

А.П. Бабич, Е.О. Луценко

Харківський національний університет Повітряних Сил ім. І. Кожедуба, Харків

МЕТОДИЧНІ ПІДХОДИ ДО ВИБОРУ АВТОМОБІЛЬНИХ ЗАСОБІВ РУХОМОСТІ ДЛЯ ТРАНСПОРТУВАННЯ БЕЗПІЛОТНИХ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

В статті наведено методичні підходи до вибору автомобільних засобів рухомості для транспортування безпілотних авіаційних комплексів, які здатні забезпечити необхідні швидкість, прихованість і безпеку їх перевезень за умов раціонального використання ресурсів. Вибір автомобільних засобів рухомості ґрунтується на визначенні комплексу показників, які охоплюють специфіку процесу транспортування БПЛА, розрахунку їх значень і порівняльного аналізу значень для марок автомобілів, що стоять на озброєнні Збройних Сил України. Швидкісні характеристики автомобіля, за даної ситуації визначаються тривалістю циклу транспортування. Умови прихованості і безпеки транспортування визначаються за габаритами і обладнанням кузова автомобіля. Витрати ресурсу характеризуються такими показниками як: коефіцієнт статичного використання вантажопідйомності, продуктивністю автомобіля, собівартістю циклу транспортування.

Ключові слова: безпілотний літальний апарат, безпілотний авіаційний комплекс, наземні авіаційні комплекси, автомобільні засоби рухомості, цикл транспортування, прихованість транспортування, безпека транспортування, статистичний коефіцієнт використання вантажопідйомності, продуктивність автомобіля, собівартість циклу транспортування.

Вступ

Постановка проблеми. Аналіз застосування сил і засобів озброєння у збройних конфліктах і війнах минулих двох десятиліть показав високу ефективність безпілотних літальних апаратів (БПЛА), що визначається такими факторами як: значно менші витрати на виробництво, обслуговування та експлуатацію (в тому числі й при бойовому застосуванні) порівняно з пілотованими літальними апаратами; висока живучість при виконанні бойових завдань (мало помітні і з незначними розмірами); широкий спектр завдань, які можуть виконувати БПЛА. В той же час, енергетичні можливості силових установок безпілотників, особливо БПЛА, які відносяться до категорії малих БПЛА (вага з бойовим навантаженням до 20 кг), накладають певні обмеження щодо часу знаходження у повітрі (технічний радіус дій) і, відповідно, щодо дальності, на якій можуть виконуватися завдання, величини площі території розвідки, тощо. Проблему максимізації дальності і часу бойового польоту над територією супротивника, в значній мірі, можливо вирішити в площині максимального наближення бойових позицій безпілотних авіаційних комплексів (БпАК) до ліній бойового зіткнення. Транспортування БпАК з району базування в район бойового призначення, швидко зміну бойових позицій можливо виконати автомобільними засобами рухомості, техніко-експлуатаційні характеристики яких можуть забезпечити безпеку транспортування і необхідну маневреність безпілотним

авіаційним комплексам. Сучасні підходи до планування операцій і бойових дій, які ґрунтуються на критерії “результат-витрати”, в значній мірі, реалізуються в площині формування раціональних систем забезпечення, зокрема транспортного забезпечення. Це і мотивує знаходження шляхів рішення проблеми вибору ефективних транспортних засобів як основи системи транспортного забезпечення, у тому числі й вибору автомобільних засобів рухомості для транспортування безпілотних авіаційних комплексів.

Аналіз останніх досліджень і публікацій. За дослідженнями [1] БПЛА як засіб збройної боротьби вперше були застосовані військами Австрії при штурмі італійської Венеції ще в 1849 році. Штурм міста почався із запуску близько 2000 повітряних куль, на яких було підвішено бомби з синхронізованими запобіжниками. І, не зважаючи на те, що не були враховані метеорологічні умови і відстань між районами пуску та бойового застосування, що призвело до відхилення багатьох куль від встановленого маршруту, раптовість і не готовність італійських військ реально оцінити рівень загрози ще до цього часу невідомої зброї, зіграло визначальну роль у перемозі австрійської армії в цій операції. У роботах [2] наводиться те, що велику залежність таких БПЛА, як повітряні кулі від метеорологічних умов у Першій світовій війні війська Німеччини компенсували спеціальними гондолами з певною схемою розміщення і викидання вантажу, а також спеціальними канатами для утримання повітряної кулі в пе-

