

**ЗАКЛАД ВИЩОЇ ОСВІТИ «ПОДІЛЬСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»
ІНЖЕНЕРНО-ТЕХНІЧНИЙ ФАКУЛЬТЕТ**

Кафедра тракторів, автомобілів та енергетичних засобів

ДИПЛОМНА РОБОТА

НА ТЕМУ:

**«ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ РОБОТИ АВТОТРАКТОРНОЇ
ТЕХНІКИ ШЛЯХОМ УДОСКОНАЛЕННЯ СИСТЕМИ
ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ ТА РЕМОНТУ»**

Виконав:

здобувач освітнього ступеня «Магістр»
освітньо-професійної програми
«Агроінженерія» спеціальності
208 «Агроінженерія»
денної форми навчання

**ЗВЕНИГОРОДСЬКИЙ Владислав
Сергійович**

Керівник:

д.пед.н., професор

ДУГАНЕЦЬ Віктор Іванович

Оцінка захисту:

Національна шкала _____

Кількість балів _____

Шкала ECTS _____

«_____» _____ 2024р.

Допускається до захисту:

«_____» _____ 2024р.

Гарант освітньо-професійної програми «Агроінженерія»
спеціальності 208 «Агроінженерія», к.т.н., доцент

_____ **ДУГАНЕЦЬ Василь Іванович**

м. Кам'янець-Подільський, 2024

ЗМІСТ

ЗАВДАННЯ.....	5
АНОТАЦІЯ.....	6
РЕФЕРАТ.....	7
ПЕРЕЛІК УМОВНИХ СКОРОЧЕНЬ І ПОЗНАЧЕНЬ.....	8
ВСТУП.....	9
РОЗДІЛ 1 АНАЛІЗ УМОВ РОБОТИ АВТОТРАКТОРНОЇ ТЕХНІКИ У АГРОПРОМИСЛОВОМУ ВИРОБНИЦТВІ, ЇЇ СТАНУ ТА ІСНУЮЧИХ СИСТЕМ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ І РЕМОНТУ	12
1.1 Аналіз умов роботи автотранспортної техніки та зміни надійності її систем та агрегатів в процесі експлуатації.....	12
1.2 Аналіз існуючих систем технічного обслуговування і ремонту автотракторної техніки у агропромисловому виробництві.....	18
1.3 Технічне діагностування як основа раціональної системи технічного обслуговування і ремонту автотракторної техніки.....	22
1.4 Характеристика методів удосконалення системи технічного обслуговування і ремонту та підвищення технічного стану автотракторної техніки.....	26
Висновки до розділу.....	28
РОЗДІЛ 2 ТЕОРЕТИЧНЕ ОБҐРУНТУВАННЯ ПІДТРИМКИ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ТА РІВНЯ ЕКСПЛУАТАЦІЙНОЇ НАДІЙНОСТІ АВТОТРАКТОРНОЇ ТЕХНІКИ ЕЛЕМЕНТНО-МОДУЛЬНОЮ СИСТЕМОЮ ТЕХНІЧНОГО ОБСЛУГОВУВАННЯ І РЕМОНТУ	30
2.1 Імовірнісна природа технічного стану елементів автотракторної техніки.....	30
2.2 Зв'язок діагностичної інформації елементів автотракторної техніки з показниками їх експлуатаційної надійності.....	32
2.3 Метод оцінки міждіагностичних інтервалів при незначному числі діагностування технічного стану елементів автотракторної техніки.....	34
2.4 Математичне моделювання раціональної періодичності ремонтно- обслуговуючих впливів на елементи АТТ та модулів парку машин.....	36

2.5 Управління експлуатаційною надійністю елементів автотракторної техніки в елементно-модульній системі технічного обслуговування та ремонту.....	38
Висновки до розділу.....	41
РОЗДІЛ 3 МЕТОДИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ЕЛЕМЕНТІВ АТТ, МОДУЛІВ ПАРКУ МАШИН В ПРОЦЕСІ ЕКСПЛУАТАЦІЇ ТА ПОБУДОВИ ЕФЕКТИВНОЇ СИСТЕМИ ТО І Р.....	
3.1 Структура і програма дослідження зміни технічного стану елементів АТТ та парку машин в цілому в процесі експлуатації.....	43
3.2 Формування номенклатури елементів АТТ та модулів парку машин, що експлуатуються на підприємствах агропромислового виробництва.....	45
3.3 Комплекс методик визначення ресурсовизначальних елементів АТТ та формування для них раціональної номенклатури діагностичних параметрів підчас експлуатації в жорстких умовах АПВ.....	47
3.4 Формування номенклатури обладнання для діагностування елементів АТТ, модулів в парку машин та методики визначення діагностичних параметрів.....	54
3.4.1 Дослідження фізико-хімічних показників моторної і трансмісійної оливи.....	54
3.4.2 Визначення дисперсного складу забруднень моторної і трансмісійної оливи.....	55
3.4.3 Визначення діелектричної проникненості робочих моторних і трансмісійних оливи.....	57
3.4.4 Визначення основних характеристик спряжень деталей систем і агрегатів двигуна.....	59
3.5 Елементно-модульний метод організації технічного сервісу для підтримки технічного стану елементів АТТ.....	60

