

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ
І ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

МЕХАНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ

Кафедра технічного сервісу та інженерного менеджменту
імені М.П.Момотенка

УДК 629.083:005:631.3

ПОГОДЖЕНО

Декан механіко-технологічного
факультету

д.т.н., професор

Братішко В.В.

ДОПУСКАЄТЬСЯ ДО ЗАХИСТУ

Завідувач кафедри технічного сервісу
та інженерного менеджменту

імені М.П.Момотенка

Роговський І.Л.

“ ” 2023 р.

“ ” 2023 р.

МАГІСТЕРСЬКА КВАЛІФІКАЦІЙНА РОБОТА

на тему: «Удосконалення інженерного менеджменту запасними частинами
автомобільного транспорту в умовах ТОВ «Аграрний комплекс
"Тернопільчанка"»

Спеціальність – 274 «Автомобільний транспорт»

Освітня програма – «Автомобільний транспорт»

Орієнтація освітньої програми – освітньо-професійна

Гарант освітньої програми:

Доктор технічних наук, проф.

«підпис»

Войтюк В.Д.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

к.т.н., доцент

«підпис»

Шатров Р.В.

Виконав

«підпис»

Городник П.Ф.

Київ 2023

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ БІОРЕСУРСІВ І
ПРИРОДОКОРИСТУВАННЯ УКРАЇНИ

МЕХАНІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ
Кафедра технічного сервісу та інженерного менеджменту
імені М.П.Момотенка

ЗАТВЕРДЖУЮ

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

І.Л.Роговський

“ ” 2023 р.

ЗАВДАННЯ

ДО ВИКОНАННЯ МАГІСТЕРСЬКОЇ КВАЛІФІКАЦІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТУ

Городнику Петру Федоровичу
(прізвище, ім'я, по батькові)

Спеціальність – 274 «Автомобільний транспорт»

Освітня програма – «Автомобільний транспорт»

Орієнтація освітньої програми – освітньо-професійна

Тема магістерської кваліфікаційної роботи: «Удосконалення інженерного менеджменту запасними частинами автомобільного транспорту в умовах ТОВ «Аграрний комплекс "Тернопільчанка"».

затверджені наказом ректора НУБіП України від «30» грудня 2022 року №1944 «С»

Термін подання завершеної роботи на кафедру: 10.11.2023 р.

Вихідні дані до роботи:

~~Науково – технічна література, результати науково-дослідних робіт по літературних джерелах інженерного менеджменту запасними частинами автомобільного транспорту~~

Перелік питань, що підлягають дослідженню:

- ~~1. Аналіз наукових та прикладних досліджень з технології профілактики ТЗ~~
- ~~2. Техніко-економічне дослідження працездатності системи профілактики~~
- ~~3. Аналіз ABC оцінки ефективності~~
- ~~4. Методи оцінки ремонтпридатності ДВЗ, гальмівний системи та рульового керування~~
- ~~5. Алгоритм та програма для розрахунку статистичних показників надійності: безвідмовності, довговічності та ремонтпридатності АТС~~
- ~~6. Формування карт безвідмовності~~

Дата видачі завдання 18.09 2022 р.

Керівник магістерської кваліфікаційної роботи

Р.В. Шатров

(підпис)

(прізвище та ініціали)

Завдання прийняв до виконання

П.Ф.Городник

(підпис)

(прізвище та ініціали)

РЕФЕРАТ

Магістерська робота містить розрахунково-пояснювальну записку на 75 стор. машиннописного тексту.

Ключові слова: системного підходу, технологія, експлуатація, алгоритм, програма, метод, статистичний матеріал, надійність, профілактика, довговічність, ремонтпридатність.

Для вирішення поставлених завдань, з використанням системного підходу, розроблено методику дослідження. У якій кожен етап об'єднує дослідження комплексу питань, пов'язаних із вирішенням цього завдання у загальній проблемі. На першому етапі проводиться аналіз технологій, способів та методів забезпечення надійності техніки в процесі експлуатації, особливо про існуючу систему ТО та ремонту АТЗ.

На другому етапі розглядається теоретичний підхід до створення багаторівневої технології формування ступенів профілактики.

ВСТУП.....	5
1. СТАН ПИТАННЯ І ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ.....	8
1.1. Аналіз наукових та прикладних досліджень з технології профілактики ТЗ..	8
2 ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ ПРАЦЕЗДАТНОСТІ СИСТЕМИ ПРОФІЛАКТИКИ.....	19
2.1. Оцінка показників надійності автотранспортних засобів.....	19
2.2 Технології інформаційного забезпечення системи профілактики АТЗ	23
2.3. Розробка технічної документації.....	27
2.4. Розробка алгоритму та програми для автоматизованого збору, зберігання та обробки інформації.....	28
3. АНАЛІЗ АВС ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ.....	32
3.1 Метод АВС.....	34
4. МЕТОДИ ОЦІНКИ РЕМОНТОПРИДАТНОСТІ.....	35
4.1. Збір статистичного матеріалу з відмов ДВЗ, гальмівний системи та рульового керування МАЗ-103.....	38
5. АЛГОРИТМ ТА ПРОГРАМА ДЛЯ РОЗРАХУНКУ СТАТИСТИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ НАДІЙНОСТІ: БЕЗВІДМОВНОСТІ, ДОВГОВІЧНОСТІ ТА РЕМОНТОПРИДАТНОСТІ АТЗ.....	41
5.1. Розрахунок показників надійності.....	45
6. ФОРМУВАННЯ КАРТИ БЕЗВІДМОВНОСТІ.....	67
6.1. Приклад розрахунку системи профілактики як СМО.....	67
ВИСНОВКИ.....	71
СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ.....	72

ВСТУП

Управління потоком запасних частин є нелегким завданням. Від своєчасного забезпечення запасними частинами безпосередньо залежить якість пропонованого споживачам обслуговування.

Рівень сервісу багато в чому визначає конкурентоспроможність підприємства.

Організація обслуговування є найважливішим інструментом у боротьбі за ринок. Розглянемо підприємство з ремонту та технічного обслуговування автобусів: необхідність ремонту техніки в більшості випадків з'являється

несподівано, і практично завжди це означає перерви в роботі. У цією зв'язку дуже важливо прагнути до скорочення часу простою автобусів. Додаткові затримки можуть коштувати підприємству значних втрат. Тому підприємство має одержувати запасні частини вчасно. Якісно сплановане постачання

запасними частинами є обов'язковим, та для забезпечення безперебійної роботи самого підприємства, здійснює технічний огляд і ремонт. Найчастіше керівництво підприємства не приділяє належної уваги проблемі простою, викликаного відсутністю запасних частин на складі. Проте організація процесу

постачання запасних частин є одним із факторів, що визначає ефективність послуг технічного обслуговування. Розрахувати реальну вартість втрат від простоїв непросто, що призводить до неповноти інформації про шкоду причини дефіциту конкретної запасної частини. Таким чином, планування витрат на

майбутні періоди ґрунтується на неповних даних, що може призвести, за принципом у «сніговій грудки», до реальної нестачі запасних частин і, як наслідок, до простоїв у обслуговуванні.

Для дослідження вибрано комплекс матеріально-технічного забезпечення запасними частинами виробничими ділянками по ТО та Р АТЗ у пасажирському автотранспортному підприємстві №5.

Це підприємство має в своєму розпорядженні обмежені складські приміщення, а реалізація товарних цінностей носить стохастичний характер. У зв'язку із стохастичним характером прояву випадкових подій – відмов елементів

конструкції автобусів виникає проблема безперебійної роботи комплексу ТО та Р, особливо, через відсутність запасних частин. Це пояснюється тим, що до теперішнього часу в підприємстві відсутня система обліку та контролю запасних частин, а також система нормування по показникам надійності та процесу відновлення. Вище перелічене впливає на тривалість простою АТЗ у несправному стані, зниження рівня технічної готовності та суттєво впливає на вартість ТО та Р.

Метою роботи є підвищення рівня технічної готовності парку методами матеріально-технічного забезпечення комплексу ТО та ремонту автобусів, тобто системи профілактики.

Профілактика - мистецтво прогнозування потреби запасних частин за характеристиками надійності та процесу відновлення, параметрів діагностики, оптимізації та управління на розрахункових інтервалах технічного ресурсу АТЗ.

Завдання дослідження:

- вдосконалення технології збору інформації щодо відмови автобусів для створення бази запасних частин автобусів.

- вдосконалення моделі розрахунку для оцінки нормованих показників надійності: безвідмовності та довговічності.

- створити нормативно-технологічну карту потреби запасних частин системи профілактики з виробничих дільниць.

Предмет дослідження. Для моделювання технології профілактики, оптимізації характеристик надійності і управління системою профілактики як об'єкт дослідження визначені двигуни Deutz, гальмівна система та рульове керування автобуса МАЗ-103.

Наукова новизна полягає в наступному:

- на основі збору, обробки інформації в автоматизованому виконанні створено базу даних статистичних показників надійності для нормування та управління системою профілактики за відмовами елементів двигуна Deutz, гальмівної системи і рульового управління автобусів МАЗ-103;

- розглянуто карту безвідмовності елементів автобуса, що дозволяє за кількісними характеристиками надійності прогнозувати ступеня профілактики використовуючи принцип рівний довговічності заміни елементів;

- розроблено технологію профілактики автобусів;

- створено технічний паспорт профілактики, що включає нормативні кількісні характеристики надійності, що дозволяє оперативно керувати.

Для вирішення поставлених завдань, з використанням системного підходу, розроблено методику дослідження. У якій кожен етап об'єднує дослідження

комплексу питань, пов'язаних із вирішенням цього завдання у загальній

проблемі. На першому етапі проводиться аналіз технологій, способів та методів

забезпечення надійності техніки в процесі експлуатації, особливо про існуючу систему ТО та ремонту АТЗ.

На другому етапі розглядається теоретичний підхід до створення багаторівневої технології формування ступенів профілактики.

На третьому етапі розробляються технології інформаційного та нормативного забезпечення системи профілактики. Розробляються комплекс

програм для ПК щодо: формування баз даних під час експлуатації АТЗ;

оцінювання показників надійності АТЗ: безвідмовності, довговічності та

ремонтпридатності, формування багаторівневої системи профілактики АТЗ, а

також розробляється алгоритм розрахунку кількості запасних частин.

1. СТАН ПИТАННЯ І ЗАВДАННЯ ДОСЛІДЖЕННЯ

1.1. Аналіз наукових та прикладних досліджень з технології профілактики ТЗ

Відомо, що управління матеріально-технічним забезпеченням (МТЗ) системи профілактичного обслуговування та ремонту автобусів пов'язано з великими експлуатаційними витратами на підтримку працездатного стану автобусів.

Також відомо, що відсутність норм витрати запасних частин наводить до тривалих простоїв автобусів у підсистемі ТО та ремонту, наявності надлишкового обсягу запасу для зберігання, збільшення складських приміщень, що призводить загалом систему у некерований стан. Знижується оборотність коштів, збільшується рівень експлуатаційних витрат на зберігання та обслуговування системи профілактики автобуса.

Дослідженню цієї проблеми присвячено безліч оригінальних робіт вітчизняних вчених: Ф.М. Авдонькін, Г.В. Крамаренко, О.Г. Шейнін, В.А. Щетина, В.С. Лукінський та інші.

Розглядом питань удосконалення різних сторін управління запасами, займалися багато вітчизняні і закордонні вчені та фахівці практики. Серед представників вітчизняної школи важливе місце займають праці Б.А. Анкіна, Г.Л. Бродецького, А.М. Гаджинського, Р.А. Радіонова, В.А. Сакович та ін. За кордоном проблемами управління запасами та супутніми питаннями займалися Р. Боутеллір, М. Крістофер, М. Ліндер, Х. Фірон, Дж. Хедлі, Дж. Шрайбфедер. У створення математичного апарату управління запасами великий внесок внесли такі вчені, як Н.Ш. Кремер, Ю.М. Черуш, Ю.І. Рижиков, Р. Стенсфілд, М. Еддоус і ін. Даними авторами запропоновано ряд методик та моделей, що характеризують управління окремими сторонами Системи запасів. Однак, для забезпечення ефективного керування складом запасних частин підприємств, що обслуговують та експлуатують АТЗ, необхідна модель управління, яка дозволила б системно охопити всі сторони питання, пов'язаного з управлінням запасами, з

урахуванням специфіки даної галузі виробництва, причому, що об'єднує у собі всі існуючі розробки.

Але більшість із цих досліджень та розробок були виконані за умов планово-централізованої економіки. Незважаючи на досягнуті результати, за сьогоденної економічної ситуації в країні, потрібно подальше проведення досліджень у даній області.

Питаннями управління запасами та специфікою складської діяльності станцій технічного обслуговування (СТО) автомобілів займався Л.Б. Миротин.

У його роботах пропонуються методи постачання запасними частинами СТО, у тому числі автомобілів іноземного виробництва. Поруються питання: економічного розміру замовлення, аналізу попиту на запасні частини, розподіл номенклатури запасних частин на групи методом ABC та XYZ-аналізів; прийняття рішень в умовах нерівномірного попиту.

У своїх роботах В.В. Волгін детально розглядає особливості надання послуг з ремонту автотранспортної техніки та постачання запасними частинами в умовах внутрішнього та зовнішнього ринку обліком інформації та практики зарубіжних продуцентів автомобілів, їх дистрибуторів та дилерів, специфіки українського ринку, а також багаторічного досвіду автора у торгівлі технікою та запасними частинами на зовнішньому ринку. Він визначив, що основна витрата запасних частин за перший дев'ятирічний період експлуатації посідає період між другим і сьомим роками.

У роботах Ю.І. Рижикова відомого вченого, що стоїть біля витоків вітчизняної школи теорії управління запасами, розглядається проблема управління запасними частинами з погляду теорії масового обслуговування. У своїх роботах автор розробив цінні практичні рекомендації з оптимізації складних систем постачання, зниження часу обслуговування, ліквідації надлишкових запасів.

У дослідженнях АМ Шейніна вперше наведено формалізований опис функціонування системи забезпечення запасними частинами, що уточнює функції її елементів та розкриває зв'язки між ними. Розроблено метод побудови

зворотній зв'язку в системі на основі прогнозів потреби в запасних частинах з обліком розв'язуваних завдань і інформаційних можливостей окремих елементів системи.

Колектив авторів Щетина В.А., Лукинський В.С., Сергєєв В.І. в своїх дослідженнях займалися питаннями розвитку нових підходів до управління постачанням і збутом запасних частин. Їх роботи присвячені вдосконаленню методів планування потреби в запасних частинах та управління оборотним фондом запасних частин.

А.Г. Зарубін розробив сукупність прийомів та методів визначення потреби у запасних частинах, адаптованих до дилерську форму організації фірмового технічного сервісу: метод економічного аналізу, у тому числі економіко-математичний та економіко-статистичний; метод порівняльного аналізу; монографічний та розрахунково-аналітичні методи, методи маркетингових досліджень. Так само ним був запропоновано методологічний підхід до прогнозування потреби у запасних частинах з урахуванням економічних факторів, що визначають попит на запасні частини; розроблено математична Модель визначення потреби в запасних частинах дилерських підприємств з обліком ринкового попиту; розроблені теоретичні основи оптимізації номенклатури запасних деталей, що постачаються на дилерські підприємства.

До однієї з основних робіт у галузі управління запасами у зарубіжній літературі можна зарахувати роботу Дж. Хеллі. У ній автор структурував систему управління запасами та представив у ній наступні, добре опрацьовані моделі та методи: моделі оперативного управління при випадковому попиті, у тому числі в системі з періодичними перевірками; динамічні моделі керування; моделі управління запасами протягом одного періоду; методи динамічного програмування для аналізу моделей стану, що встановився. Велика увага приділена практичного використання поданих моделей.

Запитаннями управління складом запасних частин займався і видатний учений в області технічної експлуатації О.С. Ковалів. Система матеріально-технічного забезпечення автомобільного транспорту розглядається ним як

частина системи технічного обслуговуючи і ремонту з відповідною специфікою управління.

Булгаков Н.Ф. у роботі вирішив велику наукову проблему проектування багатовступної технології профілактики АТЗ запропонував теоретичний підхід до проектування багатовступної технології та управління системою профілактики АТЗ. Розробив логіко-множинну адаптивну модель проектування багатовступної технології профілактики АТЗ (рис. 1), формалізовану за об'єктно-модульним принципом. Розробив інформаційні засоби комплексного дослідження експлуатаційної надійності та проектування багатовступної технології профілактики АТЗ.

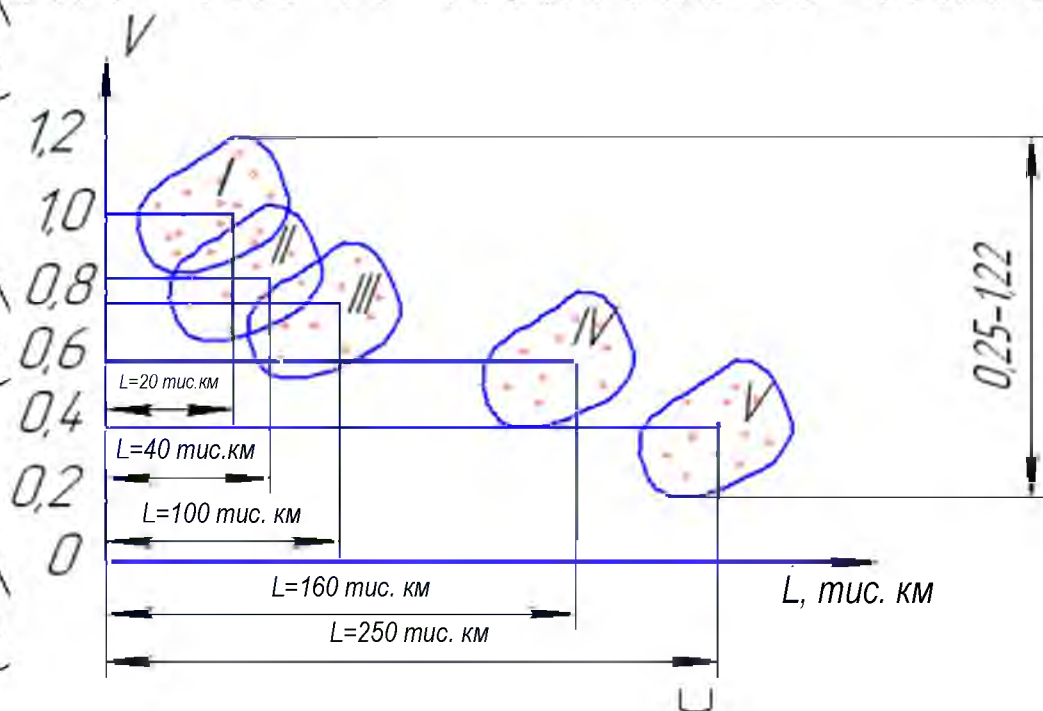


Рис. 1 – Формування груп поточного ремонту

Питаннями політики управління запасами опікувався Ю.М. Черуш. Його робота присвячена видам запасів і критеріям їх оптимізації, систем управління запасами та розрахунками їх параметрів. Методами організації складських процесів з докладним описом складських операцій, системами управління запасами, а також методами нормування та аналізу стани запасів займався Н.А. Майзнер, М.Ю. Миксלאєва

У роботі А.І. Ходіна розробила «Методи визначення потреб запасних

частин» (рис. 2)



Рис. 2 – Методи визначення потреб

У своєю роботі В.В. Зозулин оцінював вплив системи управління запасними частинами на показники роботи автотранспортних підприємств та постарався дати кількісну оцінку факторів, що визначають витрати запасних частин, так само він запропонував загальну методику розрахунку запасних частин. Пропонований ним метод розрахунку потреби в запасних частинах заснований на асимптотичних співвідношеннях теорії відновлення, передбачає наявність великих вибірок і призначений для великих автотранспортних підприємств із невеликою різномарочністю рухомого складу. Для підприємств з невеликою кількістю автомобілів розроблено методика, що включає моделювання потоку відмов деталі. Сутність методики зводиться до оцінки стабільності (однорідності) результатів моделювання, що дозволяє оцінити точність розрахунку кількості запасних частин для даної групи автомобілів та заданих умов експлуатації або визначити кількість автомобілів, при якому досягається задана точність розрахунку шляхом послідовного збільшення обсягу вибірки. В даний час автомобільні дилери не ведуть статистику відмов, більшість автомобілів належать приватним власникам і не прив'язані до конкретного підприємству. Все це повною мірою стосується і магазинів продажів запасних частин. Тому метод на основі теорії відновлення на практиці сильно обмежений

у використання.

О.М. Ременцов, В.А. Зенченко, П.Б. Фетісов досліджували математичну модель планування в запасних частинах та асимптотичні залежності. Загалом, асимптотичні залежності $\Omega(L)$, $\Omega_B(L)$ та $\Omega_H(L)$ для елементів АТЗ, що розглядаються (рис. 3).

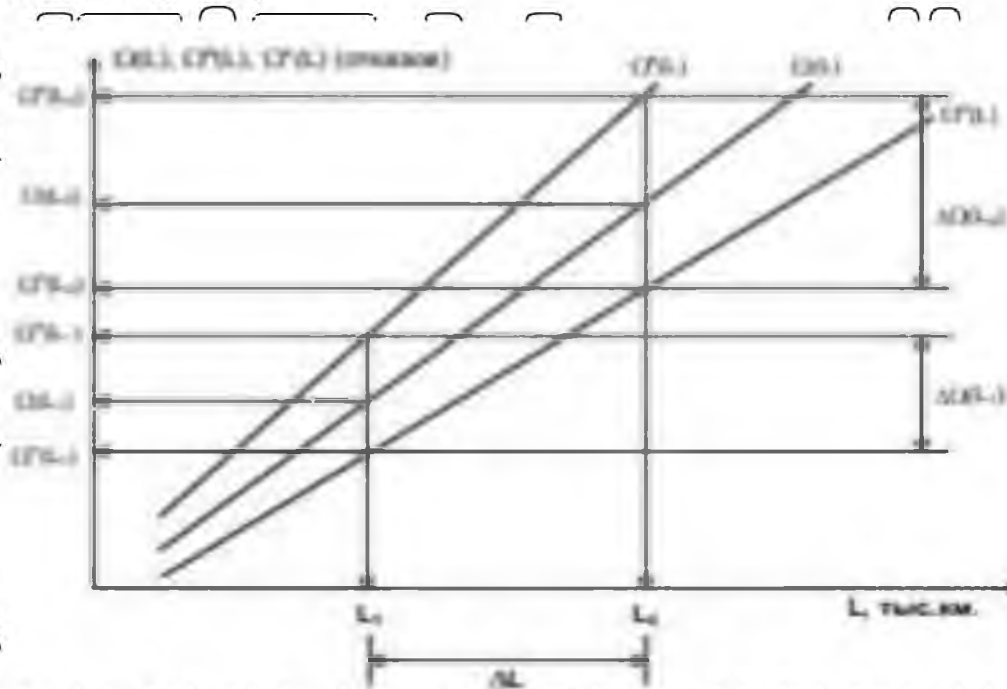


Рис. 3 – Асимптотичні залежності для провідної функції потоку відмов та її довірчих границь

Оскільки асимптотичні залежності справедливі для будь-яких законів розподілу напрацювань на відмови, то відмінності між $\Omega(L)$ визначаються величиною коефіцієнтів варіації $v(L_1)$ та $v(L)$ і співвідношенням.

А.Г. Кардашев досліджував [17] підвищення ефективності управління запасами ремонтного підприємства за рахунок створення автоматизованої системи керування, що забезпечує оптимальне постачання запасними частинами при нестабільному попиті та обмеження на обсяг збережених запасів. Виконаний в роботі аналіз статистичних даних попиту на запчастини на ремонтному підприємстві показав адитивну структуру потоку заявок, що складається з лінійного тренду, сезонної компоненти та випадкового пуассонівського процесу. Запропоновано систему, що здійснює компенсацію випадкових обурювальних

впливів щодо попиту на запасні частини та стабілізацію обсягу запасу на складі.

На основі теорії неантагоністичних матричних ігор в роботі вирішується завдання оптимального управління запасами складу при пуассонівському розподілі попиту запасні частини, що забезпечує гарантований мінімум невиробничих витрат на ремонтне підприємство. Запропоновано вирішальне правило вибору оптимальних стратегій управління запасами та алгоритм їх адаптації до змін параметрів пуассонівського розподілу попиту на запасні частини. Продовженням даних досліджень стала розроблена автором теорія не

про простий пуассонівський розподіл попиту на запасні частини, а поданні

попиту як функції суміші імовірнісних розподілів, що робить прогноз потреби у запасних частинах більш універсальним.

Чинники, що впливають на потребу станцій технічного обслуговування автомобілів у запасних частинах (на прикладі Saab), а саме, сезонність попиту, вік автомобільного парку та ринкова кон'юнктура — так само досліджував А.В.

Агафонов у роботі. Запропонована ним методика визначення потреби у запасних частинах заснована на визначенні оптимального Обсяг замовлення за критерієм мінімізації витрат за зберігання запасу на Основа формули Вільсона давно застаріла. Облік втрачених продаж запасних частин базується на реальних

показниках потреби з обліком ймовірності придбання деталей клієнтом СТОА А адаптована їм математична модель прогнозування потреби дилерської СТОА у запасних частинах визначає номенклатуру деталей і їх кількість для більш повного задоволення клієнтів у ТО та ремонті автомобіля з першого

пред'явлення. У більшості випадків, на практиці метод прогнозування потреби в запасних частинах, заснований на побудові тренда, з обліком сезонних коливань, навіть з обліком втрачених продажів не має достатньої точністю, з причин, вказаних нижче.

А.С. Гришин вніс свій внесок в розробку класифікації факторів, що впливають на потребу підприємств автосервісу запасних частинах, оцінку впливу даних факторів на потребу в запасних частинах, розробку методичних принципів вибору математичних моделей для прогнозування потреби у запасних

частинах. Особливостями своєю роботи автор відзначив можливість проведення розрахунків за допомогою стандартних пакетів прикладних комп'ютерних програм, і те, що комплекс побудованих моделей прогнозування включає: регресійну модель прогнозування, адаптивну модель прогнозування та модель прогнозування на основі гармоніки ряду Фур'є, а також прогнози, отримані з допомогою побудованих математичних моделей. Результати практичних розрахунків з використанням пакетів прикладних програм і їх аналіз показали, що MS Excel найбільш простий у застосуванні та сумісний з програмне забезпечення підприємства. Він забезпечує найточніший результат під час проведення кореляційно-регресійного аналізу, а STADIA6.3 доцільно використовувати при комплексному аналізі статистичних даних про фактори, що впливають на потреба в запасних частинах. MS Excel дозволяє прогнозувати потребу лише на основі кореляційно-регресійного аналізу, якого недостатньо у такому складному випадку, як управління складом запасних частин.

У дисертаційній роботі О.О. Плеханова пропонується система комплексного короткострокового адаптивного прогнозування потреби у запасних частинах та методика прогнозування потреби у запасних частинах на основі фактичної витрати деталей, вузлів, агрегатів за певний часовий інтервал або з пробігу з урахуванням умов експлуатації. Запропоновано автоматизовану інформаційну технологію, що реалізує цю методику. Запропоновано показники вибуття деталей, вузлів та агрегатів. Досліджено вплив деяких факторів експлуатації вибуття деталей, вузлів та агрегатів за допомогою регресійно-кореляційного аналізу та показано необхідність питомих та відносних показників їх вибуття. Удосконалено графічний метод визначення номенклатури запасних частин, лімітують надійність. Прогноз потреби в запасних частинах, як і в багатьох перерахованих вище роботах, обмежується кореляційно-регресійним аналізом.

В.М. Щоголевим проведено адаптацію економічних категорій теорії управління запасами з погляду інтегрованого управління матеріальними, інформаційними та фінансовими потоками, що зв'язують функціональні

підсистеми підприємства; запропоновані критерії угруповання виробничих запасів за ступенем унікальності та актуальності для технологічного процесу виділення груп запасів; розроблений механізм раціонального управління виробничими запасами, орієнтований на різні групи завдань та функцій управління запасами. За результатами дисертаційного дослідження були виявлені області та механізми, що дозволяють знизити величину запасів та витрат на їх управління, підвищити ефективність різних елементів системи керування виробничими запасами. Обґрунтовано показники, що характеризують загальну ефективність інтегрованої ланцюжки поставок (рентабельність і рівень обслуговування), та адаптовано методику оцінки ефективності управління виробничими запасами, враховує елементи технологічної ланцюжки поставок і рівень їх витрат. Автором запропоновано методику управління неактуальними запасами, що містить умови виявлення неактуальних запасів, і навіть порядок їх усунення. Найбільш прийнятна дана методика тільки для управління запасними частинами групи С по ABC-аналізу.

А.А. Івахненко своєму дисертаційному дослідженні провів системний аналіз методів аналітичного та імітаційного моделювання дилерських мереж, що дозволяє класифікувати моделі організації поставок, комплектуючих та правил поповнення запасів. Розглянуто питання імітаційного моделювання технологічних і виробничих процесів у дилерській мережі. Розроблено компоненти системи автоматизації управління постачанням комплектуючих у дилерській мережі. Проведено статистичний аналіз інтенсивності запитів за окремими групами та категоріями комплектуючих, спрямований на параметризацію аналітико-імітаційної моделі управління переміщенням комплектуючих, в результаті якого показано можливість апроксимації розподілів рівномірним та експонентним розподілом. Розроблено імітаційна Модель реалізації бізнес-процесу «Планування, облік та контроль переміщення запчастин між центральним складом та ділянками, а також між ділянками», що дозволяє опізнати тимчасові характеристики пересування запчастин та комплектуючих між окремими підприємствами дилерської мережі. Розроблено

програмно-моделюючий комплекс оцінки тимчасових характеристик реалізації бізнеспроцесів руху комплектуючих та оцінки швидкості збіжності алгоритмів оптимізації на імітаційних моделях мереж масового обслуговування. Наукову новизну роботи складають моделі та методи управління процесами руху комплектуючих у дилерській мережі. Запропонована автором аналітико-імітаційна модель управління переміщенням комплектуючих, з апроксимацією розподілів рівномірним та експоненційним розподілом, не підходить для управління складом запасних частин через фактори, описані нижче.

Лукинський В.С. в своїй роботі показав, що в залежності від пробігу з початку експлуатації збільшується не тільки число відмов, але і трудові витрати та витрати, пов'язані з підтримкою автомобіля в працездатний стан (Рис. 4). Одночасно відбувається зменшення коефіцієнтів технічної готовності та випуску, знижуються річні пробіги та продуктивність.