вному місці для ведення повітряної розвідки спеціально підготовленим екіпажем. Поява і активний розвиток пілотованих літальних апаратів, які усувають основний недолік тодішніх безпілотників (повітряних куль) щодо великої залежності від повітряних потоків і стану атмосфери, дещо знизила інтерес військових до таких засобів озброєння. В той же час, велика вартість виробництва та експлуатації літаків і, головне, значні витрати на підготовку пілотів та загроза їх втрат при ураженні, технічних несправностей чи помилок льотчиків, змусило військових знову активізувати роботи по розробці безпілотних літальних апаратів. В значній мірі, було залучено досвід авіамоделістів-аматорів, що конструювали і активно використовували безпілотні апарати не тільки у спортивних змаганнях, а й у різних сферах життєдіяльності людини. В арміях зарубіжних країн, особливо в США, Ізраїлі, Японії були розгорнуті масштабні програми щодо розробки і постачання на озброєння військ БПЛА. Багато військових фахівців впевнені в тому, що плани Пентагона побудувати до 2020 року найбільш технологічно оснащену армію, в значній мірі пов'язані з оснащенням армійських частин і підрозділів безпілотними літальними апаратами широкого спектру застосування [3].

За свідченнями [4] ізраїльська компанія “Aeronautics Defense Systems” та концерн “Авіаційна промисловість” вже протягом 10 років виробляють і поставляють на озброєння армії малорозмірні БПЛА трьох типів: БПЛА “комікадзе” “Harpy New Generation” – для ураження засобів ППО супротивника; БПЛА “Green dragon” – для нанесення бомбових ударів по живій силі й техніці супротивника в тактичній глибині; БПЛА “Rotem L” – для ведення повітряної розвідки на глибину до 10 км від лінії бойового зіткнення.

В збройних силах Японії закінчуються випробування мікро - БПЛА (вага 0,7 кг) для ведення комплексної повітряної розвідки на глибину до 20 км. в умовах активної протидії радіоелектронних засобів супротивника.

У роботах [5–6] аргументується необхідність транспортування БПЛА з районів базування до районів бойового застосування, що значно підвищить ефективність шляхом збільшення глибини бойового застосування і маневреності. Фірма Alex system SpA пропонує спеціальні контейнери різних габаритів для транспортування БПЛА, які обладнані спеціальними суперами та кронштейнами і забезпечують безпеку транспортування. Такі контейнери можуть завантажуватися безпосередньо в кузов автомобіля або розміщуватися на автомобільних причепах.

Необхідність включення в безпілотний авіаційний комплект автомобільних засобів рухомості обґрунтовуються в роботах [7–10]. В той же час, ви-

значається необхідність вибору автомобіля для конкретного типу БПЛА і можливих умов їх застосування, але не наводяться методи чи методичні рекомендації щодо вибору таких автомобільних засобів рухомості.

Мета статті. Розробити методичні підходи до вибору автомобільних засобів рухомості для транспортування безпілотних літальних апаратів

Виклад основного матеріалу

За результатами воєнно-економічного аналізу результатів бойового застосування безпілотних літальних апаратів різних категорій, більшість військових фахівців визначають значні перспективи для категорії малих БПЛА. Широкий спектр застосування (повітряна розвідка, коригування вогню, постановка димових завес та радіоелектронних завад, знищення живої сили, ураження та пошкодження військових об'єктів), стійкість до вогневого та радіоелектронного ураження (малі розміри, висока маневреність, стійкість щодо різного роду завад, прихованість місць розгортання безпілотних авіаційних комплексів) та, порівняно з іншими категоріями БПЛА, невеликі витрати на виробництво і обслуговування надають значні переваги категорії за критерієм “результат-затрати”.

Для ЗС України вже налагоджено або завершується підготовка до серійного виробництва вітчизняних безпілотних апаратів такої категорії “Ятаган-2”, “Гайдамака М-49”, “Лелека-100”. Планується закупівля, а також спільне виробництво на вітчизняних потужностях зарубіжних апаратів, зокрема польського “Warmate”.

