

Науменко О.А.¹,
Сайчук О.В.²,
Науменко А.О.²,
Козій О.Б.

¹Державний
біотехнологічний
університет,
м. Харків, Україна,

E-mail:

ol.naumenko20@gmail.com

²Полтавський державний
аграрний університет,
м. Полтава, Україна,
E-mail: lajo@ukr.net,
sajchuksacha@gmail.com

**ПРОГНОЗУВАННЯ ОБСЯГІВ СПИСАННЯ
СІЛЬСЬКОГОСПОДАРСЬКОЇ ТЕХНІКИ:
МЕТОДОЛОГІЧНИЙ ПІДХІД**

<https://doi.10.5281/zenodo.15427544>

УДК 628.3

Науменко О.А., Сайчук О.В., Науменко А.О., Козій О.Б. Прогнозування обсягів списання сільськогосподарської техніки: методологічний підхід.

Анотація. Дослідження присвячено методологічному підходу до прогнозування обсягів списання сільськогосподарської техніки. Розглянуто актуальність проблеми утилізації технічних засобів агропромислового комплексу у контексті екологічних, економічних та соціальних викликів. Метою досліджень є розроблення методики прогнозування щорічного обсягу списаної сільськогосподарської техніки, враховуючи динаміку змін технічного парку, інтенсивність оновлення та середньостатистичні питомі показники. У роботі проаналізовано динаміку змін парку сільськогосподарської техніки за видами, кількістю та марками. Оцінено інтенсивність оновлення технічного парку та досліджено середньостатистичні терміни списання різних видів сільськогосподарської техніки. На основі отриманих даних розроблено модель прогнозування кількості техніки, що підлягає списанню. Результати дослідження дозволяють розробити ефективні заходи щодо зниження витрат на утилізацію та підвищення ефективності використання вторинних ресурсів. Отримані дані можуть бути використані для формування регіональних та загальнодержавних програм утилізації сільськогосподарської техніки, а також для розробки бізнес-планів підприємств, що займаються утилізацією та переробкою.

Ключові слова: прогноз, списання, техніка, методологія.

Naumenko O.A., Saichuk O.V., Naumenko A.O., Koziy O.B. Forecasting the volume of agricultural machinery write-off: a methodological approach.

Abstract. The study is devoted to a methodological approach to forecasting the volume of agricultural machinery write-off. The relevance of the problem of utilization of technical means of the agro-industrial complex in the context of environmental, economic and social challenges is considered. The purpose of the research is to develop a methodology for forecasting the annual volume of agricultural machinery written-off, taking into account the dynamics of changes in the technical fleet, the intensity of renewal and average specific indicators. The work analyzes the dynamics of changes in the agricultural machinery fleet by

type, quantity and brand. The intensity of renewal of the technical fleet is estimated and the average terms of writing-off of various types of agricultural machinery are studied. Based on the data obtained, a model for forecasting the amount of machinery to be written-off is developed. The results of the study will allow developing effective measures to reduce costs for utilization and increase the efficiency of using secondary resources. The obtained data can be used to form regional and national programs for the disposal of agricultural machinery, as well as to develop business plans for enterprises engaged in disposal and processing.

Key words: *forecast, write-off, equipment, methodology.*

Постановка проблеми

Ефективний розвиток сільськогосподарського виробництва значною мірою залежить від широкого використання технічних засобів, які забезпечують високу продуктивність, якість та конкурентоспроможність. Однак після завершення терміну експлуатації тракторів, комбайнів та іншої сільськогосподарської техніки виникають серйозні проблеми, пов'язані з необхідністю її утилізації. Станом на сьогодні рівень утилізації техніки аграрного сектору залишається вкрай низьким [10], [11]. Це зумовлено реформами в управлінських органах, що призвели до відсутності належної організаційної системи в регіонах, недосконалості нормативно-правової бази, відсутності відповідальності державних структур, а також низькою ефективністю бізнесових структур у цій сфері.

