХ КУЛЬТУР ВДОСКОНАЛЕННЯМ ОРГАНІЗАЦІЇ ЙОГО ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ

4.1 Обґрунтування параметрів типового олієдобувного підприємства

У цьому розділі виконано обґрунтування параметрів типового олієдобувного підприємства, виявлено причини відмов ОПНОК та встановлено ймовірнісні характеристики потоків відмов та відновлень; виявлено закономірності зміни одиничних показників експлуатаційної надійності ОПНОК, а за результатами багатофакторного експерименту знайдено область оптимальних організаційних рішень щодо технічного обслуговування ОПНОК.

В наш час витрати на вирощування насіння соняшника складаються з вартості механізованих робіт (передпосівної обробки ґрунту, власне посіву та обробітку, збирання), вартості посівного матеріалу (4 кг/га), мінеральних добрив (150 кг/га), засобів захисту рослин (5 кг/га). У нинішніх цінах витрати на механізовані роботи становлять 5214 грн/га, добрива та засоби захисту – 2100 грн/га, насінневий матеріал 710 грн/га, всього з урахуванням накладних витрат 6868,8 грн/га. При середній врожайності 16 ц/га собівартість олійного насіння складе 4,29 тис. грн/т. У цьому рентабельність за ціною реалізації 12 грн/кг – понад 200 %.

У Миколаївській області потенціал виробництва з найбільш урожайних культур при виході 55% становить 2 т з кожного гектара посівів соняшника. Норма споживання на одну особу рослинної олії – 13 кг на рік, тобто гектар посівів забезпечує потреби 77 осіб, потенціал – 144 особи.

На частку споживаних населенням жирів припадає 62%. При нормі споживання рослинних жирів на людину 13 кг фактичне споживання на рік становить 8,9 кг. Відомо, що цей показник становить: для Великобританії – понад 18 кг, США – 20 кг, у Данії та Нідерландах – по 25 кг. Фактично в

середньому виробляється стільки ж олії з одиниці площі соняшнику, як і в США, при меншій собівартості. Соняшник є основною олійною культурою в нашій країні, лідером у виробництві та експорті соняшника, є Миколаївська область.

Обладнання в олієпереробній галузі існує різної продуктивності по тоннажу основного олієпресового обладнання та з різними технологічними процесами: дворазове пресування холодним та холодно-гарячим, гарячим, з екструзією – способами. Дріботоннажне обладнання від 1...7 т/год (24...168 т/добу) в основному використовується фермерськими господарствами, середньотоннажне до 12,0 т/год (300 т/добу) і великотоннажне 125 т/год (3000 т/добу) та вище використовується олієекстракційними заводами (ОЕЗ) різної потужності, олієжирові комбінати (ОЖК).

Проте багато підприємств у олієпереробній галузі мають на своєму балансі обладнання, яке не знаходиться на сервісному обслуговуванні, в основному це обладнання імпортного виробництва (Німеччини, Туреччини, Індії, Китаю, ЄС), ремонт та відновлення вузлів та деталей такого обладнання здійснюється у майстернях під час заводів. Слід зазначити, що таке обладнання є на всіх заводах великотоннажної переробки, і роботи з ТЗ часто відбуваються нерегулярно, в аварійному порядку, або за відсутності сировини, що призводить до позапланових зупинок обладнання.

Централізована система може безперервно розвиватися та вдосконалюватись разом із зміною та оновленням технологічного обладнання, що дозволить у короткий термін проводити ремонт складного технологічного обладнання з найменшими фінансовими витратами. Для роботи такої служби необхідно на переробних підприємствах області округу створювати систему управління надійністю. Реалізація заходів програми з технічного переозброєння масложирової галузі включає впровадження інноваційних технологій шляхом будівництва нових, а також реконструкцію та модернізації діючих олійнодобувних підприємств, створює умови для підвищення ефективності олійного видобутку на ОПНОК. До 2017 року випуск рослинних олій

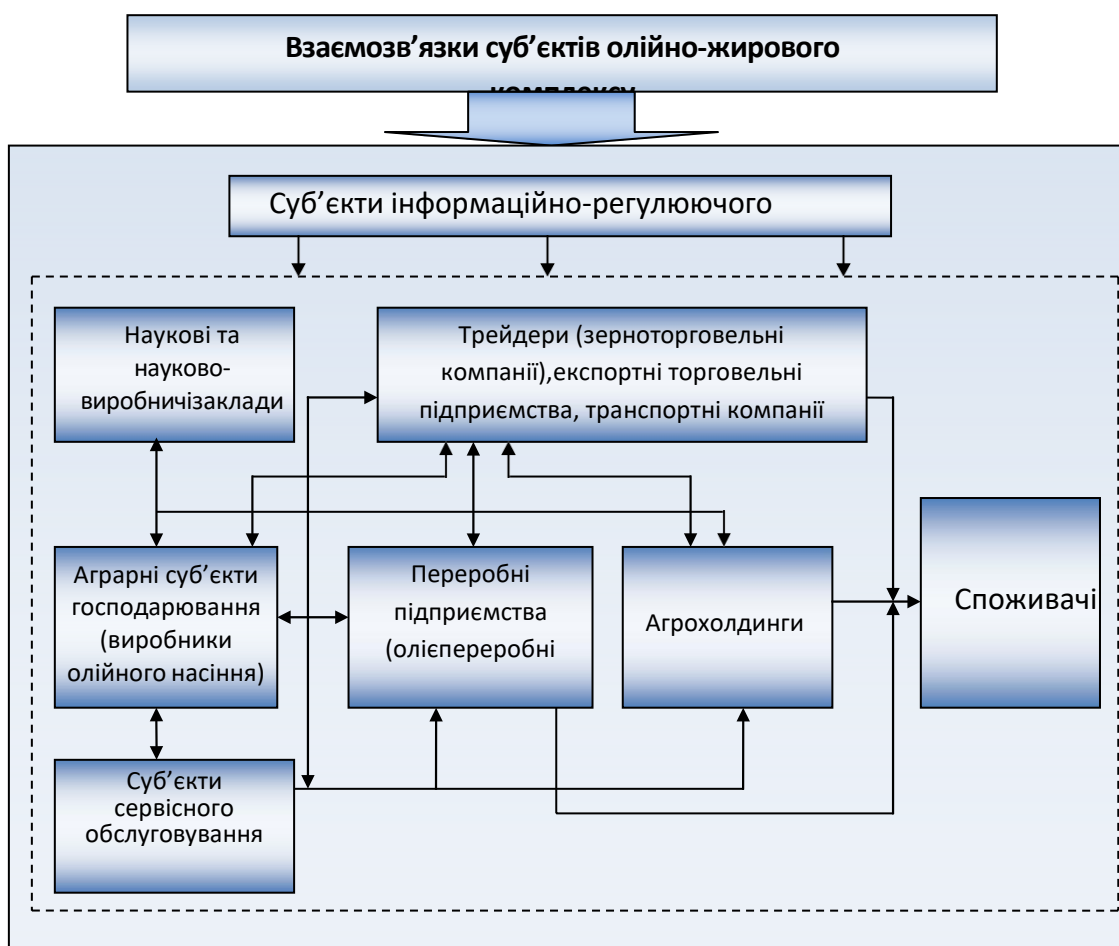
(соняшникових) в Україні збільшився і становив близько 4,0 млн. т.,

У ПФО є підприємства різного типу за тоннажністю, дрібнотоннажні в основному мають незакінчений цикл виробництва (одержують масло холодним і гарячим способом без розливу в дрібногуртову тару) і розташовані ближче до виробника сировини, а підприємства з повним циклом переробки розташовуються ближче до великих міст.