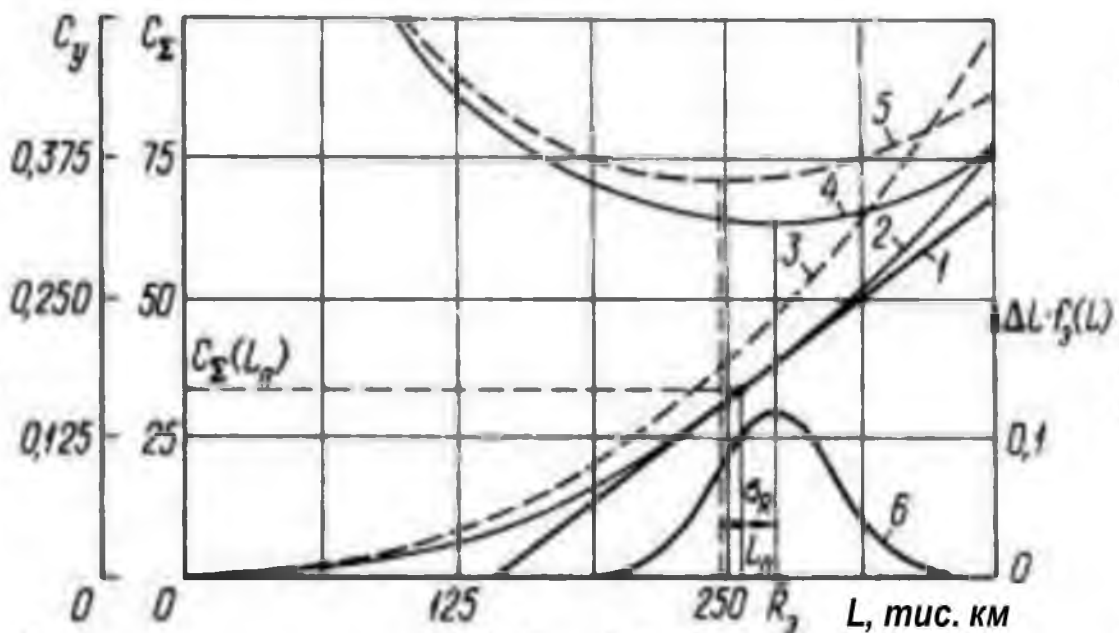


Рис. 4 — Визначення показників ресурсу агрегату до капітального ремонту за економічним критерієм

На основі аналізу проведених досліджень вітчизняних та зарубіжних робіт ми бачимо, що в справжнє час зроблено величезний крок у розвитку МТЗ запасних частин. Аналізовані роботи представляють як науковий, так і теоретичний інтерес і вимагає подальших досліджень в області оцінки

законності прояву випадкових подій процесі експлуатації автобусів, оцінки характеристик надійності, довговічності, ремонтпридатності та процесі відновлення, створення технології нормативного, інформаційного забезпечення, модернізації існуючої стратегії профілактичного обслуговування та ремонту.

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

2. ТЕХНІКО-ЕКОНОМІЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ

ПРАВЕЗДАТНОСТІ СИСТЕМИ ПРОФІЛАКТИКИ

2.1. Оцінка показників надійності автотранспортних засобів

Оцінка показників надійності автотранспортних засобів (АТЗ), в процесі їх експлуатації складне і трудомістке завдання, яке вимагає на автотранспортних підприємствах (АТП) розвинених елементів інформаційного, нормативного та організаційного забезпечення. На сьогоднішній день АТП застосовують технічну політику, запропоновану ще 90-х роках та рекомендації заводів виробників, які не враховують специфічність умов експлуатації. Підтримка АТЗ у справному та працездатному стані для прийнятої системи обслуговування АТЗ у країні: 2х-ступінчастої системи технічного обслуговування, по якій застосовуються планові роботи ТО-1 і ТО-2, а поточний (Аварійний) ремонт по потреби. Технічна політика, що застосовується, використовує усереднені (детерміновані) дані нормативних значень періодичності, трудомісткостей та номенклатури робіт. Запропонована система на автомобільному транспорті ще в минулому столітті, пропонує виконання ТО-1, ТО-2 і поточний ремонт (ПР) АТЗ по потреби, то є в випадкове час, в момент прояви раптового відмови елементів деталей, вузлів, агрегатів автобусів (рис/5). Як видно з малюнку, незважаючи на планове проведення ТО у процесі перевезення пасажирів на лінії, проявляються раптові (аварійні) відмови елементів автобуса, які і зумовлюють передчасні сходи з лінії, завдаючи незручностей для пасажирів.



Рис. 5 – Обсяг відмов автобусу MAZ-103

У таблиці 1 наведемо дані про склад рухомого парку ТОВ «Аграрний комплекс "Тернопільчанка"»

Таблиця 1 - Вихідні дані для технологічного розрахунку

Параметр	Позначення	Значення параметра
1 Типи (марки) транспортних коштів		MAZ 103 (автобус великого класу)
2 Обліковий склад автомобільного парку.	Ac	MAZ 103476: 93 шт.
3 Середньодобовий пробіг автомобілів, км	Iсс	320
4 Кількість робітників днів в році	Дрг	365
5 Кількість робочих днів зони технічного обслуговування в році	ДргТС ДргТР	305 365
6 Число робочих змін на добу	C	2
7 Тривалість зміни, год	Tсм	8
8 Категорія дорожніх умов експлуатації		3
9 Тип стоянки автотранспортних засобів		Закрита

Розрахунок здійснено за 4 прикладами періодичності:

1. За Положенням та ОНП 01-91
2. Рекомендації заводу виробника
3. Прийнятий варіант 1 підприємстві
4. Прийнятий варіант 2 підприємстві

При отриманих вихідних даних (блок 1) розраховується періодичність обслуговування (блок 2), трудомісткість робіт (блок 6) та параметри зони обслуговування (блок 7). У запропонованій моделі поточний ремонт (ТР) ні як не прогнозується, а при цьому представляється як частина системи обслуговування (трудомісткість робіт можна розрахувати, а пробіг ТР немає) (Рис. 6). На запропоновану модель була розроблена програма на ЕМВ та отримано авторське свідоцтво.

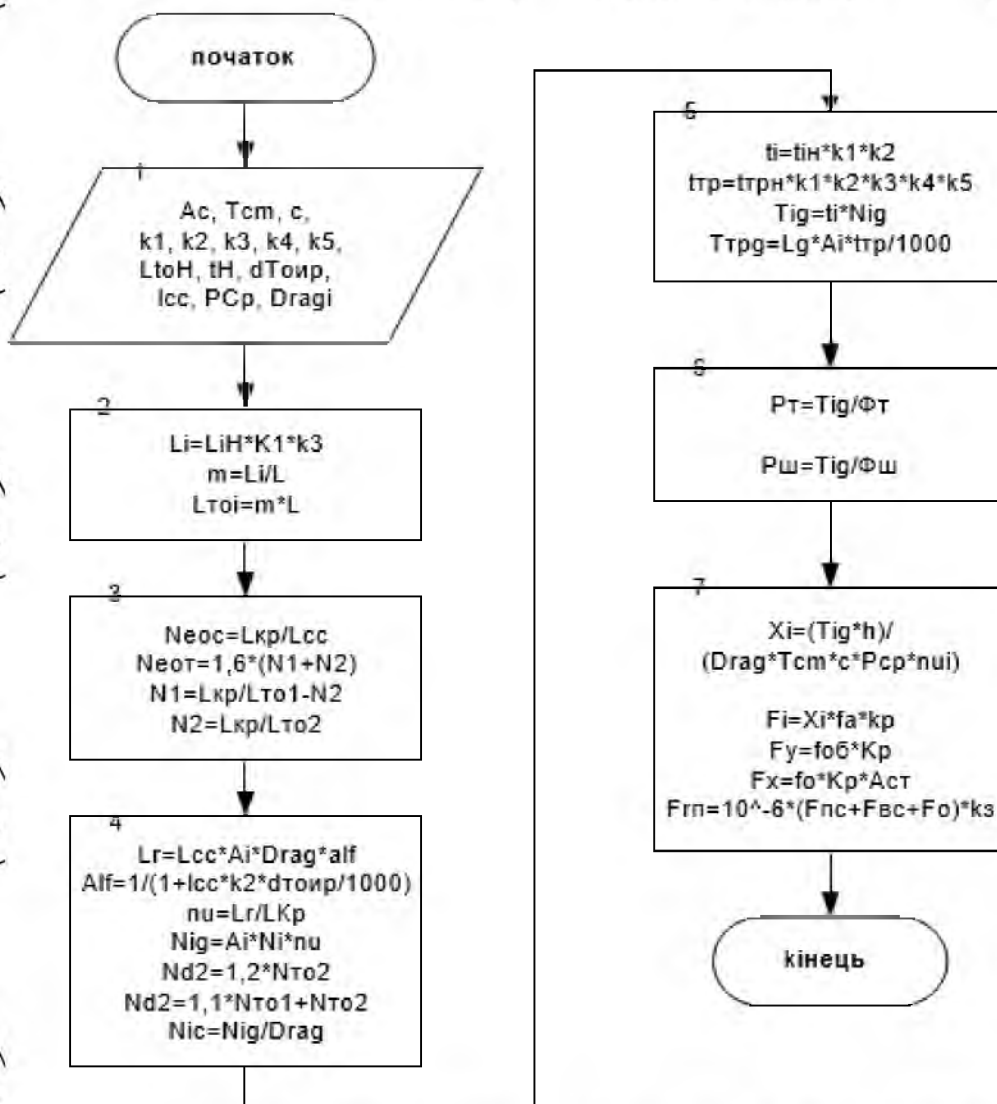


Рис. 6 – Блок-схема детермінованого технологічного розрахунку
 Таблиця 2 – Показники працездатності існуючої системи обслуговування АТЗ

Назва показника	Позначення	Значення			
		За Положенням та ОНТП 01-91	Рекомендації заводу виробника	Прийнята на підприємстві 1	Прийнята на підприємстві 2
Облікове число АТЗ, од.	A_z	93	93	93	93
Днів роботи АТЗ у році, дн.	$D_{роб}$	365	365	365	365
Коефіцієнт випуску	α_v	0,85	0,85	0,85	0,85
Періодичність ТО-1, км.	$L_{ТО1}$	5000	7500	12000	10000
Періодичність ТО-2, км.	$L_{ТО2}$	20000	30000	36000	30000
Річний пробіг АТЗ, км.	L_c	73971	73800	74237,29	73946
Коефіцієнт технічної готовності	α_t	0,92	0,92	0,92	0,92
Кількість ТО-1 на рік	$N_{ТО1}$	1523	834	580	378
Кількість ТО-2 на рік	$N_{ТО2}$	496	166	276	181
Кількість ТР рік	$N_{ТР}$???	???	???	???
Річні обсяги робіт, люд.-год.	T_i				
ТО-1	$T_{ТО-1}$	20389	11165	7765	5181
ТО-2	$T_{ТО-2}$	26560	14244	14882	9692
ТР	$T_{ТР}$	60342	60321	60342	60521
Число постів обслуговування, од.	X_i				
ТО-1	$X_{ТО-1}$	4	2	2	2
ТО-2	$X_{ТО-2}$	2	3	2	2
Д	X_D	1	1	1	1
ТР	$X_{ТР}$	4	4	4	1
Витрати на обслуговування, грн.	C_i				
ТО-1	$C_{ТО-1}$	6429700	2754500	1571500	1548000
ТО-2	$C_{ТО-2}$	6996000	3560000	2344000	2710000
	$\Sigma C_{пост}$	13425500	6150500	3935500	3720000
ТР	$C_{ТР}$	9068500	9047500	9100980	9091600
Підтримка надійності	$\Sigma_{ПН}$	22494000	15198000	13036480	12057430

Як видно з поданих розрахунків, таблиця 2, відсутня методика визначення кількості поточних (саварійних) ремонтів АТЗ, не враховуються капітальні ремонти, однак роботи по ним передбачаються. Також зміна періодичності планових робіт ТО-1 і ТО-2, не впливають на Об`єм поточних робіт та витрати на нього $C_{ТР} \sim 9$ млн.грн. Можна, можливо зробити висновок, що існуюча методика технологічного розрахунку функціонування системи ТО та ремонту розраховані на ідеальні умови.

НУБІП України

2.2. Технології інформаційного забезпечення системи профілактики АТЗ

Ефективне управління організаціями та системами немислимо без використання інформації. Така ситуація визначається тим, що управління у своїй сутності є підготовка, прийняття та здійснення ланцюгів послідовних рішень керуючої системою на основі інформації, що відображає стан керованого об'єкта і навколишнього середовища, а також ступінь виконання (або невиконання) прийнятих управлінських рішень. Під інформацією зазвичай розуміють процес передачі повідомлень між передаючою та приймаючою системами, що веде до зміни різноманітності стану останньої.

Інформація - це відомості про осіб, предмети, факти, подіях, явищах та процесах незалежно від форми їх уявлення. Інформація використовується як ресурс для виконання службових функцій, а також як засіб службових комунікацій, оскільки останні здійснюються у процесі передачі різних відомостей. Релевантну інформацію отримують шляхом пошуку та "проціджування" доступних джерел. Опрацьовані, але не використані дані, з яких витягли релевантну складову називають інформаційним шумом. Очищення від "шуму" - одна з найважливіших завдань відділу інформаційного обслуговування. Інформація та комунікації разом із засобами зв'язку та програмно-технічним забезпеченням становлять інфраструктуру управління, т. е. канали і способи підтримки процесів управління. Інформація зменшує ступінь невизначеності та неповноту знань, дозволяє приймати обґрунтовані рішення. Інформація розповсюджується імпульсами, в вигляді окремих "квантів" повідомлень, передача яких може здійснюватися в усній формі або за допомогою матеріальних носіїв: паперові, магнітні, електронні. Інформаційні повідомлення можуть бути директивними та такими, що забезпечують функціонування.

Документовані повідомлення зазвичай мають формат офіційно

встановлених реквізитів, недокументовані — довільну форму. Директивна інформація призначена для повідомлення про те, кому, що і у які терміни потрібно виконати; що забезпечує інформація містить відомості нормативного характеру про правила поведінки, порядок виконання функцій та операцій, а також дані, що розширюють професійні знання персоналу. Крім того, існує змішаний вид повідомлень, що об'єднує директивні та забезпечують відомості.

Передача інформації про стан та діяльність виробництва на вищий рівень управління та взаємний обмін інформацією між всіма взаємопов'язаними підрозділами підприємства здійснюються бази сучасної електронно-обчислювальної техніки та інших технічних засобів зв'язку. При цьому різні інформаційно-технічні нововведення слід сприймати як скорочення і здешевлення апарату управління виробництва.

Значна частина інформації для підприємства підлягає збору, зберігання, передачі, переробки та доведення до користувачів, решта інформації надходить ззовні або виробляється всередині виробництва. Тобто, можна говорити про процеси циркуляції та переробки інформації (інформаційних процесах).

Інформаційна технологія базується і залежить від технічного, програмного, інформаційного, методичного та організаційного забезпечення.

Технічне забезпечення — персональний комп'ютер, оргтехніка, лінії зв'язку, обладнання мереж. Програмне забезпечення, що знаходиться у прямій залежності від технічного та інформаційного забезпечення, реалізує функції накопичення, обробки, аналізу, зберігання, інтерфейс з комп'ютером.

Інформаційне забезпечення - сукупність даних, представлених у певній формі для комп'ютерної обробки. Організаційне та методичне забезпечення є комплекс заходів, спрямованих на функціонування комп'ютера і програмного забезпечення для отримання шуканого результату.

Інформаційне забезпечення системи ТО та ремонту (профілактики) АТЗ на АТП представляє сукупність документів для ухвалення управлінського рішення. Керівники та співробітники підприємства, використовуючи доступні дані, повинні за певне час визначити стані АТЗ і його агрегатах, системах і

грунтуючись на минулих даних по АТЗ ухвалити рішення про рівень “глибини” обслуговування. При цьому на сьогоднішній день, значна частина технічної документації на АТП ведеться та заповнюється ще у паперовій формі, що значно впливає на процес отримання інформації, а наступний аналіз є майже неможливим або вимагає значних людських та тимчасових ресурсів.

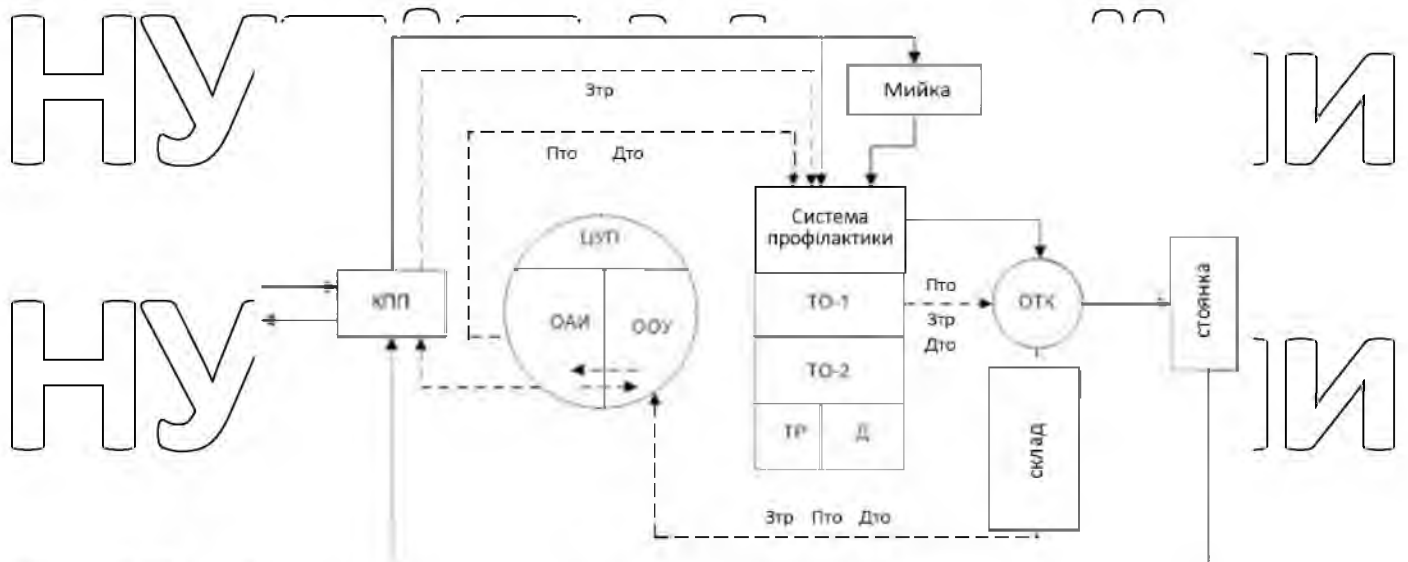
Модель інформаційного забезпечення АТП представлена малюнку 8. Оператор контрольно-пропускного пункту (КПП) на підставі отриманого плану-звіту ТО (технічного обслуговування) попереджає водія перед виїздом на лінію про заплановане планове ТО і після повертає АТЗ у парк або направляє на

миття, якщо цього вимагає технологічний процес ТО (зазвичай перед ТО-2 та діагностикою). З початком роботи водій-перегонщик доставляє АТЗ на робітничі пости (канали обслуговування) для виконання робіт у відповідно з прийнятою технологією ТО. У процесі проведення робіт ТО начальник зміни заповнює діагностичну карту, листок планових видів обслуговування, заявковий лист і по закінченні робіт робить позначку в плані-звіті ТО та ставить підпис у документах, при деяких видах обслуговування свій підпис має поставити і сам водій.

Співробітник відділу технічного контролю (ВТК) проводить вибіркового контроль повноти та якості виконання робіт, підписує діагностичну карту, лист планових видів обслуговувань або заявковий лист. Якщо у процесі виконання планових робіт ТО або, що найчастіше, робіт з діагностики виявляються несправності, усунення яких не передбачено технологією ТО та затвердженим переліком супутніх робіт (для їх виконання потрібно більше 5-10 чол-мін), то начальником зміни виписується заявний листок і передається до відділу оперативного управління (ВОУ) центру управління виробництвом (ЦУВ).

Оператор ВОУ вносить заявку в свій оперативний змінний план, дає вказівку водію-перегонщику доставити АТЗ після закінчення планових робіт ТО на робітничий пост зони поточного ремонту (ТР) і приймає заходи до організації технологічної підготовки зазначених у заявному листку робіт. Спеціалізованій бригаді комплексу ТР дається завдання на виконання робіт, як

правило, в міжзміинне час, з тим щоб вранці АТЗ був готовий до виходу лінію. Наприкінці зміни начальник зміни ТО передає весь комплект заповнених та підписаних документів (план-звіт ТО, діагностичні карти, заявкові листки) до відділу аналізу інформації (ВАІ) для них обробки та аналізу.



1 — Рух АТЗ 2 — Рух документів

Пто — листок планових видів обслуговування
 Дто — листок планових видів діагностування
 Зтр — заявка на обслуговування поточного ремонту (аварійного)

Рис. 7 – Модель системи інформаційного забезпечення АТЗ

Дослідження показують, що існуюча модель інформаційного забезпечення на АТЗ реалізується не в повній мірі, так, наприклад, функції ЦУВ виконує виробничо-технічний відділ (ВТВ), а функції ВТК - начальник зміни або механік КПП. Заповнені начальником зміни документи направляються до ВТВ, де їх сортують та зберігають, процес обробки інформації реалізується т.к. вимагає значних витрат тимчасових та грошових ресурсів. Отримання даних про минулі виконані роботи досить складний та майже не реалізується. Також трудомістко визначити номенклатуру виконуваних робіт та замінюваних елементів з встановленим регламентом.

Тому вдосконалення технології інформаційного забезпечення в автоматизованому виконанні одне з актуальних напрямків для АТЗ.

2.3. Розробка технічної документації

У системи профілактики діють такі документи: діагностична карта, листок планових видів обслуговування і заявковий лист. Інформація, що міститься, і процес заповнення документів майже однак, розглянемо докладніше заявний лист. Він містить: час надходження заявки, тип ТЗ, водій, показання спідометра, виконані роботи, використані запасні частини, час виконання робіт та ін.

Створення заявкового листка (ЗЛ) можливо в 2х крапка підприємства: 1 – при заїзді АТЗ на КПП АТП, та 2 – при виконанні робіт, напр. планових, де потрібно виконати додатковий список. Як видно з малюнку, подальший аналіз заявок ускладнюється тим, що прочитати написане оператором КПП або начальником зміни досить складно.

Розвитком заявкового листка є розроблений д.т.н., проф. Н.Ф. Булгаковим документ – Листок обліку технічних впливів (ЛУТВ), що функціонує в системі профілактики АТЗ (рис. 8).

Рис. 8 – Листок обліку технічних впливів

Порівняно із заявковим листком у ЛУТВ застосовується система кодування інформації, він доповнений графами, що надають більш повну інформацію, застосовуються економічні показники. Тому за основу

проектування нового документа можна, можливо прийняти ДУТВ і заявковий лист.

2.4 Розробка алгоритму та програми для автоматизованого збору, зберігання та обробки інформації

Для вдосконалення технології інформаційного забезпечення пропонується алгоритм збору, зберігання та обробки інформації на АТП (рис. 9).

Процес збору даних здійснюється на автоматизованих робочих місцях (АРМ), підключених до сервера на АТП. Для збирання, зберігання та обробки інформації пропонується алгоритм програма, встановленої на сервері, яка працює і може редагувати бази даних інформації про експлуатацію АТЗ.

Бази даних створюються, заповнюються та редагуються оператором на основі діючих на підприємстві технічних документів про експлуатації, а це заявковий листок, діагностична карта та ін.

Для реалізації пропонованого алгоритму збору інформації пропонується розробити програму для ЕОМ мовою програмування Delphi (рис. 10). При цьому передбачено використання програмного продукту на різних рівнях управління, так, наприклад, начальника зміни АТП буде цікавити інформація про експлуатацію АТЗ, його історія виконаних роботах, начальника виробництва – статистика заїздів, використання певних ТМЦ за період, начальник виробництва сумарні витрати підтримки рівня надійності експлуатованих АТЗ, тобто, необхідно розвинути функції обробки інформації.

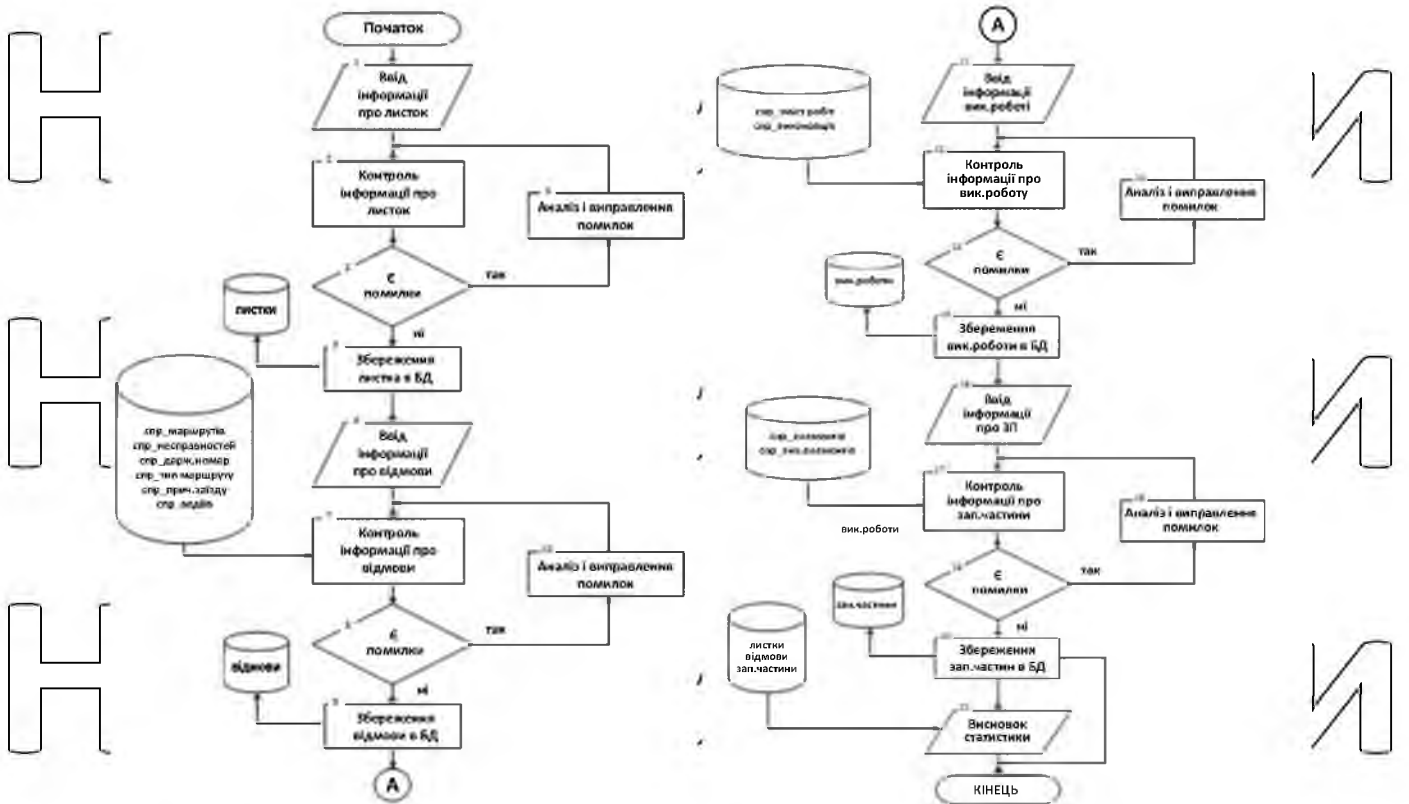


Рис. 9 - Алгоритм збору даних системи профілактики АТЗ заявний лист містить: дату початку робіт, держ. номер АТЗ, пробіг, причину заїзду, виконані роботи, виконавці, вивористані товароматеріальні цінності (ТМЦ).

Для більш швидкої роботи з базою даних у програмі використовується структурована мова запитів (SQL).

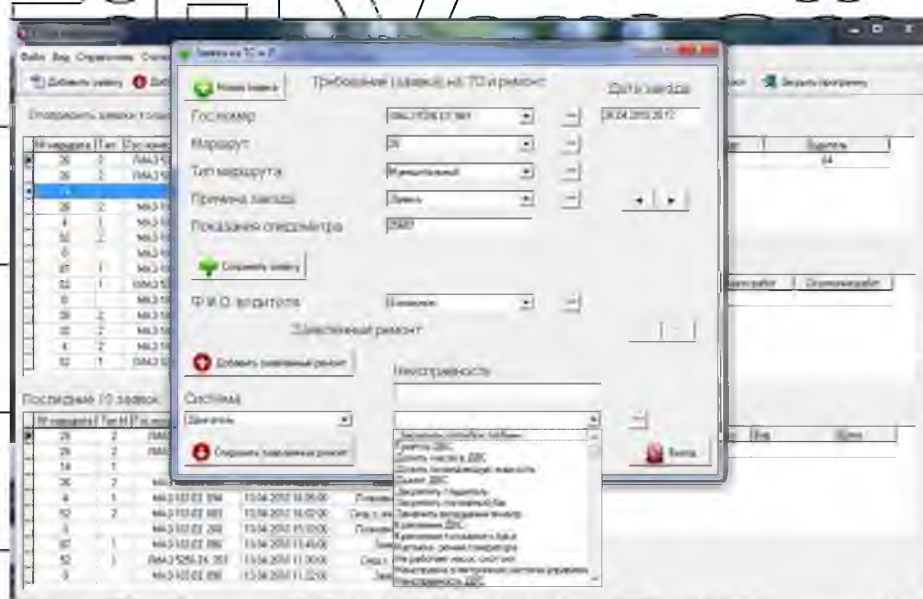


Рис. 10 – Інтерфейс програми збирання, зберігання та обробки інформації
Розроблена програма збору даних актуальна не лише як програма робота

з базою даних і зберігання безлічі інформації, але і за рахунок розроблених додаткових модулів та алгоритмів, що дозволяють миттєво отримувати (відбирати) частину даних з урахуванням заданих критеріїв, формувати з генеральної сукупності безлічі даних вибірку на відмова елементів АТЗ. Також додаткові модулі можуть містити елементарні розрахунки, якщо інформація представлена у вигляді числового типу.

Отримувана інформація з баз даних буде служити для оцінки чинної системи профілактики АТЗ та розробки додаткових ступенів (рівнів) профілактики АТЗ.

Отримувана інформація з баз даних буде служити для оцінки чинної системи профілактики АТЗ та розробки додаткових ступенів (рівнів) профілактики АТЗ (рис.) 11).