Більшість сільськогосподарських підприємств розглядають утилізацію техніки лише як задачу металобрухту, ігноруючи потенціал вторинної переробки інших матеріалів. Як наслідок, загострюється проблема утилізації таких складових, як скло, пластик, гума, алюміній тощо, які залишаються недооціненими з точки зору техногенного забруднення довкілля через неналежну переробку [11], [13].

Актуальність питання утилізації техніки агропромислового комплексу необхідно розглядати не лише у контексті екологічної загрози, але й з точки зору її позитивного впливу на економіку та суспільство. Зокрема, це стосується вторинного використання природних ресурсів, створення робочих місць у переробній галузі, а також розвитку "зеленої" економіки.

Аналіз останніх досліджень та публікацій

Законодавчі норми, що регулюють утилізацію технічних засобів агропромислового комплексу. В Україні питання утилізації транспортних засобів, включаючи сільськогосподарську техніку, регулюються низкою законодавчих актів. Зокрема, це директиви Європейського Союзу [1], [2], які визначають вимоги щодо коефіцієнтів вторинної переробки (не менше 0,85) та утилізації (не менше 0,95), а також обмеження на вміст шкідливих речовин у складі деталей і матеріалів транспортного засобу. Директиви передбачають також обов'язкове маркування складу матеріалів для цілей утилізації.

В Україні діють також Закони [3], [4], [5], [6], які встановлюють вимоги до належної утилізації транспортних засобів та сільськогосподарської техніки. Їх метою є мінімізація негативного впливу на навколишнє середовище, збереження здоров'я людей та економія матеріальних ресурсів.

Сільськогосподарська техніка відіграє важливу роль у структурі технічних засобів, які підлягають утилізації по всій території України. Відсутність розробленої методики для оцінки обсягів списаної техніки значно ускладнює планування її

утилізації, створення ринку відповідних послуг, а також формування ефективної державної політики у цій сфері.

Розробка такої методики дозволить: забезпечити ефективне планування утилізації техніки як на регіональному, так і на загальнодержавному рівнях; створити сприятливі умови для розвитку підприємств, що спеціалізуються на переробці машин; контролювати та прогнозувати екологічні наслідки утилізації; стимулювати інновації у сфері переробки; полегшити розробку бізнес-планів з урахуванням реальних обсягів роботи.

Формулювання мети досліджень

Мета дослідження: розробити методику прогнозування щорічного обсягу списаної сільськогосподарської техніки, враховуючи динаміку змін технічного парку, інтенсивність оновлення та середньостатистичні питомі показники.

Завдання дослідження:

1. Провести аналіз динаміки змін парку сільськогосподарської техніки в розрізі її видів (трактори, комбайни, інше).
2. Проаналізувати придбання і введення техніки в експлуатацію та оцінити інтенсивність оновлення парку техніки АПК.
3. Дослідити середньостатистичні показники для розрахунку кількості списання різних видів сільськогосподарської техніки.
4. Визначити щорічний обсяг списання техніки.

Результати досліджень

1. Аналіз динаміки змін парку сільськогосподарської техніки за видами, кількістю та марками. Характеристика тенденцій розвитку парку технічних засобів агропромислового комплексу в попередні періоди, його сучасний стан та прогнози на найближчу перспективу є основою для створення ефективної системи обліку, накопичення та утилізації машин. Структурні, кількісні, маркові та вікові показники техніки є критично важливими для формування дієвих механізмів її обліку та утилізації. Чинниками списання техніки можуть бути: повне відпрацювання ресурсу, невідповідність сучасним вимогам енергоефективності та продуктивності, а також неможливість адаптації для застосування в сучасних технологічних процесах.

Для встановлення динаміки змін парку тракторів і комбайнів до 2021 року доцільно використовувати дані Державної служби статистики України [7]. Ці дані дозволяють аналізувати ситуацію як у загальнодержавному розрізі, так і на рівні регіонів та областей. Додатково, аналітичні звіти консалтингових компаній [10] та інші спеціалізовані дослідження можуть підвищити обґрунтованість прийняття управлінських рішень.

