

Technická Univerzita v Košiciach, Letecká fakulta

HODNOTENIE HABILITAČNEJ PRÁCE

Posudok oponenta habilitačnej práce

Názov práce: Bezpilotné lietajúce prostriedky pre kalibráciu a validáciu satelitnej technológie

Autor: Ing. Pavol Pecho, PhD.

Študijný odbor: Odbor habilitačného konania a inauguračného konania dopravné služby

Školiace pracovisko: Katedra leteckej dopravy, Žilinská univerzita v Žiline

Miesto a rok: Žilina 2023

AKTUÁLNOSŤ ZVOLENEJ TÉMY:

Autor habilitačnej práce (HP) si zvolil tému, ktorá je v súčasnosti trendovou témou a je možné konštatovať, že orientovať sa v množstve publikácií publikovaných k tejto problematike je náročné. Zložitosti, ktoré sú špecifické pre danú tému „*Bezpilotné lietajúce prostriedky pre kalibráciu a validáciu satelitnej technológie*“ vyplývajú hlavne z viacúrovňového prístupu a zo smerovania k poznaniu konštrukcie, aerodynamiky a kybernetiky strojov. Tie sú potrebné pre samotný let UAV, využívajúci telemetrické riadenie a schopnosti odlišné od vzájomnej kontinuity akým je pilot lietadla. Daná téma predurčuje znalosti, ktorými autor preukazuje, že túto problematiku obsahovo zvládol a to nie len vo svojej práci, ale aj v publikačnej činnosti. Habilitant uspel so svojím výskumom s príbuznými podielovými príspevkami aj v rámci svetovo uznávaných časopiseckých výstupov. Posudzovaná téma je aktuálna, nakoľko v súčasnosti sa pohybujeme s bezpilotnými prostriedkami v známom letovom priestore. Zákony, ktorými prekonávame výšky, ktoré už patria do kozmického priestoru, otvárajú ďalšie fyzikálne postupy známe z opisov kozmických letov, ale s účasťou kozmonauta alebo pilota stratosférických lietadiel. Vedomosť a aktuálnosť v oblasti nepriameho riadenia letov bez ich účasti nám otvárajú nové možnosti, s poznatkami a popismi so separovateľnými premennými. Pre ich konštrukciu je potrebná dokonalá orientácia v ich číselnom vyjadrení, ktoré udáva váhové pomery (funkcie) vedúce k úspešným letovým operáciám bezpilotných prostriedkov. Tieto operácie sú vykonávateľné, ako autor poukazuje vo svojej práci, v ktorej ich porovnáva z existujúcimi bezpilotnými

prostriedkami (1. kapitola). Pre porovnanie so známou literatúrou, akou je napríklad „*R. Augustín: UNMANNED AIRCRAFT SYSTEMS UAVS DESIGN, DEVELOPMENT AND DEPLOYMENT, 2010 John Wiley & Sons Ltd.*“ kde je príkladný popis všeobecných fundamentálnych riešení v oblasti UAV. Autor vo svojej práci sa snažil zosúladiť sa s každou témou publikovanou v danej oblasti v zahraničných časopisoch a to hlavne v kapitolách 4 a 4.6. kde ich implementoval. Jeho zámery, ktoré aplikoval pri vytvorení konštrukčného návrhu stratosférického klzáku s presnou aerodynamickou parametrizáciou a funkcionalitou, vsadil do odhadu pre jeho pokračujúci výskum. Napríklad v témach uvedených v *J. Everaerts and etc.: DESIGN OF A STRATOSPHERIC LONG ENDURANCE UAV SYSTEM FOR REMOTE SENSING*“, ktoré sú systémovo porovnateľné, ale komparované od vlastných vedeckých prvkov autora. Stupne zavádzania UAV a ich aktuálne riešenia sú popísané tak, aby prispeli k aktuálnym poznatkom. Autor poukazuje na udržiavanie (UAV) na riešenie širokého spektra misií (1. kapitola). V súčasnosti vykonávaný výskum a vývoj vlastných vesmírnych UAV (Unmanned space Vehicles, USV) je veľmi dôležitý pre bezpečnosť a vyžaduje si využitie všetkých schopností pre situácie, ktoré sa môžu vyskytnúť. Autor v tomto smere správne ukazuje, že v poslednej dobe sa zintenzívnila práca v oblasti vytvárania vesmírnych UAV. Je známe, že prím v tejto oblasti výskumu hrá spoločný vývoj NASA a Boeingu (projekt zameraný na doručovanie malých satelitov a nákladu na obežnú dráhu).