Поряд з цим, існують дослідження, які обґрунтовують значне підвищення ефективності, (синергетичний ефект) за умов одночасного застосування великої кількості БПЛА “зграя птахів”. Така тактика застосування малих БПЛА вимагає швидкого та прихованого їх накопичення в районах бойового призначення, що можливо за умов включення до складу наземних авіаційних комплексів (НАК) автомобільних засобів рухомості, які за своїми техніко-експлуатаційними характеристиками дозволяють виконувати необхідні маневри при забезпеченні безпеки транспортування БПЛА.

За функціональним призначенням автомобільні засоби рухомості наземного авіаційного комплексу (НАК) безпілотного авіаційного комплексу діляться на три групи: автомобілі транспортування, що забезпечують транспортування авіаційної частини безпілотного авіаційного комплексу; автомобілі управління, що обладнуються місцями для роботи операторів, автомобілі забезпечення, що підвозять особовий склад і матеріально-технічні засоби при повсякденному і бойовому функціонуванні підрозділів і частин БПЛА.

Враховуючи великий спектр сучасних БПЛА за цільовим призначенням, габаритами, вагою, досить складно визначитися з єдиними методичними підходами до вибору оптимальних автомобільних засобів рухомості саме для їх транспортування. Категорія великих БПЛА з вагою до декількох тонн і значними габаритами вимагають спеціальних платформ для їх транспортування і пуску, тому проблему вибору оптимальних автомобільних засобів рухомості для транспортування БПЛА з тих, які стоять на озброєнні ЗС України, доцільно і виправдано вирішувати в площині категорій малих БПЛА, які, за твердженням багатьох фахівців [3–4], в недалекому майбутньому будуть домінувати в угрупованнях БПЛА збройних сил багатьох країн світу. Застосування для транспортування БПЛА штатних автомобілів з типовим кузовом (типовим зовнішнім виглядом) дозволить значно підвищити прихованість висування БПЛА в райони бойового застосування та їх маневр – досить складно ідентифікувати вантаж в тентованому автомобілі. В той же час, необхідно враховувати те, що малі БПЛА для забезпечення масового застосування, як правило, монтуються на спеціальних платформах по декілька одиниць в повній готовності до бойового застосування. Приймаючи до уваги габарити таких платформ і необхідність їх розміщення в тентованих (закритих) кузовах автомобілів, вибір автомобільних засобів рухомості для транспортування такої категорії БПЛА потрібно починати з побудови, так званого, габаритного ряду автомобілів, що дасть можливість визначити марки вантажних автомобілів, у закритому кузові яких можливо розмістити платформи БПЛА. З аналізу застосування БПЛА категорії: малі, міні і мікро, ізраїльською армією в період 2015 – 2017 рр. на Голанських висотах, можливо зробити висновок про те, що використання спеціальних автомобільних тягачів і причепів для транспортування таких комплексів значно ускладнює маневреність і прихованість, тому левову частину завдань транспортування БпАК було вирішено покласти на штатні тентовані вантажні автомобілі.

Формування габаритного ряду автомобільних засобів рухомості для транспортування авіаційної складової БпАК дозволить визначитися з марками штатних автомобілів, які за габаритами закритого (тентованого) кузова можуть вміщати платформу (платформи) з малими БПЛА. Якщо виходити з того, що такі технічні характеристики, як габарити і обладнання кузова більшість марок автомобілів, які стоять на озброєнні ЗС України, можуть задовольнити вимоги щодо транспортування БпАК, подальший вибір повинен базуватися на порівнянні воєнно-економічних показників, зокрема таких як: цикл транспортування; ступінь використання вантажопі-

дійності автомобіля; продуктивність автомобіля; собівартість перевезень.