Деякі загальні тенденції в змінах парку сільськогосподарської техніки: Трактори. У 2000 році кількісний склад тракторів перевищував 400 тис. одиниць. Надалі спостерігалось поступове зменшення, яке стабілізувалося з 2015 року на рівні близько 320 тис. одиниць. За віковими характеристиками зросла частка тракторів до 10 років на 20-30%. Частка імпоротної техніки суттєво зросла і становить майже 50%. Зернозбиральні комбайни. У 2000 році загальна кількість комбайнів становила близько 70 тис. одиниць. Після 2010 року кількість зменшилася з 53 до 44 тис. одиниць. Середній вік комбайнів коливається в межах 12-15 років. Частка сучасної техніки (віком до 10 років) досягла рівня 40%.

Зазначені показники свідчать про певну стабілізацію в структурі парку техніки АПК, однак в кожному конкретному випадку необхідно проводити уточнюючі дослідження динаміки наявних машин та обладнання для розробки дієвих механізмів утилізації.

2. Аналіз придбання і введення техніки в експлуатацію та оцінка інтенсивності оновлення технічного парку. Динаміка придбання сільськогосподарської техніки (тракторів і комбайнів) є ключовим показником, який дозволяє відстежувати зміну вікової структури машинного парку. Цей аналіз має важливе значення для оцінки морфологічного складу техніки (матеріалів, з яких вона виготовлена) залежно від року випуску. Інформація про морфологічний склад техніки є основою для ефективного планування її утилізації та рециклінгу, оскільки склад матеріалів визначає вартість, методи та екологічну ефективність процесу.

Знання динаміки придбання техніки є важливим, оскільки зміна складу машин залежить від року випуску. Машини старших поколінь мають більшу загальну масу та значну частку металів, які легко переробляються. Нові моделі, виготовлені з легких сплавів і пластиків, вимагають використання сучасних підходів до утилізації, таких як термопереробка чи спеціалізований рециклінг [8], [14].

Нами був проведений аналіз придбання сільськогосподарської техніки з 2011 року, результати якого представлено на рис. 1. Динаміка щорічної інтенсивності оновлення парку тракторів і зернозбиральних комбайнів демонструє як пікові значення, так і періоди різкого зниження. За даними [10], закупівлі техніки відбувалися навіть у складних умовах, зокрема під час війни.