У Миколаївській області загальні потужності з переробки олійного насіння становлять 2,5 млн. тонн на рік [60, с. 309-319]. Розподіл технологічних потужностей з переробки олійного насіння в Миколаївській області показано на рисунку 4.1.



Рис. 4.1 Розподіл основних технологічних потужностей з переробки олійного насіння в Миколаївській області



Рейтинг виробників соняшникової олії в Україні у 2016/17 МР

Нерафінована соняшникова олія		Рафінована соняшникова олія	
виробники	%	виробники	%
ТОВ «Кернел Груп»	23	ТОВ «Кернел Груп»	20
ПГ «Віойл»	7	ТОВ «Бунге Україна»	17
ТОВ «Оптимус Агро»	6	ТОВ «Дельта Вілмар СНД»	14
ТОВ «Європейська транспортна стивідорна компанія»	6	ПП «Оліяр»	8
ПАТ «Миронівський хлібопродукт»	6	ПП «Віктор і К»	7

Таблиця 4.3

Фінансові результати діяльності олійно-жирових підприємств України

Роки	Фінансовий результат (сальдо), млн грн	Підприємства, які одержали прибуток		Підприємства, які одержали збиток		Рівень рентабельності (збитковості), %
		%	млн грн	%	млн грн	
2013	735,0	63,7	1521,5	36,3	-786,5	0,7
2014	-6581,3	63,2	3004,8	36,8	-9586,1	-5,7
2015	-10146,9	71,9	5434,6	28,1	-15581,5	-7,1

2016	-5060,8	64,2	4019,2	35,8	-9080,0	-2,4
2017	-1697,8	65,9	3083,3	34,1	-4781,1	1,2

Встановлено, що з 2009 по 2018 рік вартість основного обладнання олієдобувних підприємств зросла на 48%, і становить у середньому 454 тис. гривень у перерахунку на 1 тонну на добу сировини, що переробляється. У зв'язку з цим необхідно створювати централізовану систему організації ремонту для олійного обладнання з метою забезпечення експлуатаційної надійності. Централізована система може безперервно розвиватися та вдосконалюватись разом із зміною та оновленням технологічного обладнання, що дозволить у короткий термін проводити ремонт складного технологічного обладнання з найменшими фінансовими витратами. Для роботи такої служби необхідно на переробних підприємствах області округу створювати систему управління надійністю.

Так як основними країнами виробниками обладнання для переробки насіння олійних культур є Німеччина, Великобританія, Туреччина, країни ЄС, багато з яких є санкційними, що унеможлиблює доставку вузлів, деталей і частин технологічного обладнання, що вийшли з ладу, або доставка пов'язана зі значними витратами часу та коштів. У зв'язку з цим необхідно створення служб відновлення устаткування безпосередньо на самих підприємствах, чи регіоні. Для великотоннажних переробних підприємств, частка яких у Миколаївській області становить близько валовому випуску 70%, доцільно створення своїх служб із забезпечення надійності технологічного устаткування. За аналог імовірно можна прийняти структуру головного механіка підприємства та деякі елементи інженерної служби с/г підприємства.

Найбільш поширені за чисельністю малотоннажні олієдобувні підприємства, які й обрані з цієї причини об'єктом експериментальних досліджень.

4.2 Результати дослідження причин відмови та закономірностей потоків відмов та відновлень обладнання для переробки насіння олійних культур

Відмови ОПНОК можна класифікувати за складністю. При дослідженні ОПНОК, умовою розподілу відмов за групами складності було – ремонтпридатність обладнання.

У разі відмови ОПНОК, надходить вимога обслуговування чи відновлення обладнання. З іншого боку, досліджуване підприємство має бути готовим виконати функції обслуговування та відновлення у заданому інтервалі часу за наявності служби ТО (технічного обслуговування).

У ході дослідження виявляли закони розподілу показників експлуатаційної надійності, проводили оцінку параметрів напрацювання на відмову, визначали характеристики потоку відмов.

Згідно нормативам на ТО обслуговування проводять залежно від напрацювання на відмову ОПНОК.

Обладнання для видобутку масла об'єднані в логічно пов'язані між собою ділянки для виконання операцій. У процесі підготовки необхідно від олійного насіння відокремити лушпиння. У цьому виконується ряд технологічних операцій: зберігання насіння; зважування; очищення від бур'янів та ін включень; обвалення; відвіювання; контроль лушпиння, недоруша і перевію; подрібнення та контроль ядра.

У зв'язку з тим, що різні операції технологічного процесу різняться за складністю, обладнання розташоване відповідно до технологічної схеми: рушально-вічкове; пресове; гідратації олій. До допоміжних споруд відносяться: склади лушпиння, макухи, олії, котельня, споруди для водопостачання та ін.

В результаті обробки результатів спостережень відмови ОПНОК, досліджені за видами, наслідками відмов, проміжками часу простою обладнання. До I групи складності віднесені відмови, які можна усунути регулюваннями, вони вимагають додаткових витрат на відновлення одиниць виробів, у разі виникнення простої устаткування короткочасні, часто такі відмови не вимагають зупинки основного

устаткування.

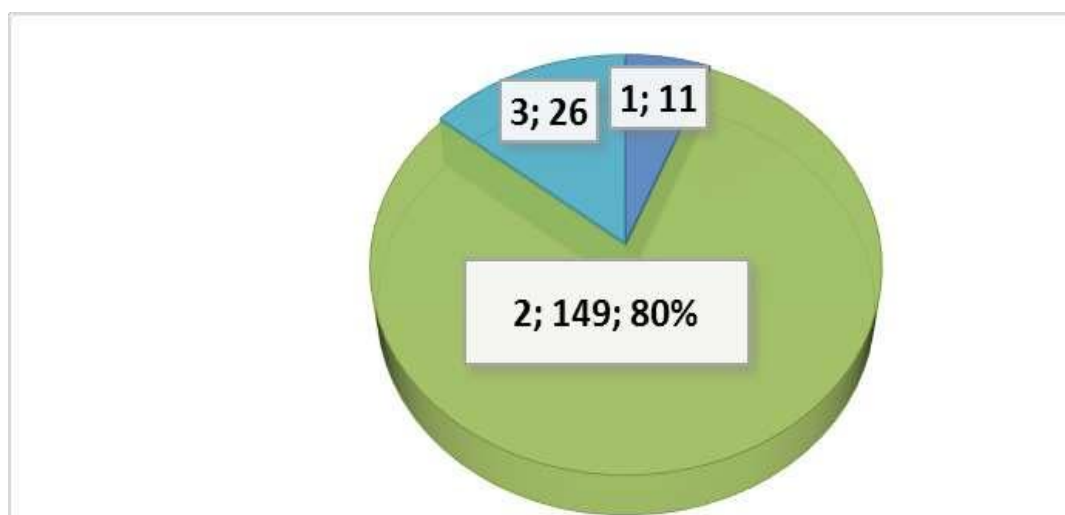
Класифікація відмов за групами складності, назви вузлів, деталей наведено у таблиці додатка.

Встановлено, що розрахунковий час усунення відмов I групи – 8,3 години. Середній час усунення відмови I групи становив близько 0,75 години.

