

УДК 629.7

В.В. Кириченко<sup>1</sup>, М.А. Подригало<sup>2</sup>, О.Б. Куренко<sup>3</sup>, Д.М. Клец<sup>2</sup><sup>1</sup>Командування Повітряних Сил Збройних Сил України, Вінниця<sup>2</sup>Харківський національний автомобільно-дорожній університет, Харків<sup>3</sup>Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків

## ЕКСПЕРИМЕНТАЛЬНЕ ВИЗНАЧЕННЯ ДИНАМІЧНИХ ВЛАСТИВОСТЕЙ ПЕРСПЕКТИВНИХ ЗАСОБІВ РУХОМОСТІ ЗАСОБІВ НАЗЕМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДІЙ АВІАЦІЇ НА БАЗІ КОЛІСНИХ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ТА ЕНЕРГЕТИЧНИХ МОДУЛІВ ТА ПОРІВНЯННЯ ЇХ З ДИНАМІЧНИМИ ВЛАСТИВОСТЯМИ ЗАСОБІВ РУХОМОСТІ ЗАСОБІВ НАЗЕМНОГО ЗАБЕЗПЕЧЕННЯ ДІЙ АВІАЦІЇ, ЩО Є НА ОЗБРОЄННІ ПОВІТРЯНИХ СИЛ ЗБРОЙНИХ СИЛ УКРАЇНИ В УМОВАХ ВІЙСЬКОВОГО АЕРОДРОМУ

Розглянуті результати експериментального дослідження і порівняльна оцінка динамічних властивостей перспективних засобів рухомості (ЗР) засобів наземного забезпечення дій авіації (ЗНЗДА) на базі колісних технологічних модулів (КТМ) та колісних енергетичних модулів (КЕМ) і ЗР ЗНЗДА, що є на озброєнні Повітряних Сил (ПС) Збройних Сил (ЗС) України в умовах військового аеродрому.

**Ключові слова:** парк техніки наземного забезпечення дій авіації, спеціальне обладнання, колісний технологічний модуль, колісний енергетичний модуль, бортовий вимірювальний комплекс (БВК).

### Вступ

**Постановка проблеми та аналіз літератури.** Ймовірні загрози безпеці держави, можливі сценарії бойових дій та особливості бойового застосування частин та підрозділів авіації в першій половині 21-го сторіччя є основою для формування шляхів оснащення ПС ЗС України необхідною авіаційною технікою [1, 2].

Практика розробки передовими державами світу авіаційних комплексів п'ятого покоління показує, що вони включають в себе: літальні апарати (ЛА), системи та агрегати, які їх комплектують, а також ЗНЗДА, які забезпечують застосування і обслуговування ЛА та їх озброєння, підтримку аеродромів в експлуатаційній готовності та ін. [3 – 6]. Високу ефективність застосування ЗНЗДА ПС ЗС України неможливо досягти без підтримання в належному стані парку ЗР озброєння та військової техніки. В роботі розглядається модульний принцип побудови перспективних ЗР для техніки наземного забезпечення дій авіації, який дозволяє скоротити матеріальні і трудові витрати, зменшити особовий склад парку, який обслуговує машини, підвищити надійність роботи останнього і оптимізувати його структуру [7].

На теперішній час недостатньо дослідженими залишаються питання визначення динамічних властивостей перспективних ЗР ЗНЗДА побудованих на базі енерготехнологічних агрегатів блоково-модульної структури вітчизняного виробництва і порівняння їх з динамічними властивостями ЗР ЗНЗДА, що є на озброєнні ПС ЗС України.

Аналіз досліджень по формуванню ідеології та принципів розвитку парку основних видів озброєння та військової техніки частин та підрозділів аеродром-

но-технічного забезпечення показує, що провідні держави світу ведуть активні роботи у цій галузі. Актуальні розробки з цієї тематики ведуться в ФРН, зокрема розроблені і успішно використовуються спеціальні машини для підтримки аеродромів в постійній експлуатаційній готовності марки BUCHER, в КНР випускається модельний ряд установок типу WGPT – для наземного живлення ЛА, типу WGJZ – перетворювання напруги та струму для наземного електроживлення енергосистем ЛА, типу WGAS – для повітряного пуску реактивних авіаційних двигунів та ін. На увагу заслуговує модельний ряд ЗНЗДА словацької компанії KERAMETAL, зокрема універсальний ЗР ЗНЗДА TALET 30. Розглянуті ЗНЗДА провідних держав світу, які побудовані на основі модульного принципу забезпечують виконання покладених на них завдань в сучасних операціях (бойових діях), однак потребують додаткових засобів транспортування та відповідних пристроїв кріплення і завантаження для забезпечення можливості здійснення маршру [3 – 6].