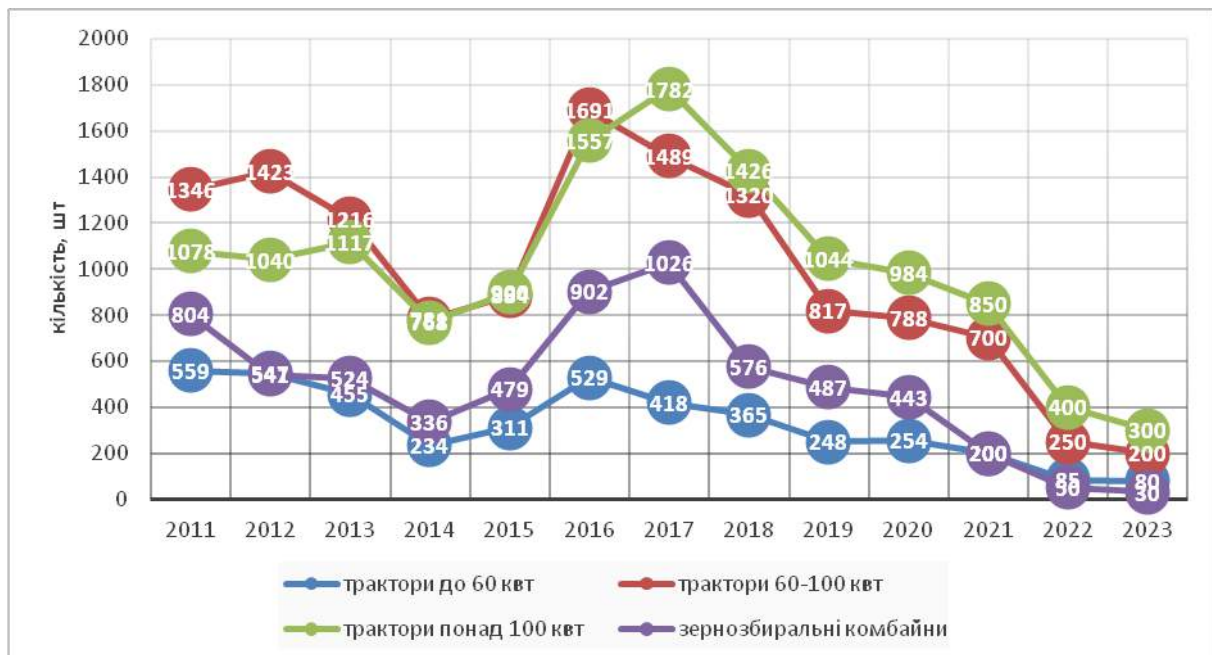


Рис. 1. Придбання техніки сільгоспвиробниками.

Ця динаміка дозволяє врахувати масу та морфологічний склад техніки, що підлягає утилізації, а також визначити частку машин різних поколінь. Старіші моделі можна утилізувати традиційними методами (металобрухт, плавлення), тоді як сучасні моделі потребують новітніх технологій (розділення композитів, термічна обробка пластмас тощо).

Аналіз також показав, що серед найбільш поширених марок тракторів в Україні є: МТЗ, ЮМЗ, Case, Claas, Deutz-Fahr, Fendt, John Deere, Massey Ferguson, New Holland, Valtra, ХТЗ, Challenger, Landini. Для зернозбиральних комбайнів популярними є: "Дніпро", "Полісся", Case, Claas, Fendt, John Deere, Lexion, Massey Ferguson, Tucano, "CR", "CS", "CX". Серед кормозбиральних комбайнів найбільш затребуваними є "КПІ-Ф", "КРП-Ф", Jaguar, John Deere.[14]/

Прогноз утилізації техніки. Техніка, придбана в період 2015–2017 років (пік на графіку), досягне граничного віку у 2030–2035 роках. Це створить підвищене навантаження на інфраструктуру утилізації. Заздалегідь отримана інформація про обсяги та склад техніки, що підлягає списанню, дозволить підготувати бізнес до роботи з конкретними видами відходів.

Прогнозування динаміки придбання техніки сприяє визначенню обсягів матеріалів, які будуть отримані в процесі утилізації, та дозволяє розробити довгострокову стратегію у сфері управління відходами. Ці дані мають вирішальне значення для прийняття ефективних управлінських рішень та розвитку бізнесу у сфері рециклінгу.

3. Дослідження середньостатистичних показників для розрахунку кількості списання різних видів сільськогосподарської техніки. Визначення щорічної кількості списаної сільськогосподарської техніки для подальшої утилізації є складним завданням, що потребує врахування численних факторів. У попередні роки, за умов суворого контролю за звітністю щодо наявності, використання та списання техніки, а також виконання планів здачі металобрухту, відповідна інформація була досить повною та достовірною. Цьому сприяла діяльність служби "Інспекція технічного нагляду".

Для обґрунтування обсягів списання машин часто використовується загальновідомий метод, що базується на кількості наявної техніки, роках її випуску та середньому терміні служби. Однак застосування цього методу на регіональному чи загальнодержавному рівнях є надзвичайно складним через численні змінні. Наприклад, у випадку використання вживаної техніки, метод розрахунків, який враховує динаміку придбання та тривалість життєвого циклу машини, стає малоефективним.

Метод опитування фахівців (фермерів, інженерів, дилерів) є корисним інструментом для збору емпіричних даних, але не вирішує проблему комплексного оцінювання списання техніки. З огляду на це, було проведено дослідження з використанням наявної статистичної інформації щодо списання різних видів техніки за попередні роки.