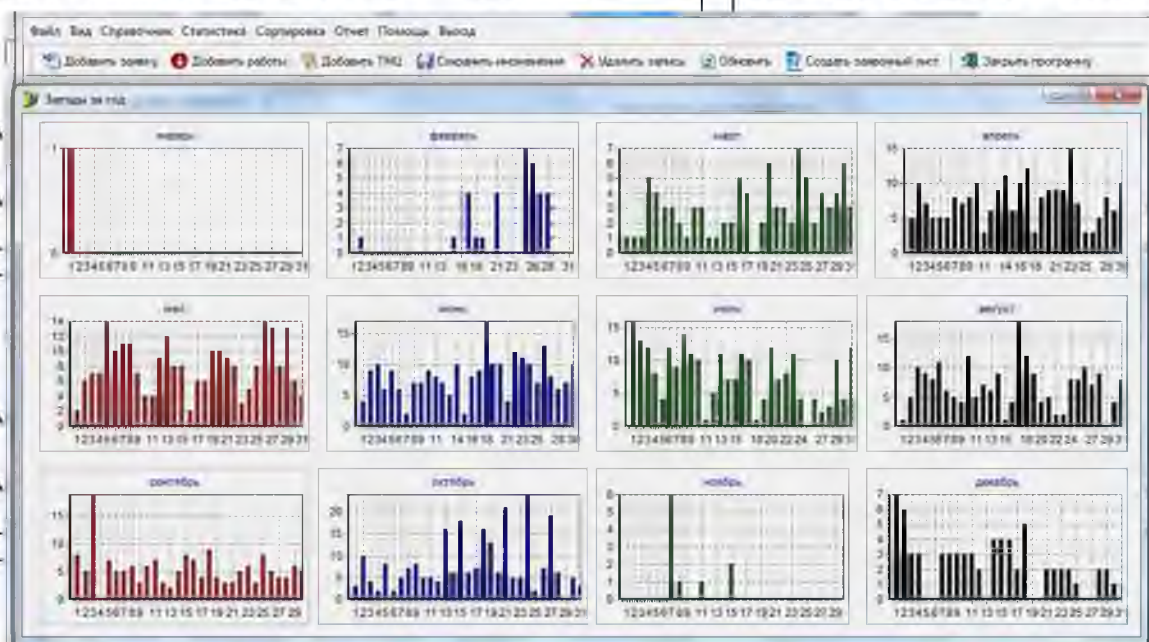


Рис. 11 – Приклад запиту статистики програми

Реалізований алгоритм і програма збору даних актуальна не тільки як програмна робота з базою даних і зберігання безлічі інформації, але і за рахунок розроблених додаткових інструментів (модулів) та алгоритмів, що дозволяють миттєво отримувати (відбирати) частину даних з урахуванням заданих критеріїв, формувати з генеральної сукупності множини даних вибірку на відмову елементів АТЗ. Також додаткові модулі можуть містити елементарні

розрахунки, якщо інформація представлена в вигляді числового типу (рис. 12)

Отримувана інформація з баз даних буде вихідною для оцінки чинної системи профілактики АТЗ і розробці додаткових ступенів (рівнів) профілактики АТЗ.

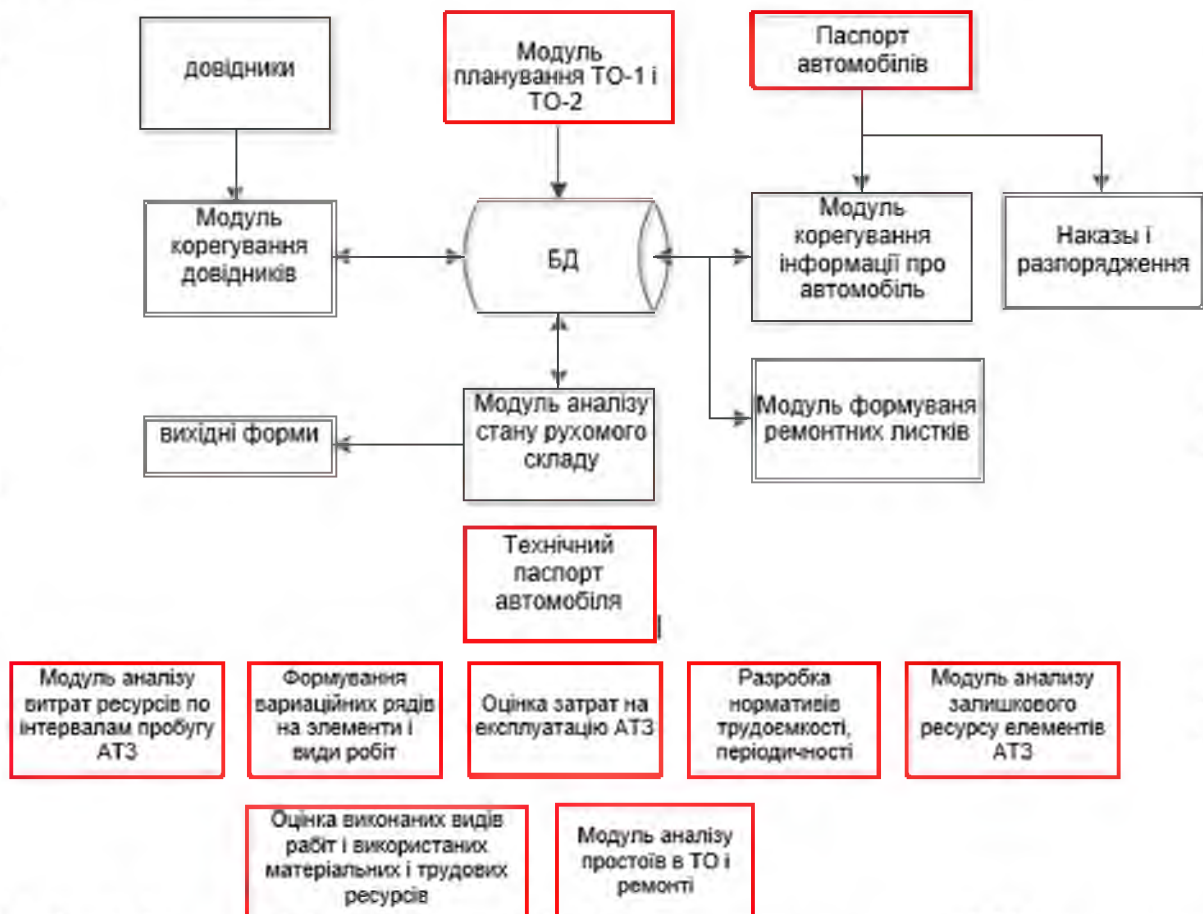


Рис. 12 Функції, що реалізуються в інформаційній системі за допомогою бази даних АТЗ модулі формування груп запасних частин на складі

3. АНАЛІЗ АВС ОЦІНКИ ЕФЕКТИВНОСТІ

Основним інструментом класифікації запасів уже багато років є АВС-аналіз, заснований на так званому принципі Парето. Один з найпоширеніших способів оцінки ефективності будь-якої діяльності. Його суть полягає в тому, що 20% зусиль дають 80% результату, а решта 80% зусиль реалізують лише 20%. Таким чином, можна зрозуміти, що, обравши ті оптимальні ресурси, які дають найбільший ефект, можна досягти високих результатів малими витратами. В той же час наступні зусилля будуть непотрібними і неефективними. АВС-класифікація включає 3 і більше групи.

АВС-аналіз використовується для диференціації ГМЦ з різним показником, найчастіше за величиною попиту.

Існує безліч методів виділення груп А, В та С, найбільш поширені з них:

- 1) аналітичний метод;
- 2) диференціальний метод;
- 3) метод дотичних;
- 4) метод петлі;
- 5) метод суми;
- 6) емпіричний.

Аналіз запасів не обмежується АВС-аналізом, за ним слідує XYZ-аналіз. Після його проведення складається підсумкова матриця, яка дозволяє оптимальним чином згрупувати запаси на складі.

Метод XYZ є доповненням до класифікації номенклатури запасів методом АВС, єдиною характеристикою якого є швидкість споживання. Швидкість споживання оцінюється через коефіцієнт варіації статистичного чи динамічного ряду.

Метод XYZ передбачає розподіл запасів на три номенклатурні групи в залежності від «ступеня рівномірності попиту та точності прогнозування».

Метод XYZ-аналізу має схожість з АВС-аналізом у тому, що ґрунтується на тому ж принципі - товари поділяються на три групи X, Y, Z.

ABC-аналіз показує внесок кожної позиції номенклатури в результат складу, а XYZ-аналіз показує стабільність попиту на конкретну позицію ТМЦ. Чим стабільніший попит, тим легше ним керувати і тим нижча потреба у страхових запаси.

Для отримання кількісної оцінки характеристики потреби можна скористатися статистичним рядом продажів. Показником, що описує стабільність споживання запасів, є коефіцієнт варіації v , репрезентуючий собою ставлення значення середньоквадратичного відхилення низки продажів до середньоарифметичного значенню.

При цьому чим більше значень, тим краще визначається закономірність. Але занадто велика вибірка дає зайве великий внесок закономірності, акцентуючи саме лінію тренду, а не зміни навколо середнього. Отже, потрібно підбирати оптимальне значення n .

за результатами ABC- і XYZ-аналізів, складається підсумкова матриця. Розмір мінімального запасу, який необхідно мати на складі, зменшується від групи А до групи С та від групи Z до групи X.

Використання суміщеного ABC та XYZ-аналізів має ряд значних переваг, до яких можна віднести наступні:

- підвищення ефективності системи керування товарними ресурсами; виявлення ключових товарів і причин, що впливають на кількість товарів, що зберігаються на складі;
- перерозподіл зусиль персоналу залежно від кваліфікації і наявного досвіду.

Прогнозування запасу, що зберігається, носить рекомендаційний характер, тому що не враховуються показники надійності елементів та її зміна при замовленнях у постачальників.

3.1 Метод ABC

Зберігати усе, що випускалося в якості запасних частин деталі у дилера нерационально. Це призведе до значного збільшення запасів, зростання

складських площі, найголовніше, до неефективного використання запасів – більша частина залишиться лежати «мертвим вантажем». З іншого боку, оскільки відмови носять випадковий характер, то теоретично в будь-який момент може знадобитися будь-яка із запасних частин.

Під номенклатурою запасних частин розуміється список найменувань елементів автомобіля, складених у певній послідовності відповідно до технічної документації підприємств-виробників.

Визначення номенклатури запасних частин та обсягів зберігання на складах різного рівня здійснюється різними методами. У основу найбільш поширеного покладено поділ усієї номенклатури запасних частин для кожної моделі автомобіля по частоті попиту на групи А, В і С. Згідно з цим методом вся номенклатура деталей конкретної моделі автомобіля (з крапки зору попиту на них) ділиться на групи А, В, С: перша група А – деталі високого попиту, В – середнього та С – деталі рідкісного попиту.

Метод АВС – спосіб формування і контролю за станом запасів, що полягає у поділі номенклатури N реалізованих товарно-матеріальних цінностей на три не рівнопотужні підмножини А, В і С.

Номенклатуру груп А, В, С можна визначити з використанням графічного і аналітичного способів розрахунків. Графічний спосіб розрахунку простий у використанні, але має значну похибку.

У цій магістерській роботі буде використано аналітичний метод розрахунку.

4. МЕТОДИ ОЦІНКИ РЕМОНТОПРИДАТНОСТІ

Для оцінки ремонтпридатності необхідно зібрати експериментальні дані: кількість відмов та трудомісткість основних операцій ремонту. У вибірку включають певну кількість автомобілів однієї марки та модифікації, бажано однієї партії випуску з моменту введення їх в експлуатацію до капітального ремонту. На етапі обробки дані ґрунуються за інтервалами пробігу, трудомісткості та за елементами, тобто за трьома вимірами. Довжина інтервалів підбирається таким чином, щоб забезпечувалася ефективність одержуваних оцінок показників ремонтпридатності. Наприклад, при дослідженнях, я довжина інтервалу пробігу прийнята рівною 10 тис. км, а трудомісткості - 0,5 люд./ год.

Таблиця 3 - Розподіл середньої трудомісткості усунення відмов агрегатів АТЗ

№	Найменування агрегату, вузла, механізму	φ (t) відмова пис.к м	%	Інтервали трудомісткості, люд./ год.												%
				0.5	1.0	1.5	2.0	2.5	3.0	3.5 6.0	6.5	7.0	7.5	8.5	15.5	
1	Двигун	0.318	11.7	-	-	37	37.6	3	-	6	-	-	-	2.7	10.9	100
2	Зчеплення	0.083	9.5	24.4	-	-	-	-	-	-	-	6.5	69.1	-	-	100
3	Коробка передач	0.078	6.5	31.0	13	-	-	-	-	-	56	-	-	-	-	100
4	Вал карданний	0.085	8.5	59.8	41.2	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100
5	Гальмо ручне	0.034	3.1	-	100	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100
6	Задній міст	0.040	1.9	-	70	20.8	-	-	-	9.2	-	-	-	-	-	100
7	Передній міст	0.043	2.1	-	-	-	-	37.3	58	4.7	-	-	-	-	-	100
8	Рульове управління	0.160	14.4	12.4	87.7	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100
9	Підвіска	0.250	18.7	23.4	7.7	29.2	23.4	16.9	-	-	-	-	-	-	-	100
10	Механізм підйому платформи	0.110	9.6	18.6	34.8	9.8	36.8	-	-	-	-	-	-	-	-	100
11	Ступиця, барабан	0.035	2.04	-	41.7	-	14.8	43.5	-	-	-	-	-	-	-	100
12	Гальмівна система	0.334	7.3	60.2	30.2	-	-	-	9.6	-	-	-	-	-	-	100
13	Кабіна	0.088	4.4	-	89.7	10.3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	100
Разом по автомобілю			100	33.3	30	7.5	10.2	10.8	2.4	0.76	1.62	0.15	2.23	0.13	0.91	100

У таблиці 13 наводиться розрахунок середньої трудомісткості за інтервалам напрацювання функції параметра потоку відмови як за елементами, так і загалом з АТЗ. Як видно з таблиці 14, найбільша частота припадає на

відмови елементів, що усуваються з малою трудомісткістю, $\tau \in 0,5-1,5$ люд.-год., 70,2%; середньої трудомісткості, $\tau \in 1,5-3,5$ люд.-год., 23,7%; великої трудомісткості, $\tau \geq 3,5$ люд.-год., 6,1%

Потім визначається середня питома трудомісткість: інтервалам напрацювання: на один автомобіль; на один відмова; на одну постановку автомобіля у підсистему ТР.

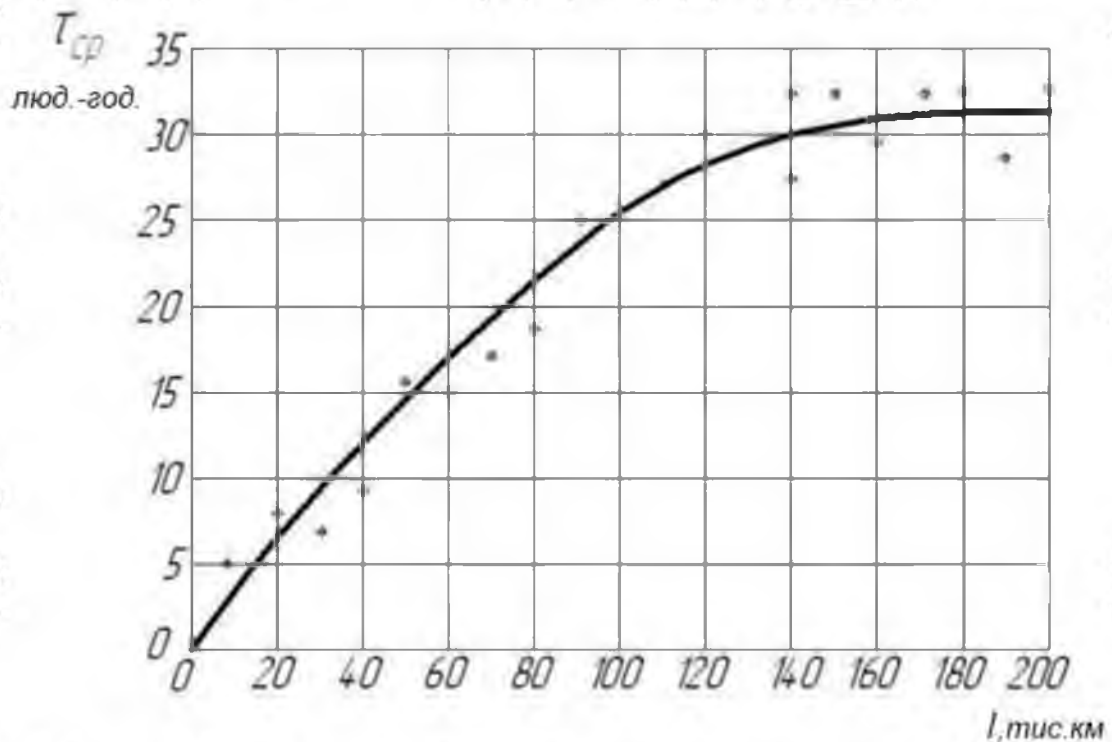


Рис. 13 – Середня трудомісткість

Середня трудомісткість (Рис. 13) усунення однієї відмови як показують результати дослідження становить $\tau_{ср} = 1,84$ люд.-год./відмова, при середньому квадратичному відхиленні 1,68 люд.-год. та коефіцієнті варіації 0,91. Середня трудомісткість усунення відмов на одну постановку автомобілів у підсистему ТР склала $\tau_{ср l} = 2,64$ люд.-год./постановку ТР. При перевірці гіпотези про показовий закон розподілу трудомісткості відновлення за критерієм згоди Пірсона отримано розрахунковий критерій ($\chi_{0,05; 4}^2 = 9,7$), що свідчить про застосування цього закону. Таким чином, враховуючи величину коефіцієнта варіації та значення χ^2 критерію Пірсона, надалі приймається показовий розподіл трудомісткості усунення відмов. На рис. 14 видно криву зміни

середньої питомої трудомісткості загалом по автомобілю.

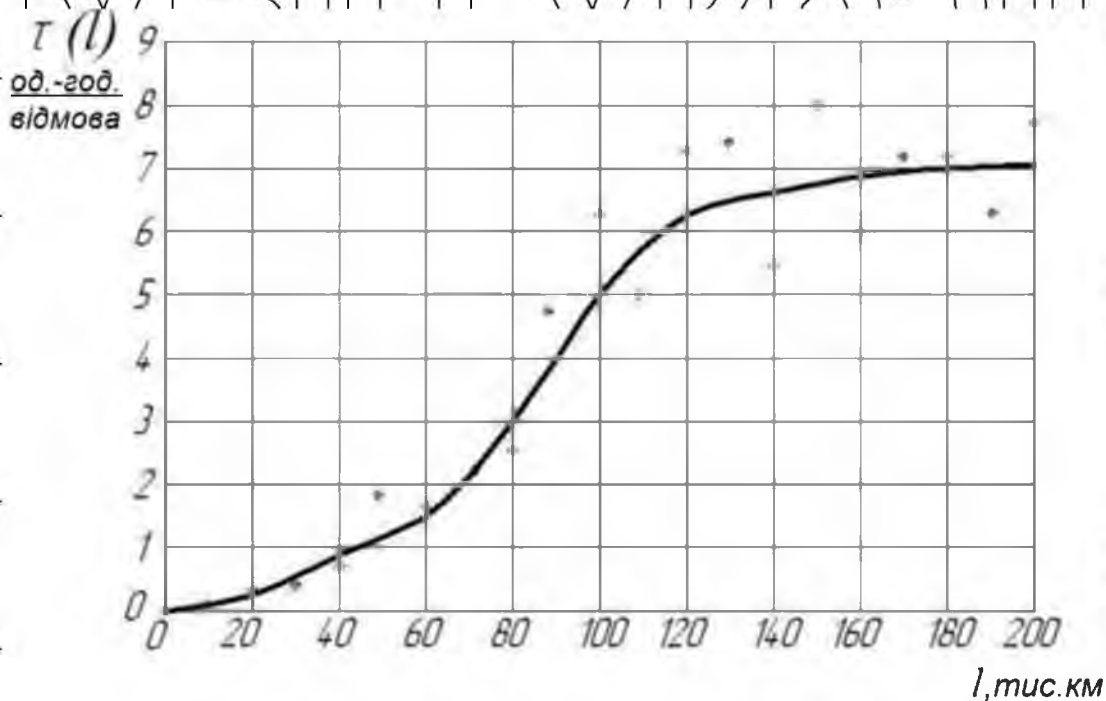


Рис. 14 – Питома трудомісткість

Характер зміни кривої показує, що зі збільшенням пробігу трудомісткість безперервно зростає, а потім стабілізується навколо середнього значення. Ці величини складають близько 60% від нормативів трудомісткості, встановлених Положенням про технічне обслуговування та ремонт рухомого складу.

Методика дозволяє розрахувати надійніше на імовірній основі: по-перше, визначити обсяг робіт, кількість ремонтних робітників та кількість постів, по-друге, удосконалити систему оперативного управління системою профілактики з урахуванням стратегій процесу відновлення та засобів діагностики. Нижче запропонована методологія проектування нової багаступеневої технології профілактики, уключає існуючі методи ТО і ремонту АТЗ. Нова технологія профілактики може бути врахована ще на стадії проектування та виготовлення АТЗ.

4.1 Збір статистичного матеріалу з відмов ДВЗ, гальмівної системи та кермового керування на автобусі МАЗ-103

Використовуючи отримані дані про виконувані роботи з елементами паливної системи, зробимо формування варіаційних рядів для кожного елемента.

Варіаційним порядком є група напрацювань при яких відмова певного елемента. При формуванні варіаційних рядів скористаємось модулем програми «статистика з вигляду робіт» для визначення величин напрацювань ПС при відмові різних елементів системи. Використовуваний модуль представлений рис. 15.

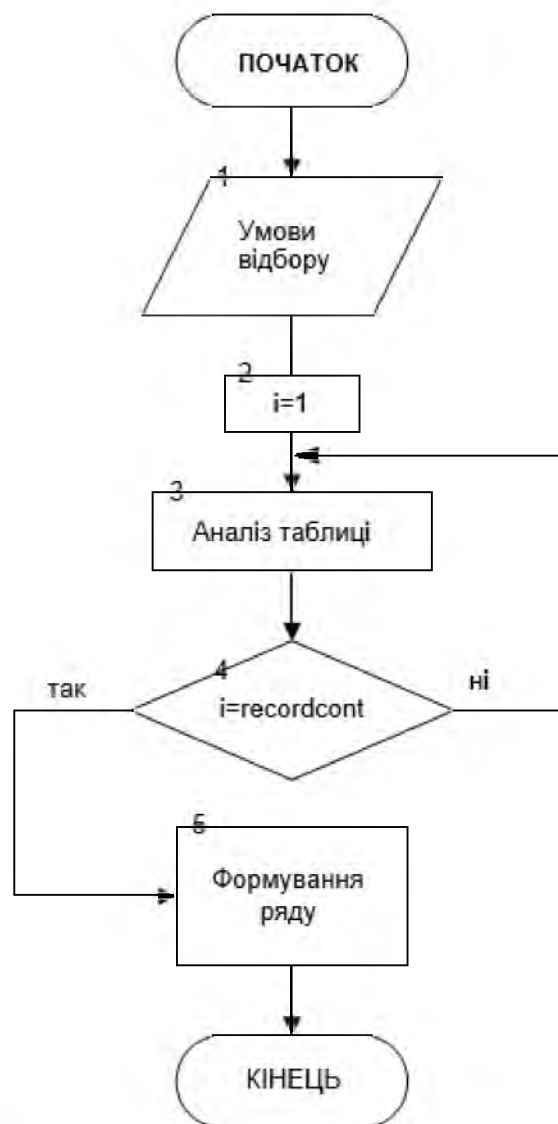


Рис. 15 – Модуль програми «Статистика на вид робіт»

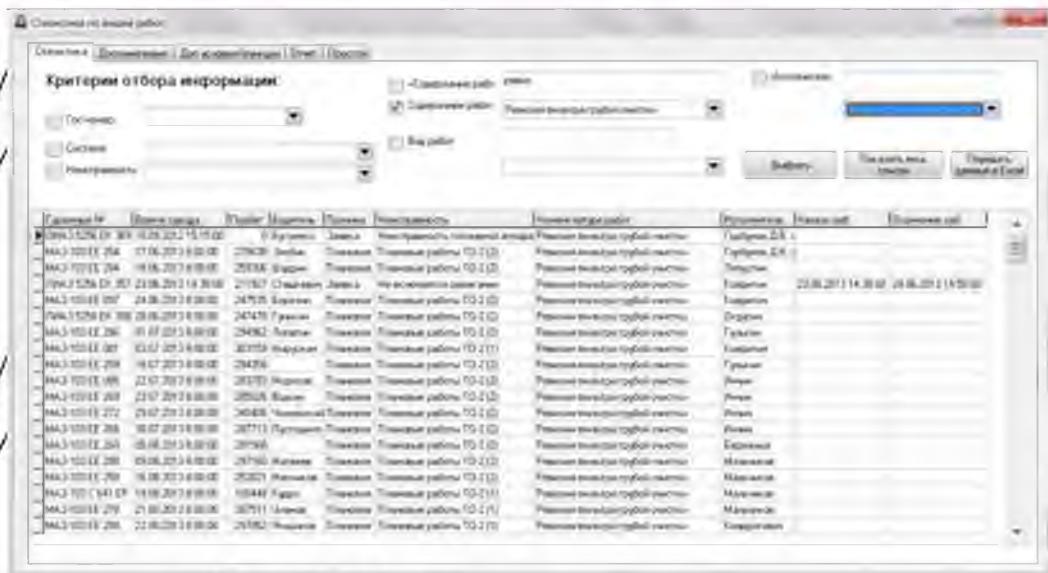


Рис. 16 – Формування варіаційних рядів

Для проектування були представлені напрацювання до відмов для наступних елементів автобуса МАЗ-103

Таблиця 4-Варіаційні ряди по двигунам

Найменування елементів	Значення пробігу при відмові елемента
Розподільча форсунки	196693 296805 261932 212235 150927 277329 322909 267491 304334 480647 639936 152978 257787 588314 405500 33470 307500 314604 516017 323295
Прокладка клапанної кришки	651940 420350 388355 95460 391900 355678 461760 360062 362010 581657 423900 257787 392142 292831 366089 392609 315344 253620 250097 391407
Подушки ДВЗ	240223 254783 273013 233248 228906 232114 273354 233835 195531 261106 537107 345092 198026 214186 262030 282807 206830 268896 260665 193985
Гільзи циліндрів	406990 383455 287505 396492 498138 311873 233351 396500 295307 170783
Вкладиші	365866 348100 327525 332734 274559 373360 329425 354638 359844 360304 538468 364786 305831 347012 349721 254636 370512 283391 285591 313800
Ремінь генератора	364185 339854 176174 6210 397460 30301 96665 182800 144355 193007 295500 216163 270833 132100 193143 407596 173000 256425 478912 486656
Генератор	177271 261265 495300 377097 200770 192722 210951 228417 211560 193621 482226 191140 217572 205097 190811 394603 191400 198115 187092 225821
Кільця поршнів	297284 348100 327525 332734 274559 373360 345649 251902 329425 354638 359844 282247 360304 364786 305831 347012 253425 349721 279300 254636
Шланги компресора	54280 183271 151939 208863 307957 208558 19418 360062 12135 380077 18911 287577 372209 52258 5052945 2932 298270 169406 174454 507410

Таблиця 5-Варіаційні ряди по рульовому управлінню

Найменування елементів	Значення пробігу при відмові елемента
Рульовий механізм	359390 461654 520758 221531 539077 169400 223117 523524 485298 337858 140345 194855 190323 286781 567494 357391 391620 690226 269970 153249
Наконечники рульової тяг	288427 450778 604819 438474 304411 556349 494622 552153 410848 584314 434922 526436 329500 328103 293598 104089 60308 666623
Насос	395245 603598 528483 566917 13159 628377 574400 563771 35941 533218 526549 623970 626866 385050 648664 640617 314047 459600 453623 470360
Патрулки РУ	430903 336329 276317 219079 416327 255605 198038 219200 645787 548269 356730 436300 382650 253246 284837 211316 270483 363180 379625 298088
Рульова потяг	288427 538960 422363 396637 354533 585797 70992 475328 392336 362137 304411 468341 437137 531983 537518 488750 437550 247451 487870 652855

Таблиця 6-Варіаційні ряди по Гальмівній системі

Найменування елементів	Значення пробігу при відмові елемента
Гальмівний шланг	14603 105505 56001 24000 74280 158806 375719 19220 132052 17463 137991 232400 144671 154460 117224 118872 204710 195207 104458 131582 212143 192395 126691 110878 380135 124563 157630 140652
Регулювальний важіль	201752 224998 124001 121400 338230 154676 151332 156911 177248 367745 336457 218936 201380 298432 504568 185842 386208 167494 178787 391001 271037 124764 513260 184834
Трубка компресора	102053 608 1950 120725 290001 143973 12296 27368 156831 186888 18395 5901 2975 67277 191771 331185 122119 301142 107753 224518 206028 67568 117704 136810 401744 165022 134531 169831 360652 137991 389148 131299 118095 413043 80110 153162 129523 152199 306994 394468 131582 375796 111303 400821 129020 316001 158703 158525 138284 158012 132322 368961 122549 169045 153253 147598 131774 178787 167837
Фільтр осушувач	67760 15053 41728 96494 21300 77681 13792 24051 132908 68056 55175 103998 22266 145220 54940 72432

5. АЛГОРИТМ ТА ПРОГРАМА ДЛЯ РОЗРАХУНКУ СТАТИСТИЧНИХ ПОКАЗНИКІВ НАДІЙНОСТІ, БЕЗВІДМОВНОСТІ, ДОВРОВІЧНОСТІ ТА РЕМОНТОПРИДАТНОСТІ АТЗ

Алгоритм статистичної обробки варіаційного ряду та перевірки статистичної гіпотези, у вигляді блок-схеми (рис. 17).