**Метою статті** є експериментальне визначення динамічних властивостей перспективних ЗР ЗНЗДА на базі КТМ та КЕМ і порівняння їх з динамічними властивостями ЗР ЗНЗДА, що є на озброєнні ПС ЗС України в умовах військового аеродрому.

### Викладання основного матеріалу

Досвід останніх локальних воєнних конфліктів, сучасні погляди на ведення збройної боротьби, участь у миротворчих операціях вказують на необхідність мати у військах такі ЗНЗДА, які б мали високі експлуатаційні властивості та могли забезпечити паритет або військово-технічну перевагу над відповідними зразками армій імовірного супротивника.

Автомобілі, гусеничні машини, трактори є ЗР спеціальних установок для технічного обслуговування ЛА і забезпечення їх заправки газами, спеціальними рідинами і паливом та складають парк ЗНЗДА. Відомо, що спеціальні установки мають більший запас міцності та надійності у порівнянні з їх ЗР. Таким чином найбільшої уваги потребують саме ЗР.

Підходи, щодо формування парку ЗР ЗНЗДА провідних держав світу визначають актуальність модульного принципу їх побудови.

Встановлено, що перехід від нероздільного агрегування до побудови ЗНЗДА на базі КТМ, дозволить розширити їх номенклатуру при порівняно невеликій кількості двовісних КЕМ. У цьому випадку КЕМ проектується, виходячи з необхідності забезпечення вимог усіх КТМ. КЕМ дозволять замінити існуючі засоби рухомості спеціальних установок, перенос яких передбачений на спеціалізовані КТМ.

Перспективним напрямком формування парку ЗР ЗНЗДА є застосування колісних тракторів, переважно вітчизняного виробництва [7]. Основна перевага використання трактора в якості засобу рухомості ЗНЗДА – можливість його застосування з навісними, напівнавісними і причіпними механізмами, а також установки устаткування спеціального призначення зі змінними робочими органами.

Провідним вітчизняним виробником тракторів є публічне акціонерне товариство (ПАТ) «Харківський тракторний завод ім. Орджонікідзе» («ХТЗ»).

ПАТ «ХТЗ» єдине в Україні підприємство по випуску уніфікованих гусеничних і колісних тракторів загального призначення та має їх чисельний модельний ряд.

Використання колісних тракторів ПАТ «ХТЗ», в якості ЗР ЗНЗДА, має ряд переваг, а саме:

– значно менша витрата пального та відповідно зниження вартості аеродромно-технічного забезпечення;

– значно менша вартість закупівлі за рахунок вітчизняного виробництва та за рахунок непотрібності в закупівлі базового автомобільного шасі під кожен зразок ЗНЗДА;

– менші габаритні розміри, що в разі необхідності переміщення на інші аеродроми підвищує мобільність та знижує вартість переміщення [7].

На виконання доручення Командування Повітряних Сил Збройних Сил України та розробленої програми та методики експериментального визначення динамічних властивостей перспективних ЗР ЗНЗДА на базі колісних технологічних та енергетичних модулів та порівняння їх з динамічними властивостями ЗР ЗНЗДА, що є на озброєнні ПС ЗС України в умовах військового аеродрому, було проведено визначене експериментальне дослідження (далі експеримент).

В процесі виконання експерименту були застосовані наступні матеріально-технічні засоби, які наведені у табл. 1.

Таблиця 1

Матеріально-технічні засоби

№ з/п	Найменування	Кількість
1.	Трактор ХТЗ-17222	1 од.
2.	Причеп МАЗ-8925 (ПЕС-100-Т/230-400-А1РК1)	1 од.
3.	Урал 4320 (АПА-5Д)	1 од.
4.	Бортовий вимірювальний комплекс (БВК)	1 к-т

В якості засобу рухомості ЗНЗДА, що є на озброєнні ПС ЗС України було обрано аеродромний рухомий електроагрегат АПА-5Д (ЗР Урал 4320). Повна маса АПА-5Д, що брав участь в експерименті визначалась за даними вказаними в експлуатаційно-технічній документації на зразок ЗНЗДА з урахуванням маси водія, наявності експлуатаційних та паливно-мастильних матеріалів (ПММ).