Основою дослідження стали дані Державної служби статистики та інших джерел, які містять інформацію про кількість техніки, що експлуатується, а також кількість списаних тракторів, вантажних автомобілів, комбайнів тощо. Статистична обробка даних та регресійний аналіз дозволили отримати точніші результати [12]. Застосовано метод моделювання, який враховує реальні показники списання, отримані з регіонів, і екстраполює їх на загальнодержавний рівень.

На рисунку 2 представлені результати визначення відсотка одиниць списаних комбайнів (зернозбиральних, кукурудзозбиральних, кормозбиральних).

Аналіз графіка показує, що частка списання зернозбиральних комбайнів протягом 2011–2019 років залишалася стабільною в межах 2,2–3,3%. Найвищі показники були зафіксовані у 2011 році (3,1%), після чого спостерігалось незначне зниження до 2,8–2,4% у 2017–2019 роках. Така стабільність свідчить про допустимість використання цих даних для прогнозних розрахунків.

Найвищий відсоток списання кукурудзозбиральних комбайнів був зафіксований у 2011 році (5,5%). Згодом простежується тенденція до поступового зменшення цього

показника до 3,6% у 2019 році. Це може свідчити як про зменшення частки застарілих кукурудзозбиральних комбайнів у парку техніки, так і про покращення рівня їх технічного обслуговування.

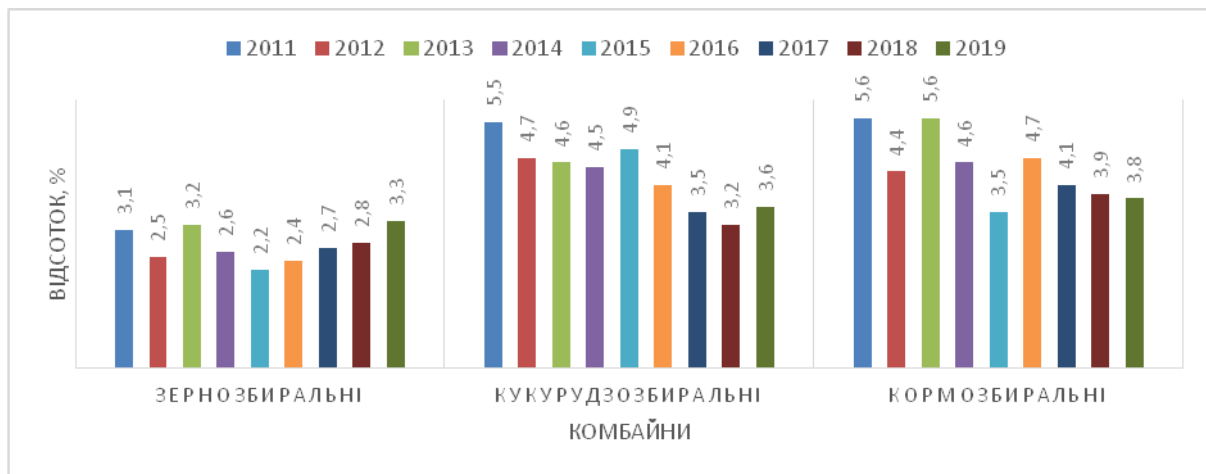


Рис. 2. Відсоток від наявної кількості списаних комбайнів сільгоспприємствами за рік.

Отримані дані також враховують результати проведених досліджень отримані також дані для тракторів різних категорій: до 60 кВт, від 60 до 100 кВт і понад 100 кВт.

Ці результати є важливими для планування, оскільки дозволяють у поєднанні з інформацією Державної служби статистики оцінити обсяги щорічного списання техніки в розрізі різних видів машин. Такі розрахунки допомагають визначити потреби в оновленні парку техніки та створенні інфраструктури для утилізації, що сприяє покращенню технічної політики на національному рівні.

4. Визначення кількості техніки, що підлягає списанню. Розрахунок обсягів списаної техніки за рік рекомендується здійснювати на основі наявної кількості техніки та відсоткових показників списання за відповідний період. На рисунку 4, як приклад, представлені залежності щорічного списання комбайнів за останні 20 років.