Цикл транспортування ($t_{цт}$) – це завершений цикл роботи щодо транспортування БпАК, що включає: час навантаження на автомобіль платформи (платформи) з БПЛА (t_n), час доставки комплексів з місць базування у визначений район бойового застосування (час доставки бойового вантажу) ($t_{дбв}$); час розвантаження платформ в районі бойового застосування ($t_{рбз}$); час навантаження платформ в автомобіль у районі бойового застосування ($t_{нбз}$); час доставки платформ в місця базування ($t_{дмб}$); час розвантаження платформ в місцях базування ($t_{рмб}$). За таких підходів цикл транспортування визначається за виразом:

$$t_{цт} = t_n + t_{дбв} + t_{рбз} + t_{рбз} + t_{нбз} + t_{нбз} + t_{дмб} + t_{рмб}. \quad (1)$$

Практика показує, що час виконання вантажно-розвантажувальних робіт, особливо таких складних конструкцій як платформи БПЛА, залежить від конструктивних особливостей як самого автомобіля певної марки, так і від конструктивних особливостей його кузова. Тому час всіх наведених видів вантажно-розвантажувальних робіт циклу транспортування для кожної марки вантажних автомобілів, що входять в побудований габаритний ряд, визначається експериментальним шляхом.

Час доставки вантажу до району бойового застосування визначається за довжиною визначеного маршруту в район бойового застосування ($l_{бе}$) і швидкості руху ($V_{бз}$), яка вибирається для кожної марки автомобіля, виходячи з його експлуатаційних характеристик і умов безпеки транспортування вантажу, тобто:

$$t_{дбз} = \frac{l_{бе}}{V_{бз}}. \quad (2)$$

Як правило, визначаються різні маршрути для доставки БПЛА в район бойового застосування і доставки платформ з району бойового застосування в місця базування ($l_{мб}$) і, відповідно, швидкість транспортування платформ до місця базування ($V_{мб}$) може відрізнитися від безпечної швидкості транспортування платформ із спорядженими БПЛА:

$$t_{дмб} = \frac{l_{мб}}{V_{мб}}. \quad (3)$$

Якщо в цикл транспортування включити час простою автомобіля (від вивантаження платформ у бойовому спорядженні до завантаження платформ

після виконання бойових завдань) (t_{pn}), який охоплює час бойового застосування БПЛА і не залежить від технічних та експлуатаційних характеристик автомобіля, то цикл транспортування визначається за виразом:

$$t_{цт} = t_n + \frac{l_{бз}}{V_{бз}} + t_{pбз} + t_{рбз} + t_{нбз} + t_{нбз} + \frac{l_{мб}}{V_{мб}} + t_{рмб} + t_{pn}. \quad (4)$$

Процедура визначення тривалості циклу транспортування не передбачає вибір марок автомобілів за “найкращим” значенням цього показника, вона дозволяє органу управління порівняти маневрені можливості різних марок автомобілів і врахувати це в системі наступних показників при виборі автомобільних засобів рухомості для транспортування БПЛА.

В умовах жорсткого контролю щодо використання ресурсів, важливим показником, який може вплинути на вибір, є ступінь використання вантажопідйомності, що в теорії логістики автотранспорту визначається як коефіцієнт статичного використання вантажопідйомності (v) і розраховується як відношення фактичної ваги перевезеного вантажу (Θ_ϕ) до максимальної ваги вантажу, яку може перевозити дана марка автомобіля (Θ_m), тобто:

$$v = \frac{\Theta_\phi}{\Theta_m}. \quad (5)$$

Значення цього показника дозволяє порівняти ступінь економічної доцільності використання тієї чи іншої марки автомобілів, що реалізується в площині економії палива, ресурсу, тощо. В той же час значення цього показника також не може бути визначальним аргументом для вибору автомобільного засобу рухомості, а тільки слугувати певним індикатором в системі факторів, які впливають на ефективність виконання завдань тим чи іншим транспортним засобом.

Комплексним воєнно-економічним показником ефективності автомобільних засобів рухомості при транспортуванні БПЛА, в якому можливо поєднати такі показники як цикл транспортування (кількість циклів за період проведення операції (бойових дій) (n), максимальну вантажопідйомність (Θ_m) і коефіцієнт статичного використання вантажопідйомності (v) є продуктивність автомобіля (P), який визначається за виразом:

$$P = n \cdot \Theta_m \cdot v. \quad (6)$$

В той же час, більшість ситуацій вимагають розрахунку не комплексного показника, а кожного, з

наведених вище показників, окремо, що дозволяє оцінити ситуацію під різними кутами.