Розрахунковий час усунення відмов II групи- 308,31 години. Середній час усунення відмови II групи становив – 2,07 години.

Розрахунковий час усунення відмов III групи складності становив 472,41 години, а середній час усунення відмови у групі – 18,2 години.

Кількість відмов за групами складності представлена на рис. 4.3.



I – перша група (11 відмов); II – друга група (149 відмов); III – третя група (26 відмов)

Рис. 4.3 Розподіл відмов ОПНОК за групами складності

Аналізуючи розподіл відмов за групами складності, можна дійти невтішного висновку, що відмови 2 групи становить 80% від усіх відмов. Це свідчить про те, що знос деталей та вузлів машин ОПНОК більшою мірою залежить від режимів роботи та факторів, що впливають на знос.

Метою інженерної служби олієдобувних підприємств є скорочення технічних простоїв до економічно доцільного рівня на основі управління надійністю обладнання [55].

До умов роботи розглянутих нами підприємств найбільше підходить комбінована структура управління, яка може бути модернізована до гібридної, тобто поєднує лінійну та функціональну структуру з елементами проектної, трансформованої до умов централізації складних видів сервісу на рівні дилера або спеціалізованого підприємства; а виконання більш простих ремонтно-обслуговуючих робіт на базі інженерною службою безпосередньо на підприємстві [16, 19, 34].

Підприємства з нафтовидобутку повинні мати кошти, а також технічну документацію для проведення ТОР ОПНОК. Практика показує, що документація є у недостатній кількості та якості. Експортована з-за кордону техніка не забезпечується необхідною сервісною документацією і рекомендаціями по ТОР обладнання, так як зазвичай пропонується скористатися фірмовим сервісом: іноземці відносяться до сервісу як компонент продажу товару, чим істотно збільшують витрати вітчизняних підприємств на ремонт і ТО. Фірми-виробники мають такі підходи до сервісу: негативний (розглядає прояви відмови як випадкові), дослідницький (збирається інформація про відмови та їх причини для подальшого доробки конструкції), комерційний (сервіс – джерело прибутку фірми – виробника та її дилерів, підвищення надійності знижує доходи від сервісу).

Сервіс може забезпечуватися найближчим до споживача дилером (постачальником) або безпосередньо фірмою-виробником. В даний час сервіс є дієвим інструментом у ринковому позиціонуванні та формуванні конкурентних переваг, тому дії фірм-виробників спрямовані на організацію сервісу, на контроль експлуатації обладнання та формування у споживача переконання щодо конкурентних переваг придбаних виробів даної фірми. Нав'язування покупцям договорів про «після гарантійного технічного обслуговування» ставить у вигідне становище фірми-виробники та забезпечує їм постійне перекачування фінансових коштів з бюджету переробні олійні насіння підприємств, знижують рентабельність їх функціонування.

З вказаних причин, а також недостатній увазі до інженерного забезпечення

виробничого процесу на олієдобувних підприємствах відсутнє спеціалізоване обладнання, рекомендації щодо укомплектування пунктів ТО ремонту, тоді як стандартом передбачені «засоби технологічного обладнання та споруди, призначені для виконання технічного обслуговування (ремонту)».

Розглядаючи питання вдосконалення організації ТОР, виходили з таких факторів: у разі зростання складності та вартості переробного обладнання, збільшуються кваліфікаційні вимоги до ремонтно-обслуговуючого персоналу та технології ТОР; підвищуються вимоги щодо якості роботи технологічного обладнання; відбувається прискорене моральне старіння обладнання, тому воно потребує модернізації та використання інноваційних рішень.

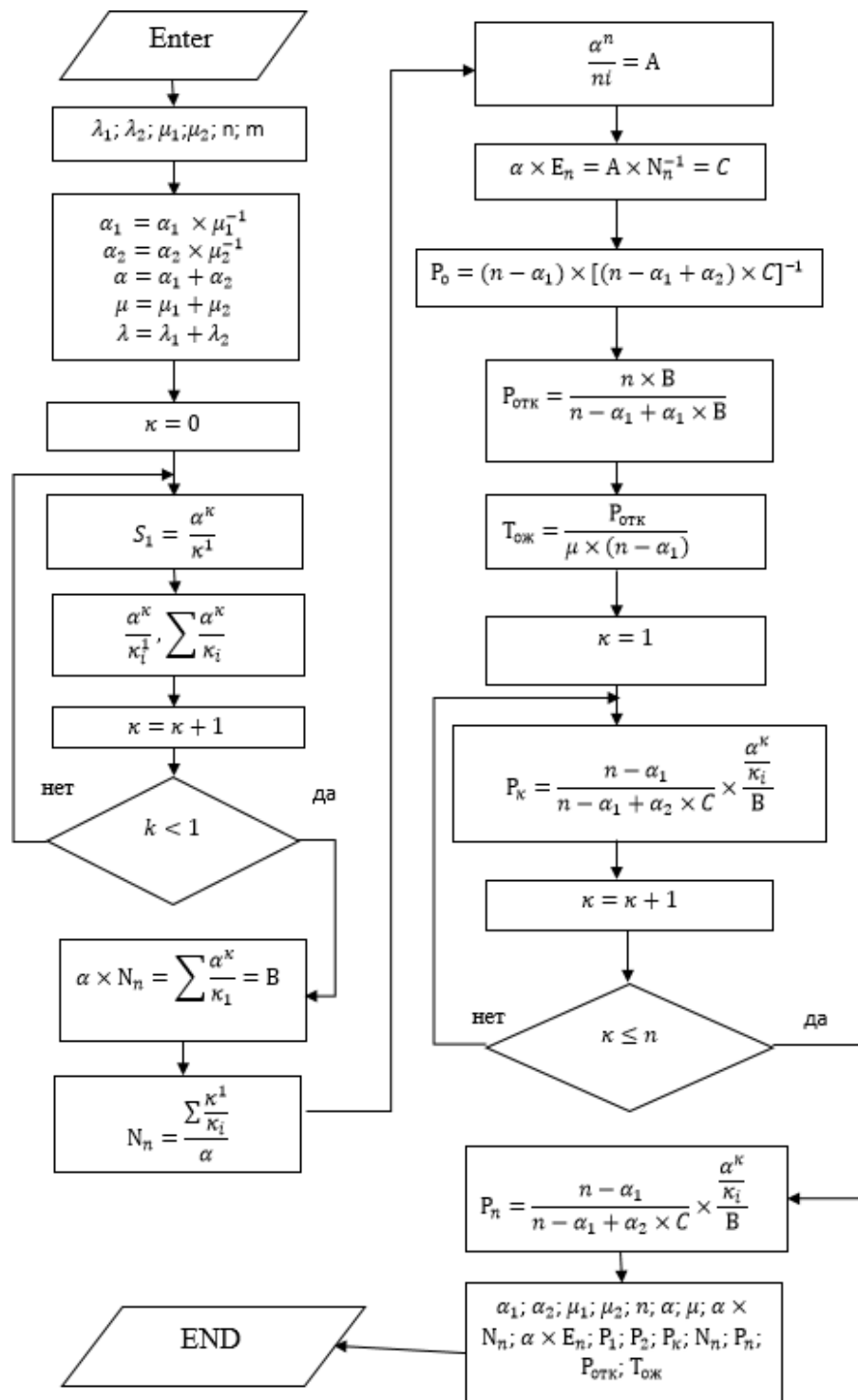


Рис. 4.2. Алгоритм роботи ТО

Сформовані види і принципи обслуговування роблять виконання ТОР (крім гарантійного обслуговування) власними інженерно-технічними службами економічно кращими. Заради справедливості слід відзначити наявність досвіду сервісу технологічного обладнання у досліджуваних підприємств, хоча система ТО – «вузьке місце» багатьох виробничих підприємств, оскільки зусиллями фірм-виробників обладнання дана система недостатньо контролюється виробничим

менеджментом. Підприємства для переробки олійного насіння не мають об'єктивної інформації про стан обладнання, про напрацювання вузлів та агрегатів на відмову, про трудомісткість та тривалість усунення відмов та необхідне для цього технологічне обладнання.