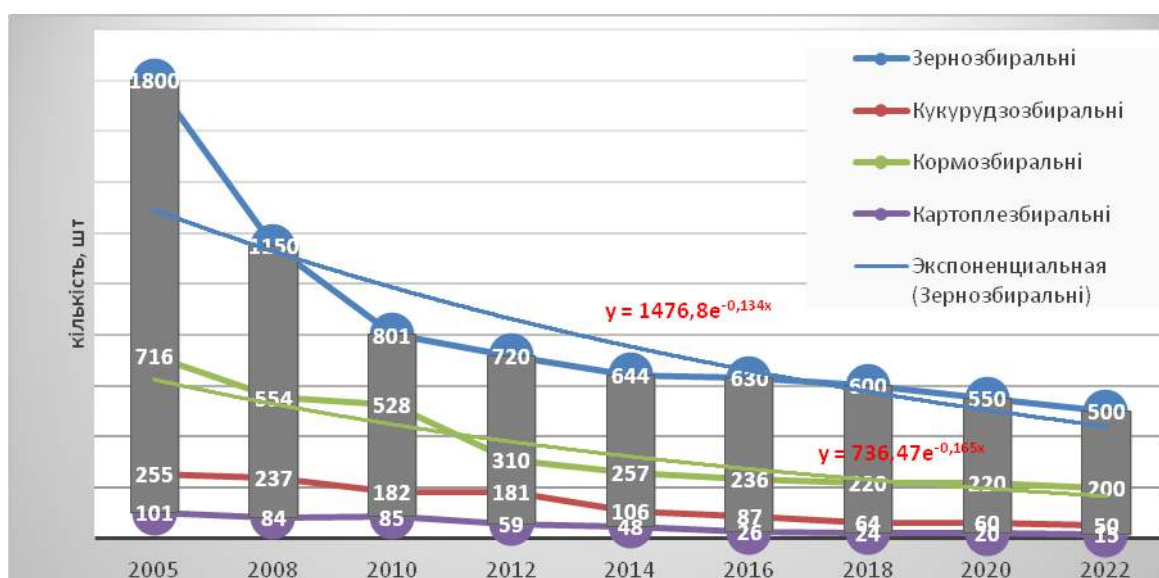


Рис. 3. Кількість комбайнів списаних за рік.

Аналіз динаміки списання зернозбиральних комбайнів (синя лінія) показує чітку

тенденцію до зниження кількості списаних одиниць. У 2000 році було списано 2221 одиницю, тоді як до 2020 року цей показник зменшився до 600 одиниць. Спостерігається аналогічне зниження і для спеціальних комбайнів (кукурудзозбиральних та кормозбиральних).

Значне зменшення списання техніки пов'язане з тим, що парк сільськогосподарської техніки поступово оновлюється більш продуктивними і надійними моделями, однак у меншій кількості. Зниження темпів списання зернозбиральних комбайнів поступово стабілізується на рівні близько 600 одиниць на рік. Це підтверджується експоненційною залежністю, яка вказує на уповільнення темпів списання.

Експоненційна модель для зернозбиральних комбайнів дозволяє прогнозувати обсяги списання у майбутньому, що є важливим для планування потужностей утилізаційних центрів. Наприклад, техніка, придбана у 2010–2015 роках, досягне граничного терміну експлуатації у 2030–2035 роках, що створить додаткове навантаження на систему утилізації.

Стабільні показники списання кукурудзозбиральних і кормозбиральних комбайнів свідчать про потребу підтримання мінімальної, але ефективної інфраструктури для утилізації цього обладнання. Уповільнення темпів списання дозволяє сконцентрувати зусилля на створенні кількох регіональних центрів утилізації, які можуть обслуговувати фермерів у ключових сільськогосподарських регіонах. В подальших дослідженнях був виконаний регіональний аналіз кількості різних видів списаної техніки, а також еволюції морфологічного складу матеріалів в конструкції машин на протязі декількох десятиліть.