Чисто економічним показником, який також може вплинути на вибір автомобільних засобів рухомості для транспортування БПЛА є повна собівартість транспортного циклу ($S_{цт}$), яка розраховується як сума витрат за цикл транспортування до яких входять: постійні витрати ($S_{пцт}$) – накладні витрати, амортизація, грошове утримання (заробітна плата) водія на один цикл транспортування; змінні витрати за цикл транспортування ($S_{зцт}$) – витрати на паливно-мастильні матеріали, технічне обслуговування, ремонт тощо; навантажувально-розвантажувальні витрати за цикл транспортування ($S_{рцт}$) – витрати на експлуатацію допоміжного обладнання, вартість необхідних матеріалів для швартування вантажу; дорожні витрати ($S_{дцт}$) – витрати на рекогносцировку і можливе інженерне дообладнання шляхів переміщення транспортних засобів. Тобто, повну собівартість транспортного циклу можливо визначити за виразом:

$$S_{цт} = S_{пцт} + S_{зцт} + S_{рцт} + S_{дцт}. \quad (7)$$

Значення приведенного економічного показника може бути вирішальними при виборі автомобільних засобів рухомості у ситуації, коли не спостерігається суттєвих розбіжностей в техніко-експлуатаційних показниках, порядок розрахунку яких наведено вище. Не зважаючи на те, що наведені методичні підходи до вибору автомобільних засобів рухомості для транспортування БПЛА не дозволяють вийти на єдиний комплексний показник ефективності (складно знайти і оперувати єдиною шкалою оцінки для вибраних показників), такі підходи здатні сформувати широке інформаційне поле, як важливий інструмент підтримки процесу прийняття управлінських рішень щодо вибору автомобільних засобів рухомості для транспортування БПЛА. Як правило, мінімізація часу на виконання маневру безпілотним авіаційним комплексом визначається найбільш пріоритетним при виконанні раптових бойових завдань. Економія ресурсу займає вищий рівень пріоритетності в умовах, коли операції (бойові дії) плануються заздалегідь.

Висновки

Проблему мінімізації часу висування безпілотних авіаційних комплексів на бойові позиції та їх зміни, при виконанні необхідного маневру, в значній мірі, можливо вирішити шляхом включення до складу наземної складової БпАК автомобільних засобів рухомості, які спроможні на їх швидке, прихо-

ване і безпечне транспортування за умов раціональної витрати ресурсу.

Рівень відповідності автомобільних засобів рухомості наведеним вимогам визначаються системою показників, основними з яких є: габарити і обладнання кузова автомобіля; тривалість циклу транспортування, коефіцієнт статичного використання ван-

тажопідйомності, продуктивність автомобіля, собівартість транспортного циклу. Наведені методичні підходи дозволяють розрахувати значення цих показників для марок автомобілів, які стоять на озброєнні ЗС України і сформувати необхідний інформаційний масив для прийняття рішення щодо вибору транспортного засобу для ситуації, яка склалася.

Список літератури

1. Wetzel T.G. Measurement of three-dimensional cross flow separation / T.G. Wetzel, R.L. Simpson, C.J. Chesnakas // *AIAA Journal*. – 2012. – Vol. 36, No. 4. – P. 557-564.
2. Шейнин В.М. Роль модификаций в развитии авиационной техники / В.М. Шейнин, В.М. Макаров. – М.: Наука, 2013. – 226 с.
3. Ranzer A. Piecewise linear quadratic optimal control / A. Ranzer, V. Johansson // *IEEE Transactions on Automatic Control*. – 2014. – Vol. 45, No. 4. – P. 629-637.
4. Алімпієв А.М. Особливості гібридної війни РФ проти України. Досвід, що отриманий Повітряними Силами Збройних Сил України / А.М. Алімпієв, Г.В. Певцов // *Наука і техніка Повітряних Сил Збройних Сил України*. – 2017. – № 2(27). – С. 19-25. <https://doi.org/10.30748/nitps.2017.27.03>.
5. Zadeh I.A. Stochastic finite –state systems in control theory / I.A. Zadeh // *Information Sciences*. – 2013. – No. 251. – P. 1-9.
6. Плужніков Б.О. Організація експлуатації і ремонту автомобільної і електрогазової техніки / Б.О. Плужніков, А.В. Шишкін, С.О. Петриченко. – К.: НАУ, 2015. – 460 с.
7. Electrical properties analysis of conical radome / L. Shangji, Z. Huiyuan, D. Chang, S. Lizhong // *IEEE International Conference on Ubiquitous Wireless Broadband (ICUWB)*. – 2016. – P. 1-4.
8. Conk W.D. Hierarchies and Groups DAF / W.D. Cook, I. Deyle // *Journal of Productivity Analysis*. – 2009. – Vol. 10. – P. 177-198.
9. Dula I.H. Computations in DEA / I.H. Dula // *Penguins Opera – canal*, 2012. – Vol. 22, No. 2. – P. 165-182.
10. Анисимов А.П. Экономика, организация и планирование автомобильного транспорта / А.П. Анисимов. – М.: Транспорт, 1986. – 121 с.
11. Лудченко О.А. Технічна експлуатація і обслуговування автомобілів / О.А. Лудченко. – К.: Вища шк., 2007. – 527 с.
12. Гигман Л.Д. Основы инвестирования производства технических систем / Л.Д. Гигман [пер. с англ. О. Букленишова]. – М.: Дело, 2009. – 344 с.