3.6 Розробка технології застосування елементно-модульної стратегії ТО і Р АТТ.....	62
Висновки до розділу.....	64
РОЗДІЛ 4 РЕЗУЛЬТАТИ ДОСЛІДЖЕННЯ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ТА ПІДВИЩЕННЯ НАДІЙНОСТІ АВТОТРАКТОРНОЇ ТЕХНІКИ НА ОСНОВІ ЕЛЕМЕНТНО-МОДУЛЬНОЇ СИСТЕМИ ТО І Р.....	66
4.1 Загальна характеристика парку автотракторної техніки, що експлуатується в агропідприємствах Хмельницької області.....	66
4.2 Формування діагностичних параметрів технічного стану та показників надійності дизелів АТТ з напрацюванням при реалізації ЕМС ТО і Р.....	70
4.3 Формування діагностичних параметрів технічного стану та показників надійності трансмісії АТТ з напрацюванням при реалізації ЕМС ТО і Р.....	80
4.6 Результати застосування діагностичної інформації для елементів автотракторної техніки різними системами ТО і Р.....	86
4.7 Вплив зміни системи ТО і Р на рівень показників надійності АТТ підприємств АПВ.....	92
Висновки до розділу.....	95
5. ОХОРОНА ПРАЦІ ТА БЕЗПЕКА В НАДЗВИЧАЙНИХ СИТУАЦІЯХ.....	99
ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ПО РОБОТІ.....	106
СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ.....	110
ДОДАТОК А.....	120
ДОДАТОК В.....	125

ЗАГАЛЬНІ ВИСНОВКИ ПО РОБОТІ

У роботі вирішене науково-технічне завдання підвищення надійності АТТ, що експлуатується на підприємствах агропромислового виробництва елементно-модульною системою технічного обслуговування і ремонту парку машин.

1. Аналіз умов роботи автотракторної техніки на підприємствах АПВ та зміни надійності її систем та агрегатів в процесі експлуатації свідчить, що

ресурс силових агрегатів складає 26...47 % у порівнянні з аналогічними, що працюють в інших галузях. Виявлено, що вклад спражень деталей систем і агрегатів в загальну надійність автотракторної техніки залежить не лише від питомої ваги відмов, точності і довговічності діагностичної інформації про їх технічний стан, але й внаслідок витрат на проведення комплексу технологічних операцій технічного обслуговування і ремонту. Визначено, що для вирішення завдання підвищення надійності автотракторної техніки підчас експлуатації, мінімізації витрат і підтримання її в працездатному стані, а також забезпеченні максимальної ефективності використання необхідне розроблення нової системи технічного обслуговування і ремонту або удосконалення існуючої.

2. Теоретично з'ясовано, що для побудови елементно-модульної системи технічного обслуговування і ремонту й управління технічним станом автотракторної техніки доцільним є використання відносних величин діагностичних параметрів з можливістю подання їх у вигляді сукупності реалізації діагностичної бази даних про технічний стан. Отримано зв'язок визначальних діагностичних параметрів з показниками експлуатаційної надійності у вигляді диференціального рівняння у частинних похідних, що дає можливість оцінити щільність розподілу напрацювання на відмову. З'ясовано тенденції зміни визначальних діагностичних параметрів розподілених за різними законами при виборі інтервалу напрацювання і поділу парку машин на модулі, яким надаються визначені технічні дії за системою технічного обслуговування і ремонту.

3. З'ясовано, що управління технічним станом АТТ на основі діагностичної інформації може гарантувати прийнятний рівень експлуатаційної надійності при впровадженні елементно-модульної системи технічного обслуговування і ремонту. Запропонований підхід дозволяє з достатньою ймовірністю визначати граничний, залишковий та використаний ресурси і найбільш обґрунтовано прийняти технічні рішення по відновленню технічного стану елементів та модулів одиниць техніки в будь-який момент експлуатації, визначити оптимальні терміни і обсяги робіт по комплексу операцій технічного обслуговування і ремонту машин, а також планувати більш раціональне їх

використання на підприємствах агропромислового виробництва.