Snahou autora HP bolo v syntéze aktuálnej problematiky v oblasti podrobných technologických projektov, ktoré sú na rovnakej úrovni, alebo sú dokázateľne a príbuzné s tematikou jeho výskumu. Naplnenosť tejto témy preto považujem za známu a úroveň profesijného výskumu v danej téme za aktuálnu s dopadmi na implementáciu inžinierskych technológií do oblasti letecko-kozmonautických vied.

METÓDY SPRACOVANIA HABILITAČNEJ PRÁCE:

Metodológia predloženej HP je úzko profilovaná do postupnej krokovej logiky konštrukcie klzáku. Projekcia elementárnych častí v oblasti technického a leteckého konštrukčného diela (zariadení, prístrojov, UAV a pod.) a samotná realizácia technického riešenia podľa priloženého projektu, výpočtov, skonštruovanie, zostrojenie je evidentná. Autor HP má prevažujúci podiel chápania ich pozícií vo vedeckých krokoch popísanej problematiky. Jeho myšlienky a prínos sú jasne verifikovateľné, tak ako aj v inej oblasti - v riešení lokalizácie za pomoci GNSS alebo vylepšenia problematichých environmentálnych priestorov, v ktorých sa môže odohrávať závažná misia napr. SAR.

Z pohľadu vedeckých faktov v jednotlivých častiach HP chýba určitý nadhľad dejov, ktoré by v habilitačnej práci nemali chýbať. Podrobná výslednica konštrukcie by mala byť výsledkom početnej matematickej úvahy a pedagogickej skúsenosti, ktorú bude habilitant v ďalšej vedecko-pedagogickej praxi v rámci metód využívať. Ako príklad je možné uviesť štruktúrovane opísanú metódu v kapitole 1.3 a 4.5, kde vyjadruje matematickú nádej a očakávanie výsledkov, ktoré vyjadrujú hodnotu popisovaného javu. Tieto metódy sú nesporne dôležité pre študentov 3. stupňa vysokoškolského

vzdelania, ktorí sa chcú vzdelávať v danej problematike a to v korektnosti postojov vedcov lokalizačných navigačných hierarchií, ktoré je potrebné neustále vyvíjať až do ich nezávislosti od konkurencie. Je nesporné, že časť HP mohla poukázať aj na kvalitu tohto poznania. Autor mohol v ďalšom ukázať postup metodológie výhodnosti a nevýhodnosti týchto pohybujúcich sa UAV objektov a ich právny status. Právne postavenie zodpovednej organizácie je určené súhrnom práv a povinností, ktoré by autorom navrhnutý model prevzala funkčnosť navigačnej podpory.

Existujú identifikovateľné metódy, ktoré poskytujú nasledujúce hodnotenie takýchto bezpilotných prostriedkov. Riziko straty UAV, ochrany pred vplyvom agresívneho vesmírneho prostredia na elektroniku, skreslenie signálov ionosférickými poruchami, viacnásobnými odrazmi znižujúcimi presnosť určenia súradníc UAV je v rámci HP čiastočne analyzovaná. V jednotlivých častiach HP ale je možné vypožorovať správnosť popisovaných systémových problémov a ich zložitých metodologických mechanizmov.