Повна маса трактору ХТЗ-17222, що брав участь в експерименті визначалась за даними вказаними в експлуатаційно-технічній документації на нього з урахуванням маси встановленого обладнання, водія, наявності експлуатаційних матеріалів та ПММ. Повна маса причепу МАЗ-8925 (ПЕС-100-Т/230-400-А1РК1) – за даними вказаними в експлуатаційно-технічній документації на нього з урахуванням знятого обладнання, наявності експлуатаційних матеріалів та ПММ.

Дорожні ділянки відповідали умовам експлуатації на військовому аеродромі (прямолінійні, гори-

зонтальні, з цементно-бетонним гладким, сухим і чистим покриттям). Подовжні ухили не більше 0,05%, поперечні ухили не більше 1%. Підтзні дорожні ділянки мали аналогічне покриття і довжину, достатню для розгону і стабілізації максимальної швидкості ЗР. Довжина ділянок для експерименту була визначена 2015 м та 510 м.

Для реєстрації даних під час проведення експерименту був використаний розроблений на кафедрі технології машинобудування та ремонту машин Харківського національного автомобільно-дорожнього університету бортовий вимірювальний комплекс (рис. 1), який призначений для виміру прискорення, уповільнення та швидкості автомобіля під час руху в різних умовах експлуатації. Він складається з двох датчиків прискорень Freescale Semiconductor моделі MMA7260QT, а також персональної електронно-обчислювальної машини (ПЕОМ) для зняття і архівації даних [8 – 10].

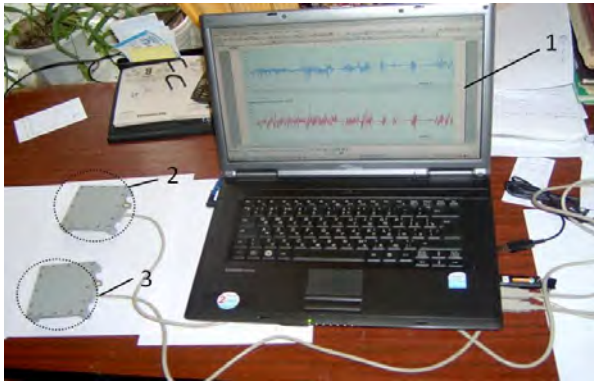


Рис. 1. Бортовий вимірювальний комплекс:  
1 – ПЕОМ; 2 – датчик прискорень MMA7260QT #445; 3 – датчик прискорень MMA7260QT #446

Вимірювання динамічних властивостей ЗР ЗНЗДА проводились відповідно до експлуатаційно-

технічної документації на відповідні зразки.

Під час експерименту постійно отримувалася та оброблювалася БВК така інформація:

- величина пройденого шляху ЗР;
- швидкість, прискорювання, уповільнення ЗР.

Погрішність значень потужності, отриманих за допомогою БВК, складала не більше 4% (1% – погрішність акселерометрів по паспорту і до 3% – погрішність установки).

Були отримані енергетичні параметри, залежності від часу ефективної потужності, подовжніх прискорювань та швидкості, що розвивається в процесі руху АПА-5Д та перспективного ЗНЗДА, на базі КТМ та КЕМ.

На рис. 2 – 3 наведені порівняльні значення ефективної потужності, що розвивається в процесі руху досліджуваних ЗР ЗНЗДА.