4. Розроблено методики формування номенклатури елементів АТТ, поділу парку машин на модулі технічного обслуговування і ремонту та їх дослідження. Запропоновано алгоритм дослідження інформативності при конкретних параметрах технічного стану визначені ресурсовизначальних елементів АТТ, методики вибору інформативно значимих діагностичних параметрів технічного стану та методів отримання діагностичної інформації. Запропоновано систему управління технічним станом АТТ на основі інформаційного забезпечення. Розроблено схему проведення технічних дій в елементно-модульній системі технічного обслуговування і ремонту та з'ясовано основні принципи стратегії. Запропоновано структурну схему елементно-модульну систему технічного обслуговування і ремонту АТТ на підприємстві АПВ та методи визначення рівня надійності парку машин.

5. Отримано масив діагностичної інформації про технічний стан елементів АТТ з урахування кваліфікації виконавців робіт, точності вимірювання діагностичної інформації, необхідного обладнання. При цьому реалізовано системно-спрямований підхід при зміні ресурсовизначальних діагностичних параметрів технічного стану АТТ з напрацюванням. За порівняльним аналізом зміни діагностичних параметрів існуючої і запропонованої системи технічного обслуговування і ремонту виявлено збільшення очікуваного ресурсу АТТ у середньому на 17...25%. В запропонованій системі ТО і Р визначено, що найбільш інформативним при цьому діагностичним параметром ЦПГ дизелів є тиск газів, що прориваються в картер та компресія в циліндрах; для системи мащення - діелектрична проникність оливи, лужне число, вміст механічних домішок в оливі та температура спалаху в закритому тиглі, для коробки передач і головної передачі –діелектрична проникність, склад механічних домішок та лужне число трансмісійної оливи. Складено діагностичні матриці технічного стану та таблиці елементів дизелів і трансмісій АТТ.

6. На основі проведених спостережень за технічним станом АТТ встановлено, що при проведенні комплексу технологічних операцій за

запропонованою системою ТО і Р величина залишкового ресурсу збільшується в 1,13...1,25 разів, а кількість відмов III-ї групи складності - зменшується в 1,29...1,36 разів, що свідчить про високу її якість. Визначено, що проведення позапланового ТО і ПР збільшує ймовірність безвідмовної роботи агрегатів АТТ до 15...35 %. Ймовірність безвідмовної роботи АТТ для досліджуваних підприємств за існуючою системою ТО і Р нижче на 6,7...14,3 %. Виявлено, що при планово-запобіжній системі для різних марок агрегатів АТТ середнє значення коефіцієнту готовності коливався в межах 0,63...0,67, а при елементно-модульній системі – 0,75...0,78.

7. Для стабілізації термінів виконання операцій за запропонованою системою ТО і Р відповідно до умов експлуатації, для елемента АТТ КамАЗ 740 термін ТО2 потрібно зменшити на 9,3 % за напрацюванням, щоб забезпечити експлуатаційну надійність на рівні не нижче 0,9, а обслуговування трансмісії АТТ сімейства КамАЗ - можливо збільшити на 3,4 %. Визначено, що для елемента АТТ John Deere PowerTech 9,0 l Stage II термін ТО2 можна збільшити за напрацюванням на 16,1 %, а трансмісію потрібно обслуговувати за терміном раніше на 8 % відносно напрацювання.

8. Для впровадження розробленої системи ТО і Р АТТ на підприємствах АПВ та підвищення надійності парку машин розроблено наступні рекомендації: необхідно створити передумови інформаційного та технічного розвитку на підприємствах; забезпечити комп'ютерне формування та обробку, аналіз бази даних про технічний стан елементів, одиниць АТТ та модулів парку машин. Впровадження розроблених методів інформаційної реалізації вибору ресурсовизначальних систем та агрегатів, вибору діагностичного обладнання контролю технічного стану АТТ, прогнозування періодичності контролю та регулювання технічного стану систем та агрегатів АТТ, а також методик визначення характеру зміни діагностичного параметру технічного стану систем і агрегатів з напрацюванням.