Екологічні та бізнесові аспекти утилізації. Розробка системи утилізації з урахуванням типу техніки дозволить мінімізувати втрати матеріалів та створити умови для ефективної вторинної переробки. Правильна утилізація старої техніки також сприятиме зменшенню ризиків забруднення довкілля. Бізнес у сфері утилізації техніки може орієнтуватися на регіони з найбільшими обсягами списання. Наприклад, Центральний регіон може стати ключовою зоною для розвитку переробної інфраструктури, тоді як у Північному та Південному регіонах перспективною є спеціалізація на вторинній переробці металу та деталей.

Такі регіональні особливості дозволяють підприємствам розробляти інноваційні рішення, які відповідатимуть потребам локальних ринків і сприятимуть розвитку економіки циркулярного типу в аграрному секторі.

Висновки

1. Розроблено методику прогнозування обсягів списання сільськогосподарської техніки, яка враховує динаміку змін парку, інтенсивність оновлення та середньостатистичні терміни експлуатації.

2. Проаналізовано структуру та динаміку оновлення парку тракторів і комбайнів в Україні, що дозволяє прогнозувати тенденції списання техніки та обґрунтовано необхідність розвитку утилізаційної інфраструктури

3. Підтверджено доцільність використання експоненційних моделей для прогнозування щорічних обсягів списання техніки, що дозволяє оптимізувати планування утилізаційних потужностей.

4. Отримані результати можуть бути використані для формування державної політики у сфері управління технічними відходами агропромислового комплексу.

Список використаних джерел

1. Директиви 2000/53/ЄС (ELV) з утилізації старих автомобілів (з урахуванням змін, внесених рішенням 2002/525/ЄС, рішенням 2005/673/ЄС, рішенням 2008/689/ЄС, рішенням 2010/115/ЄС.
2. Директиви 2005/64/ЄС (RRR) щодо класифікації типів ТЗ щодо їх повторного використання, вторинної переробки та утилізації.
3. Закон України від 16 січня 2014 року № 719-VII. "Про утилізацію транспортних засобів".
4. Закон України від 04.07.2013 № 421-VII. "Про оброблення транспортних засобів, знятих з обліку".
5. Закон України від 9 липня 2023 року. «Про управління відходами».
6. Закон України від 05.06.2003 року № 900-IV. "Про захист прав покупців сільськогосподарських машин".
7. Державна служба статистики України. Дані про динаміку списання сільськогосподарської техніки, статистичні збірники про сільське господарство. <https://www.ukrstat.gov.ua>.
8. Науменко А.А., Тимчук Д.С. Аналіз оновлення парку вантажних автомобілів в підприємствах агропромислового комплексу. Матеріали Всеукраїнської науково-практичної конференції «Автомобільний транспорт в аграрному секторі: проектування, дизайн та технологічна експлуатація». 2019. С. 22–24.
9. Ринок сільськогосподарської техніки України: сучасний стан та перспективи розвитку. Pro-Consulting <https://pro-consulting.ua/ua/pressroom/rynok-selskohozyajstvennoj-tehniki-ukrainy-sovremennoe-sostoyanie-i-perspektivy-razvitiya>.
10. Бойченко С.В., Лейда К.М., Іванченко О. В. Екологістика, утилізація та рециклінг транспортних засобів: тенденції та перспективи розвитку. Наукоємні технології. 2016. Вип. 2(30). DOI: 10.18372/2310-5461.30.10568.
11. Науменко О.А., Біловод О.І., Тарасенко Д.С. Визначення об'ємів утилізації обладнання АПК. Нові технології і обладнання харчових та переробних виробництв: Матеріали I Всеукраїнської науково-практичної конференції. Полтава, 19-20 квітня 2023 року. ПДАУ.
12. Гуримський В. В. Аналіз щорічного списання комбайнів в АПК. / В. В. Гуримський ; керівник О. А. Науменко // Молодь і індустрія 4.0 в XXI столітті: матеріали XX Міжнародного форуму молоді, 4-5 квітня 2024 року. Харків. ДБТУ, 2024. С. 11.
13. Науменко О.А. Еволюція концепції ремонту і обслуговування (технічного сервісу) техніки АПК. Крамаровські читання: збірник тез доповідей XI Міжнародної науково-технічної конференції з нагоди 117-ї річниці від дня народження професора Крамарова В.С. (1906-1987), м. Київ, 22-23 лютого 2024 року. Київ. НУБіП України. 2024. С. 234–235.
14. Науменко А.О., Біляєва О.С., Науменко О.А. Дослідження процесу оновлення тракторів потужністю більше 100 кВт в АПК України. Комплексне забезпечення якості технологічних процесів та систем: збірник тез доповідей IX Міжнародної науково-практичної конференції, 14-16 травня 2019 року. м. Чернігів. у 2 томах. Чернігів. ЧНТУ. 2019. Том 1. С. 80–81.