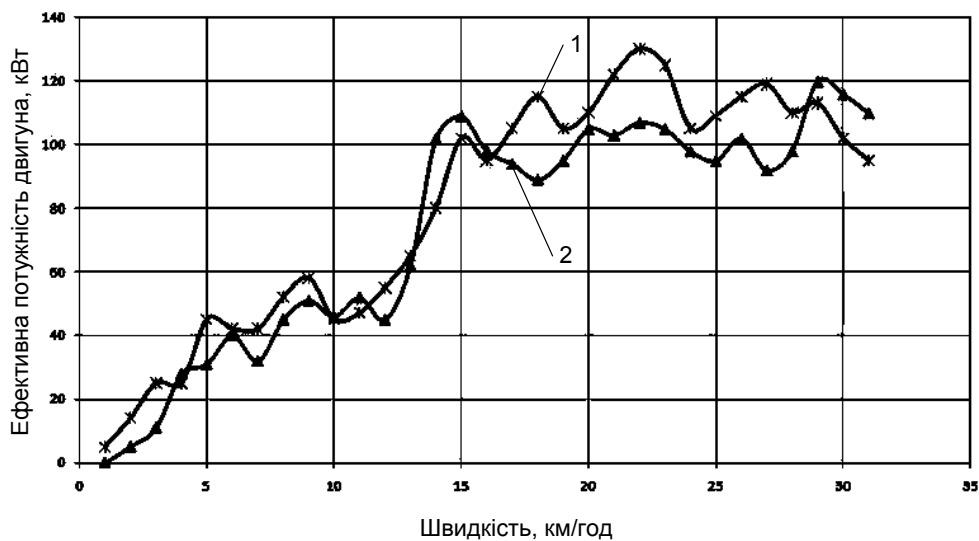


Рис. 2. Порівняльний аналіз ефективної потужності (експериментально визначена), що розвивається, в процесі руху досліджуваних ЗР ЗНЗДА: 1 – АПА-5Д; 2 – трактор ХТЗ-17222 з причепом

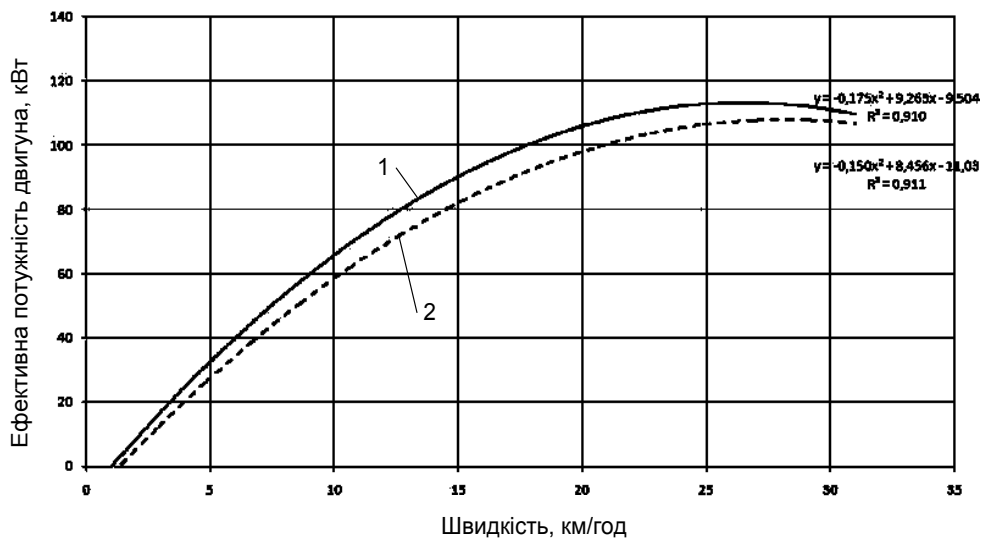


Рис. 3. Порівняльний аналіз ефективної потужності (апроксимованої), що розвивається, ЗР ЗНЗДА апроксимований квадратичною функцією (коефіцієнт кореляції  $R^2 \geq 0,91$ ):  
1 – АПА-5Д; 2 – тракторний потяг

Проведено порівняльний аналіз ефективної потужності, її апроксимація квадратичною функцією (коефіцієнт кореляції  $R^2 \geq 0,91$ ), подовжніх прискорювань ЗР ЗНЗДА, що розвиваються, а також залежність його швидкості руху від часу. В результаті обробки отриманої інформації була проведена порів-

няльна оцінка динамічних властивостей, зокрема значень гальмівного шляху, часу під'їзду до ЛА, що обслуговується, мінімального радіусу повороту та ін. ЗР ЗНЗДА, що є на озброєнні ПС ЗС України та ЗР на базі КТМ та КЕМ вітчизняного виробництва, результати якої наведені в табл. 2.

Таблиця 2

Отримані загальні результати порівняння експериментально отриманих даних ЗР ЗНЗДА АПА-5Д та тракторного потягу