Вирішенням питання організації служби ТО може бути освіта спеціалізованої структури всередині олійно-жирового кластеру в ПФО. Так як основна роль у формуванні кластерів належить регіональним органам влади, це рішення здатне забезпечити взаємозв'язок підприємств переробки олійного насіння, представників науки і освіти та представників заводів виробників технологічного обладнання. Такий підхід допоможе знизити інвестиційні витрати, полегшити пошук вузько-спрямованих спеціалістів, отримати доступ до інноваційних методів ремонту, баз постачальників запасних частин. [47] Для підтвердження того, що результати моделювання узгоджуються з експериментальними даними, реалізували комп'ютерну модель та зіставили результати моделювання з результатами пасивного експерименту. В результаті моделювання було встановлено закономірності для централізованої підсистеми ТЗ. Кошти підприємства з управління надійністю ОПНОК є пости, обладнані для ТО. Заявки на обслуговування надходять у випадкові моменти часу, розподіл відрізків часу між надходженнями заявок описується експоненційним законом розподілу з довірчою ймовірністю 0,95 при помилці не більше 5% та входить до пуассонівського потоку.

Підтверджено гіпотезу про експонентний закон розподілу тривалостей обслуговування.

Розглянуто пункт ТО олієдобувного підприємства, за чисельності деталей та вузлів, які можуть відмовити, понад 100, прийнята система обслуговування – розімкнена, з очікуванням (табл. 4.1).

Таблиця 4.1

Варіант організації із замкнутою системою ТО

	Число роб. днів	219	декад	32,10	тижнів	45,86
	Раб. період	321	місяців	10,70	година у декаді	47,69
λ	Група відмов	Число за період	За декаду	За місяць	За тиждень	
	1	11	0,34	1,03	0,24	
	2	149	4,64	13,93	3,25	
	3	26	0,81	2,43	0,57	
λ	ВСЬОГО	186	5,79	17,38	4,06	
			Кількість відновлень			
		М відновлен ня	декада	місяць	тиждень	Трудоміст кість
μ	1	0,75	63,21			8,30
	2	2,07	23,05			308,30
	3	18,17	2,62			472,41
μ	Середньо зважене	4,24	11,24			260,87

Відмови надходять на пункт ТО, якщо є черга, то несправні вузли та деталі знаходяться в режимі очікування після обслуговування повертаються в систему. Пріоритету заявок немає, всі чекають у загальній черзі (табл. 4.2).

Таблиця 4.2

Результати розрахунків параметрів замкнутої системи

Найменування	Позначення	Кількість бригад для ТО, k				
		1	2	3	4	5
Імовірність того, що усі бригади вільні	P_0	0,4846	0,5902	0,5776	0,5964	0,5972
Імовірність того, що всі бригади зайняті	$\rho = a^2 n \cdot P_0 / G$	0,5154	0,1056	0,0480	0,0034	0,0004

Математичне очікування черги на обслуговування	M_{oj}	1,1308	0,0179	0,0031	0,0001	0,0000
	M	1,1308	0,5321	0,3775	0,4003	0,0000
Коефіцієнт простою бригад	N_{pr}	0,4846	0,8944	0,9520	0,9966	1,0000

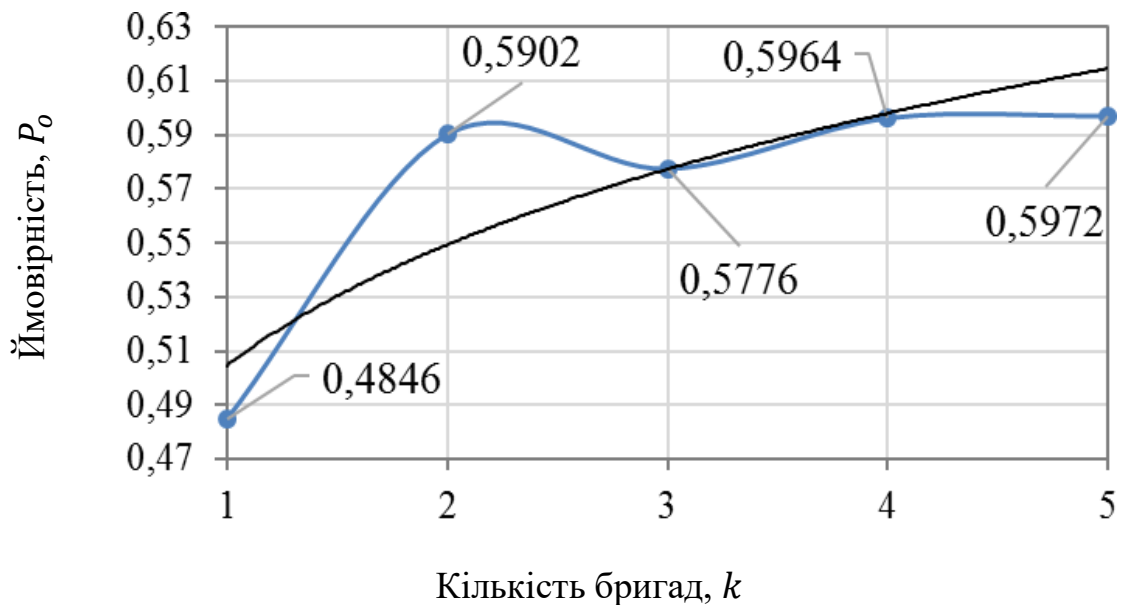


Рис. 4.3. Ймовірність P_0 , того, що усі бригади вільні і технічне обладнання знаходиться в зоні роботоздатності

Встановлено (рис. 4.3) що, при збільшенні кількості бригад зростає ймовірність того, що все обладнання працюватиме, відмови будуть усуватися своєчасно, а бригади чергуватимуть і не виконуватимуть обслуговування t .

Кількість заявок на обслуговування залежить від кількості бригад k , при кількості бригад $k=3-4$, кількість заявок у черзі знижується на 70%, ця залежність представлена з достовірністю: $R^2=0,95$, наступним виразом: $M_{oj} = -0,554 \ln k + 1,0503$.