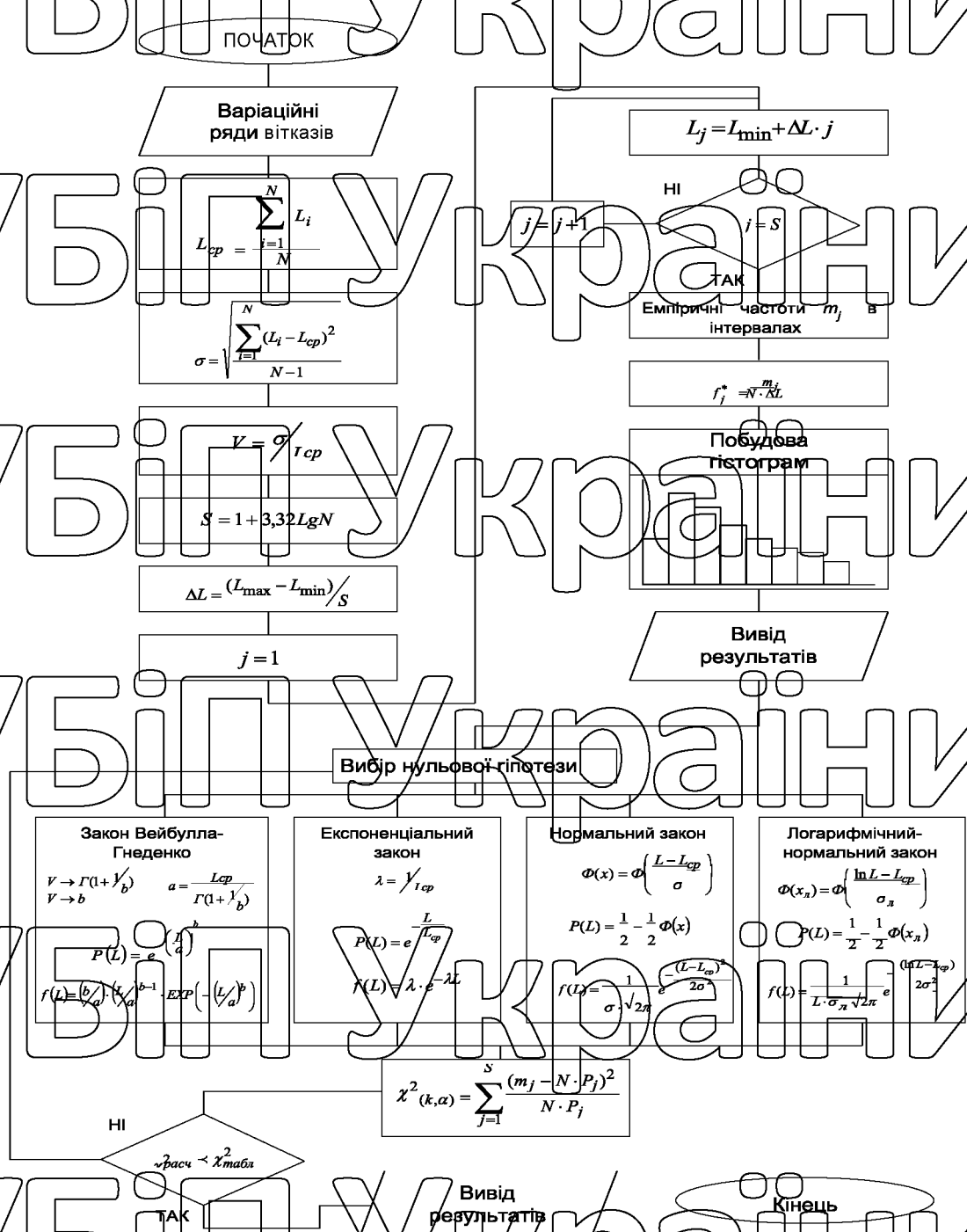


Рис. 17 – Блок-схема оцінки закономірностей розподілу випадкових величин та показників надійності АТЗ

Для визначення точкових оцінок елементів АТЗ застосовано наступна методика:

- з усієї зібраної інформації щодо відмов та несправностей АТЗ формується варіаційні ряди відмов (упорядковані відмови за умові напрацювання на відмова);

- визначаються точкові оцінки випадкових величин (відмов) обсяг вибірки - N , середнє напрацювання на відмову - L_{cp}

$$L_{cp} = \frac{\sum_{i=1}^N L_i}{N}, \quad (1)$$

де L_i – поточне значення випадкової величини, тис.км;

N – обсяг вибірки;

σ – середньоквадратичне відхилення, тис.км

$$\sigma = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^N (L_i - L_{cp})^2}{N - 1}}, \quad (2)$$

V – коефіцієнт варіації

$$V = \frac{\sigma}{L_{cp}}, \quad (3)$$

- визначаються межі довірчого інтервалу
 - припускаючи вид закону розподілу (закон Вейбулла – Гнеденко), визначається, за значенням обсягу вибірки, табличне значення критерію

$\chi_{табл}^2(2N)$, а за коефіцієнтом варіації V параметр форми b . Після чого

розраховується відносна помилка

$$\delta = \left(\frac{2N}{\chi_{табл}^2} \right)^{\frac{1}{b}} - 1, \quad (4)$$

-використовуючи значення відносної помилки, обчислюється нижня та

верхня межі довірчого інтервалу

$$L_{cp.нижн} = L_{cp}(1 - \delta), \quad L_{cp.верх} = L_{cp}(1 + \delta), \quad (5)$$

- проводиться аналіз емпіричних даних, на підставі якого будуються

графіки - гістограми ймовірності безвідмовної роботи $P_z(L)$ ймовірність відмови $F_z(L)$, щільність розподілу відмов $f_z(L)$;

- проводиться вибір нульової гіпотези про відповідність вибірки статистичних даних одному з теоретичних законів;

- виконується перевірка згоди між емпіричним та прийнятим теоретичним

розподілом за критерієм згоди Пірсона. Умовою згоди є нерівність

$$\chi_{\text{шобл}}^2 < \chi_{\text{ровр}}^2$$

Для опису закономірностей розподілу випадкової величини вибирається

математична модель - закон розподілу. Найбільшого поширення на

дослідження експлуатаційної надійності машин отримали: закон Вейбулла-Гніденко, експоненційний, нормальний, логарифмічно-нормальний закони розподілу випадкових величин.

Розподіл Вейбулла-Гніденко займає у роботі центральне місце для

створення нормативно-технологічної карти надійності та ефективності системи профілактики елементів АТЗ.

Основні характеристики закону Вейбулла-Гніденко

$$f(L) = \frac{b}{a} L^{b-1} e^{-\frac{L^b}{a}} \quad (6)$$

де a - параметр масштаба, тис.км.

b - параметр форми кривої.

Вірогідність безвідмовної роботи до наробітку L .

Для швидкості виконання розрахунку за розглянутим алгоритму визначення показників надійності елементів АТЗ було розроблено алгоритм та програма на ПК (рис. 18).

Реалізований алгоритм як програми на ПК буде сприяти більш швидким обчисленням, що вимагають меншої трудомісткості та формування бази даних показників надійності: безвідмовності, довговічності та ремонтпридатності елементів АТЗ та формування карти надійності елементів АТЗ.

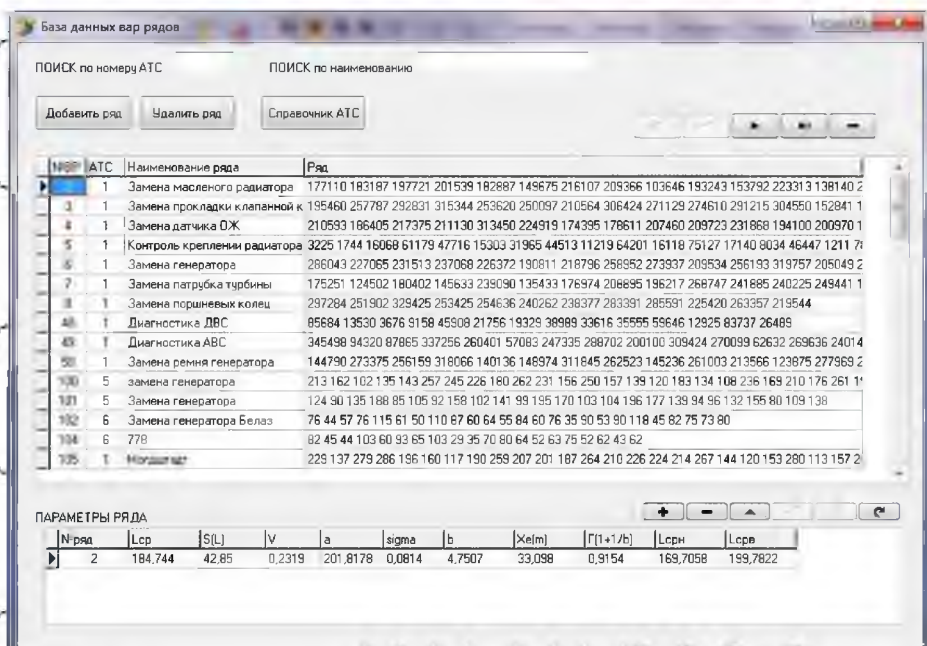


Рис. 18 – Інтерфейс програми оцінки показників надійності АТЗ – база даних показників надійності елементів АТЗ

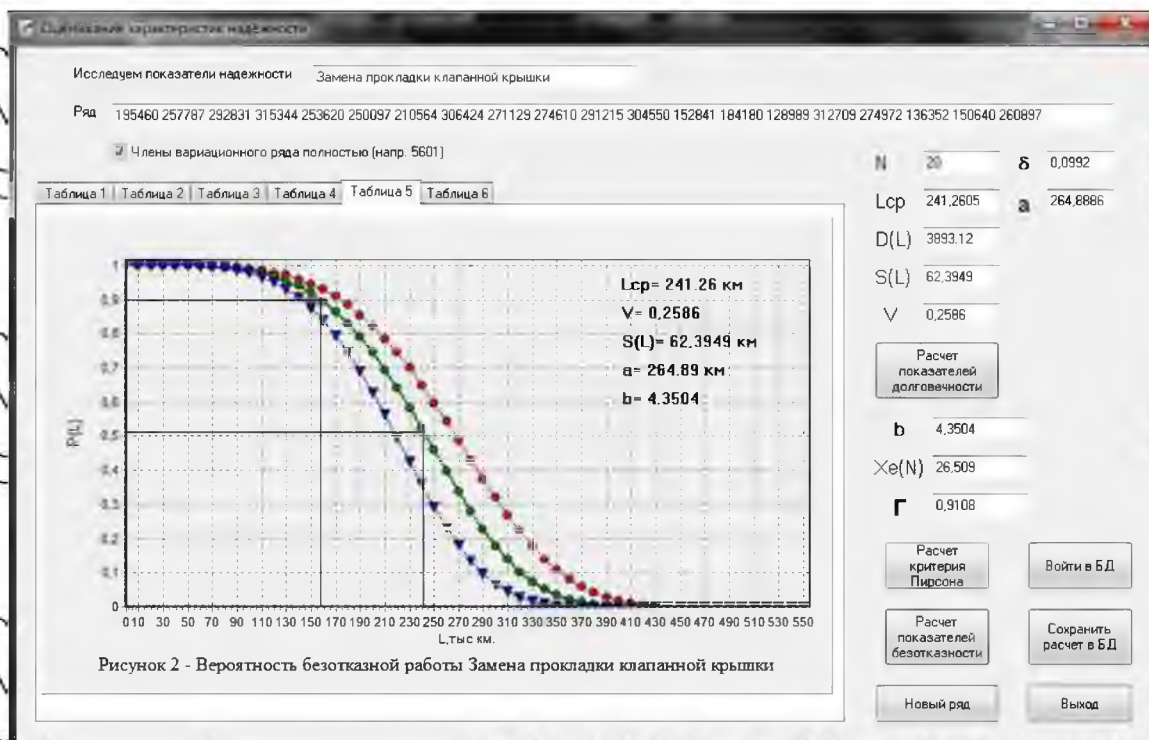


Рис. 19 – Інтерфейс програми оцінки показників надійності АТЗ

Розроблена програма «Оцінювання показників надійності» має функції введення інформації вручну або завантаження даних через таблиці. Крім цього,

реалізовано функцію автоматичного виконання розрахунків, що істотно спрощує роботу з програмою.

До програми розроблено і підключена база даних. З її допомогою можна зберігати та вивантажувати раніше виконані розрахунки оцінки показників надійності та використовувати дані для подальшої їх обробки.

Сформований алгоритм сприятиме формуванню карти безвідмовності елементів систем АТЗ. Карта надійності – яка поєднує графіки ймовірності безвідмовної роботи до першої та наступних замінів елементів, що лімітують надійність, із зазначенням місця їх розташування на АТЗ є змістовною і

дохідливою формою уявлення показників надійності є. Карта надійності – дзеркало надійності виробів, що випускаються. Карту надійності складають при врахуванні напрацювання деталей на їхню заміну. При цьому визначаються ймовірності безвідмовної роботи з кожної з деталей на різних інтервалах напрацювання між профілактиками, дальніми рейсами, періодами відряджень.

5.1 Розрахунок показників надійності

Кількісні Характеристики елементів двигуна, гальмівний системи, рульового керування автобуса МА3-103 представлені в таблиці 8.

Результати розрахунків представлені на рис. 20-61.