Визначено, що запропонована система ТО і Р АТТ на основі прогнозування їх технічного стану й підвищення її надійності дозволила отримати чистий прибуток у розмірі 377,3 тис. грн, з можливістю зниження

тарифу на 8,5...11,2 %. Річний прибуток підприємства зріс на 10,5...12,8 %, а річна економія амортизаційних відрахувань – складає 9,7 тис. грн, що пов'язано зі зменшенням витрат на запасні частини. Розроблена система ТО і Р дозволяє зменшити собівартість транспортної роботи на 0,75 грн/т-км, що сприяє розширенню клієнтської бази на ринку надання послуг.

СПИСОК ВИКОРИСТАНИХ ДЖЕРЕЛ

1. Калетнік Г. М., Войтюк В. Д., Бондар С. М., Скорук О. П. Управління інженерною діяльністю виробничих і сервісних підприємств АПК. К.: Изд-во: Хай-Тек Прес. 2010. 448 с.
2. Кириченко Г. І. Методологія підвищення ефективності експлуатації засобів транспорту шляхом вдосконалення науково-обґрунтованої стратегії управління технологічними процесами: дис... канд. техн. наук: 05.22.20 / Держ. ун-т інфрастр. та техн. Київ. 2021. 346с.
3. Антонюк О. П. Покращення процесу забезпечення запасними частинами рухомого складу автотранспортного підприємства: дис... канд. техн. наук: 05.22.20 / Вінниц. нац. техн. ун-т. Вінниця. 2021. 174 с.
4. Гаєвський В. В. Удосконалення технічної експлуатації систем мікропроцесорної централізації на основі оперативної ідентифікації та локалізації порушень: дис... канд. техн. наук: 05.22.20 / Укр. держ. ун-т залізн. трансп. Харків. 2021. 359 с.
5. Sawicki, P., Żak, J. Technical diagnostic of a fleet of vehicles using rough set theory. *European Journal of Operational Research*. 2009. Vol. 193(3). P. 891-903.
6. Курніков С. І. Підвищення ефективності використання виробничо-технічної бази підприємств автомобільного транспорту: дис... канд. техн. наук: 05.22.20 / Нац. трансп. ун-т. Київ. 2020. 174 с.
7. Слободянюк М. Е. Розвиток теоретичних основ підвищення ефективності експлуатації засобів транспорту в складних виробничих системах: дис. ... д-р техн. наук: 05.22.20 / Держ. ун-т інфрастр. та техн. Київ, 2020, 378 с.
8. Маулевич В. О. Визначення основних діагностичних параметрів робочого

процесу транспортних дизелів в експлуатації: дис канд. техн. наук: 05.22.20 / Одес. нац. морс. ун-т. Одеса. 2020. 149 с.

9. Полянський О.С. Формування властивостей надійності автотракторних двигунів у гарантійний і післягарантійний періоди експлуатації: дис. ... докт. техн. наук: 05.22.20 / Харківський нац. авт.-дор. університет. Харків. 2004. 381с.
10. Залож В. І. Підвищення ефективності контролю технічного стану транспортних дизелів шляхом використання методу аналітичної синхронізації даних моніторингу: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.20 / Нац. ун-т "Одес. морс. ак-я". Одеса. 2020. 137с.
11. Колобов К. С. Удосконалення способу експрес діагностування технічного стану транспортних дизелів: дис. ... канд. техн. наук: 05.22.20 / Держ. підпр. "Держ. автотрансп. наук.-досл. та проект. ін-т". Київ, 2019. 186 с.
12. Rybacki, P. The research of the quality of agricultural machines technical service by servqual method. *Journal of Research and Applications in Agricultural Engineering*. 2011. Vol. 56, № 2. С. 122-143.
13. Цимбал, С. В., Біліченко, В. В., Крещенецький, В. Л., Мальченко, В. Ю. Вдосконалення методики формування потужності зони поточного ремонту автомобілів. *Наукові нотатки*. 2018. Вип. 62. С. 44-47.
14. Дубінін, Є. О., Клец, Д. М., Холодов, А. П., Слинченко, І. В. Мобільний реєстраційно-вимірювальний комплекс для оцінювання та підвищення експлуатаційних властивостей колісних машин. *Вісник Харківського національного автомобільно-дорожнього університету*. Вип. 2(88). 2020. С. 56-60
15. Ermakova, O. V., Kaloshina, M. N., Dianova, E. V. Management of innovative projects over the life cycle of distributed aviation systems. *Russian Engineering Research*. 2019. Vol. 39(5), P. 439-442.
16. Корневский, Н. А., Разумова, К. В. Синтез коллективов гибридных нечетких моделей оценки состояния сложных систем. *Наукоемкие технологии*. 2014. Вип. 15(12). P. 31-39.
17. Воронина В.В., Мухаметзянов А.Д., Балдина Ю.С. Разработка web- сервиса

для работы с программируемыми логическими интегральными схемами. *Automation of control Proce.* 2015. №3(41). С.98-105.