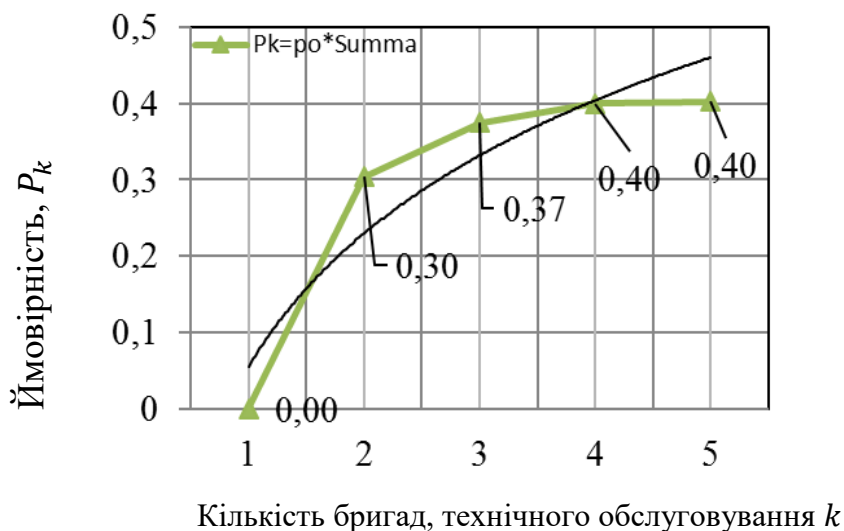


Рис. 4.3. Ймовірність P_k , того, що занято k бригад обслуговування

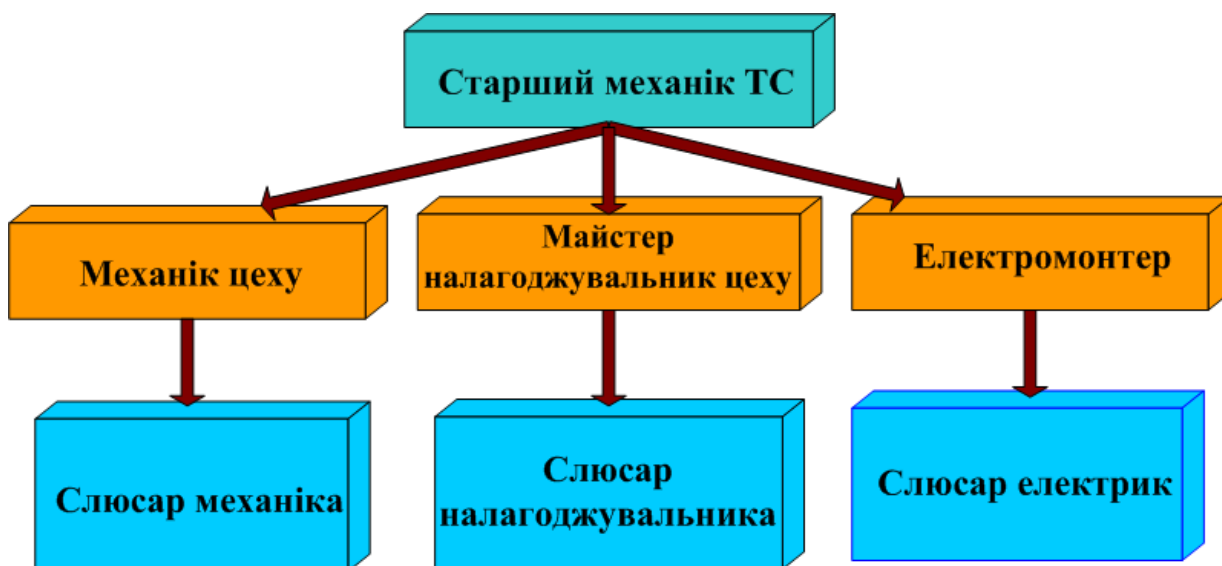


Рис. 4.4. Інженерна служба ТС виробничого підрозділу олієдобувного підприємства

Цільова функція може бути визначена як сума збитків від простою обладнання через відмов та постів від їх простоїв, або як сума витрат та збитків від простоїв з урахуванням періоду функціонування T .

З постами, що простоюють, в системі обслуговування пов'язаний збиток від простоїв, а із завантаженими - витрати на функціонування. Що більше пост завантажено, то більше вписувалося витрати на його функціонування, і чим більше часу пост простоює, тим більше збитків від простоїв.

Оптимізація полягає у пошуку точки, в якій сума збитків та витрат на

функціонування є мінімальною.

На ефективність роботи підсистеми технічного сервісу впливають такі значущі фактори: (M_o+M_{oc}) – середня кількість заявок на обслуговуванні та у черзі; k – кількість постів; H_g - вартість нормо-години під час роботи бригади на посту ТО.

Для визначення мінімальних витрат на організацію технічного сервісу олійного обладнання проведено багатofакторний експеримент.

Застосували матрицю планування трифакторного експерименту. Кожен фактор варіювали на трьох рівнях: -1,0 та +1.

Таблиця 4.4

Значення рівнів факторів і інтервалів варіювання

Позначення	Рівні			Інтервали	Назва факторів
	-1	0	1		
M_o+M_{oc}	1,09	1,32	1,61	0,26	Середнє число заявок на обслуговування і в черзі
k	1	3	5	2	Кількість постів
H_g	1,43	1,022	1,567	0,0685	Вартість нормо-години при роботі бригади на посту ТО

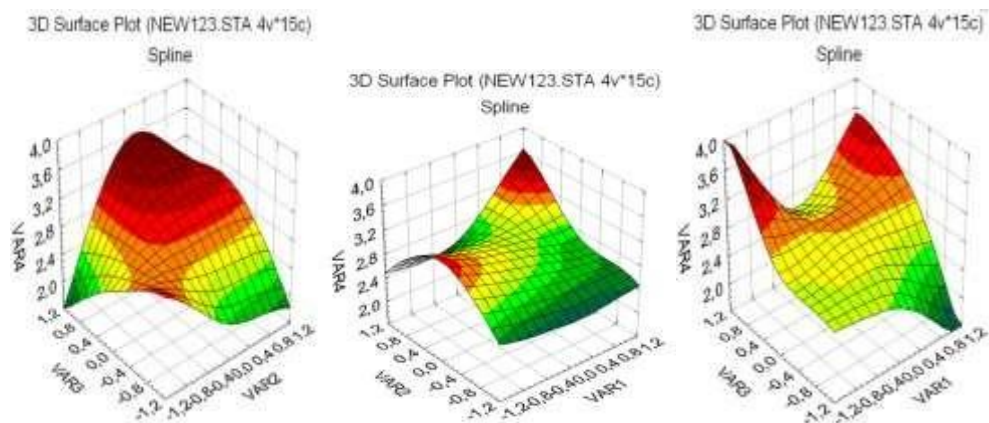
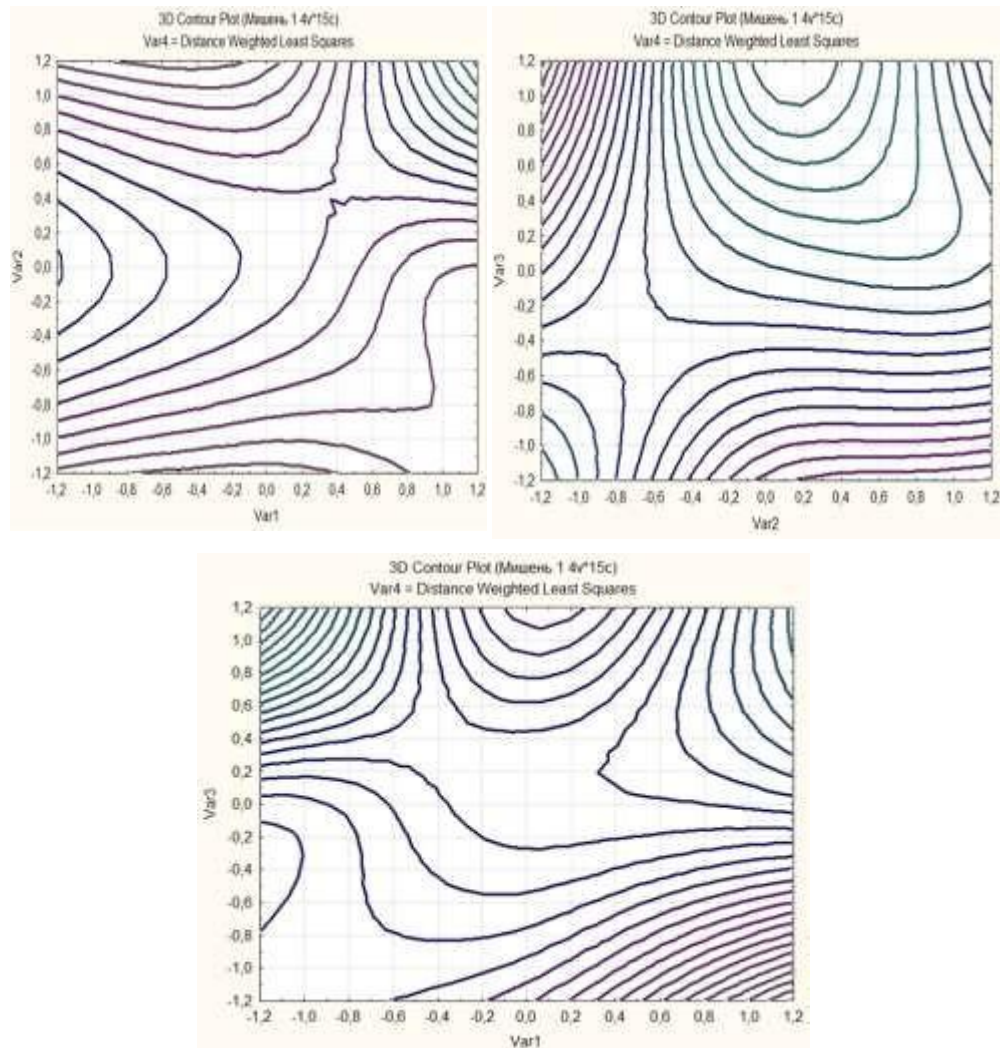