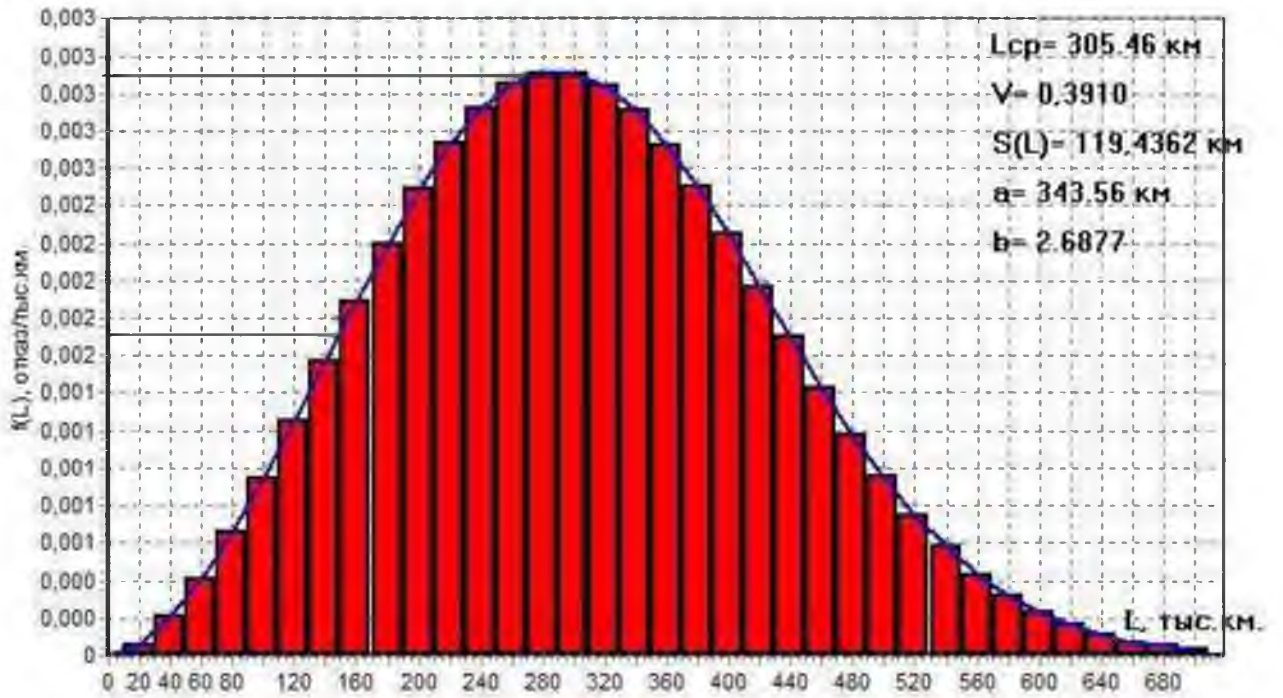


Рис. 20 – Щільність розподілу відмов розпилювача форсунки

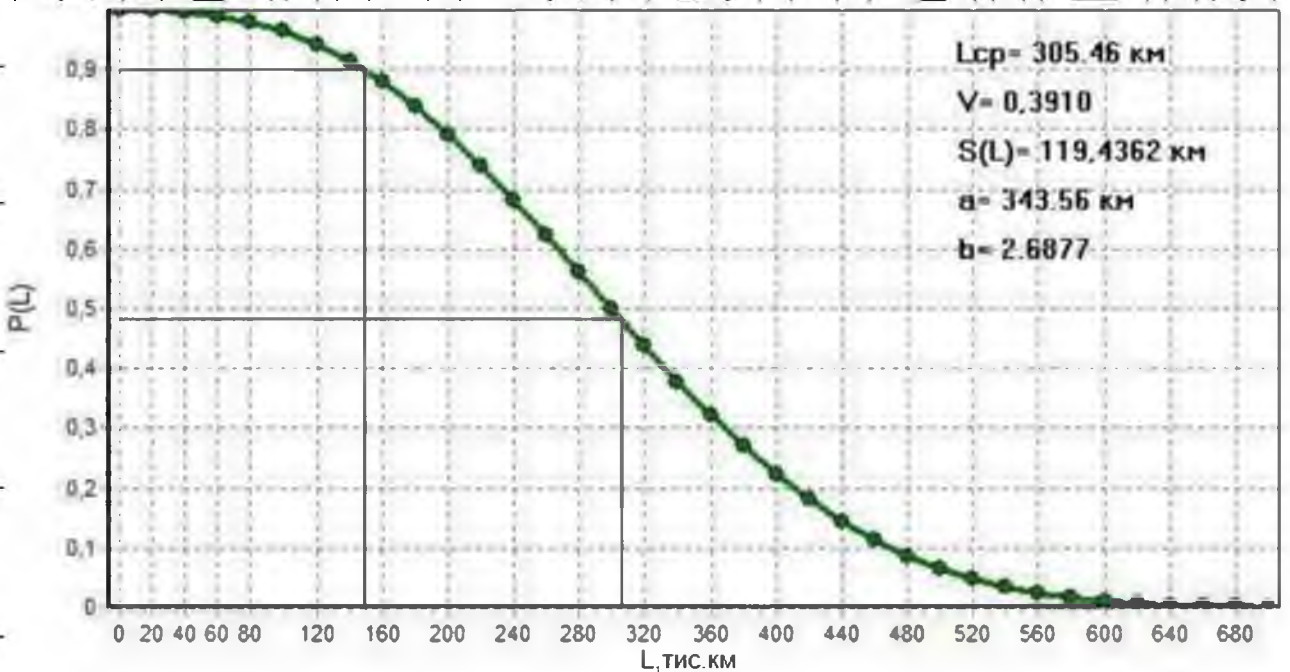


Рис. 21 – Ймовірність безвідмовної роботи розпилювача форсунки

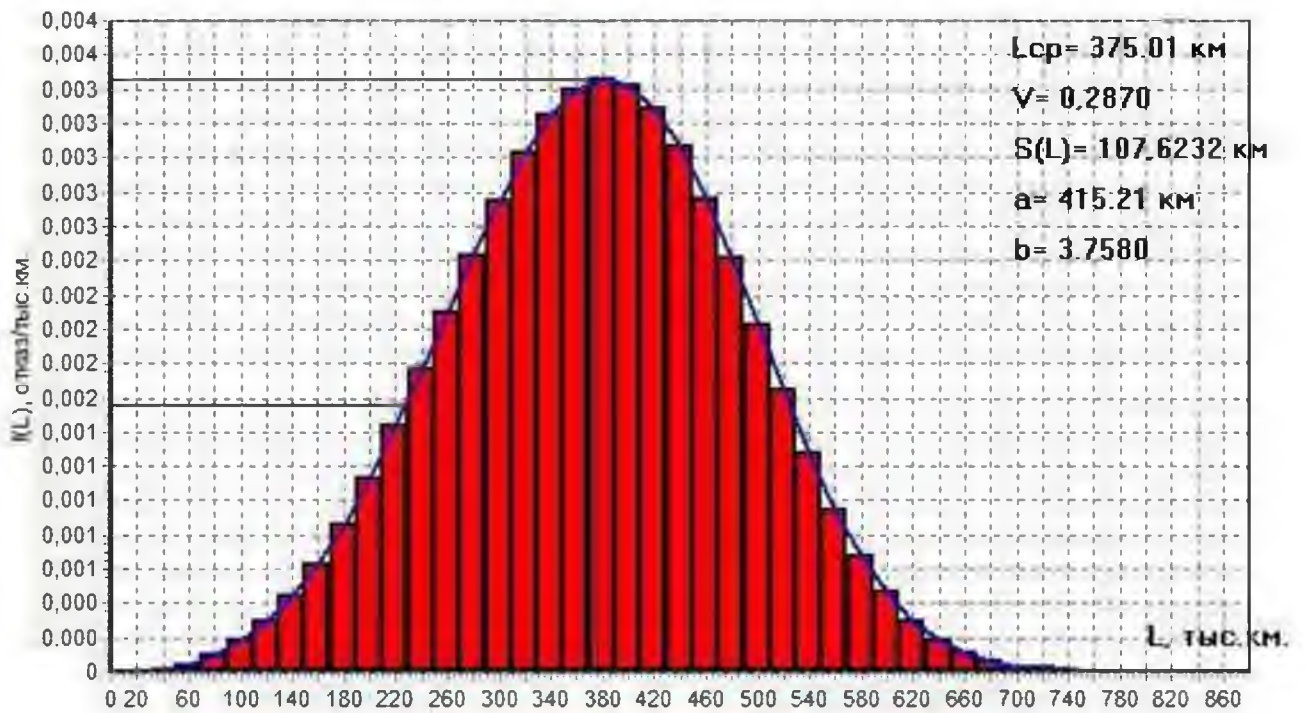


Рис. 22 – Щільність розподілу відмов прокладки клапанної кришки

НУБІП України

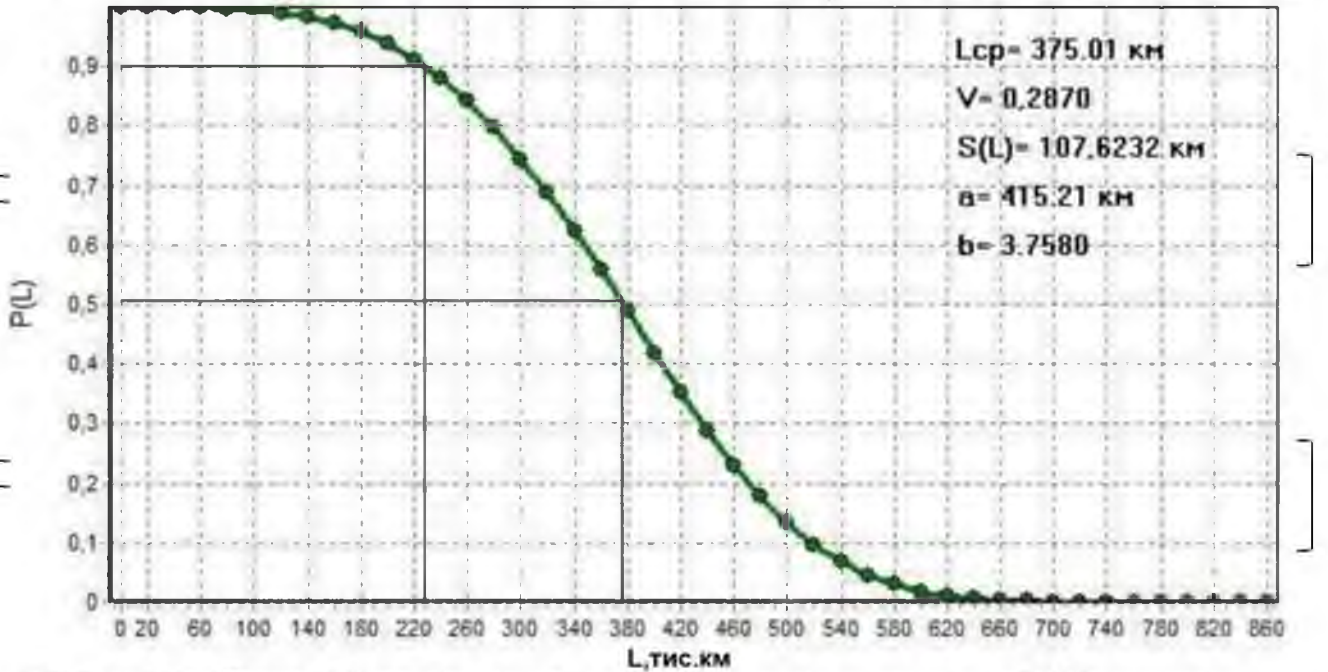


Рис. 23 – Ймовірність безвідмовної роботи прокладки клапанної кришки

НУБІП України

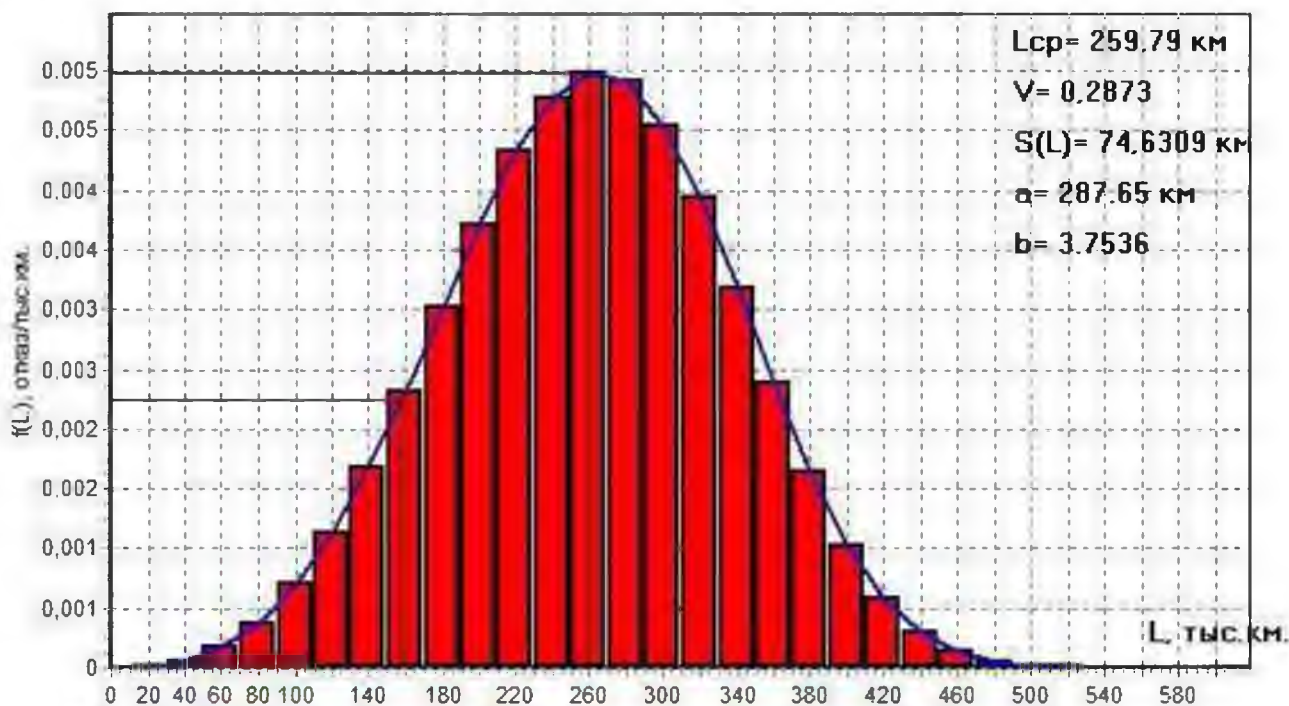


Рис. 24 – Щільність розподілу відмов подушки ДВЗ

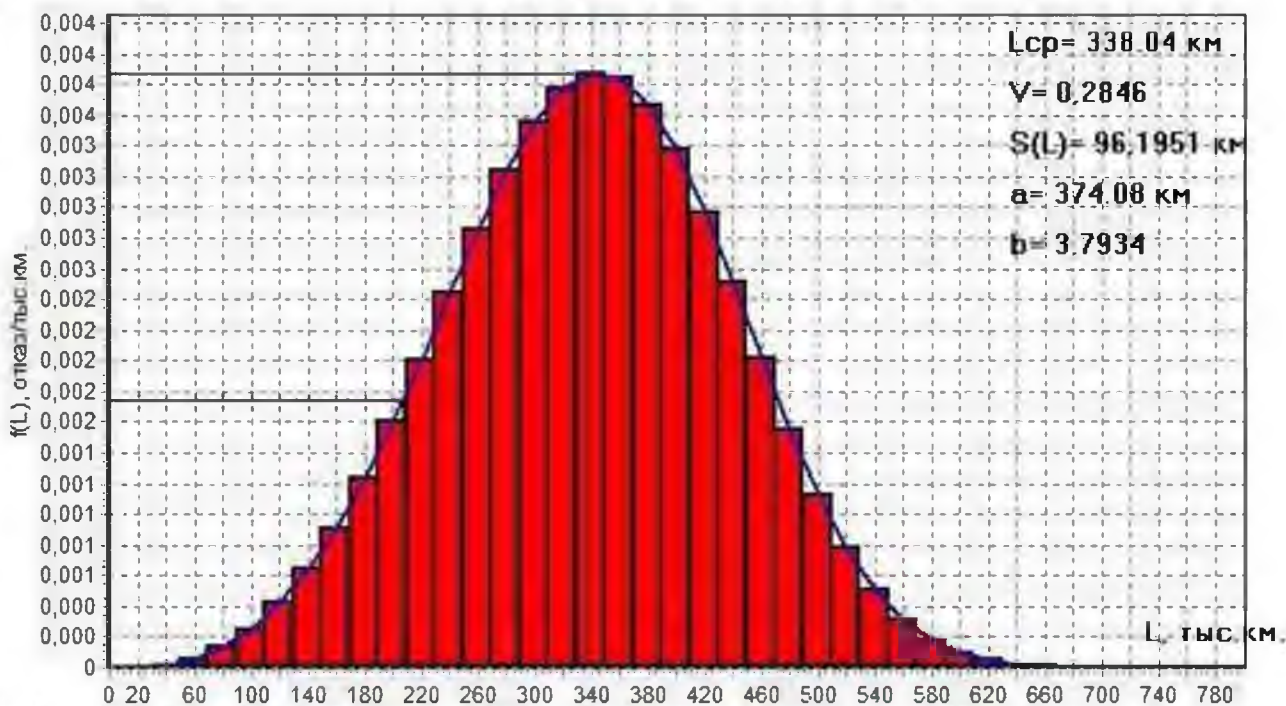


Рис. 25 – Щільність розподілу відмов коліна турбіни

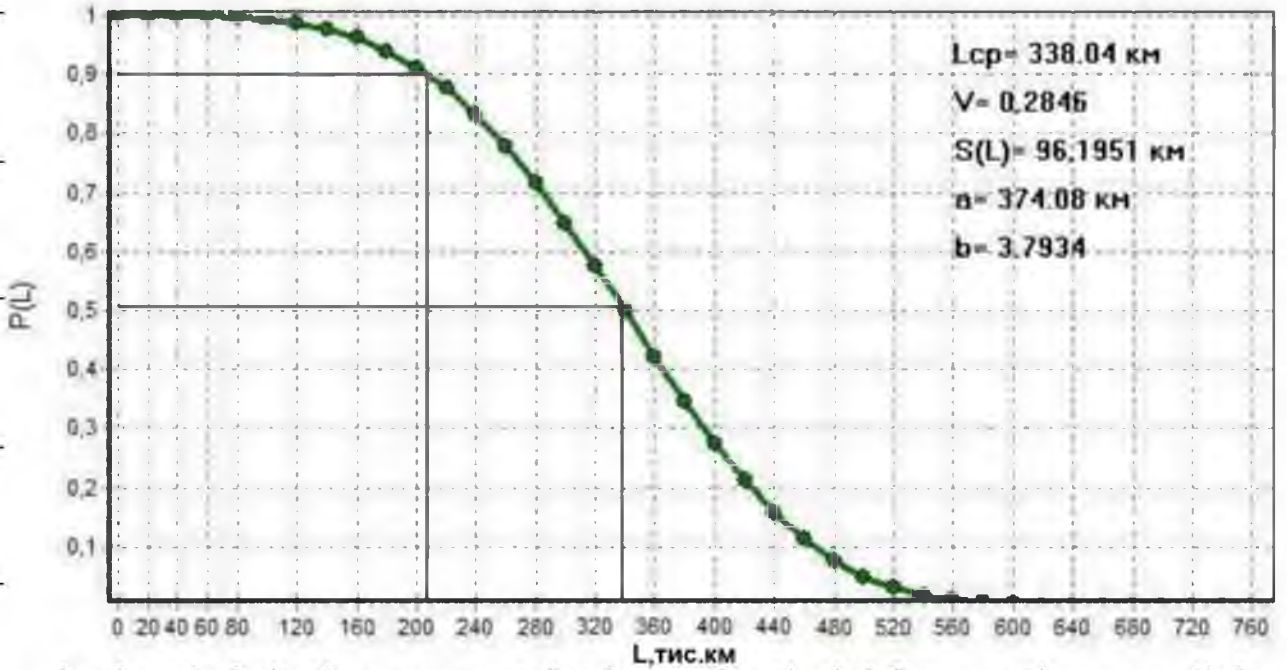


Рис. 26 – Імовірність безвідмовної роботи коліна турбіни

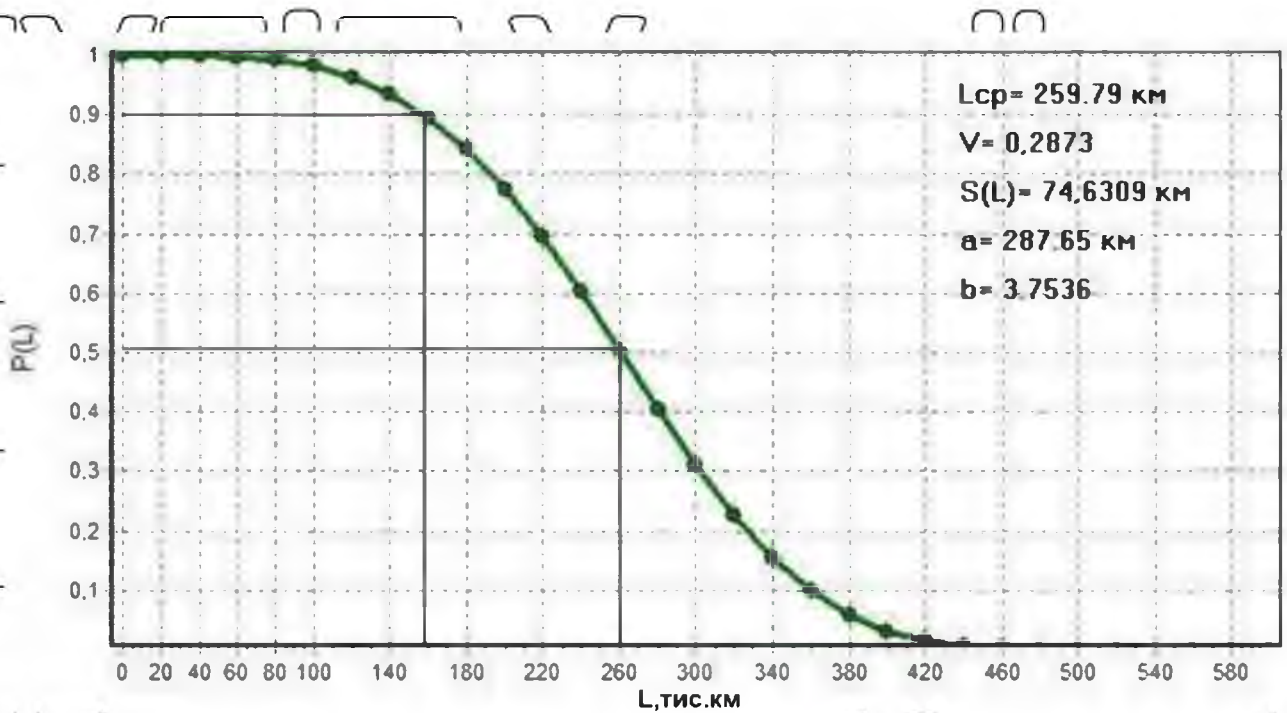


Рис. 27 – Імовірність безвідмовної роботи подушки ДВЗ

НУБІП України

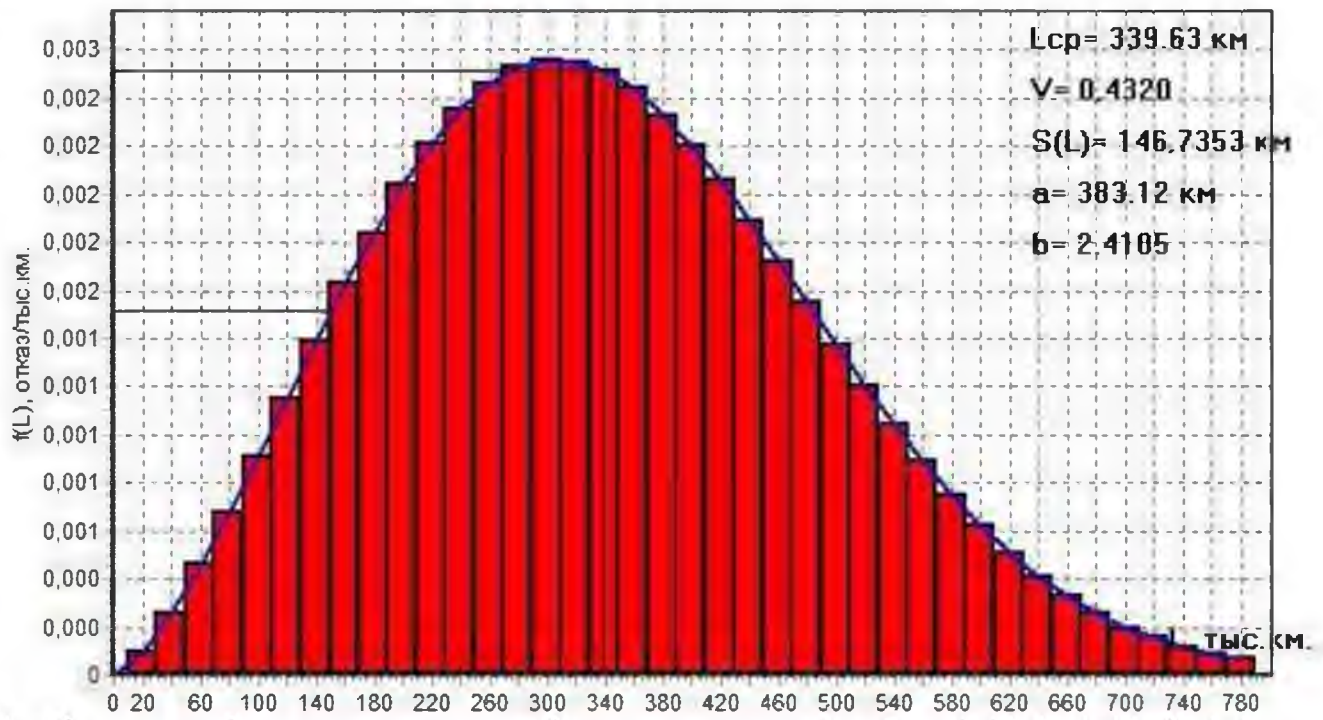


Рис. 28 – Щільність розподілу відмов гідромотора

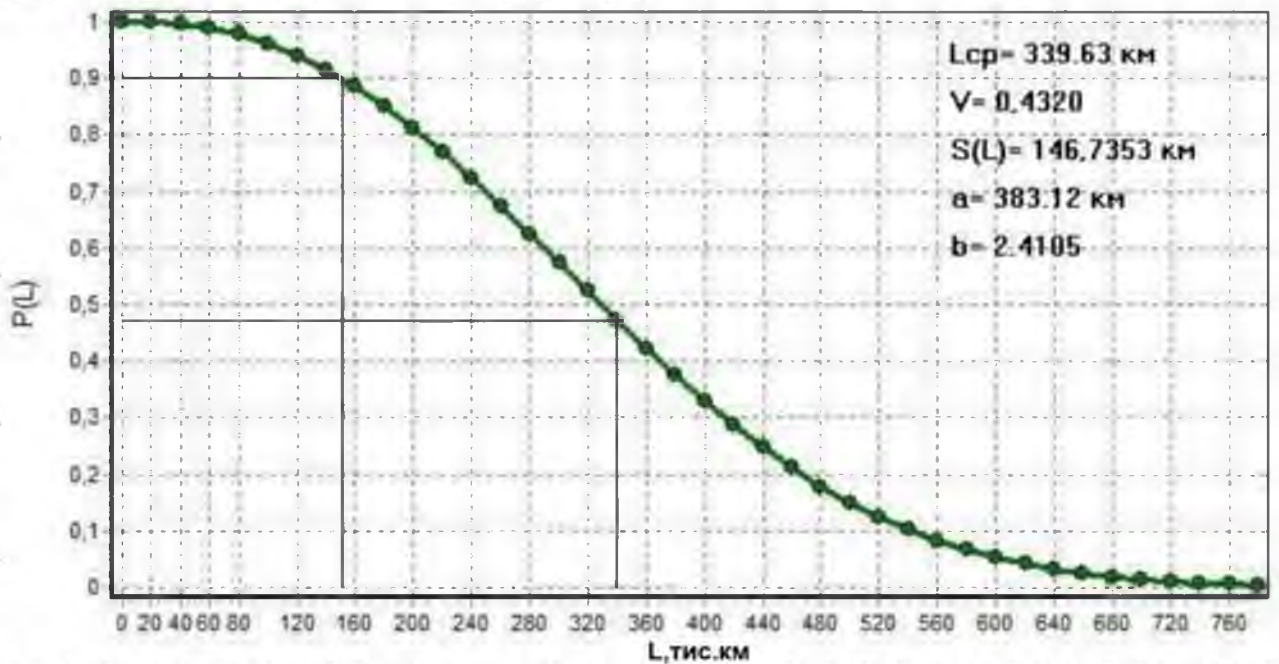


Рис. 29 – Ймовірність безвідмовної роботи гідромотора

НУБІП України

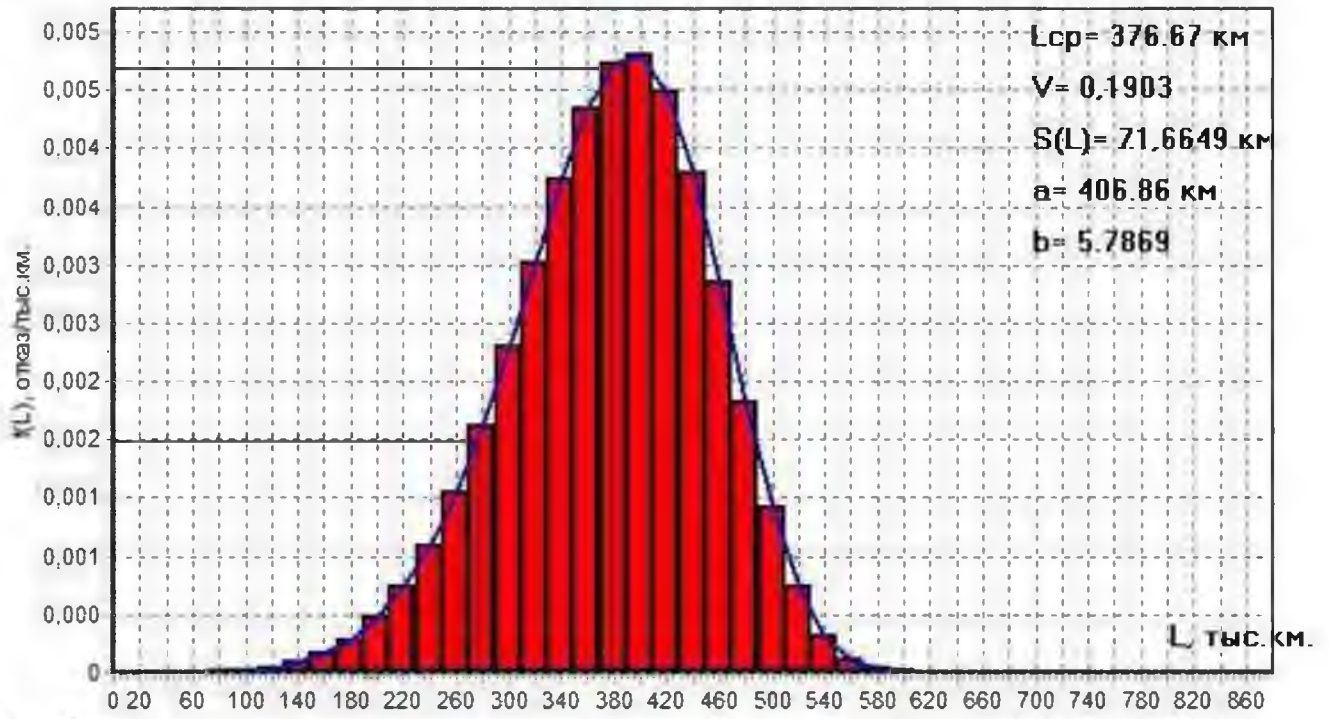


Рис. 30 – Щільність розподілу відмов гільзи циліндрів

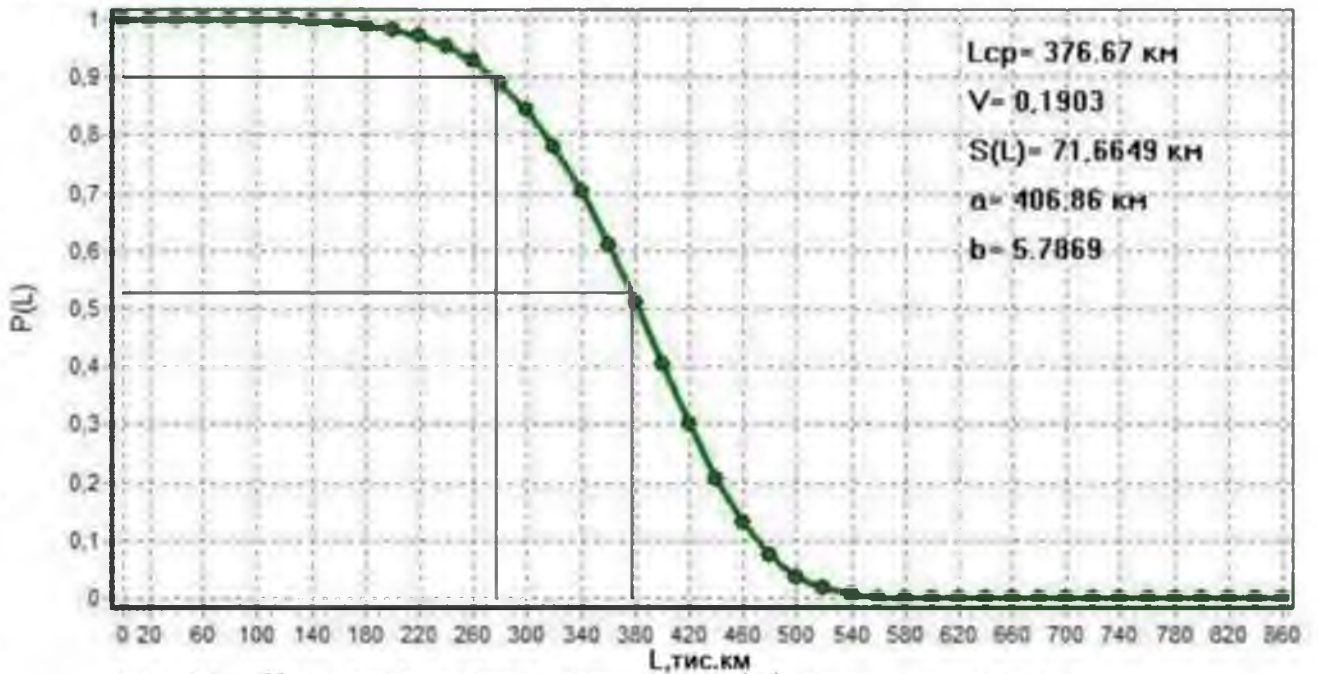


Рис. 31 – Ймовірність безвідмовної роботи гільзи циліндрів

НУБІП України

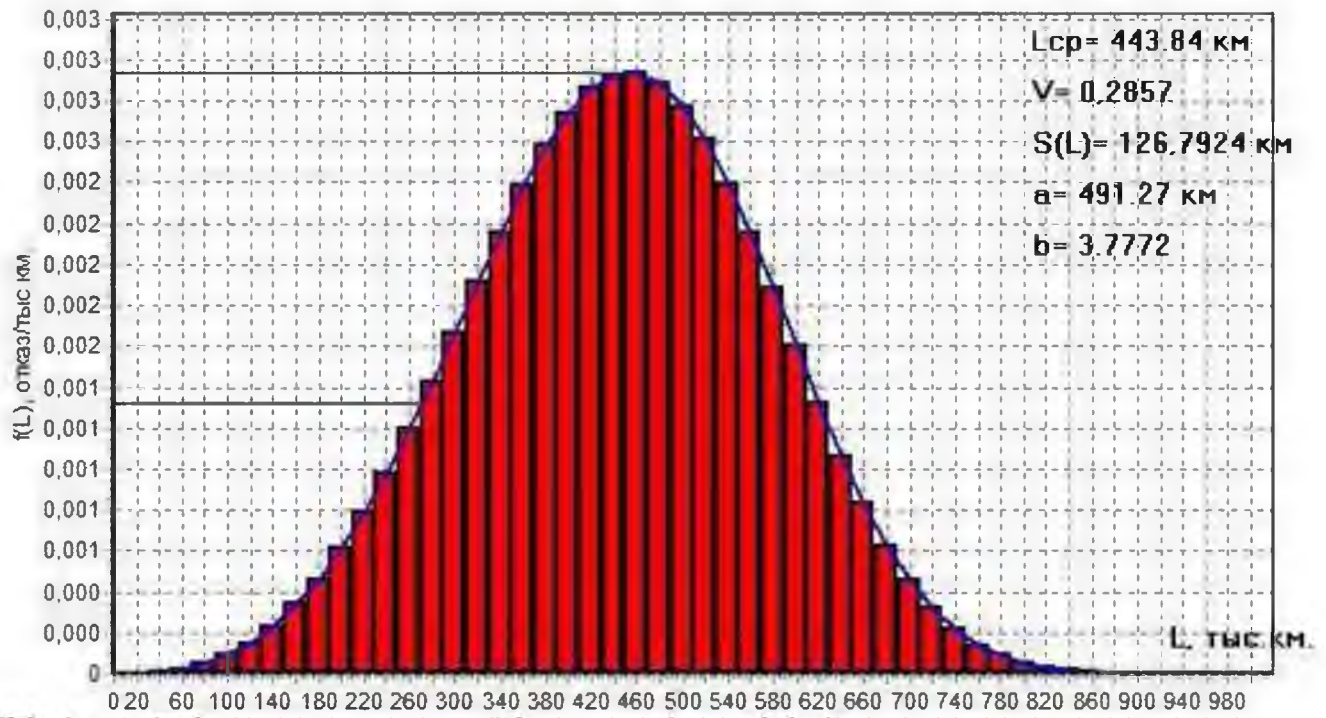


Рис. 32 – Щільність розподілу відмов колінчастого вала

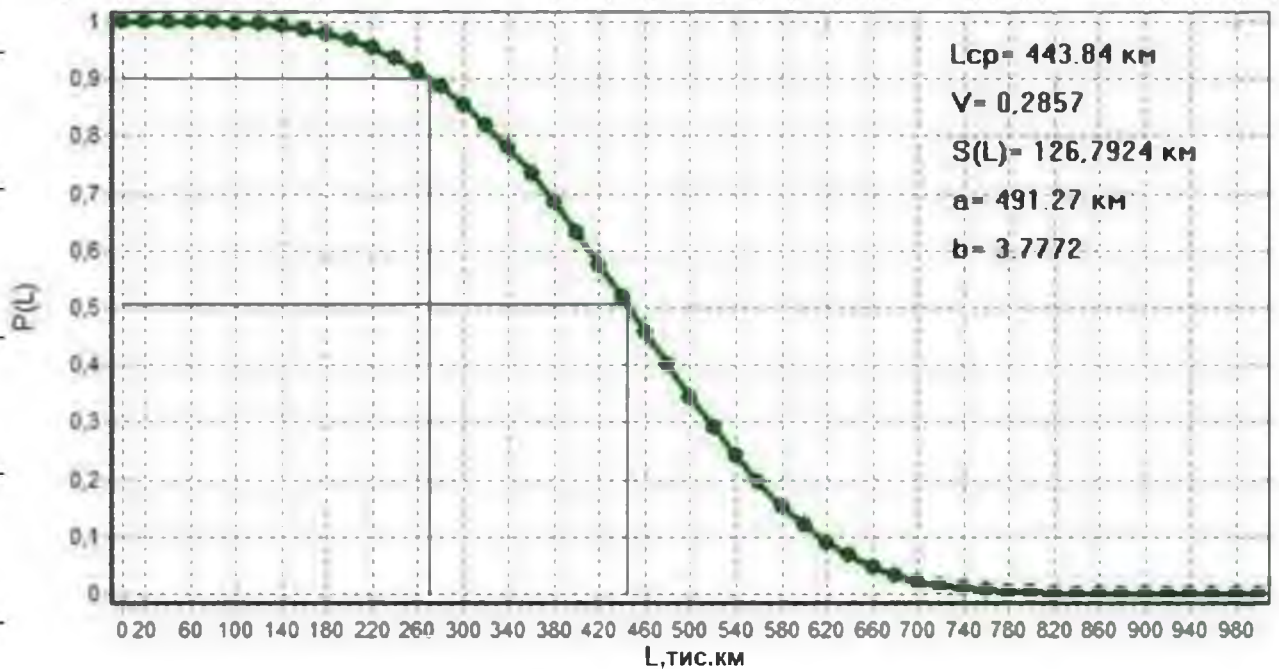


Рис. 33 – Ймовірність безвідмовної роботи колінчастого вала

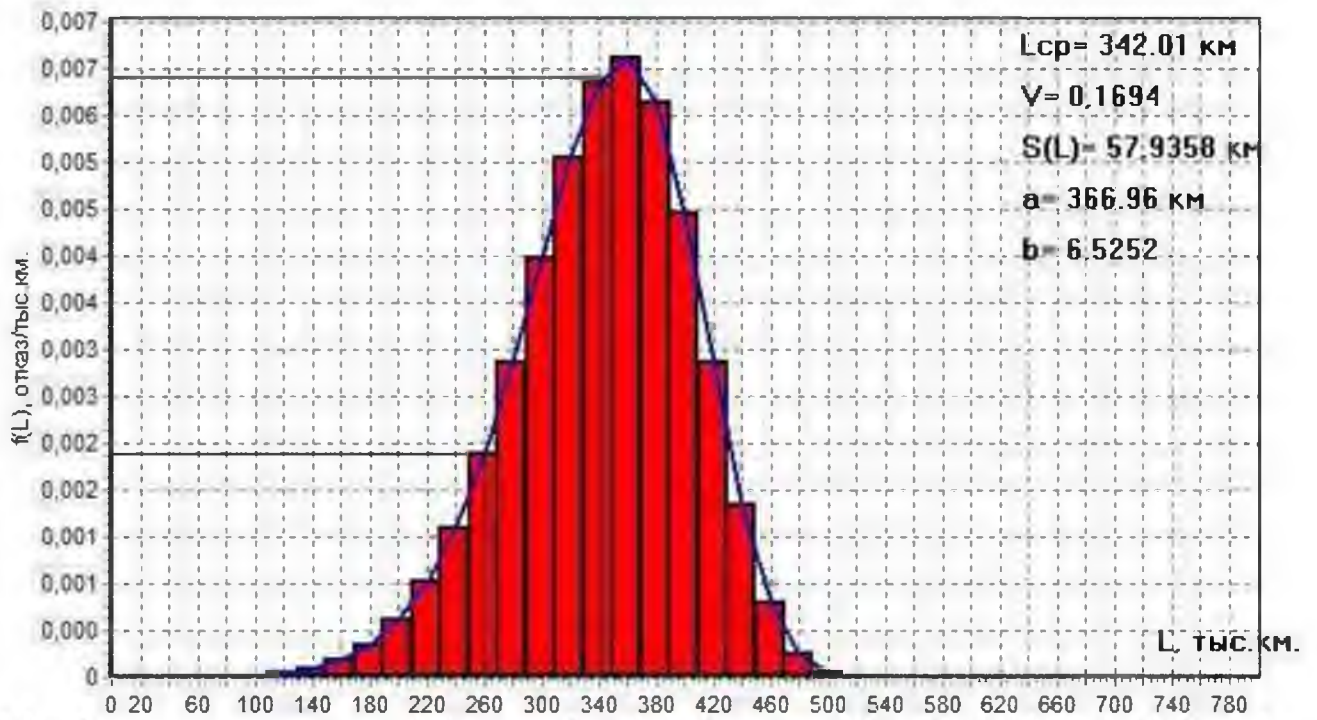


Рис. 34 – Щільність розподілу відмов вкладишів

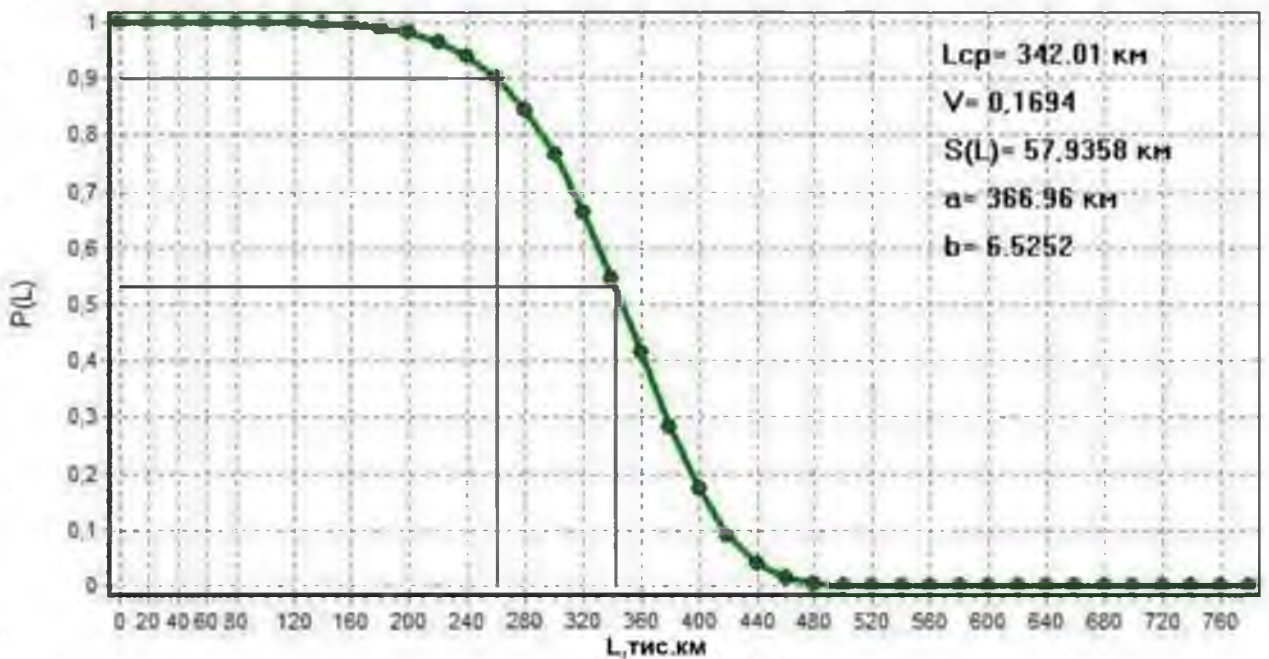


Рис. 35 – Ймовірність безвідмовної роботи вкладишів

НУБІП України

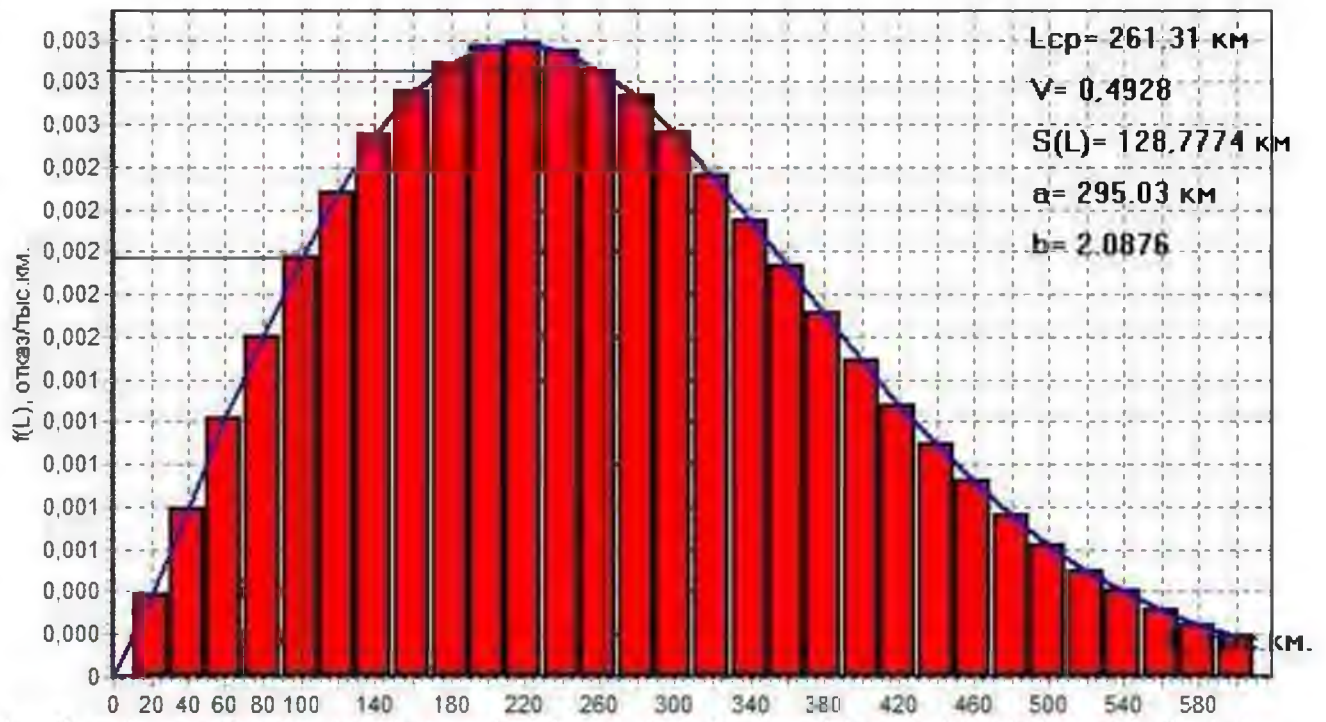


Рис. 36 – Щільність розподілу відмов ременя генератора

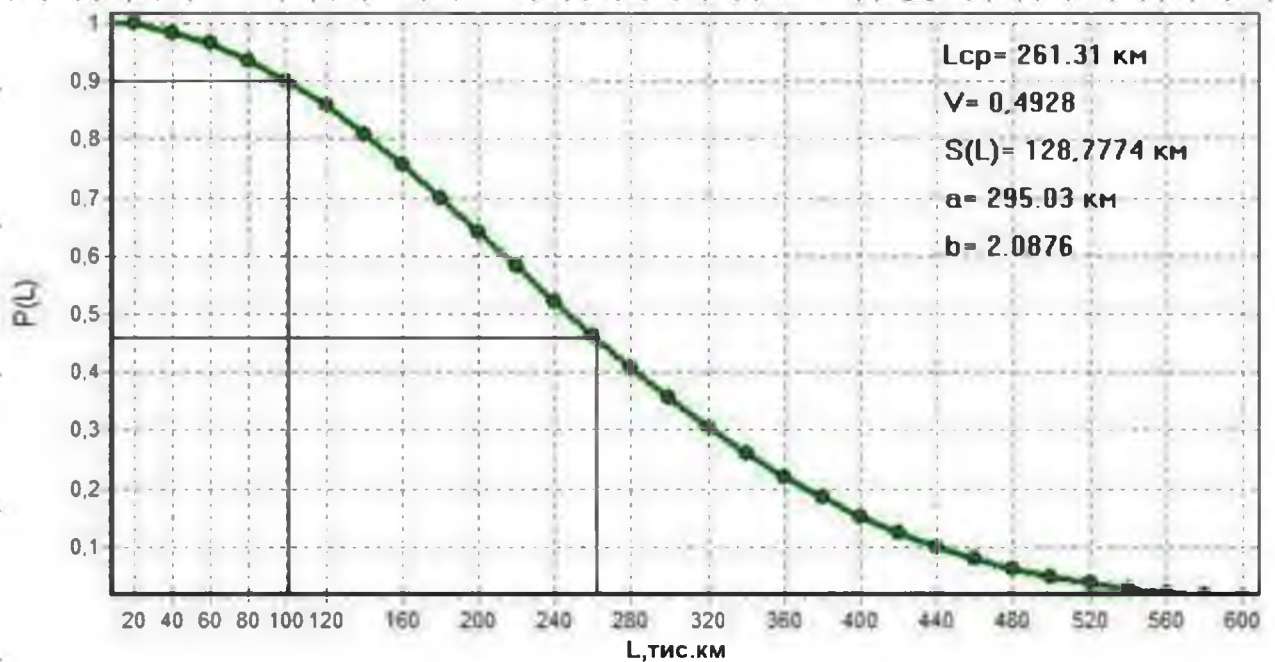


Рис. 37 – Ймовірність безвідмовної роботи ременя генератора

НУБІП України

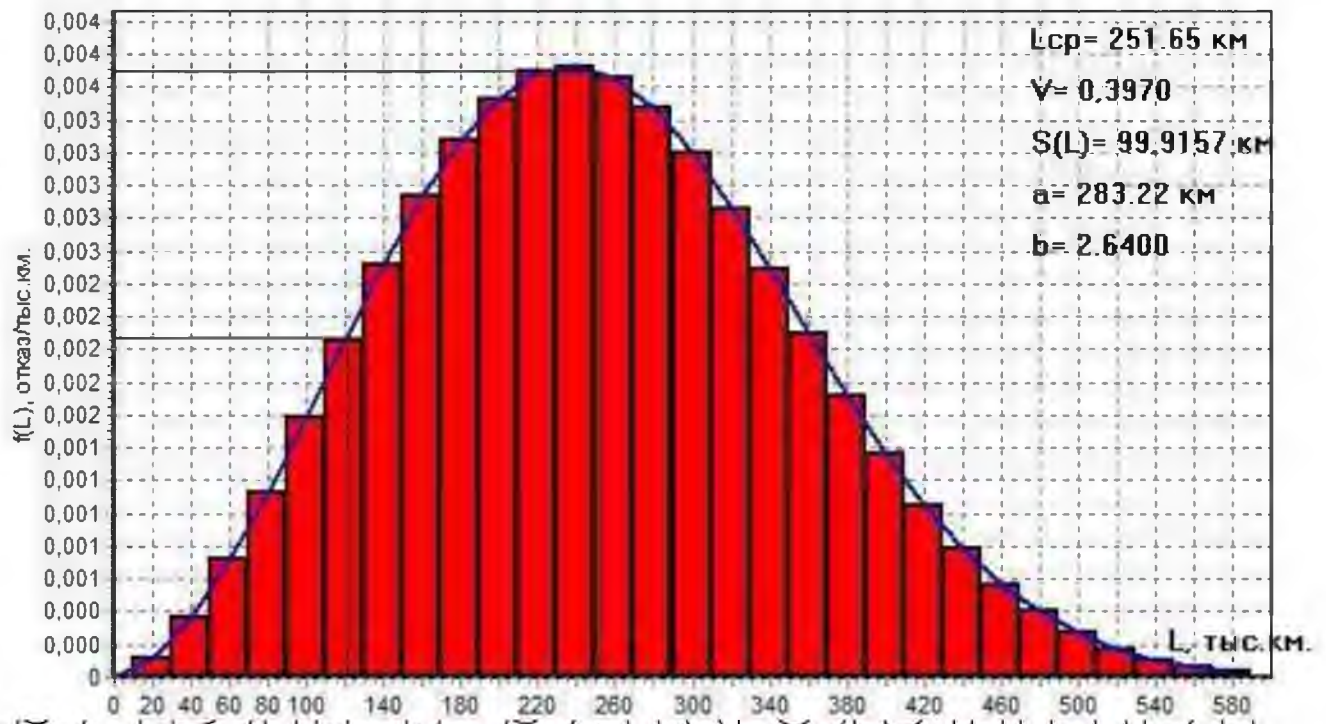


Рис. 38 Щільність розподілу відмов генератора

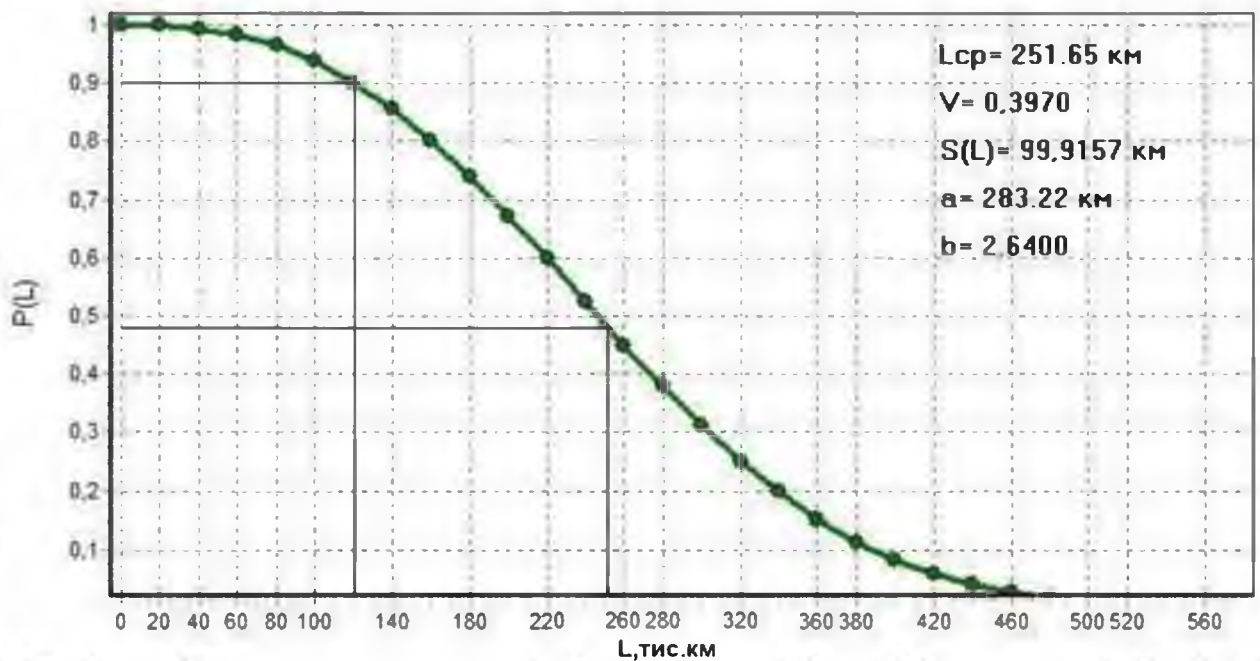


Рис. 39 Ймовірність безвідмовної роботи генератора

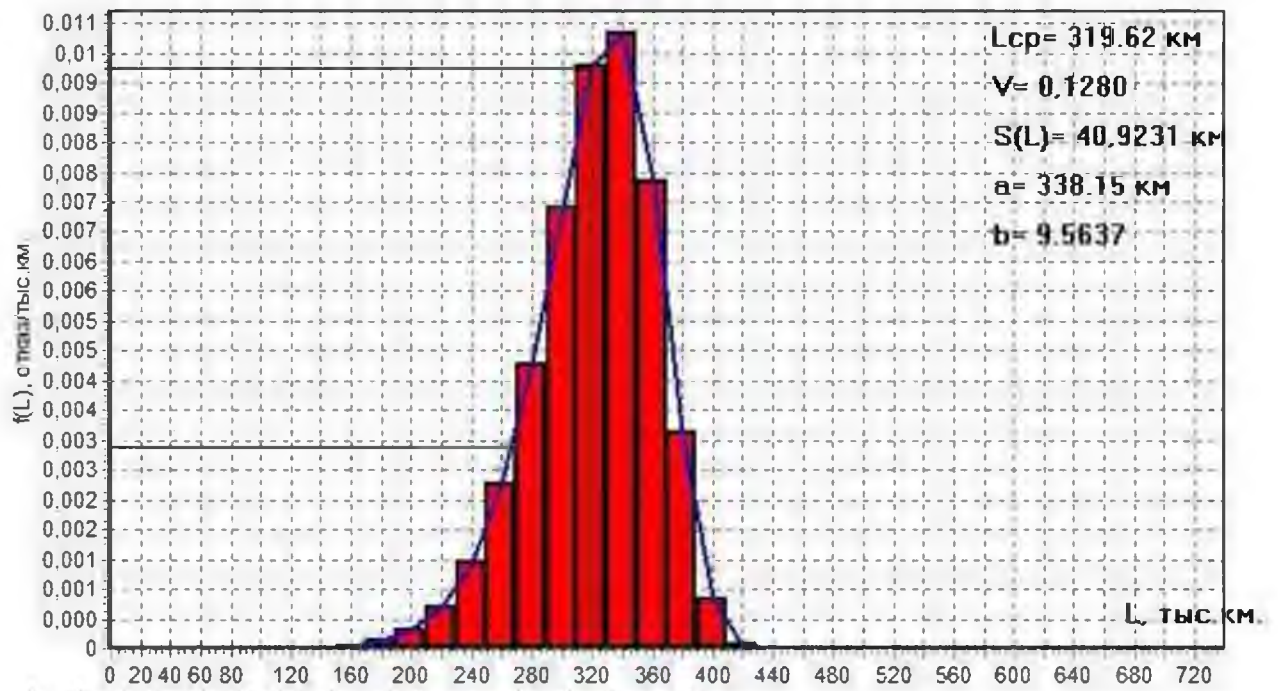


Рис. 40 – Щільність розподілу відмов кільця поршнів

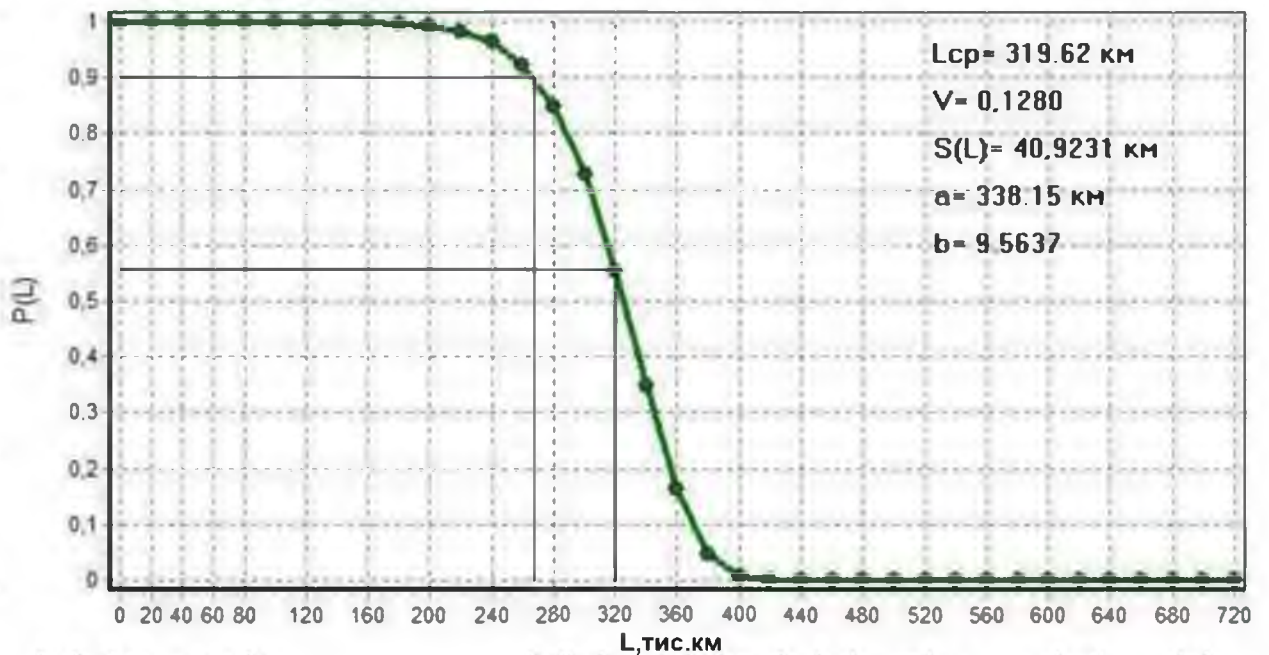


Рис. 41 – Ймовірність безвідмовної роботи кільця поршнів

НУБІП України

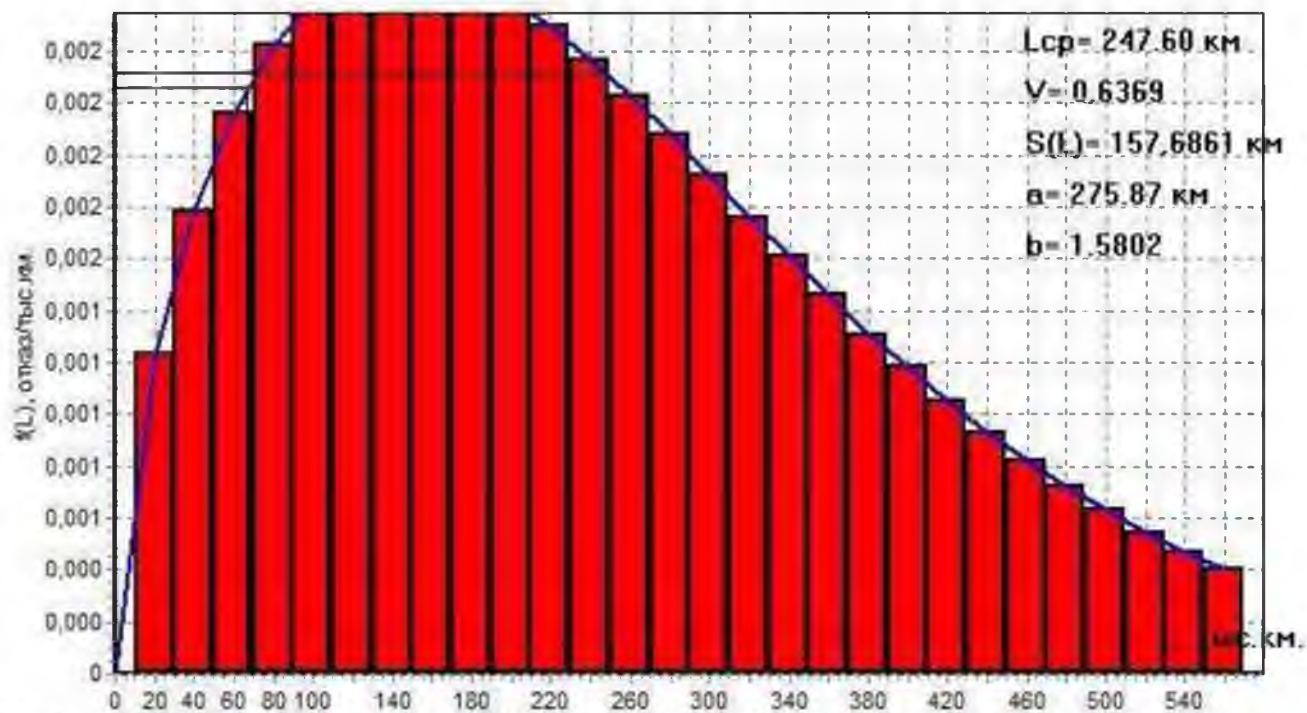


Рис. 42 – Щільність розподілу відмов шлангів компресора

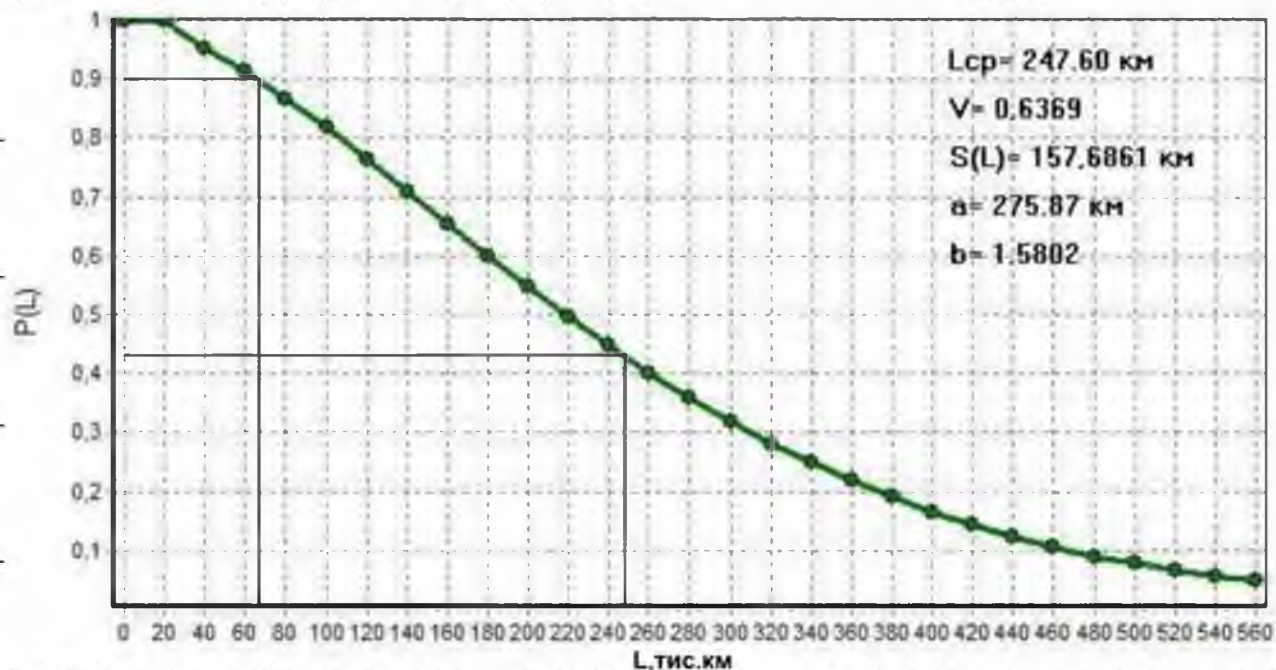


Рис. 43 – Ймовірність безвідмовної роботи шлангів компресора

НУБІП України

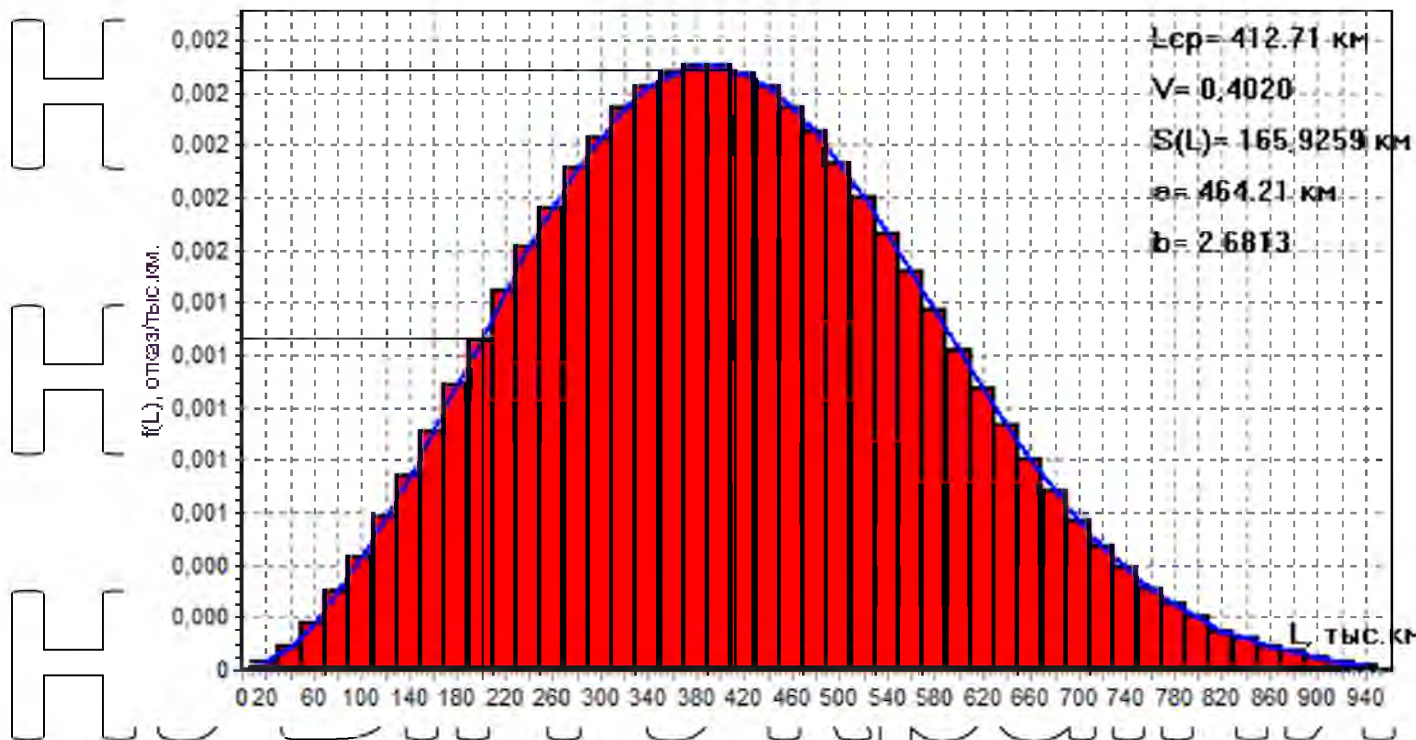


Рис. 44 – Щільність розподілу відмов наконечників рульових тяг



Рис. 45 – Ймовірність безвідмовної роботи рульових наконечників. тяг

НУБІП України

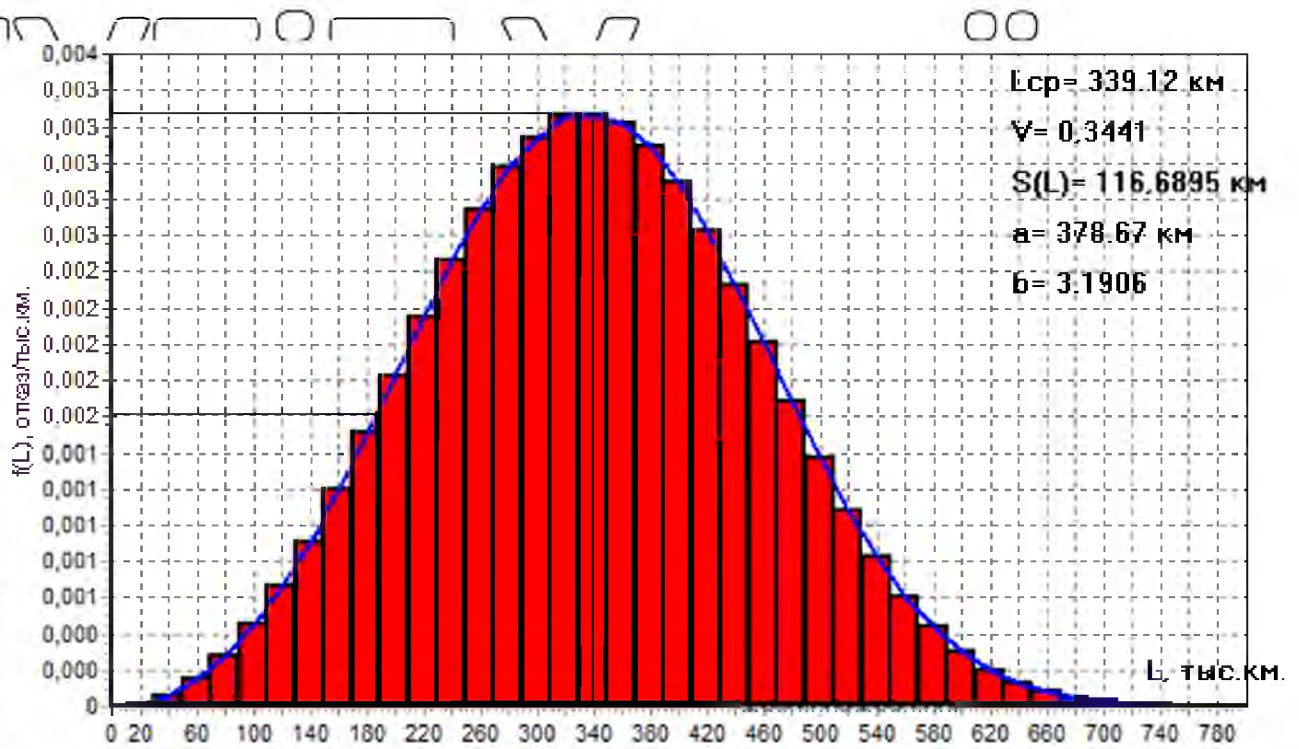


Рис. 46 – Щільність розподілу відмов патрубків РУ

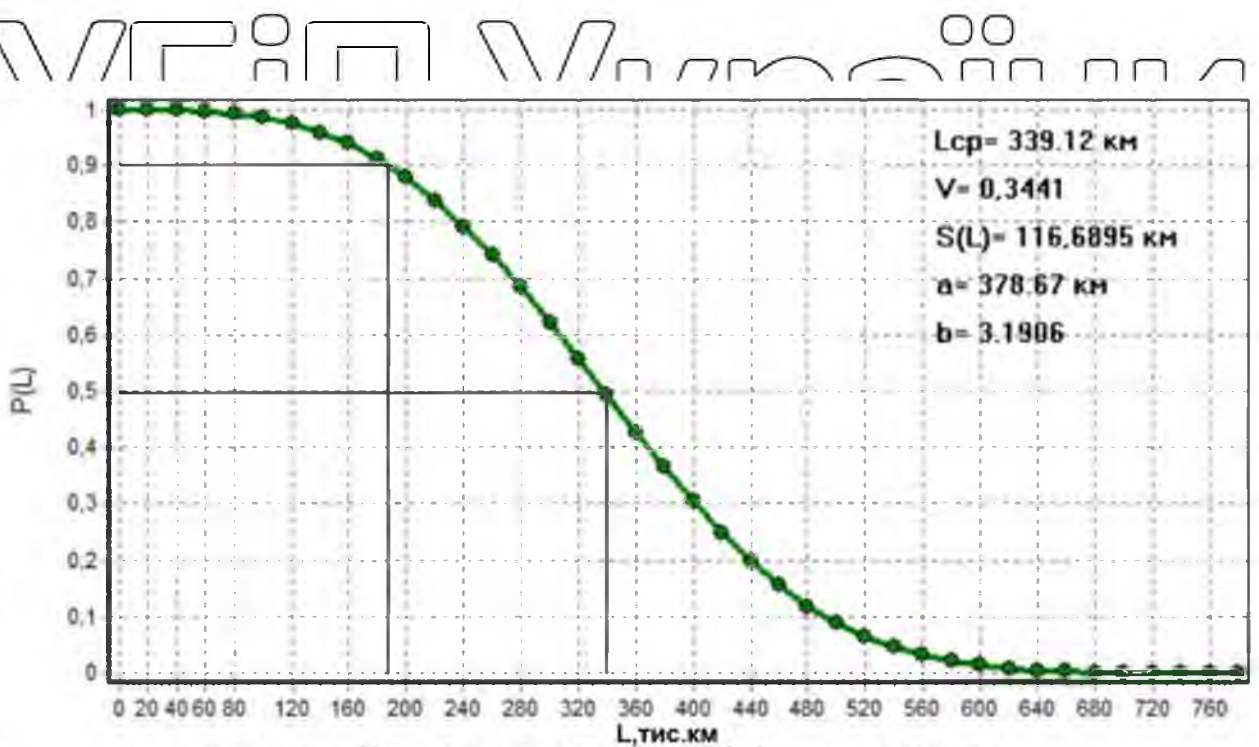


Рис. 47 – Ймовірність безвідмовних патрубків РУ

НУБІП України

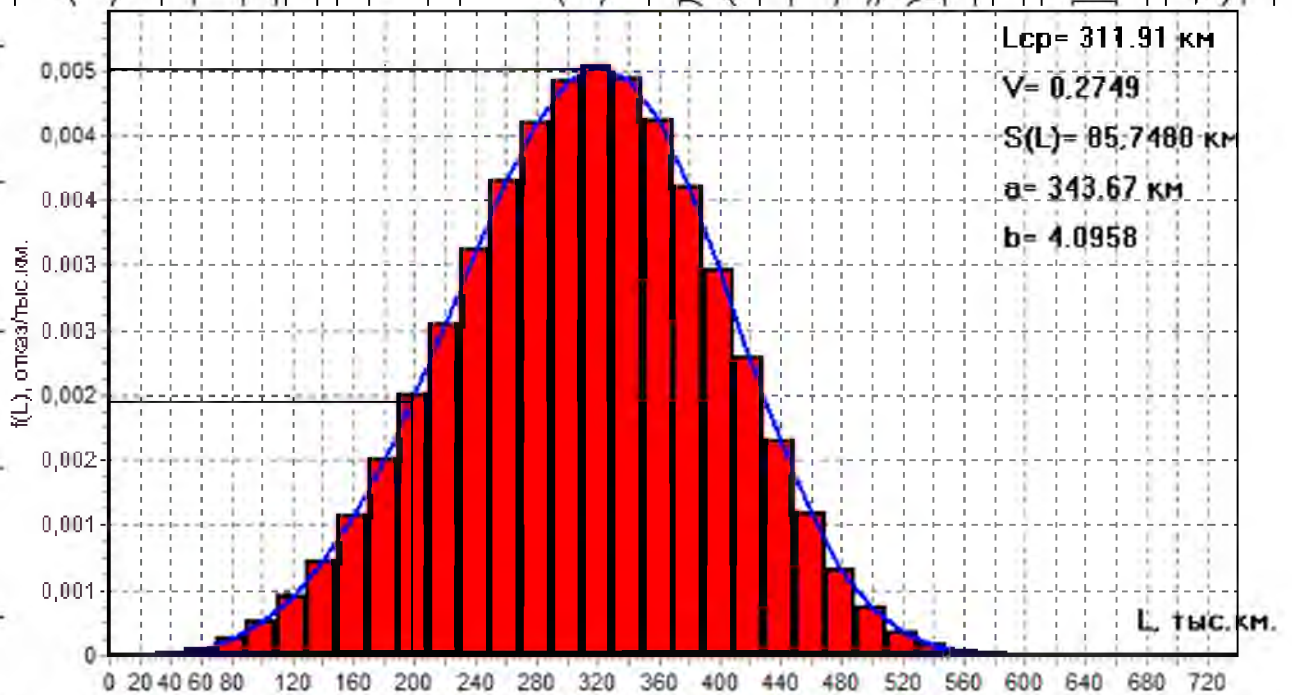


Рис. 48 – Щільність розподілу відмов рульового кардана

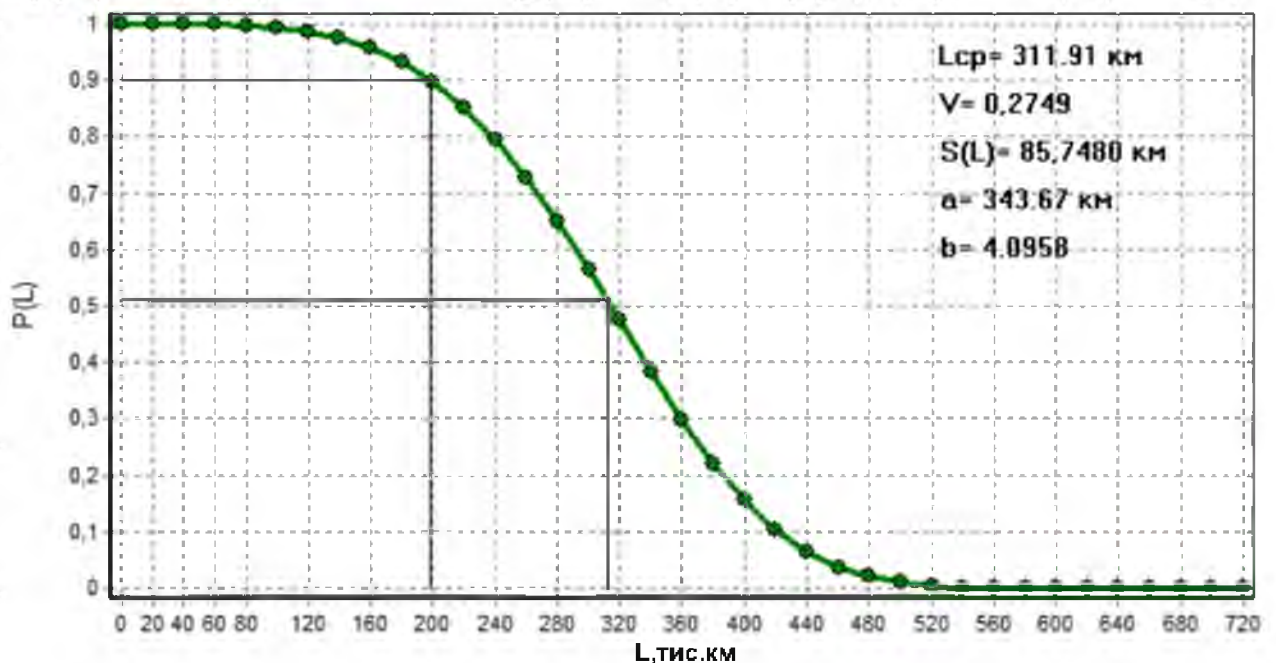


Рис. 49 – Ймовірність безвідмовної роботи кермового кардана

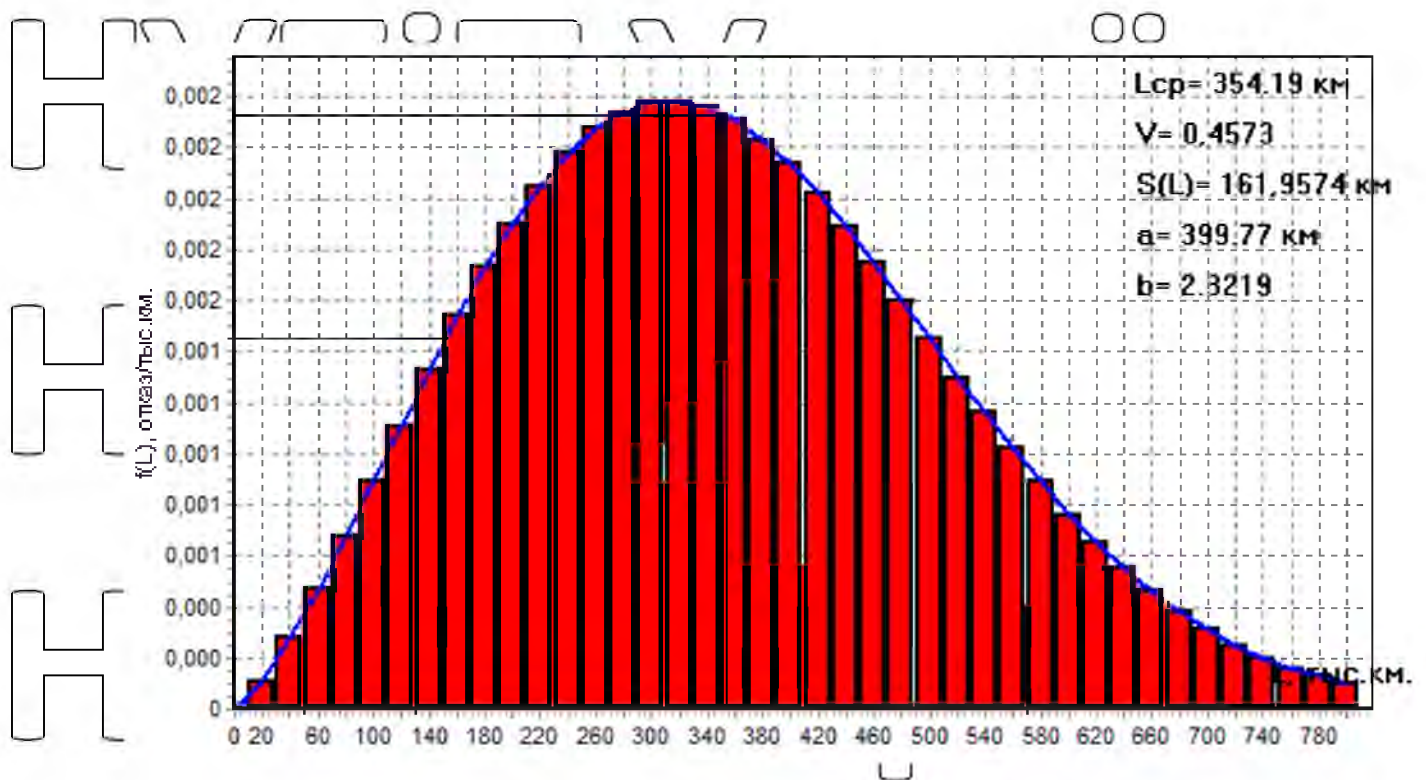


Рис. 50 – Щільність розподілу відмов рульового механізму

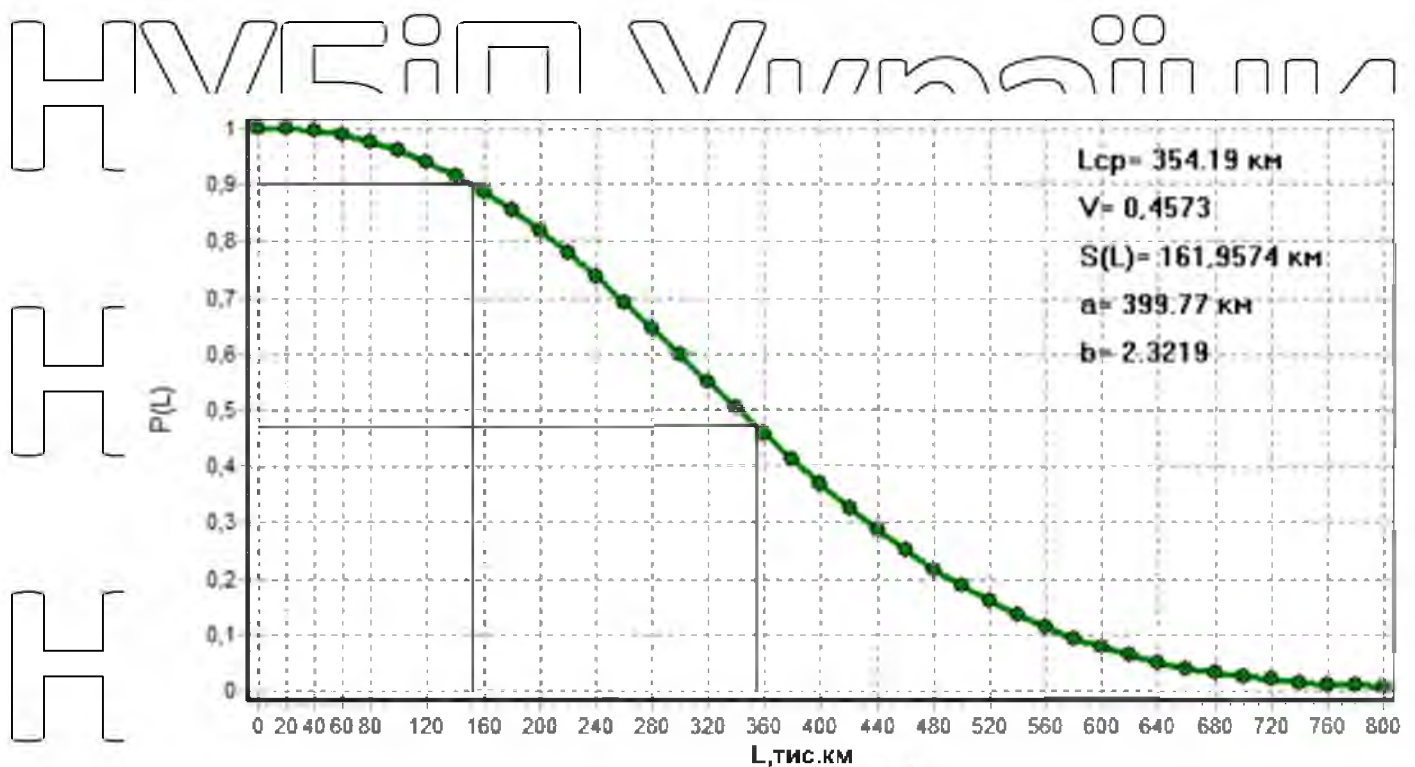


Рис. 51 – Ймовірність безвідмовної роботи рульового механізму

НУБІП України

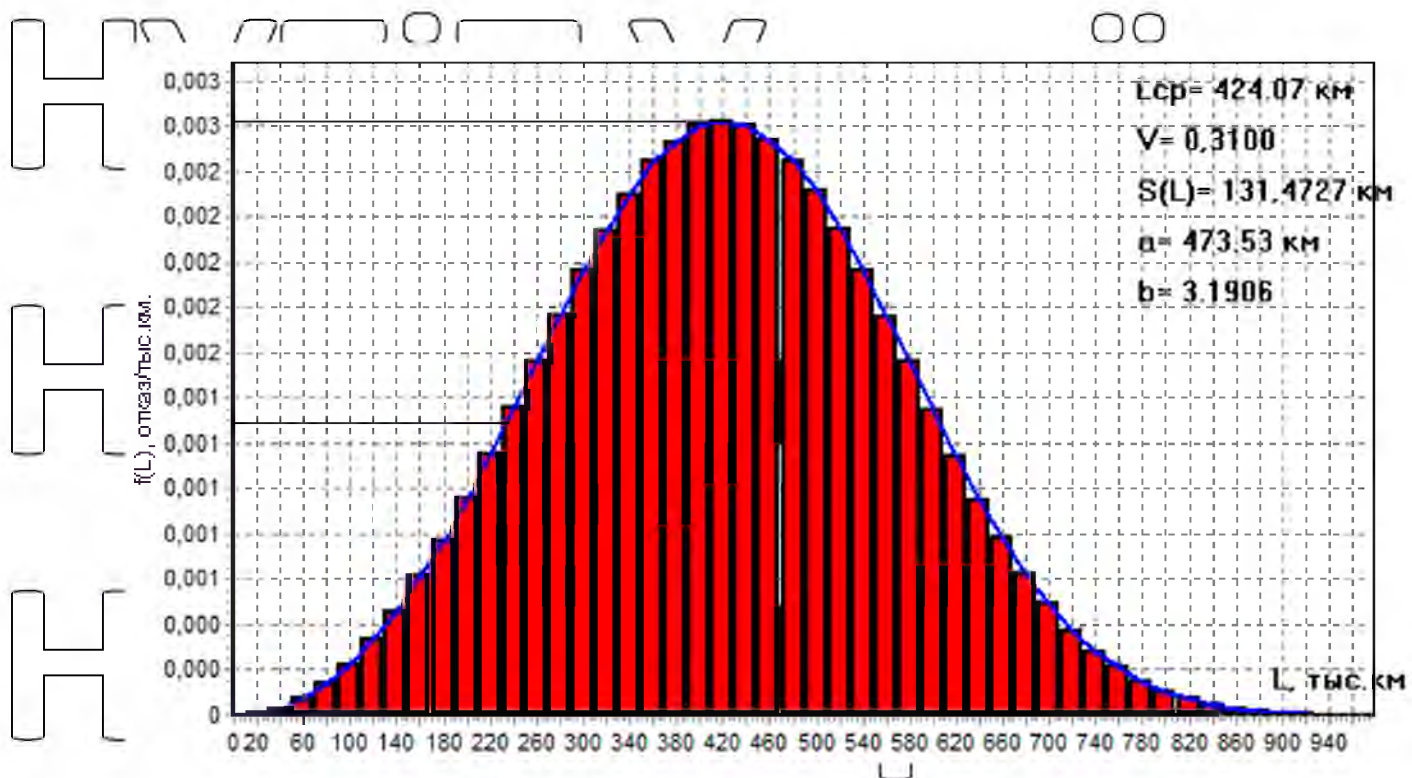


Рис. 52 – Щільність розподілу відмов рульових тяг

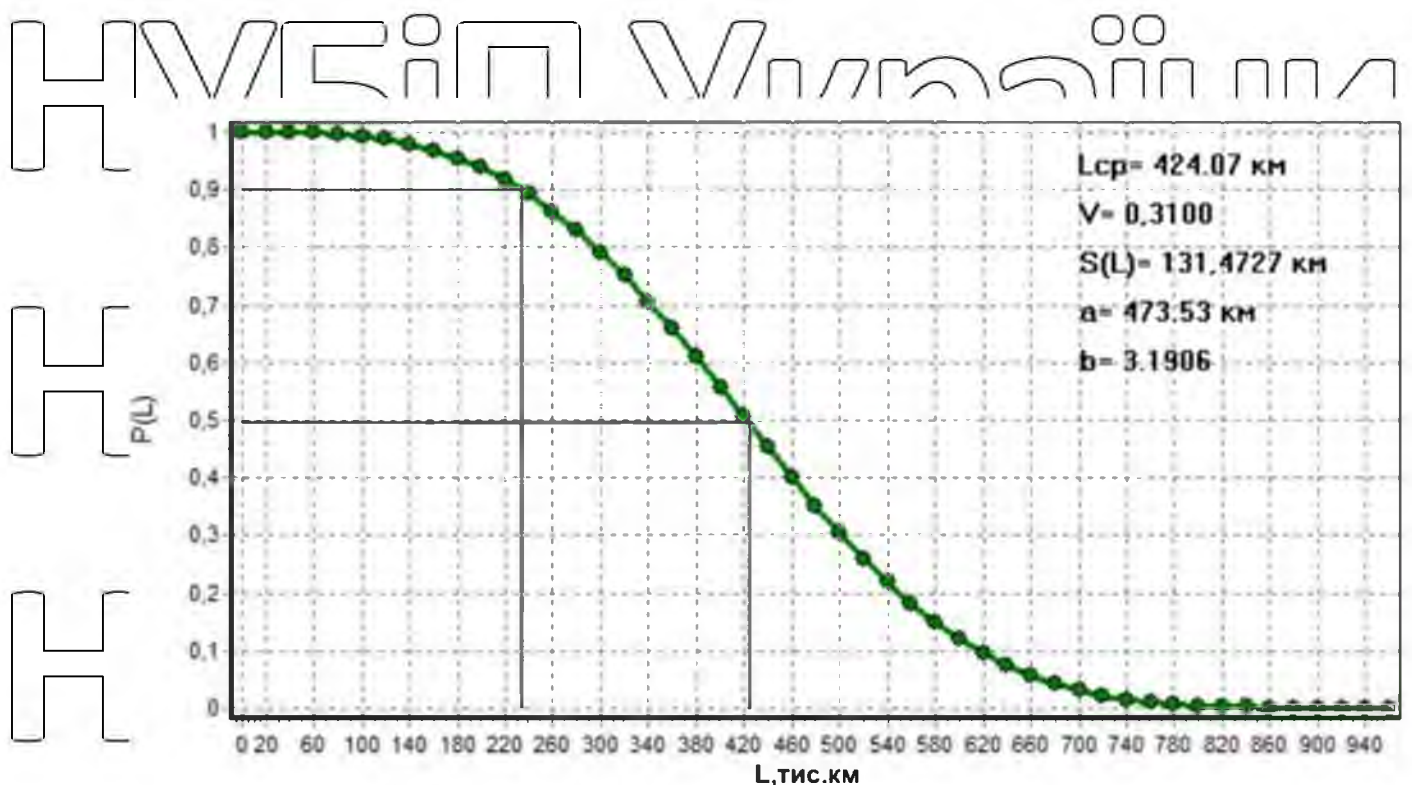


Рис. 53 – Ймовірність безвідмовної роботи кермових тяг

НУБІП України

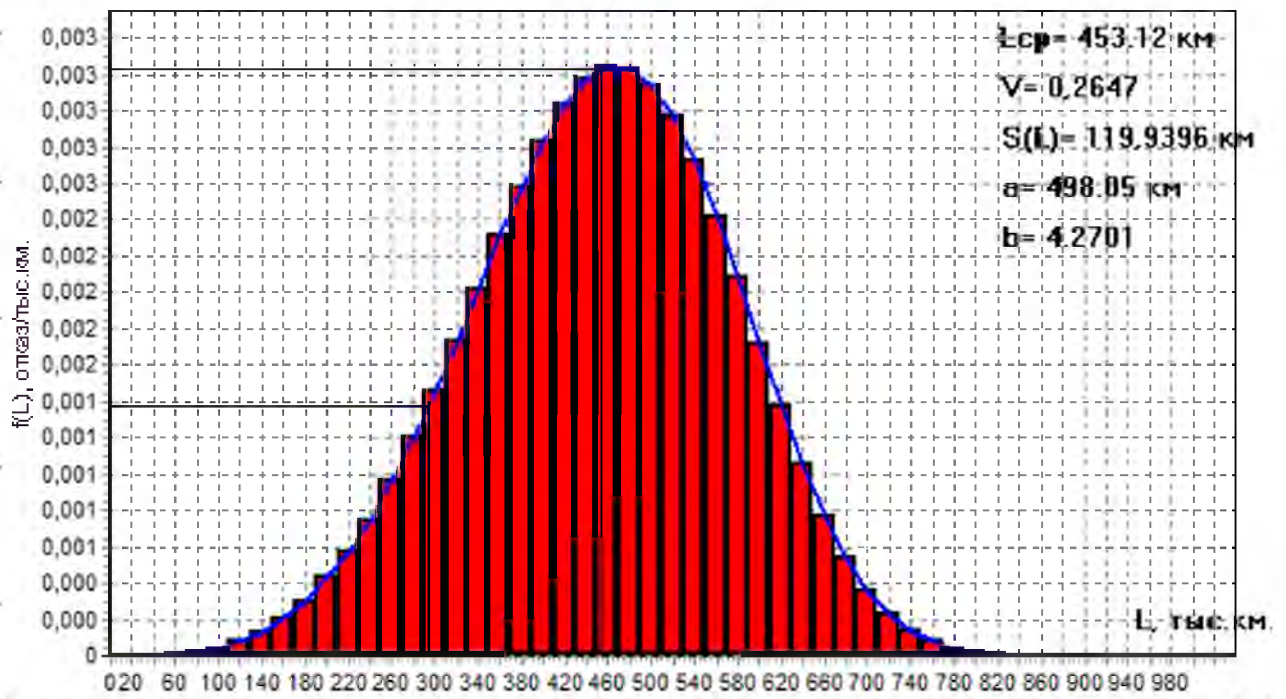


Рис. 54 Щільність розподілу відмов силового циліндра

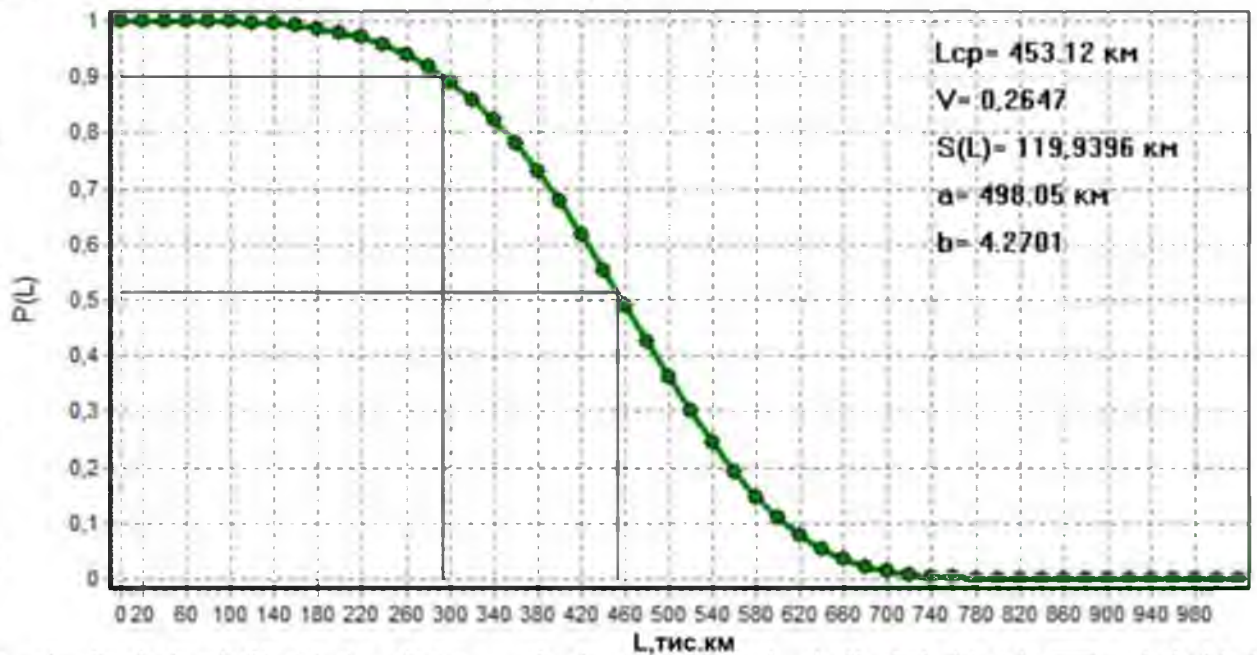


Рис. 55 Ймовірність безвідмовної роботи силового циліндра

НУБІП України

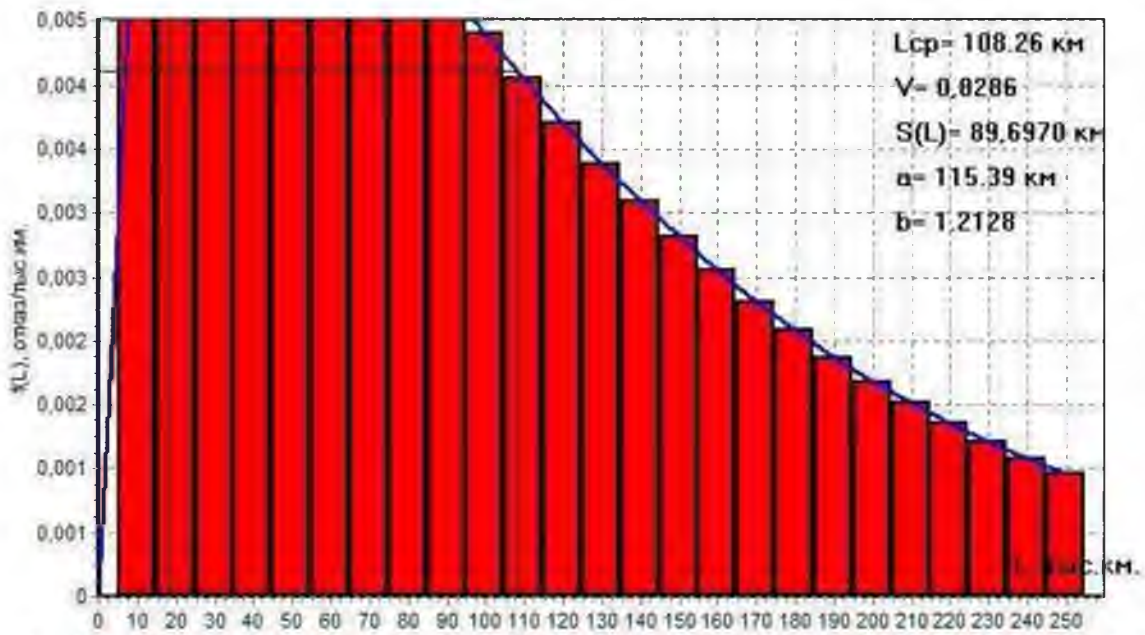


Рис. 56 – Щільність розподілу відмов гальмівного шланга

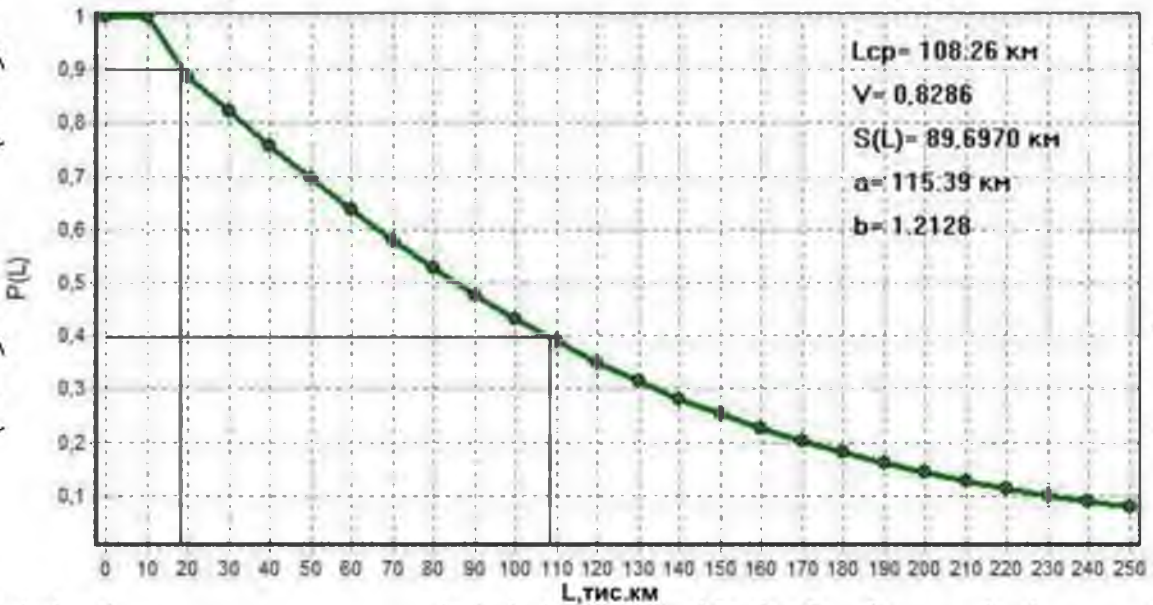


Рис. 57 – Ймовірність безвідмовної роботи гальмівного шланга

НУ

НУ

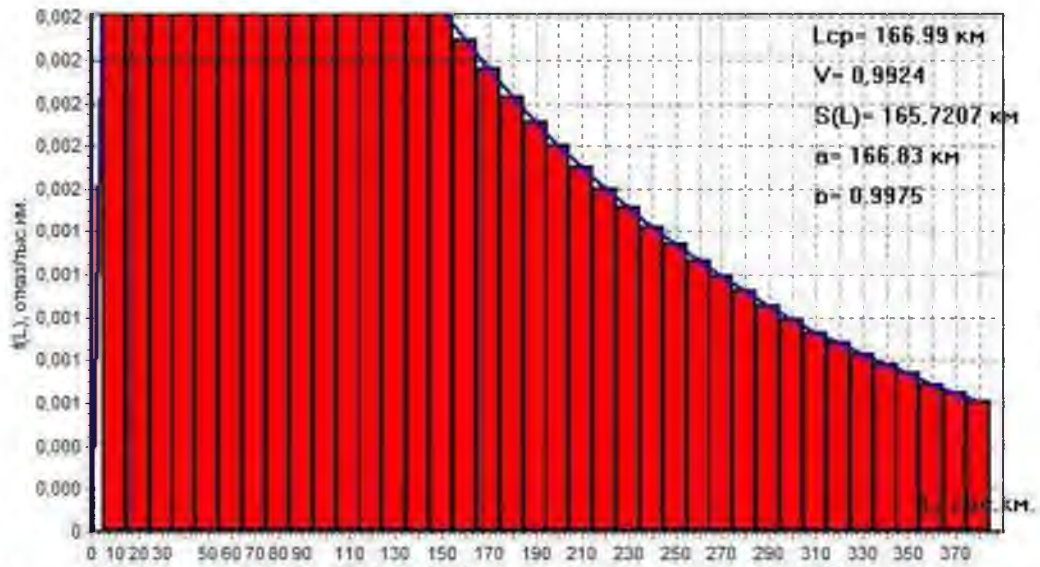


Рис. 58 – Щільність розподілу відмов регулювального важеля

НУБІП України

Н

Н

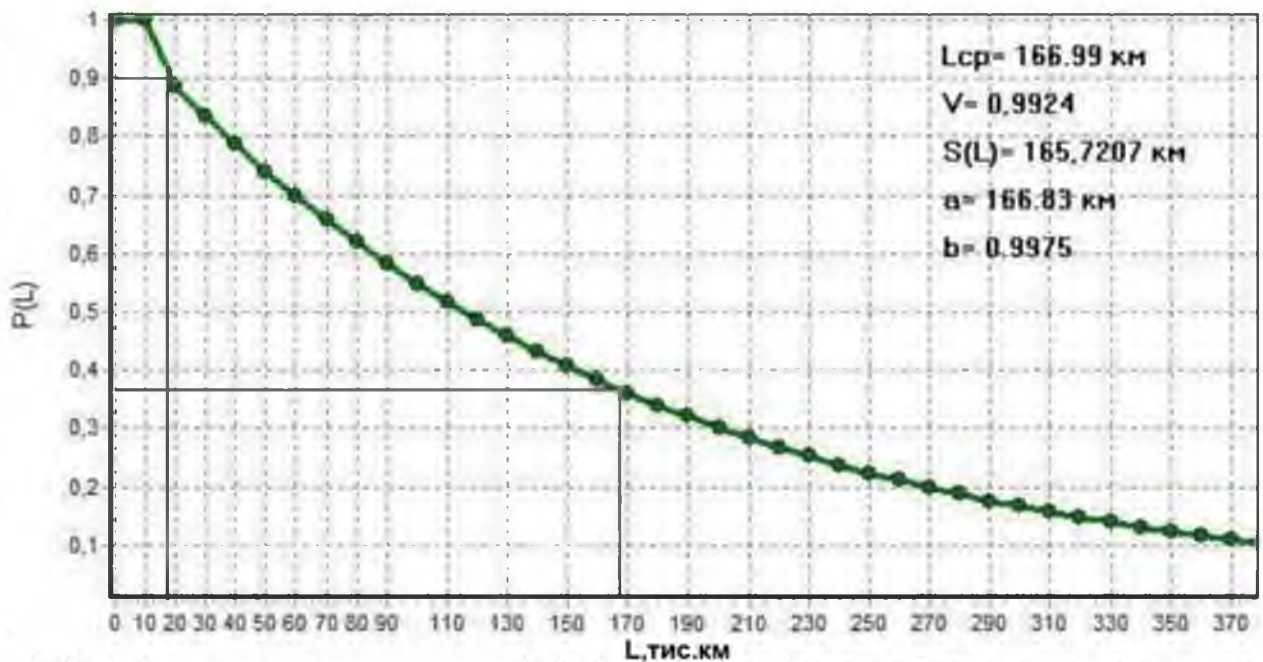


Рис. 59 – Ймовірність безвідмовної роботи регулювального важеля

НУБІП України

НУБІП України

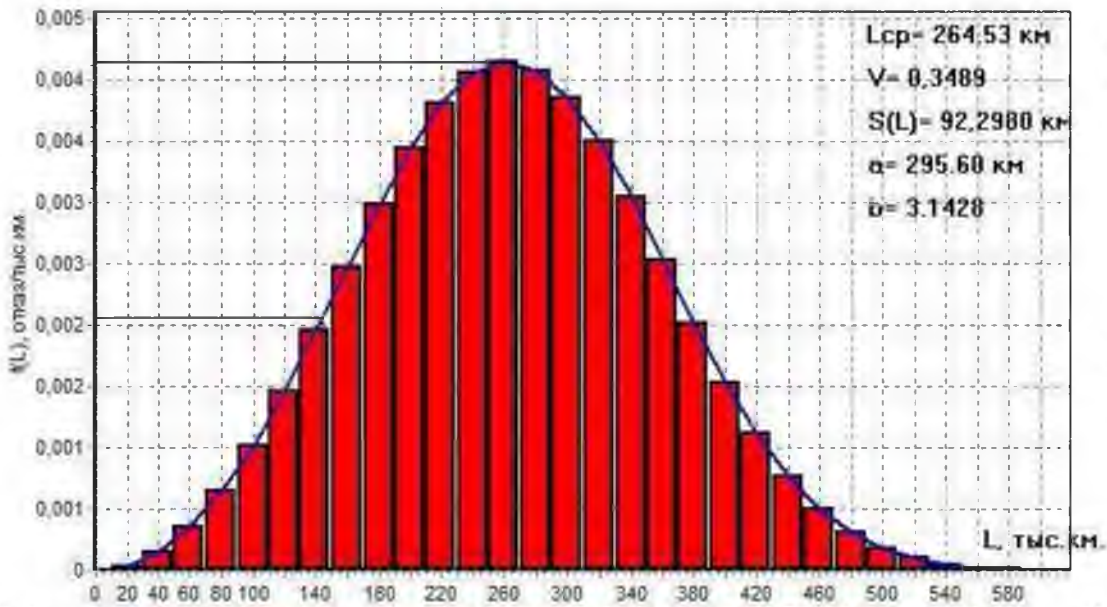


Рис. 60 – Щільність розподілу відмов фільтру осушувача

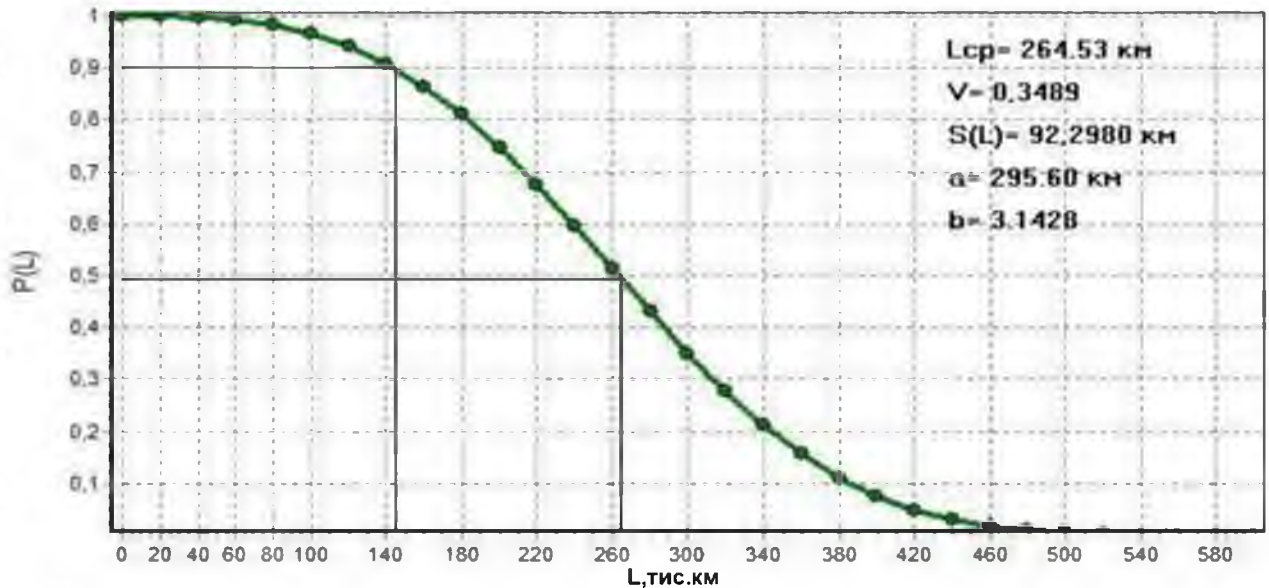


Рис. 61 – Ймовірність безвідмовної роботи фільтру осушувача

6. ФОРМУВАННЯ КАРТКИ БЕЗВІДМОВНОСТІ

На основі отриманих варіаційних рядів представляється можливість визначити показники безвідмовності, довговічності відповідного елемента.

Докладніші зображення карти безвідмовності представлені в додатку А.

Для цього скористаємося програмою ЕОМ «Оцінка показників надійності» в якій робимо послідовний розрахунок показників довговічності, критерію Пірсона та показників безвідмовності кожного варіаційного ряду.

Використовуючи графіки ймовірності безвідмовної роботи для кожного елемента паливної системи зробимо формування карти безвідмовності. Карта

безвідмовності є об'єднанням графіків ймовірності безвідмовної роботи до першої та наступних заміन елементів, із зазначенням місця їх розташування на автомобілі.

6.1 Приклад розрахунку системи профілактики як СМО

Проведення дослідження передбачає виконання наступних пунктів:

- оптимізація системи профілактики як СМО (Розрахунок);
- висновки, побудова графіків.

на підставі даних накопичених в течія кількох років МАДІ та СФУ було визначено характеристики надійності вантажного АТЗ (таблиця 7).

Таблиця 7 – Технічний регламент профілактики автобусів МАЗ-103

№ п/п	Найменування (агрегата, вузла, механізму, № РТВ)	$\omega(L)$, відмова / тис.км.	тсрі, люд. / год
1	РТВ-1	0,01	3
2	РТВ-2	0,0046	12,5
3	РТВ-3	0,0031	50,4
4	РТВ-4	0,0023	4
5	РТВ-5	0,0018	6
	РАЗОМ	0,0218	75,9

Грунтуючись на цих даних, зробимо розрахунок числа постів (Каналів) обслуговування.

Прийmemo дані необхідні для розрахунку:

Таблиця 8 – Вихідні дані для розрахунку оптимізації.

Найменування	Значення
число автомобілів по списку	$A_c = 93$ од.
середньодобовий пробіг	$L_{cc} = 200$ км.
ймовірність безвідмовної роботи АТЗ	$P(L) = 0,8$
коефіцієнт одночасності усунення відмови при одному обслуговуванні	$k_r = 1,25$
Роздільна здатність діагностики	$P_d = 0,8$
коефіцієнт зниження трудомісткості при діагностиці	$K_n = 0,9$
коефіцієнт збільшення трудомісткості через втрати за умовами праці	$K_t = 1,3$
поправочний експлуатаційний коефіцієнт	$K_o = 0,9$

Визначимо кількість вимог які надходять до системи профілактики:

$$N_{Ci1} = \frac{\omega(L) \cdot A_c \cdot L_{CC}}{P(L) \cdot k_r \cdot P_d} = \frac{0.00001 \cdot 93 \cdot 200}{0.8 \cdot 1.25 \cdot 0.8} = 0.242$$