References

1. Wetzel, T.G., Simpson, R.L. and Chesnakas, C.J. (2012), Measurement of three-dimensional cross flow separation, *AIAA Journal*, Vol. 36, No. 4, pp. 557-564.
2. Sheynin, V.M. and Makarov, V.M. (2013), “*Roll modyfykatsyy v rezvytyy avyasyonnoy tekhniky*” [A role of modifications in development of aviation technique], Science, Moscow, 226 p.
3. Ranzer, A. and Johansson, V. (2014), Piecewise linear quadratic optimal control, *IEEE Transactions on Automatic Control*, Vol. 45, No. 4, pp. 629-637.
4. Alimpiev, A.M. and Pievtsov, G.V. (2017), “Osoblyvosti hibridnoi viyiny RF proty Ukrainy. Dosvid, shcho otrymany Povitryanymy Sylamy Zbroinykh Syl Ukrainy” [The features of the hybrid war of the Russian Federation against Ukraine. Experience received by the Armed Forces of Ukraine], *Science and Technology of the Air Force of Ukraine*, No. 2(27), pp. 19-25. <https://doi.org/10.30748/nitps.2017.27.03>.
5. Zadeh, I.A. (2013), Stochastic finite –state systems in control theory, *Information Sciences*, No. 251, pp. 1-9.
6. Pluzhnikoy, B.O., Shashkin, A.V. and Petrychenko, S.O. (2015), “*Orhanizatsiya ekspluatatsii i remontu avtomobilnoi ta elektrohozovoyi tekhniki*” [Organization of operation and repair of automobile and electro-gas appliances], NAU, Kyiv, 460 p.
7. Shangji, L., Huiyuan, Z., Chang, D. and Lizhong, S. (2016), Electrical properties analysis of conical radome, *2016 IEEE International Conference on Ubiquitous Wireless Broadband (ICUWB)*, pp. 1-4.
8. Conk, W.D. and Deyle, I. (2009), Hierarchies and Groups DAF, *Journal of Productivity Analysis*, pp. 177-198.
9. Dula, I.H. (2012), Computations in DEA. *Penguins Opera – canal*, Vol. 22, No. 2, pp. 165-182.
10. Anysymov, A.P. (1986), “*Ekonomiya, orhanyzatsiya y planyrovanye avtomobilnoho transporta*” [Economics, organization and planning of automobile transport], Transport, Moscow, 430 p.
11. Ludchenko, O.A. (2007), “*Teknichna ekspluatatsiya i obsluhovuvanie avtomobiliv*” [Technical operation and maintenance of automobiles], Higher school, Kyiv, 527 p.
12. Gidman, L.D. (2009), “*Osnovy investirovanya proizvodstva tekhnicheskikh system*” [Fundamentals of investment in the productions of technical systems], Business, Moscow, 391 p.