18. Аулін В.В., Гриньків А.В. Прогнозування технічного стану систем і агрегатів засобів транспорту на основі класифікації діагностичних часових рядів з пам'яттю. Матеріали XI Міжнар. наук.-практ. конф. *Проблеми конструювання, виробн. та експлуатації сільськогосп. техніки*. Кропивницький: ЦНТУ. 2017. С.153-154.
19. Dombi, J., Jónás, T., Toth, Z. E. Fuzzy time series models using pliant- and asymptotically pliant arithmetic-based inference. *Neural Processing Letters*. 2020. Vol. 52(1). P. 21-55.
20. Селін Ю.М. Прогнозування часових рядів різного типу з урахуванням взаємного впливу. *Интеллектуальные системы принятия решений и проблемы вычислительного интеллекта: тезисы докладов*. Херсон: ХНТУ. 2014. С. 170-172.
21. Diebold F., Mariano R. Comparing predictive accuracy. *Journal of Business and Economic Statistics*. 2002. № 13. P. 253-263
22. Zorin, V. Assessment of products risks of mechanical engineering by results of diagnosing. *Periodicals of Engineering and Natural Sciences (PEN)*. 2019. Вип. 7(1). С. 287-293.
23. Yemelyanov, V., Chernyi, S., Yemelyanova, N., Varadarajan, V. Application of neural networks to forecast changes in the technical condition of critical production facilities. *Computers Electrical Engineering*. 2021. Vol. 93. С. 107-125.
24. Poddubnaya, A. A., Keller, A. V. 1. "Forecast"-adaptive forecast diagnostic intelligent system for vehicles. *International Conference on Robotics and Mechantronics (ICRoM 2017)*. Hong Kong Polytechnic University. December 12- 14, 2017. 2020. Vol. 819. No. 1. p. 012008
25. Gabitov, I., Insafuddinov, S., Ivanov, Y., Yunusbaev, N., Abdrazakov, F., Farhutdinov, T. Examination of the system of continuous diagnosis and forecasting of mechanical condition of tractors and other farm machinery. *Journal of Applied Engineering Science*. 2020. Vol. 18(1). С. 70-80.

26. Zhengxiang Y. Transport volume forecast based on GRNN network. *Future Computer and Communication (ICFCC). 2010 2nd International Conference*. 21-24 May 2010. Wuhan, China. 2010. Т. 3. С. 629-632.
27. Кухтов, В. Г., Щербак, О. В., Суминов, А. В. Расчет усталостной долговечности несущих систем технологических машин в nCode DesignLife. *Науковий журнал «Технічний сервіс агропромислового лісового та транспортного комплексів»*. 2018. Вип. 13. С. 193-199.
28. Лебедєв, А. Т., Артьомов, М. П., Шуляк, М. Л., Лебедєва, І. А. Забезпечення стійкості і керованості сільськогосподарських агрегатів із змінною масою. *Збірник наукових праць Вінницького національного аграрного університету. Серія: Технічні науки*. 2015. Вип. 1, №1. С. 57-61.
29. Матейчик, В. П., Цюман, М. П. Формування структури інтелектуальної системи моніторингу показників екологічної безпеки транспортних засобів на окремих етапах життєвого циклу. *Вісник Національного транспортного університету*. 2015. Вип. 2. С. 193-200.
30. Сахно, В. П., Свостін-Косяк, Д. О. Форми організації моніторингу технічного стану транспортних засобів. *Вісник Національного транспортного університету: науково-техн. зб. Серія "Технічні науки"*. 2017. С. 373-380.
31. Гринченко, О. С., Алфьоров, О. І., Гринченко, А. С., Алферов, А. І. Прогнозування показників механічної надійності за результатами прискорених випробувань. *Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка*. 2013. Вип. 133. С. 155-161.
32. Сорокін С. П., Козаченко О. В., Шкрегаль О. М., Каденко В. С., Блезнюк О. В. Зозуля Д. Обґрунтування параметрів пневмотестера для контролю технічного стану циліндро-поршневої групи двигуна. *Науковий журнал "Технічний сервіс агропромислового лісового та транспортного комплексів"*. 2019. № 15. С. 49-59.
33. Dobromirov, V., Verkhorubov, V., Chernyaev, I. Systematizing the factors that determine ways of developing the vehicle maintenance system and providing vehicle safety. *Transportation research procedia*. 2018. Vol. 36. P. 114- 121.