Технічні параметри	Характеристики ЗР ЗНЗДА, що досліджувались					
	Урал-43203-01		ХТЗ-17222		МАЗ-8925	
	виробника	наявні	виробника	наявні	виробника	наявні
1	2	3	4	5	6	7
Рік випуску		1990		2009		1990
Призначення	автомобільне шасі		трактор (тягач)		прицеп	
Модель двигуна	КамАЗ 740.2		ЯМЗ-236Д-3		–	
Виробник двигуна	ВАТ «КамАЗ-дизель», РФ		ВАТ «Автодизель», РФ		–	
Ефективна потужність, кВт	132,23	130	125	120	–	
Коробка передач	механічна з механічним перемиканням передач		механічна з гідромеханічним перемиканням передач		–	
Максимальна швидкість руху, км/год / кількість передач	85 / 10	–	39,95 / 16	–	–	
Швидкість руху під час експерименту, км/год	40	35	40	35	–	
База, мм	4925	4900	2860	2870	3700	3705
Коля, мм	2020	2025	1860	1865	2130	2120
Габарити мм:						
– довжина;	7770	7768	6130	6125	8220	8230
– ширина;	2500	2505	2460	2455	2555	2560
– висота	2800	2805	3345	3340	3225	3230
Повна маса, кг	11000	11000	8900	8900	9500	9500
Маса шасі, кг	6050	6050	–		2850	2850
Мінімальний радіус повороту, м	10,8	11,3	6,6	9	8	9
Гальмівний шлях на швидкості 40 км/год	15	13,3	–	13,2	–	
Час під'їзду до ЛА, що обслуговується, с	–	60	–	55	–	

Дані експериментальних вимірювань, щодо застосування трактора ХТЗ-17222 з причепом МАЗ-8925 в якості ЗР ЗНЗДА під час наземного обслуговування ЛА у порівнянні з АПА-5Д свідчать про зниження витрати потужності на 5,5%, а отже й до економії палива. При порівнянні значень мінімального радіусу повороту, гальмівного шляху та часу під'їзду до ЛА, що обслуговується, визначено кращі показники тракторного потягу.

Визначено, що застосування модульних машин (енерготехнологічних агрегатів блоково-модульної структури), що складаються з енергетичного і технологічного модулів, вимагає наявності надійних стикувальних пристроїв та пристроїв які забезпечують рух ЗНЗДА заднім ходом.

Використання модульного принципу побудови засобів аеродромно-технічного забезпечення польо-

тів дозволяє забезпечити раціональніше використання потужності двигунів, що супроводжується зниженням витрати палива.

Враховуючи обмеження максимальної швидкості руху колісної техніки під час обслуговування ЛА, визначено що, в якості енергетичного модуля доцільно використовувати колісний трактор. При малій швидкості руху трактора з'являється можливість найбільш ефективного використання потужності двигуна.

В наслідок того, що енергетичний модуль буде виготовлятися вітчизняними виробниками (а отже буде мати меншу балансову вартість) збільшиться ресурс до першого капітального ремонту, зменшаться витрати на середні та поточні ремонти, збільшиться коефіцієнт технічного використання та економічного витрачання пального.

## Висновки

В роботі отримані енергетичні параметри, залежності від часу ефективної потужності двигуна засобу рухомості, подовжніх прискорювань та швидкості, що розвивається в процесі руху АПА-5Д та перспективного ЗНЗДА, на базі КТМ та КЕМ.

Було встановлено, що застосування трактора ХТЗ-17222 з причепом МАЗ-8925 в якості ЗР ЗНЗДА під час наземного обслуговування ЛА у порівнянні з АПА-5Д призводить до витрати потужності на 5,5 % менше, дозволяє забезпечити раціональніше використання потужності двигуна, що супроводжується зниженням витрати палива. При порівнянні значень мінімального радіусу повороту, гальмівного шляху та часу під'їзду до ЛА, що обслуговується, визначено кращі показники тракторного потягу. При цьому підвищиться ефективність використання всього комплексу ЗНЗДА, скорочення матеріальних та трудових витрат на підготовку ЛА до польотів їх обслуговування та зберігання.

## Список літератури

1. Біла книга-2010: оборонна політика України. – К.: “Заповіт”, 2010. – 96 с.
2. Герасименко В.П. Розвиток тактики на основі впровадження у війська нового озброєння та військової техніки / В.П. Герасименко, А.І. Андросов // Наука і оборона. – 2005. – № 1. – С. 27-29.
3. Средства аэродромно-технического обеспечения полетов. Справочное пособие / под ред. Л.Н. Страхова. – М.: Воениздат, 1980. – 319 с.
4. Аэродромная техника. [Електрон. ресурс]. – Ре-

жим доступу до сайту: <http://aviaros.narod.ru/avto>.