$$N_{Ci2} = \frac{\omega(L) \cdot A_c \cdot L_{CC}}{P(L) \cdot k_r \cdot P_d} = \frac{0.0000046 \cdot 93 \cdot 200}{0.8 \cdot 1.25 \cdot 0.8} = 0.111$$

$$N_{Ci3} = \frac{\omega(L) \cdot A_c \cdot L_{CC}}{P(L) \cdot k_r \cdot P_d} = \frac{0.0000031 \cdot 93 \cdot 200}{0.8 \cdot 1.25 \cdot 0.8} = 0.075$$

$$N_{Ci4} = \frac{\omega(L) \cdot A_c \cdot L_{CC}}{P(L) \cdot k_r \cdot P_d} = \frac{0.0000023 \cdot 93 \cdot 200}{0.8 \cdot 1.25 \cdot 0.8} = 0.055$$

$$N_{Ci5} = \frac{\omega(L) \cdot A_c \cdot L_{CC}}{P(L) \cdot k_r \cdot P_d} = \frac{0.0000018 \cdot 93 \cdot 200}{0.8 \cdot 1.25 \cdot 0.8} = 0.043$$

Зробимо розрахунок при $T_{CM} = 8$.

Визначимо тривалість обслуговування:

$$t_{PTB-1}^* = \frac{\tau_{CPj} \cdot K_t \cdot K_n \cdot K_o}{P_n} = \frac{3 \cdot 0.9 \cdot 1.3 \cdot 0.9}{2} = 1.57$$

$$t_{PTB-2}^* = \frac{\tau_{CPj} \cdot K_t \cdot K_n \cdot K_o}{P_n} = \frac{12.5 \cdot 0.9 \cdot 1.3 \cdot 0.9}{2} = 6.5$$

$$t_{PTB-3}^* = \frac{\tau_{CPj} \cdot K_t \cdot K_n \cdot K_o}{P_n} = \frac{50.4 \cdot 0.9 \cdot 1.3 \cdot 0.9}{2} = 26.5$$

$$t_{PTB-4}^* = \frac{\tau_{CPJ} \cdot K_t \cdot K_n \cdot K_o}{P_n} = \frac{4 \cdot 0.9 \cdot 1.3 \cdot 0.9}{2} = 2.1$$

$$t_{PTB-4}^* = \frac{\tau_{CPJ} \cdot K_t \cdot K_n \cdot K_o}{P_n} = \frac{6 \cdot 0.9 \cdot 1.3 \cdot 0.9}{2} = 3.1$$

Інтенсивність обслуговування визначимо, як:

$$\mu_{PTB-1} = \frac{8}{t_{PTB-1}^*} = \frac{8}{1.57} = 5.1$$

$$\mu_{PTB-2} = \frac{8}{t_{PTB-2}^*} = \frac{8}{6.5} = 1.2$$

$$\mu_{PTB-3} = \frac{8}{t_{PTB-3}^*} = \frac{8}{26.5} = 0.3$$

$$\mu_{PTB-4} = \frac{8}{t_{PTB-4}^*} = \frac{8}{2.1} = 3.7$$

$$\mu_{PTB-5} = \frac{8}{t_{PTB-5}^*} = \frac{8}{3.1} = 2.5$$

Тоді приведена щільність потоку вимог розрахуємо, як:

$$\rho_{PTB-1} = \frac{N_{ci1}}{\mu} = \frac{0.242}{5.1} = 0.04$$

$$\rho_{PTB-2} = \frac{N_{ci2}}{\mu} = \frac{0.11}{1.2} = 0.09$$

$$\rho_{PTB-3} = \frac{N_{ci3}}{\mu} = \frac{0.075}{0.03} = 0.24$$

$$\rho_{PTB-4} = \frac{N_{ci4}}{\mu} = \frac{0.055}{3.7} = 0.014$$

$$\rho_{PTB-5} = \frac{N_{ci5}}{\mu} = \frac{0.055}{2.5} = 0.017$$

Згідно з умовою, мінімальна кількість постів (каналів) обслуговування

приймемо для всіх РТВ: $X_{\min} = 1$, так як наведена щільність РТВ-1-РТВ-5 не більше 1, то доцільно об'єднати виконання цих робіт на 1 посту, при цьому визначивши 1 особу на 1 пост.

Для визначення параметрів продуктивності системи визначимо:

- коефіцієнт завантаження постів/обслуговування

$$\alpha_{3PTB-1,2,3,4,5} = \frac{\rho}{X} = \frac{0.84}{1} = 0.84$$

Імовірність, що всі пости вільні:

оскільки $\alpha_3 < 1$, то розрахунок зробимо за формулі:

$$P_{0PTB-1,2,3,4,5} = \left[1 + \sum_{k=1}^{X-1} \frac{\rho^k}{k!} + \frac{\rho^X}{(X-\rho)(X-1)!} \right]^{-1}$$

$$P_{0PTB-1,2,3,4,5} = \left[1 + \frac{0.84^1}{1!} + \frac{0.84^2}{2!} + \frac{0.84^3}{3!} + \frac{0.84^4}{(1-0.84)(4-1)!} \right]^{-1}$$

$$= [1 + 0.84 + 0.84 + 0.84 + 0.84]^{-1} = 0.038$$

Імовірність, що всі пости зайняті:

оскільки $\alpha_3 < 1$, то розрахунок зробимо за формулі:

$$P = P_0 \frac{\rho^X}{(X-1)!(X-\rho)}$$

$$P_{PTB1} = P_0 \frac{\rho^X}{(X-1)!(X-\rho)} = 0.038 \frac{0.84^4}{(1-1)!(1-0.84)} = 0.5$$

Довжина черги визначиться за формулі:

так як $\alpha_3 < 1$

$$M_X = 0$$

Середня кількість вільних постів:

оскільки $\alpha_3 < 1$, то розрахунок зробимо за формулі:

$$X_{CB} = X - \rho$$

$$X_{CBPTB-1,2,3,4,5} = 1 - 0.84 = 0.16$$

ВИСНОВКИ

В результаті виконання роботи було досягнуто поставлену мету та завдання:

1. Удосконалено технологію відмов ТЗ.
2. Удосконалено модель розрахунку для нормованих показників надійності, безвідмовності та довговічності.
3. Створено нормативно-технологічну карту потреби запасних частин системи профілактики.
4. Запропоновано новий спосіб формування потреби запасних частин з урахуванням різних стратегій: регламентна, поелементна та групова, та коштів діагностики
5. Розроблено способи та методи прогнозування, що дозволяють оцінити потребу запасних частин на розрахункових інтервалах технічного ресурсу з моменту введення автобусів в експлуатацію до граничного стану.

Оцінювання показників надійності в результаті дослідження показує вплив властивостей надійності автомобілів на техніко-економічні показники системи профілактики.

Для ефективного керування товарно-матеріальними цінностями запропоновано поділ номенклатури методом ABC по вартісному показнику.

Вибір саме вартісного показника дозволить виявити самі дорогі товари, куди необхідно звернути увагу. Необхідно виявити причини витрати цих дорогих запасів, за показниками надійності, оцінити причини витрати даної кількості ТМЦ та за можливості вжити заходів щодо реорганізації номенклатури груп. На додаток до вищевикладеному необхідно застосувати поповнення ТМЦ метод XYZ. Даний метод дозволить спростити систему збору даних про витрату та придбання ТМЦ.

6. Роблячи остаточні висновки, слід зазначити, що високоефективна організація роботи з ТМЦ на даний час можлива лише за умови системної організації збору, управління запасами на основі наукових методів, комп'ютеризації статистики, аналізу, прогнозу, обробки всієї документації, що дозволяє не тільки оптимізувати запаси, знизити витрати на зберігання товарів, а й значно прискорити обслуговування заявок.

СПИСОК ВИКОРИСТАНОЇ ЛІТЕРАТУРИ

1. Аулін В. В., Гриньків А. В. Методика вибору діагностичних параметрів технічного стану 248 транспортних засобів на основі теорії сенситивів. Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. 2016. №5. С. 109–116.

2. Аулін В. В., Гриньків А. В. Проблеми і задачі ефективності системи технічної експлуатації мобільної сільськогосподарської та автотранспортної техніки. Вісник Житомирського державного технологічного університету. Серія технічні науки. 2016. №2 (77). С. 36–41.

3. Аулін В. В., Гриньків А. В. Проблеми і задачі ефективності системи технічної експлуатації мобільної сільськогосподарської та автотранспортної техніки. Вісник Житомирського державного технологічного університету. Серія технічні науки. 2016. №2 (77). С. 36–41.

4. Аулін В. В., Гриньків А. В. Теоретичне обґрунтування моментів контролю технічного стану систем і агрегатів засобів транспорту. Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів. 2017. №8. С. 9–20.

5. Аулін В. В., Гриньків А. В., Замота Т. М. Забезпечення та підвищення експлуатаційної надійності транспортних засобів на основі використання методів теорії чутливості. Вісник інженерної академії України. 2015. №3. С. 66–72.

6. Аулін В. В., Лисенко С. В., Голуб Д. В., Гриньків А. В., Мартиненко О. Д. Теоретико-фізичний підхід до діагностичної інформації про технічний стан агрегатів мобільної сільськогосподарської техніки. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства. Харків. 2015. Вип. 158. С. 252–262.