DOTERAJŠIE DOSIAHNUTÉ VÝSLEDKY A NOVÉ POZNATKY

V predloženej HP autor pokladá za dôležitú postupnosť, ako správne konštruovať ním navrhnutý stratosférický klzák, ako objekt vedeckého záujmu v pokračujúcom výskume. Konštrukčné mechanizmy riešenia sú opísané v kapitole 2 a hlavne v kapitole 4. Aplikačné riešenie krídiel klzáku autor dáva za výsledok jeho doterajších riešení, ktorými sú explicitne riešené aj obdobné konštrukcie. V jeho opise sa zameriava na varianty, ktoré by mohli obstáť v testovaní v náročných výškových podmienkach. Tento opis je detailne známy z realizácie technického riešenia autorom zostaveného projektu (podkapitola 2.1.7). Výpočtové riešenie danej konštrukcie je vyobrazené v grafickom výstupe v danej kapitole.

Autorom navrhnutá konštrukčná časť detailne vyobrazuje podobnosť konštrukcie v iných dostupných vedeckých výstupoch. V oblasti elektronického a riadiaceho systému poukazuje hlavne na jeden parameter ovplyvňujúci ich činnosť a to je teplota. V práci popisuje výškovosť ku ktorej však prislúchajú aj ďalšie parametre, ktoré mohol autor HP opísať tiež, keďže rozsah bádania je dlhodobou záležitosťou. Verifikácia výsledkov práce je položená do testovania s cieľom posúdiť stav navrhnutých komponentov, ich úroveň a spôsobilosť. Zároveň je cenné, že veterné simulácie boli vykonané v zahraničí, vo Švédsku. To oprávňuje urobiť záver, že autor práce má široké poznatky o možnostiach spolupráce so zahraničím a že jeho agilita dosahuje v súčasnosti tak požadovanú celosvetovú vedeckú úroveň. Výsledky je možné porovnať v kapitole 4.5.1.

HODNOTENIE STANOVENÉHO CIEĽA A VEDECKO - PEDAGOGICKÉ PRÍNOSY

Autorom stanovené ciele vedeckého bádania a ich aplikačná realizácia daná jeho výstupmi je cielená a presvedčivo ukazuje na znalosti autora vo vedného odbore Doprava. Vytýčené body, ktoré si autor stanovil ma utvrdzujú v tom, že jeho ďalší krok, ktorý v práci mierne chýba, je vo funkčnom opise fyzikálnych modelov a princípov, ktoré v rozprave autor určite doplní.

Je dôležité, že autor HP poukazuje na problémové funkčné časti klzáku, čo doložil ich modelovaním, čím expresívnou formou prezentoval svoju zručnosť a znalosť podstaty problematiky konštrukcie stratosférických dopravných prostriedkov. Medzi ne je možné zaradiť aj autorom popísaný otočný anténny systém. Vysoko je potrebné oceniť aj formu použitej technológie testovania a samotné letové skúšky.

V oblasti dosiahnutých výsledkov pre prax autor HP dáva do popredia konštrukčne zameranie výskumu. Pre prax je potrebné ukázať takúto formu technickej zručnosti. Autor HP poukazuje vo výsledkoch aj na problém ekológie použitých komponentov a v analýze dokazuje, že daná skutočnosť by mohla mať relevanciu pre konštruktérov lietajúcich komplexov.

V oblasti preukázanej vedeckej činnosti autora HP je schopnosť kalibrácie zložitých systémov. Je to časť, ktorá z pohľadu jeho publikačnej činnosti je dostatočná na to, aby bol autor HP riešiteľom problematiky v oblasti konštrukcie lietajúcich dopravných bezpilotných objektov. Z priložených vedeckých výstupov je zrejmé, že jeho téma hodnotenia spoľahlivosti a kvality zložitých dopravných systémov je jeho vlastnou témou. Tá svojim vedeckým profilom zodpovedá postaveniu autora vo vede. Štruktúra predloženej HP je úzko orientovaná do oblasti vedeckej práce a do výsledkov, ktoré autor v rámci nej dosiahol. HP mohla mať aj procesne edukatívny charakter s poukazaním nielen na výsledky vlastného výskumu, ale súčasne aj s doplnením vedecko-pedagogických postupností, ktoré sú pre postavenie výskumníka-pedagóga na úrovni univerzitného vzdelávania požadované, ako aj s čiastkovými závermi doplnujúcimi danú problematiku. HP je však motivujúca pre ďalších uchádzačov o dosiahnutie vedecko-pedagogických stupňov. Hlavne je cenné, že autor má vytvorené zodpovedajúce laboratórne prostredie, prepojenie s praxou a so zahraničnými inštitúciami. Technické zručnosti autor v práci preukázal podloženými dôkazmi a obrazovou časťou v každej kapitole HP.