Рис. 4. 6 Функція відгуку в просторі



$$VAR1 = (M_0 + M_{0ч}); VAR2 = k; VAR3 = Нг$$

На підприємстві можливо різна кількість бригад обслуговування, але збільшення бригад пов'язане зі зростанням ФОП, нових робочих місць, новим технологічним обладнанням. Тому виникає питання впливу кількості бригад на кількість заявок на ТО у черзі, відповідно до стандарту ТО (включно з Р). Встановлено що, при збільшенні бригад, продуктивність підсистеми ТО зростає, тобто може обслуговуватися не одна заявка, а дві, три і більше одночасно, що знизить збитки від простоїв і знизить коефіцієнт технічного використання КТІ.

4.3. Інформаційне забезпечення економіко-математичних моделей організації технічного обслуговування

Основа надійної роботи машин – якісний та своєчасний ремонт її вузлів, тому вирішення питань належної організації та технології ТО обладнання з

переробки насіння олійних культур є актуальним завданням. Відповідно актуальним завданням є виконання техніко-економічного обґрунтування ефективності результатів дослідження організації технічного сервісу зазначеного обладнання, у тому числі ефективності заходів щодо підвищення його показників надійності.

Відповідно до концепції системного підходу до визначення економічної ефективності інвестицій у запропоноване інженерне рішення (ІР), у даному випадку: раціональна організація технічного сервісу для підвищення надійності обладнання з переробки насіння олійних культур, яка розглядається як складна система, об'єднана системоутворюючим фактором, який також називається критерієм ефективності.

Системний підхід отримав поширення США, потім став використовуватися практично у всіх країнах. Він передбачає розгляд об'єкта досліджень у вигляді складної системи, що складається з різних підсистем (процесів, операцій, цехів, ділянок тощо), функції яких залежать від поставлених перед кожною підсистемою цілей та завдань. Системний підхід у практику сільськогосподарських економічних досліджень України запровадили Мельник Л.

Пропонована організація технічного сервісу сприймається як система – це сукупність елементів, які пов'язані у підсистеми. Підсистеми мають загальносистемні властивості емерджентної, стійкості, надійності, ефективності та ін. При поділі систем на окремі частини, неможливо оцінити всі властивості системи в цілому. В агроінженерних системах існують зв'язки між елементами, що перевищують потужність зв'язку цих елементів з елементами зовнішнього середовища.

Відомо, що ефективність системи характеризує її пристосованість до вирішення поставлених завдань. Аналіз системи починають із створення її моделі, за наявності якої можна визначити її ефективність у певному діапазоні умов (при накладенні на підприємство). Створення моделі, що відображає в даному випадку техніко-економічні властивості СУН. Модель розробляється на

основі представлення об'єкта дослідження як системи, яка має структуру, механізм функціонування, динаміку розвитку, вхідні, вихідні, конструктивні та керуючі параметри (техніко-економічні параметри інженерного рішення).

Сукупність аналітичних залежностей, наведених нижче, є економіко-математичною моделлю системи, а формула витрат – критерієм ефективності. Спроектвавши машину, структуру КТС, технологію або розробивши конкретне інженерне рішення, у т. ч. П, необхідно оцінити їх системні властивості, технічні та економічні показники. Такий розрахунок називається "техніко-економічним обґрунтуванням" (ТЕО). Завдання вирішується у три етапи: підготовка інформаційного забезпечення; моделювання техніко-економічних показників (у цьому випадку це розрахунок за формулами); аналіз результатів ефективності.

Техніко-економічний аналіз - це аналітичне зіставлення показників базового та нового варіантів, він проводиться методом порівняння базової та нової систем. Особливу увагу слід приділити питанню вибору бази порівняння. Базовий варіант називають аналогом (у деяких джерелах – прототипом). Як аналог має бути обране найкраще з відомих технічних рішень, що серійно випускаються. Об'єкти економічного аналізу технологій ТО:

- інженерні проекти ділянок з ремонту обладнання для переробки насіння олійних культур;
- технологічне обладнання та технологічні лінії для технічного сервісу ОПНОК;
- система управління надійністю ОПНОК, включаючи організацію його експлуатації, ТО, ремонтів, організацію сервісних робіт на ділянці ТО як самого підприємства, так і на спеціалізованих станціях технічного сервісу обладнання зазначених підприємств олійно-жирового кластеру.

Техніко-економічну ефективність визначали в наступній послідовності:

- ❖ встановили об'єкт економічної оцінки;
- ❖ визначили мету та завдання вироблених техніко-економічних

- досліджень;
- ❖ вибрали об'єкт: базове підприємство, розробили його організаційно-економічні характеристики відповідно до предмета дослідження для отримання вихідних даних для техніко-економічних досліджень;
 - ❖ склали таблиці вихідних даних;
 - ❖ визначили собівартість виробництва рослинної олії та супутніх продуктів на базовому підприємстві, собівартість ТЗ по існуючій та запропонованій організаціям, включаючи витрати на утримання та експлуатацію ОПНОК;
 - ❖ виконали аналіз показників техніко-економічної ефективності запропонованої системи управління надійністю шляхом порівняння даних за аналогом та новим варіантом.