References

1. Directive 2000/53/EC (ELV) on the disposal of end-of-life vehicles. (2010). (as amended by Decision 2002/525/EC, Decision 2005/673/EC, Decision 2008/689/EC, Decision

2010/115/EC.

2. Directive 2005/64/EC (RRR) on the classification of types of vehicles for the purposes of their reuse, recycling and disposal. (2005).

3. Law of Ukraine dated January 16. (2014). No. 719-VII. "On the disposal of vehicles".

4. Law of Ukraine dated July 4. (2013). No. 421-VII. "On the treatment of vehicles removed from registration".

5. Law of Ukraine dated July 9. (2023). "On waste management".

6. Law of Ukraine dated 05.06.2003. (2003). No. 900-IV. "On the protection of the rights of buyers of agricultural machinery".

7. State Statistics Service of Ukraine. (2024). Data on the dynamics of write-off of agricultural machinery, statistical collections on agriculture. <https://www.ukrstat.gov.ua>.

8. Naumenko A.A., Tymchuk D.S. (2019). Analysis of the renewal of the fleet of trucks in the enterprises of the agro-industrial complex. Materials of the All-Ukrainian Scientific and Practical Conference "Motor Transport in the Agricultural Sector: Planning, Design and Technological Operation". P. 22–24.

9. The agricultural machinery market of Ukraine: current state and development prospects. (2024). Pro-Consulting <https://pro-consulting.ua/ua/pressroom/rynok-selskohozyajstvennoj-tehniki-ukrainy-sovremennoe-sostoyanie-i-perspektivy-razvitiya>.

10. Boychenko S.V., Leida K.M., Ivanchenko O. V. (2016). Environmental management, utilization and recycling of vehicles: trends and development prospects. Science-intensive technologies. Issue 2(30). DOI: 10.18372/2310-5461.30.10568.

11. Naumenko O.A., Bilovod O.I., Tarasenko D.S. (2023). Determination of the volumes of utilization of agricultural equipment. New technologies and equipment of food and processing industries: Materials of the 1st All-Ukrainian scientific and practical conference. Poltava, April 19-20, 2023. PDAU.

12. Gurymsky V.V. (2024). Analysis of the annual write-off of combines in the agricultural industry. Youth and industry 4.0 in the 21st century: materials of the 20th International Youth Forum, April 4-5, 2024. Kharkiv. DBTU. P. 11.

13. Naumenko O. A. (2024). Evolution of the concept of repair and maintenance (technical service) of agricultural equipment. Kramarov readings: collection of abstracts of the reports of the 11th International scientific and technical conference on the occasion of the 117th anniversary of the birth of Professor Kramarov V. S. (1906-1987), Kyiv, February 22-23, 2024. Kyiv. NUBiP of Ukraine. P. 234–235.

14. Naumenko A.O., Bilyaeva O.S., Naumenko O.A. (2019). Research on the process of updating tractors with a capacity of more than 100 kW in the agro-industrial complex of Ukraine. Comprehensive quality assurance of technological processes and systems: collection of abstracts of reports of the IX International Scientific and Practical Conference, May 14-16, 2019. Chernihiv. in 2 volumes. Chernihiv. ChNTU. Volume 1. P. 80–81.