34. Vojtov, V., Berezchnaja, N., Kravcov, A., Volkova, T. Evaluation of the reliability of transport service of logistics Chains. *International Journal of Engineering Technology*. Vol. 7 (4). С. 270-274
35. Chang, C. C. Optimum preventive maintenance policies for systems subject to random working times, replacement, and minimal repair. *Computers Industrial Engineering*. 2014. Vol. 67. P. 185-194
36. Nosoohi, I., Hejazi, S. R. A multi-objective approach to simultaneous determination of spare part numbers and preventive replacement times. *Applied Mathematical Modelling*. 2011. Vol. 35. № 3. P. 1157-1166.
37. Сахно В.П. Експлуатаційні властивості автотранспортних засобів. В 3 частинах. Плавність ходу та прохідність автотранспортних засобів. Донецьк: Ноулідж. 2014. Ч2. 354 с.
38. Біліченко В.В. Передумови обґрунтування стратегічного розвитку виробничих систем автомобільного транспорту в Україні. *Вісник Житомирського державного технологічного університету. Серія: Технічні науки*. 2014. № 2. С. 33-43
39. Аулін В.В., Гриньків А.В. Проблеми підвищення експлуатаційної надійності та можливості удосконалення стратегії технічного обслуговування мобільної сільськогосподарської техніки. *Збірник наукових праць КНТУ: Техніка в сільськогосподарства. виробництві, галузеве машинобудування*. 2015. №28. С 126-131.
40. Полянський А.С., Строков А.П., Кальченко Б.И. Оценка, нормирование и обеспечение надежности автотранспортных двигателей. *Вісник ХНАДУ*. 2005. С. 86-95.
41. Лудченко А.А., Лудченко Я.А., Примах Д.С. Усовершенствование методов расчета производственной мощности предприятий автотранспорта для формирования условий повышения лояльности потребителей к услугам автосервиса. *Вісник Національного транспортного університету*. 2014. Вип. 29. № 2. С. 51-59.
42. Яцура А.І. Система технического обслуживания и ремонта энергетического оборудования: Справочник. СПб., Litres. 2017 г. 821с.

43. Dąbrowski, Z., Madej, H. Diagnostics of Internal Combustion Engine Mechanical Faults Masked by Adaptive Control Systems. *In Engineering Asset Management and Infrastructure Sustainability*. 2012. P. 143-154
44. Говорущенко Н.Я. Системотехніка автомобільного транспорту (расчётные методы исследования): Монографія. Харків, ХНАДУ. 2011. 280с.
45. Аулін В.В., Гриньків А.В., Лисенко С.В., Голуб Д.В., Мартиненко О.Д. Теоретико-фізичний підхід до діагностичної інформації про технічний стан агрегатів мобільної сільськогосподарської техніки. *Вісник ХНТУСГ ім. П. Василенка*. 2015. № 158. С. 252-262.
46. Siegel, J., Bhattacharyya, R., Deshpande, A., Sarma, S. Vehicular engine oil service life characterization using on-board diagnostic (OBD) sensor data. *In SENSORS. 2014 IEEE*. 2-5 Nov. 2014. Valencia, Spain. P. 1722-1725
47. Syundyukov, I. S., Ivanov, E. K., Skotnikova, M. A., Qian, J. D., Medvedeva, V. V., Krylov, N. A. Tribotechnical diagnostics of an internal combustion engine according to the condition of the oil. *In Key Engineering Materials*. 2019. Vol. 822. pp. 649-655
48. Liu, Y., Peng, Z. Design and simulation of fuzzy logic control system based on MATLAB. *Engineering Journal of Wuhan University*. 2008. Vol 2. P. 56- 74
49. Zhu, J., He, D., Bechhoefer, E. Survey of lubrication oil condition monitoring, diagnostics, and prognostics techniques and systems. *Journal of chemical science and technology*. 2013. Vol. 2. № 3. С. 100-115.
50. Аулин В.В., Гриньків А.В. Использование теоретико- информационного подхода для анализа технического состояния топливной системы автомобиля. *"MOTROL" journal according of the Commission of Motorization and Energetic in Agriculture, CULS*. 2016. Vol.18, №2. P.63-69.
51. ДСТУ ГОСТ 33: 2003. Нефтепродукты. Прозрачные и непрозрачные жидкости. Определение кинематической вязкости и расчет динамической вязкости [Чинний від 1992-03-12]. Київ, 1992. 22с.
52. ДСТУ 5094:2008 Нефтепродукты. Масла смазочные, присадки и пакеты присадок. Определение общего щелочного числа методом потенциометрического титрования [Чинний від 2009-03-01]. Київ, 2009.