Економічна ефективність нових технологій та технологічного обладнання визначається за їх впливом на поліпшення кінцевих показників переробного виробництва - приріст прибутку, що досягається зниженням собівартості та (або) за рахунок додаткового ефекту. Застосування нових технологій, включаючи нове обладнання, знижує витрати праці, збільшує енергоозброєність, фондівіддачу, знижує енергоємність продукції, фондомісткість, збільшує продуктивність і знижує собівартість виконуваних ремонтних робіт.

В результаті вивчення потоку відмов, здійснили їх класифікацію за групами складності;

– Здійснено розрахунок кількості відмов та середній час усунення відмов у кожній групі складності: I група (11 відмов, середній час усунення – 0,75 години), II група (149 відмов, середній час усунення відмови – 2,07 години), III група (26 відмов, середній час усунення відмови – 18,2 години).

– встановили, що відмови другої групи складності становлять 80%;

– Встановили фактори, що впливають на відмови всіх груп складності, основні з них: підвищення температури та тиску, вібрація, водневе зношування.

– Проведені дослідження виявили необхідність модернізації організації

інженерної служби маслодобувних підприємств зважаючи на суттєвість відмінностей сучасної інженерної сфери переробних підприємств від її аналогів минулих десятиліть.

– Для вирішення завдання організації служби ТОР запропоновано створення спеціалізованої структури всередині олійно-жирового кластеру ПФО, що призведе до забезпечення якісним сервісом не тільки підприємства регіонального значення (ОЕЗ, ОЖК), а й мало та середньотоннажні підприємства;

В результаті проведення 3-факторного експерименту поверхня відгуку має явний оптимум за наступних значень факторів: {1,32; 3; 1,022}, отримано рівняння регресії.

Зниження простоїв технологічного устаткування підприємств із виробництва рослинних олій з технічних причин може бути досягнуто з допомогою вдосконалення організації інженерної служби. Проведені дослідження виявили необхідність модернізації організації інженерної служби переробних насіння підприємств зважаючи на суттєвість відмінностей сучасної інженерної сфери переробних підприємств від її аналогів минулих років, які полягають у переліку вирішуваних інженерних завдань, організаційно-правових аспектах, ступеня оснащеності засобами технічного сервісу та оргтехнічними засобами для планування виробництва. підтримки прийнятих рішень.

ВИСНОВКИ

На підставі виконаного аналізу стану встановлено, що на території Центральної України виробляється 47% олійного насіння, виробництво рослинних олій за 8 років подвоїлося. Миколаївська область забезпечує 60% його вітчизняного експорту. Встановлено необхідність підвищення надійності обладнання з переробки насіння олійних культур удосконаленням організації його ТО, оскільки коефіцієнт його технічного використання на більшості підприємств знаходиться нижче.

Однак моделі відмов та відновлення, організація ТО зазначеного обладнання досліджені недостатньо.

Встановлено, що система управління надійністю обладнання з переробки насіння олійних культур має властивості «паралельної системи», взаємозв'язки якої визначають закономірності впливу ТО обладнання з переробки насіння олійних культур та системи управління його надійністю на ефективність роботи олійного підприємства. Збитки від простою олієдобувного обладнання в залежності від зносу зростають за експонентом. Своєчасне ТО збільшує ресурс. За неефективної системи ТО ресурс обладнання мінімальний; при штатної роботі системи ресурс зростає до оптимального.

Теоретично обґрунтовано рівні ієрархії системи організації ТО: робоча поверхня – деталь – агрегат. Виявлено зв'язки між її елементами та підсистемами, описано механізм функціонування. Запропоновано структуру системи управління надійністю з удосконаленою організацією ТО, яка може розглядатися як система масового обслуговування із стохастичним потоком заявок.

1. Розроблено математичну модель організації ТО за методом вкладеного марківського ланцюга. Цільова функція визначена через математичні очікування: знаходження заявок у черзі та заявок на обслуговування, часу простою постів обслуговування. Вказані математичні очікування отримані при вирішенні системи рекурентних рівнянь для

відкритої та закритої систем масового обслуговування для відомих з досвіду даних про параметри відмов λ та відновлення μ .

2. В результаті дослідження потоку відмов з ймовірністю 0,95 підтверджено розподіл вхідного потоку заявок на ТО згідно із законом Пуассона та потоку відновлення за експоненціальним законом. За досвідченими даними встановлені математичні очікування кількості заявок та обслуговувань для різних груп складності: для I групи – $\lambda=0,34$, $\mu=63,21$; для II групи - $\lambda = 4,64$, $\mu = 23,05$; для III групи - $\lambda = 0,81$, $\mu = 2,62$. За місяць на середньотоннажному маслodobувному підприємстві відбувається в середньому 14 відмов II групи складності та 2,5 – для III групи. Встановлено адекватність математичної моделі, довірна ймовірність 0,95 при похибці 8%.

3. Ймовірність відмови в обслуговуванні при зростанні середньої кількості заявок на ТО зростає за експонентом, при цьому збільшується ймовірність того, що всі бригади зайняті обслуговуванням. Це призводить до збільшення математичного очікування кількості заявок у черзі та на обслуговуванні, що, у свою чергу, збільшує збитки від простою обладнання. Математичне очікування кількості заявок у черзі на обслуговування та обслуговування при збільшенні кількості бригад зменшується за логарифмічною залежністю. Зниження коефіцієнта зайнятості бригад ТО зі збільшенням кількості на одну становить 6–8%. Однак при цьому зростає вартість нормо-години. Для базового підприємства оптимальним є наявність трьох бригад за вартості нормо-години 1200 руб. Системи ТО з пріоритетним обслуговуванням заявок I та II груп складності та з резервуванням основного агрегату мають кращі показники ефективності порівняно зі звичайною. Резервування відмов III групи складності дозволяє покращити коефіцієнт технічного використання (КТІ) на 12-15% порівняно з варіантом без резерву.

4. Запропоновано модернізацію організації інженерної служби олієдобувних підприємств за рахунок удосконалення служби ТО та реорганізації інженерної служби у систему управління її надійністю. Пропонується для централізованої системи застосовувати організацію ТО у

вигляді розімкненої системи масового обслуговування без черги, для організації сервісу на маслодобувному підприємстві – організацію обслуговування з пріоритетом відмов I та II груп складності. Автономна схема рекомендується для ОЕЗ, а гібридна – для олієдобувного кластера.