7. Аулін В. В., Лисенко С. В., Кузик О. В., Гриньків А. В., Голуб Д. В. Трибофізичні основи підвищення надійності мобільної сільськогосподарської та автотранспортної техніки технологіями триботехнічного відновлення: монографія. Кропивницький. 2016. 304 с.

8. Булгаков, Н. Ф., Коваленко, Ст. Ст., Шалімов, С. М. Модель проектування технічного регламенту профілактики складних систем (на прикладі експлуатації міського пасажирського транспорту Сибіру) / Н. Ф. Булгаков, Ст. Ст. Коваленко, С. н. Шалімов // Сучасні проблеми науки та освіти. - 2012. - №5. - 20 с.

5. Булгаков, Н. Ф., Коваленко, В. В., Шалімов, С. М. Модель проектування технічного регламенту профілактики складних систем (на приклад експлуатації міського пасажирського транспорту) // Сучасні проблеми науки та освіти. - 2012. - № 5; URL: <http://www.science-education.ua/105-7277> (дата звернення: 26.10.2012).

9. Булгаков, Н. Ф., Коваленко В. В., Шалімов С. М. про державну реєстрацію програми для ЕОМ №2007613059 “Модель автоматизованого управління інформаційним забезпеченням системи профілактики”, заг. 06.07.2010 р. – 1с.

10. Боднар Є. Б. Підвищення експлуатаційної надійності локомотивів шляхом впровадження раціональної системи утримування: Дис... канд. техн. наук 05.22.07 рухомий склад залізниць та тяга поїздів. Дніпропетровський національний університет залізничного транспорту імені академіка В. Лазаряна. Харків, 2004. 161 с.

11. Бойко А. І. Тенденції розвитку вітчизняного сільськогосподарського машинобудування і проблем забезпечення надійності машин. Науковий вісник Національного аграрного університету. Київ. НАУ, 2004. Вип. 73. Ч. 2. С. 181–183.

12. Бойко Ю. Ф. Исследование и обоснование технологического процесса технического обслуживания трактора сельскохозяйственного назначения (на примере трактора Т-40А). Автореф. дис... канд. техн. наук 05.20.03 эксплуатация и ремонт сельскохозяйственных машин и орудий. Государственный всесоюзный научно-исследовательский технологический институт ремонта и эксплуатации машинно-тракторного парка. Москва, 1977. 19 с.

13. Бондаренко В. В. Удосконалення технології технічного обслуговування та діагностування електрообладнання пасажирських вагонів.

Дис... канд. техн. наук 05.22.07 рухомий склад залізниць та тяга поїздів.
Українська державна академія залізничного транспорту, Харків, 2002. 194 с.

14. Боузаїєне Меккі бен Салем. Удосконалення урахування впливу регіональних факторів на процес технічного обслуговування авіаційної техніки (на прикладі району Середземного моря): дис... канд. техн. наук: 05.22.20. Національний авіаційний ун-т. Київ, 2006. 186 с.

15. Броди С. М., Погосян И. А. Вложенные стохастические процессы в теории массового обслуживания. Київ. Наукова думка, 1973. 127 с.

16. Адамчук В. В. Стан наукового забезпечення механізації сільського господарства в Україні. Техніко-технологічні аспекти розвитку та випробування нової техніки і технологій для сільського господарства України. Дослідницьке: УкрНДПВТ ім. Л. Погорілого, 2009. Вип. 13, кн. 1. С. 21–29.

17. Гуков Я. С. Наукове забезпечення формування державної політики стосовно відтворення та оновлення матеріально-технічної бази агропромислових підприємств. Механізація та електрифікація сільського господарства, 2008. Вип. 92. С. 13–25.

18. Агєєва І. В. Розвиток системи інженерно-технічного обслуговування. Вісник Харківського національного технічного університету сільського господарства імені Петра Василенка. Харків, 2007. Вип. 54. С. 160–168.

19. Демко О. А. Вплив кваліфікації операторів на ефективність використання машин. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. 2009. Вип. 134, Ч.2. С. 159–169.

20. Васильєва Н. К. Економіко-математичне моделювання системного інноваційного оновлення аграрного виробництва : автореф. дис. на здобуття наук ступеня д-ра екон. наук : 08.00.11 Математичні методи, моделі та інформаційні технології в економіці. Київ, 2007. 36 с.

21. Войтюк В. Д. Техніко-технологічний розвиток системи сервісу енергонасиченої сільськогосподарської техніки : автореф. дис. на здобуття наук ступеня д-ра техн. наук : 05.05.11 Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва. Мелітополь, 2012. 39 с.

22. Волк М. О. Методи та засоби розподіленого імітаційного моделювання електронних систем: дис... канд. техн. наук 01.05.02 Математичне моделювання та обчислювальні методи. Харківський державний технічний університет радіоелектроніки. Харків, 1999. 189 с.

23. Волох О. П. Методика обґрунтування раціональних значень параметрів технічного обслуговування машин інженерного озброєння при їх використанні за призначенням: Дис... канд. техн. наук: 20.02.14 Озброєння і військова техніка. Військовий інженерний інститут Подільського державного аграрно-технічного університету. Кам'янець-Подільський, 2006. 175 с.

24. Грабко В. В. Методи і пристрої для технічної діагностики та автоматичного керування силовим електрообладнанням: дис... д-р техн. наук: 05.13.05 Елементи та пристрої обчислювальної техніки та систем керування. Вінницький національний технічний університет. Вінниця, 2004. 384 с.

25. Кузьмінський Р. Д. Системно-функціональні засади синтезу технологічних ліній і дільниць ремонту вузлів та агрегатів мобільної техніки рільництва : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра техн. наук : 05.05.11 Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва. Глеваха, 2013. 40 с.

26. Кухтов В. Г. Методи оцінки довговічності конструкцій шасі колісних тракторів: Дис... д-р техн. наук: 05.22.20 Експлуатація та ремонт засобів транспорту. Харківський національний автомобільно-дорожній університет. Харків, 2006. 329 с.

27. Булгаков Н.Ф., Коваленко В.В., Сіренко Л.М., М.А. Сисоєв, Свідоцтво про реєстрацію програми для ЕОМ №2007613059 “Модель статистичного оцінювання характеристик надійності та ефективності”, зареєстровано 17.07. 2007 р. – 1 с.

28. Булгаков Н.Ф., Коваленко В.В., Сіренко Л.Н. Свідоцтво №2009612900 від 4 червня 2009 р. “Модель проектування регламенту профілактики” -1 с.

29. Лобода А. В. Розробка організаційної структури забезпечення якості в автосервісі: Дис... канд. техн. наук: 05.13.22. Національний транспортний ун-т. Київ, 2004. 162 с.

30. Ложковський А. Г. Аналіз і синтез систем розподілу інформації в умовах мультисервісного трафіка : автореф. дис. ... д-ра техн. наук : 05.12.02. Одеса нац. акад. зв'язку імені О.С. Попова. Одеса, 2010. 36 с.

31. Луханін М. І. Моделювання залізничних транспортних коридорів на базі поширених мереж Петрі: Дис... канд. техн. наук: 05.22.20. Українська держ. академія залізничного транспорту. Харків, 2003. 163 с.

32. Мамонова Г. В. Багатоканальні системи обслуговування у схемі усереднення та дифузійної апроксимації : автореф. дис... канд. фіз.-мат. наук: 01.05.04. Київ. нац. ун-т імені Тараса Шевченка. Київ, 2007. 18 с.