53. Vozmilov, A. G., Ilimbetov, R. Y., Korobkov, D. S., Faizulloev, N. L., Astafev, D. V., Andreev, L. N. Diagnostics of engine oil of internal combustion engine by electrophysical method of control. *In 2018 Global Smart Industry Conference (GloSIC)*. 13-15 Nov. 2018. Chelyabinsk. pp. 1-5
54. Аулін В.В., Гриньків А.В. Інформаційна технологія оцінки технічного стану об'єктів на основі теорії чутливості функції. *Інтегровані інтелектуальні робототехнічні комплекси (ІРТК-2016)*. Дев'ята міжнар. наук.-практ. конф. 17-18 травня 2016 р. К.: НАУ. 2016. С.196-198.
55. Olszowski, S., Marczak, M. Diagnostics of new generation diesel engines. *Diagnostyka*. 2008. Vol. 48. P. 83-88.
56. 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. 66-73.
57. Гриньків А.В. Використання методів прогнозування в керуванні технічним станом агрегатів та систем транспортних засобів. *Збірник наукових праць КНТУ. Техніка в сільськогосп. виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація*. 2016. №29. С. 25-32.
58. Спосіб консервування двигуна внутрішнього згорання. Пат. 115047 Україна, МПК F02B77104 (2006.01); Заявник і патентотримувач КНТУ. № u201611779; заявл. 21.11.2016; опубл. 27.03.2017; Бюл.№6.
59. Аулін В.В., Гриньків А.В., Голуб Д.В. Критерії оцінки організації системи технічної діагностики для дослідження технічного стану засобів транспорту. Наукові праці. Міжнародна науково-практична конференція "Автомобільний транспорт і автомобілебудування. Новітні технології і методи підготовки фахівців". Харків, ХНАДУ. 2017. С.55-56.
60. Аулін В.В., Жулай О.Ю., Лівіцький О.М. Транспортні засоби в агропромисловому комплексі та система діагностичного моніторингу їх технічного стану. *Конструювання, виробництво та експлуатація с/г машин. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник*.

Кіровоград: КНТУ. 2007. Вип. 37. С. 146-154.

61. Аулін В.В., Лівіцький О.М., Жулай О.Ю. Стан проблеми підвищення ефективності технічного сервісу СГТ в нових умовах господарювання. *Конструювання, виробництво та експлуатація с/г машин. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник*. Кіровоград: КНТУ. 2007. Вип. 37. С. 158-162.
62. Аулін В.В., Лисенко С.В., Лівіцький О.М., Лисенко В.М. Прогнозування довговічності СГТ на основі ресурсної механіки. *Збірник наукових праць Луганського національного аграрного університету. Серія: Технічні науки*. Луганськ: ЛНАУ. 2007. №76 № 99. С 19-23.
63. Аулін В.В., Лисенко С.В., Лівіцький О.М. Керування зносним станом деталей ДВЗ при триботехнічному відновленні з реалізацією ефекту самоорганізації. *Вісник інженерної академії України*. 2008. №1. С. 106-109.
64. Аулін В.В., Жулай О.Ю., Лівіцький О.М., Барановський Д.М. Порівняльний аналіз технічного стану дизелів засобів транспорту в АПК при планово-попереджувальній та адаптивній стратегії ТОР. *Науковий вісник Луганського нац. аграр. університету. Серія: Технічні науки*. 2009. №2. С. 5-8.
65. Аулін В.В., Лівіцький О.М. Інформаційне забезпечення в системі технічного сервісу, діагностичного моніторингу та охорони праці в с/г виробництві. *Конструювання, виробництво та експлуатація с/г машин. Загальнодержавний міжвідомчий науково-технічний збірник*. 2009 р. Вип.39. С. 287-291.
66. Аулін В.В., Лівіцький О.М. Концепція управління технічним станом і безпекою експлуатації транспортних засобів сільськогосподарського виробництва. *Вісник Східноукраїнського національного університету ім. Володимира Даля*. Луганськ: СХУ, 2010. Вип. 6, №148. С. 173-177.
67. Аулін В.В., Лівіцький О.М., Голуб Д.В. Вплив стратегій технічного обслуговування і ремонту мобільної сільськогосподарської техніки на її стан, умови і охорону праці операторів. *Вісник ЖНАЕУ: науково-теоретичний збірник*. Вип. 2, № 45. т.4, ч.ІІ. 2014. С. 37-50