5. В результаті впровадження модернізованої організації ТО на підприємстві з нафтовидобутку знижуються непродуктивні простой обладнання та виробничого персоналу, збільшується коефіцієнт ТО з існуючого 0,86 до 0,93, що підвищує змінну продуктивність та річне вироблення рослинної олії на 7,0% при деякому збільшенні загальних трудовитрат на 6,69% через збільшення чисельності ремонтно-технічних працівників та зміцнення кадрами служби головного інженера підприємства. Економічний ефект від реалізації системи управління надійністю становитиме близько 34 млн грн. за терміну окупності менше року.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Stepanenko, S., Kuzmych, A., Borys, A., Dnes, V., Kharchenko, S., Rogovskii, I., Golub, G., Berezovyi, M., Lutsiuk, A. (2025). Substantiating the YOLO11 architecture for determining the fractional composition of winter wheat grain mixtures. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 4 (2 (136)), 81–92. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2025.338124> Q3.
2. Golub, G., Tsyvenkova, N., Rogovskii, I., Chuba, V., Nadykto, V., Omarov, I., Yarosh, Y., Chuba, I. (2025). Determining the influence of design features in agrivoltaics systems on tracking efficiency. *Eastern-European Journal of Enterprise Technologies*, 3 (8 (135)), 14–22. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2025.329837>
3. Mushtruk Mikhailo, Rogovskii Ivan, Illiashenko Ivan, Melnik Viktoria, Melnik Valentina. Technological solutions for increasing the resource of crushers. *Lecture Notes in Mechanical Engineering*. 2025. Springer, Cham. DSMIE 2025, LNME, P. 47-59. https://doi.org/10.1007/978-3-031-95218-0_5 Scopus.
4. Tarelnyk V.B., Haponova O.P., Tarelnyk N.V., Rogovskii I.L. Improvement of surface layer quality parameters of steel parts after nitrocarburizing by electrospark alloying method. Part 1. Features of the structural state and topography of steel surfaces after nitrocarburizing. *Problems of Atomic Science and Technology*. 2025. Volume 2025, Issue 2, pp. 131-137. <https://doi.org/10.46813/2025-156-131>. Q4.
5. Nadiia Reznik, Ivan Rogovskii, Volodymyr Havrylyuk, Inna Riepina, Volodymyr Khodakyvskyy, Tetyana Demchenko, Valerii Kotliarov. (2025). Engineering and security management of technological transformation trends of agrotronics. *Studies in Big Data*. Springer. volume 164. pp 289–298 https://doi.org/10.1007/978-3-031-75095-3_23. Scopus. WoS. https://link.springer.com/chapter/10.1007/978-3-031-75095-3_23. Q3.
6. Yablonskyi P., Rogovskii I., Virchenko G., Borek K., Volokha M., Golova O. Geometric modeling of disc furrow profile. *Journal of Engineering Sciences (Ukraine)*, (2025). Vol. 12(1), pp. E1–E9.

[https://doi.org/10.21272/jes.2025.12\(1\).e1](https://doi.org/10.21272/jes.2025.12(1).e1). Scopus. WoS. Q4.

7. 2024 (11)

8. Ivan Rogovskii, Valerii Kotliarov, Valerii Bondarenko, Volodymyr Havrylyuk, Chen Gaojiang & Li Zehao. (2024). Engineering and security management of Smart technology of agtronics of crop production. Contributions to Finance and Accounting. Springer, Cham. Part F4082. pp 93–102
https://doi.org/10.1007/978-3-031-75960-4_10. Scopus. WoS. Q4

9. Malanchuk, O., Tryhuba, A., Rogovskii, I., Titova, L., Berezova, L., Korobko, M. (2024). Differential-symbolic approach and tools for management of medical support projects for the population of communities. Project Management: Industry Specifics. P. 105–134. <https://doi.org/10.15587/978-617-8360-03-0.CH4>. Scopus. Q3

10. Sheichenko, V., Rogovskii, I., Skoriak, Y., Petrachenko, D., Shevchuk, M., Sheichenko, D., Titova, L., Sivak, I. (2024). Defining patterns in the intensification of hemp stalk retting processes. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 6 (1 (132)), 50–63. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.3150>. Scopus. Q3

11. Sheichenko, V., Petrachenko, D., Rogovskii, I., Dudnikov, I., Shevchuk, V., Sheichenko, D., Derkach, O., & Shatrov, R. (2024). Determining patterns in the separation of hemp seed hulls. Eastern-European Journal of Enterprise Technologies, 4(1 (130)), 54–68. <https://doi.org/10.15587/1729-4061.2024.309869> Q3

12. Ivan Rogovskiy, Liudmyla Titova. Dependence of indexes of efficiency of process of technical exploitation of machines for forestry work from chosen variant of organization of recovery system. MOTROL. An International Journal on Operation of Farm and Agri-Food Industry Machinery. 2017. Lublin–Rzeszów. Vol. 19. No 3. P. 153—162.

13. Ivan Rogovskiy, Liudmyla Titova. System of control of parameters technical condition of machines for forestry work. TEKA. An International Quarterly

Journal on Motorization, Vehicle Operation, Energy Efficiency and Mechanical Engineering. 2017. Lublin–Rzeszów. Vol. 17. No 3. P. 73—82.

14. Waclaw Romaniuk, Andrzej Marczuk, Ivan Rogovskiy, Liudmyla Titova, Kinga Borek Impact of sediment formed in biogas production on productivity of crops and ecologic character of production of onion for chives. Agricultural Engineering (wir.ptir.org). Krakow. Poland. 2018. Vol. 22. №1. P. 105—125. doi:10.1515/agriceng-2018-0010.

15. Oleksandr Nadtochiy, Liudmyla Titova. Optimal width of reapers combine harvesters. TEKA. An International Quarterly Journal on Motorization, Vehicle Operation, Energy Efficiency and Mechanical Engineering. Lublin-Rzeszow. 2018. Vol. 18. No 1. P. 87—93.

16. Oleksandr Nadtochiy, Liudmyla Titova. Simulation of agricultural processes. TEKA. An International Quarterly Journal on Motorization, Vehicle Operation, Energy Efficiency and Mechanical Engineering. Lublin-Rzeszow. 2018. Vol. 18. No 2. P. 55—62.

17. Oleksandr Nadtochiy, Liudmyla Titova. Analysis of multi-channel system of mass service with. TEKA. An International Quarterly Journal on Motorization, Vehicle Operation, Energy Efficiency and Mechanical Engineering. Lublin-Rzeszow. 2018. Vol. 18. No 3. P. 11—18.

18. Liudmyla Titova. Simulation Models of Agricultural Processes. TEKA. An International Quarterly Journal on Motorization, Vehicle Operation, Energy Efficiency and Mechanical Engineering. Lublin-Rzeszow. 2018. Vol. 18. No 3. P. 39—47.

19. Кузьмінський Р. Д., Іванишин В. В., Барабаш Р. І., Ткач О. В. Вплив збільшення кількості постів на показники ефективності технологічних процесів технічного обслуговування тракторів ХТЗ–3522. Збірник наукових праць. Подільського державного аграрно-технічного університету: Технічні науки. 2016. № 24. т.2. С. 175–184.

20. Кузьминський Р. Д., Барабаш Р. И., Михалюк М. А. Анализ технологической и производственной составляющих структуры процессов

технического обслуживания тракторов ХТЗ–Т150К–09. MOTROL. Commission of Motorization and Energetic in Agriculture. An International Journal on Operation of Farm and Agri–food Industry Machinery. Lublin; Rzeszow, 2014. Vol. 16, No. 4. P. 303–309.

21. Наявність сільськогосподарської техніки та енергетичних потужностей у сільському господарстві у 2018 році: стат. бюл. / Державна служба статистики України. Київ, 2017.

22. Наявність сільськогосподарської техніки та енергетичних потужностей у сільському господарстві у 2019 році: стат. бюл. / Державна служба статистики України. Київ, 2018.

23. Наявність сільськогосподарської техніки та енергетичних потужностей у сільському господарстві у 2020 році: стат. бюл. / Державна служба статистики України. Київ, 2019.

24. Наявність сільськогосподарської техніки та енергетичних потужностей у сільському господарстві у 2021 році: стат. бюл. / Державна служба статистики України. Київ, 2020.