33. Мартинишин Я. М. Організація ремонтно-технічного обслуговування в аграрних підприємствах України : автореф. дис. на здобуття наук. ступеня д-ра екон. наук : 08.00.04 Економіка та управління підприємствами. Миколаїв, 2009. 37 с.

34. Мигаль В. Д. Вібраційні методи оцінки якості тракторів на стадіях проектування, виготовлення та експлуатації: Дис... д-р техн. наук: 05.22.20 Експлуатація та ремонт засобів транспорту. Харківський національний автомобільно-дорожній університет. Харків, 2003. 513 с.

35. Молодик М. В. Основні напрями досліджень з підвищення надійності сільськогосподарської техніки при експлуатації, відновленні і ремонті. Вісник аграрної науки. 2010. № 5. С. 110–113.

36. Молодик М. В. Оцінювання надійності машин при експлуатації, технічному обслуговуванні і ремонті. Механізація та електрифікація сільського господарства. Глеваха, 2008. Вип. 92. С. 381–389.

37. Молодик М. В. Теоретичні передумови оцінки впливу технічного обслуговування і ремонту на надійність машин. Науковий вісник Національного університету біоресурсів і природокористування України. Київ, 2010. Вип. 144, ч. 1. С. 75–80.

38. Молодик М. В. Наукові основи системи технічного обслуговування і ремонту машин у сільському господарстві: монографія. Кіровоград: Код, 2009. 180 с.

39. Норкін В. І. Стохастичні методи розв'язання задач неопуклого стохастичного програмування та їх застосування: Дис... докт. фіз.-мат. наук 01.05.01 Теоретичні основи інформатики та кібернетики. Інститут кібернетики імені В. М. Глушкова. Київ. 1998. 250 с.

40. Розора І. В. Моделювання випадкових процесів та полів із даною точністю та надійністю: Дис... канд. фіз.-мат. наук 01.01.05 теорія ймовірностей і математична статистика. Київський національний університет імені Тараса Шевченка. Київ. 2005. 126 с.

41. Савченко В. Б. Забезпечення надійності сільськогосподарських машин і технологічних комплексів: дис. ... канд. техн. наук. 05.05.11 Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва. Харківський державний технічний університет сільського господарства. Харків. 2001. 156 с.

42. Ткаліч О. П. Методика визначення оптимального періоду проведення технічного обслуговування повітряних суден вітчизняного виробництва. Дисертація на здобуття наукового ступеня кандидата технічних наук. 05.22.20 Експлуатація та ремонт засобів транспорту. Національний авіаційний університет. Київ. 2007. 130 с.

43. Яцковський В. І. Удосконалення віброакустичного методу діагностування паливної апаратури автотракторних дизелів: Дис... канд. техн. наук 05.05.11 Машини і засоби механізації сільськогосподарського виробництва. Вінницький державний аграрний університет. Вінниця. 2006. 160 с.

44. Роговський І. Л. Обґрунтування періодичності профілактичних регулювань або заміни деталей при технічному обслуговуванні сільськогосподарських машин. Вісник Харківського державного технічного університету сільського господарства. Харків. 2003. Вип. 20. С. 346–352.

45. Роговський І. Л. Обґрунтування періодичності проведення профілактичних заходів технічного обслуговування сільськогосподарських

машин. Вісник Харківського державного технічного університету сільського господарства. Харків. 2003. Вип. 21. С. 366–373.

46. Роговський І. Л. Аналітичні дослідження обґрунтування періодичності технічного обслуговування сільськогосподарських машин. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Кіровоград. 2003. Вип. 33. С. 209–215.

47. Роговський І. Л. Удосконалення технології технічного обслуговування зернозбиральних комбайнів. Праці Таврійської державної агротехнічної академії. Мелітополь. 2003. Вип. 16. С. 123–127.

48. Роговський І. Л. Аналіз форм процесу технічного обслуговування сільськогосподарських машин. Механізація виробничих процесів рибного господарства, промислових і аграрних підприємств. Керч. 2004. Вип. 5. С. 278–285.

49. Роговський І. Л. Фактична періодичність проведення технічного обслуговування сільськогосподарських машин. Вісник Харківського державного технічного університету сільського господарства. Харків. 2004. Вип. 23. С. 338–342.

50. Роговський І. Л. Методичне обґрунтування періодичності технічного обслуговування сільськогосподарських машин. Вісник Львівського державного аграрного університету. Серія: агроінженерні дослідження. Дубляни. 2004. Вип. 8. С. 149–157.

51. Роговський І. Л. Показники технічного стану зернозбиральних комбайнів і послідовність їх визначення при технічному обслуговуванні. Науковий вісник Національного аграрного університету. Київ. 2004. Вип. 73. С. 192–197.

52. Роговський І. Л. Аналітичне визначення факторів впливу на коефіцієнт готовності сільськогосподарських машин в системі їх технічного обслуговування. Конструювання, виробництво та експлуатація сільськогосподарських машин. Кіровоград. Вип. 35. С. 224–228.

53. Роговський І. Л. Відмови зернозбиральних комбайнів в умовах рядової експлуатації та їх класифікація. Науковий вісник Національного аграрного університету. Київ, 2005. Вип. 80. С. 200–206.

54. Роговський І. Л. Пристосованість до технічного обслуговування кормозбирального комбайна. Праці Таврійської державної агротехнічної академії. Мелітополь, 2006. Вип. 36. С. 39–44.

55. Anders G. J. Innovations in power systems reliability. Springer, 2011. 361 p.

56. Delphi Diesel Systems, Publication №: DDNX125(EN) Delphi Diesel Aftermarket Operations UK, 2012. 76 p.

57. Endrenyi J. Comparison of two methods for evaluating the effects of maintenance on component and system reliability. IEEE International Conference Probabilistic Methods Applied to Power Systems, 2014. P. 307–312.

58. Endrenyi J. The Present Status of Maintenance Strategies and the Impact of Maintenance on Reliability. A Report of the Probability Application Subcommittee. IEEE Transactions on Power Systems, 2011. Vol. 16, № 4. P. 638–646.

59. Ge H. Maintenance optimization for substations with aging equipment: a dissertation for the degree of Phd. Lincoln, Nebraska, 2010. 212 p.

60. Hampel R., Kurr D., Sebeneder H. Elektronisches Messsystem zur digitalen Erfassung und Auswertung von Indikordiagrammen. 2015 № 2. P. 33–38.

61. Latino M. A. Behavioral based reliability. Machinery Reliability Conference, 2020. April. <http://reliability.com/industry/articles/article36.pdf>

62. Smykov S. V., Seregin A. A., Nikitchenko S. L., Kurochkin V. N., Valuev N. V. Hinged aggregate for technical maintenance of machines: Modeling, testing and conditions of application. Journal of Mechanical Science and Technology, 2018, T. 32, № 8. С. 3807–3815.

НУБІП України

ДОДАТОК

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України

НУБІП України