5. Харченко О.В. Тенденції розвитку військової авіації на початку XXI ст. / О.В. Харченко // Наука і оборона. – 2003. – № 4. – С. 23-30.
6. Мельник П. Направленность НИОКР ВВС США по развитию авиационного вооружения и военной техники / П. Мельник // Зарубежное военное обозрение. – 2005. – № 8. – С. 30-38.
7. Подригало М.А. Формування гальмових та динамічних властивостей модульної техніки для аеродромно-технічного забезпечення авіації / М.А. Подригало, В.М. Краснокутський, В.В. Кириченко // Системи озброєння і військова техніка. – 2007. – № 3 (11). – С. 69-73.
8. Підвищення точності вимірювання параметрів руху автомобілів у процесі динамічних випробувань / М.А. Подригало, А.І. Коробко, Д.М. Клец [та ін.] // Метрологія та прилади. – 2010. – № 3. – С. 49-52.
9. Пат. 51031 МПК (2009) GO1P3/00, GO1P15/00 Система для визначення параметрів руху автотранспортних засобів при динамічних (кваліметричних) випробуваннях: Пат. Україна МПК (2009) GO1P3/00, GO1P15/00. М.А. Подригало, А.І. Коробко, Ф.М. Кім, В.Л. Фауст. – № 201001136, заявл. 04.02.2010; Опубл. 25.06.2010; Бюл. № 12.
10. Пат. 54188 МПК (2009) GO1L5/13. Спосіб визначення та обмеження динамічних навантажень при роботі тракторного агрегату: Пат. Україна МПК (2009) GO1L5/13. А.Т. Лебедев, М.А. Подригало, О.С. Полянський, М.П. Артемов, Є.О. Дубінін, О.Г. Хворост, В.В. Задорожня, О.В. Кот. – № 201006298; заявл. 25.05.2010; Опубл. 25.10.2010; № Бюл. № 20.

Надійшла до редколегії 7.02.2012

Рецензент: д-р техн. наук, ст. наук, співробітник Г.В. Худов, Харківський університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків.

### ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЕ ОПРЕДЕЛЕНИЕ ДИНАМИЧЕСКИХ СВОЙСТВ ПЕРСПЕКТИВНЫХ СРЕДСТВ ПОДВИЖНОСТИ СРЕДСТВ НАЗЕМНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЕЙСТВИЙ АВИАЦИИ НА БАЗЕ КОЛЕСНЫХ ТЕХНОЛОГИЧЕСКИХ И ЭНЕРГЕТИЧЕСКИХ МОДУЛЕЙ И СРАВНЕНИЕ ИХ С ДИНАМИЧЕСКИМИ СВОЙСТВАМИ СРЕДСТВ ПОДВИЖНОСТИ СРЕДСТВ НАЗЕМНОГО ОБЕСПЕЧЕНИЯ ДЕЙСТВИЙ АВИАЦИИ, КОТОРЫЕ СОСТОЯТ НА ВООРУЖЕНИИ ВОЗДУШНЫХ СИЛ ВООРУЖЕННЫХ СИЛ УКРАИНЫ В УСЛОВИЯХ ВОЕННОГО АЭРОДРОМА

В.В. Кириченко, М.А. Подригало, А.Б. Куренко, Д.М. Клец

Рассмотрены результаты экспериментального исследования и сравнительная оценка динамических свойств перспективных средств подвижности (СП) средств наземного обеспечения действий авиации (СНОДА) на базе колесных технологических модулей и колесных энергетических модулей и СП СНОДА, которые состоят на вооружении Воздушных Сил Вооруженных Сил Украины в условиях военного аэродрома

**Ключевые слова:** парк техники наземного обеспечения действий авиации, специальное оборудование, колесный технологический модуль, колесный энергетический модуль, бортовой измерительный комплекс

### EXPERIMENTAL DETERMINATION OF DYNAMIC PROPERTIES OF PERSPECTIVE FACILITIES OF MOBILITY OF AVIATION FLIGHT SUPPORT GROUND AIDS ON A BASE OF THE WHEEL TECHNOLOGICAL MODULE AND WHEEL ENERGY MODULE AND COMPARISON THEM WITH DYNAMIC PROPERTIES OF FACILITIES OF MOBILITY OF AVIATION FLIGHT SUPPORT GROUND AIDS, WHICH ARE OPERATIONAL IN THE AIR FORCE OF THE UKRAINIAN ARMED FORCES IN THE MILITARY AERODROME

V.V. Kirichenko, M.A. Podrigalo, A.B. Kurenko, D.M. Klets

The results of experimental research and comparative evaluation of dynamic properties of perspective facilities of mobility (FM) of aviation flight support ground aids (AFSGA) were considered on a base of the wheel technological modules and wheel energy modules and FM of AFSGA, which are operational in the Air Force of the Ukrainian Armed Forces in the military aerodrome

**Keywords:** aviation support ground technique fleet, special equipment, wheel technological module, wheel energy module, onboard instrumentation complex