PRIPOMIENKY A POZNÁMKY K HABILITAČNEJ PRÁCI

Predložená HP je orientovaná do oblasti konštrukcie lietajúcich bezpilotných prostriedkov. Tato časť konštrukcie v letectve z pohľadu súčasných aktivít mnohých autorov vedeckých výstupov pre UAV nie je novátorská. Pre dosiahnutie cieľa a čiastkových cieľov autor práce vytvoril predikciu a fikciu možností, ktoré sú mu známe.

Celkovo hodnotím, že samostatný vedecký postoj autora HP je inovatívny a má pokračujúci vedecký charakter. Vytvára motiváciu pre pracovníkov konštrukčných leteckých kancelárií v častiach návrhov

stratosférických lietajúcich bezpilotných objektov. Jazyková a metodická štruktúra HP je správna. Nenašiel som v nej rozpor, hoci miestami sa vyskytli drobné chyby, ktoré však žiadnym spôsobom neznižujú vedeckosť práce. V celkovej koncepcii práce by bolo možno potrebné úvodnú časť práce koncipovať inou formou, ako je známa v oblasti delenia UAV. Autor mohol poukázať na rozdielnosť funkcionality jednotlivých komponentov u bezpilotných prostriedkov.

Otázky k doplneniu vedeckej orientácie habilitanta a k objasneniu prezentovaných výsledkov:

1. Vychádzajúc z vami predloženého faktu možnosti náhrady polohových satelitných systémov vašim systémom, aký princíp lokálnej navigácie by bol vhodný pre určovanie presného miesta vo vybranom priestore?
2. Aký vplyv má kozmické žiarenie na elektronickú časť riadenia UAV a asistenčných systémov?
3. Aký je optimálny záver pre konštrukciu Vami navrhovaného krídla - obrázky č. 29, 30 a 31?
4. Na str.42 opisujete anténny systém. Prečo ste zvolil uvedený druh antény so štyrmi elementmi?
6. V kapitole 4.5.1 ste prezentovali výsledky virtuálneho a reálneho modelu. Ako ste vyhodnotili odchýlky v oblasti použitia vami konštruovaného modelu?
7. Ako ste pristupoval k hodnoteniu letových testov? Ktoré parametre boli pre vás kľúčové? Splnili vaše očakávania a ktoré boli naopak problematické?

CELKOVÉ ZHODNOTENIE HABILITAČNEJ PRÁCE A ZÁVER:

Habilitant Ing. Pavol Pecho, PhD., predložil habilitačnú prácu, ktorú pokladám za jeho vlastné, samostatné vedecké dielo. Aj z predloženého záznamu o zhode a mojou vlastnou kontrolou v publikáciách zaoberajúcich sa danou problematikou som našiel minimálnu podobnosť. Časti, ktoré autor správne citoval sú základom a predpokladom pre objasnenie výskumu, ktorý doložil k oponentúre. Náročnosť práce a výsledky sú opodstatnené. Zrejmé je aj vlastné poznanie autora HP v danej problematike, kde v každej kapitole predložil svoju vlastnú časť z oblasti teórie a výskumu.

Predložená práca má charakter habilitačnej práce a spĺňa podmienky kladené na úroveň prác tohto druhu. Je spracovaná s vysokou vedeckou erudíciou, prináša nové poznatky a preto ju jednoznačne odporúčam na obhajobu pred habilitačnou komisiou.

Záverom konštatujem, že naplnenosť odbornej a vedeckej časti HP je splnená. Po vecnej diskusii a ozrejmění si položených otázok navrhujem predkladateľovi HP Ing. Ing. Pavlovi Pechovi, PhD., udeliť titul docent v odbore habilitačného konania a inauguračného konania dopravné služby.

V Košiciach 14.11.2023

.....
doc. Ing. Pavol Kurdel, PhD.