Надійшла до редколегії 1.02.2019

Схвалена до друку 5.03.2019

Відомості про авторів:

Бабич Анатолій Петрович

кандидат військових наук доцент
Харківського національного університету
Повітряних Сил ім. І. Кожедуба,
Харків, Україна
<https://orcid.org/0000-0002-9467-7754>

Луценко Едуард Олександрович

викладач
Харківського національного університету
Повітряних Сил ім. І. Кожедуба,
Харків, Україна
<https://orcid.org/0000-0002-8705-7818>

Information about the authors:

Anatolii Babich

Candidate of Military Sciences Associate Professor
of Ivan Kozhedub Kharkiv
National Air Force University,
Kharkiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-9467-7754>

Eduard Lytsenko

Instructor
of Ivan Kozhedub Kharkiv
National Air Force University,
Kharkiv, Ukraine
<https://orcid.org/0000-0002-8705-7818>

**МЕТОДИЧЕСКИЕ ПОДХОДЫ К ВЫБОРУ АВТОМОБИЛЬНЫХ СРЕДСТВ ПЕРЕДВИЖЕНИЯ
ДЛЯ ТРАНСПОРТИРОВКИ БЕСПИЛОТНЫХ ЛЕТАТЕЛЬНЫХ АППАРАТОВ**

А.П. Бабич, Е.О. Луценко

В статье определяются методические подходы к выбору автомобильных средств передвижения для транспортировки беспилотных летательных комплексов, которые способны обеспечить необходимые скорость, скрытность и безопасность перевозок при условии рационального использования ресурсов. Выбор автомобильных средств передвижения базируется на определении комплекса показателей, которые охватывают специфику процесса транспортировки БПЛА, определении их значений и сравнительном анализе их значений для марок автомобилей, которые стоят на вооружении Вооруженных Сил Украины. Скоростные характеристики автомобиля, для данной ситуации, определяются продолжительностью цикла транспортировки. Условия скрытности и безопасности транспортирования определяются по габаритам и оборудованию кузова автомобиля. Затраты ресурсов характеризуются такими показателями как: коэффициент статического использования грузоподъемности, продуктивность автомобиля, себестоимость цикла транспортирования.

Ключевые слова: беспилотный летательный аппарат, беспилотный авиационный комплекс, наземный авиационный комплекс, автомобильные средства передвижения, цикл транспортировки, скрытность транспортировки, безопасность транспортировки, статистический коэффициент использования грузоподъемности, продуктивность автомобиля, себестоимость цикла транспортировки.

**METHODOLOGICAL APPROACHES TO SELECTION OF AUTOMOTIVE VEHICLES
FOR MOVEMENT OF REMOTELY PILOTED AIRCRAFT**

A. Babich, E. Lyzenko

The article defines methodological approaches to selection of automotive vehicles for remotely piloted aircraft systems transportation, which are able to provide the required security and safety of transportation, upon condition of efficient use of resources. The choice of automotive vehicles is based on determining the set of indicators comprising specifics of the process of the piloted aircraft transportation, as well on evaluating their efficiency, and on a comparative analysis of efficiency of vehicles in service with the Armed Forces of Ukraine. The speed characteristics of a vehicle, in the instant case, are determined by the duration of the transportation cycle. Security and safety transportation conditions are determined by the vehicle size and its carriage body equipment. Resource expenses are characterized by such indicators as: statistical index of carrying capacity usage, the vehicle performance, the transportation cycle prime cost. The estimation of the transportation cycle indicators items allows us to choose the brand of automotive vehicles, that would ensure the highest maneuverability of motor vehicles, in comparison to other brands, regarding driving from the dispositions to the battlefield destination areas, tactic positions change-over. Economic indicators comparison allows us to estimate the resources expenditures committed by one or another automotive vehicle brand while performing similar of remotely piloted aircraft systems transportation. The order of preference of one or another indicator in the emerge or forecast situations is estimated by the person, who makes the decision on the transport assistance of performing assigned tactical missions. The time minimization for maneuver performing by the remotely piloted aircraft system is considered to be the top-priority for achieving instantaneous tactic missions. The resource thrift acquires the highest priority grade upon conditions when tactical operations (battlefield missions) are planned in advance.

Keywords: remotely piloted aircraft, remotely piloted aircraft system, ground-based aviation complex, automotive vehicles, transportation cycle, transportation security, transportation safety, statistical index of carrying capacity usage, vehicle performance, transportation cycle prime cost.