68. Аулін В.В., Лівіцький О.М., Замота О.М. Методологія вибору та управління ефективністю використання техніки у сільськогосподарському виробництві. *Збірник наукових праць Кіровоградського національного технічного університету. Техніка в сільськогосподарському виробництві, галузеве машинобудування, автоматизація*. 2016. Вип. 29. С.2-12.
69. Аулін В.В., Гриньків А.В., Лисенко С.В., Лівіцький О.М., Головатий А.О., Дьяченко В.О. Принципи побудови та функціонування кіберфізичної системи технічного сервісу автотранспортної та мобільної сільськогосподарської техніки. *Технічний сервіс агропромислового, лісового та транспортного комплексів Technical service of agriculture, forestry and transport systems*. 2020. №22. С. 162 - 174.
70. Лівіцький О.М. Вдосконалення технічного сервісу автотракторної техніки в умовах агропромислового виробництва. *Вісник Центральноукраїнського національного технічного університету*. 2021 р. Вип. 4, № 35. С 36 - 45.
71. Dižo, J., Galliková, J., Blatnický, M., Barta, D. Modern methods for the teaching of vehicles control and diagnostics systems. *Machines. Technologies. Materials*. 2015. Vol. 9. № 9. P. 13-16.
72. Nikiforov, S. Method of diagnostics of the information system assemblies on motor vehicles. *Transportation research procedia*. 2018. Vol. 36. P. 527-532.
73. Gopal, K., Prakash, R. Building the business case for telematics based diagnostics at Mahindra Reva. *World electric vehicle journal*. 2012. Vol. 5(3). P. 722-729.
74. Filipczyk, J., Madej, H. The application of on-board diagnostics systems for assessing the technical state of automotive vehicles. *Journal of KONES*. 2010. Vol. 17. P. 99-104.
75. Erokhin, M., Pastukhov, A. G., Kazantsev, S. P. Operability assessment of drive shafts of John Deere tractors in operational parameters. *Engineering for Rural Development*. 2019. Вип. 17. С. 28-33
76. Казакова, В., Шинкевич, В., Дунаев, А. Перспектива совершенствования технического обслуживания сельскохозяйственной техники. *Инновации в сельском хозяйстве*. 2019. Вип. 3. С. 218-224.

77. Lóor-Sárido, O. A., Cevallos-Mera, R. X., Shkiliova, L. Diagnosis of agricultural mechanization in faour communities in Manabí Province, Ecuador. *Revista ciencias técnicas agropecuarias*. 2019. Vol. 28, № 1. P. 28-39
78. Krzaczek, P., Piekarski, P. Utilization of vehicle control-diagnostic system in evaluation of energetic parameters. *Zeszyty naukowe politechniki rzeszowskiej. Mechanika*. 2010. Vol. 81. № 277. C. 7-14.
79. Hrushets'kii S.N., Didur V.V. The problems of technical servicing and providing machinery reliability for AIC. *Вісник Українського відділення Міжнародної академії аграрної освіти*. 2015. Вип. 3. С. 154-160.
80. Gupta, S., Khosravy, M., Gupta, N., Darbari, H., Patel, N. Hydraulic system onboard monitoring and fault diagnostic in agricultural machine. *Brazilian archives of biology and technology*. 2019. Vol. 62. P. 110-122.
81. Zhao F, Tian Z, Zeng Y. Uncertainty quantification in gear remaining useful life prediction through an integrated prognostics method. *Transactions on Reliability*. 2013. Vol. 62, № 1. P. 146-59.
82. Staszak, Ż., Selech, J., Marcinkiewicz, J., Romek, D., Włodarczyk, K., Gierz, Ł., Wojcieszak, D. The diagnostic information valuation method in servicing tractors. *In MATEC Web of Conferences*. 30 July 2018. Vol. 182. p. 10-13.
83. Методичні рекомендації до виконання та оформлення дипломних робіт для здобувачів другого (магістерського) рівня вищої освіти спеціальності 208 «Агроінженерія» / Ю.І. Панцир, А.В. Рудь, В.І. Дуганець, В.І. Дуганець, С.П. Комарніцький. За ред. В.І. Дуганця. – Кам'янець-Подільський: ЗВО «ПДУ, 2023. - 51 с.