Рішення
разової спеціалізованої вченої ради
про присудження ступеня доктора філософії

Здобувач ступеня доктора філософії Танасійчук Степан Андрійович,
(власне ім'я, прізвище здобувача (ки))
1986 року народження, громадянин (ка) України,
(назва держави, громадянином якої є здобувач (ка))
освіта вища: закінчив (ла) у 2009 році Національний університет «Львівська політехніка»
(найменування закладу вищої освіти)
за спеціальністю (спеціальностями) Метрологія та вимірювальна техніка,
(за дипломом)
працює директором
(посада)
в ТОВ «Стфалкон», м. Хмельницький
(місце основної роботи, підпорядкування, місто)
виконав (ла) акредитовану освітньо-наукову програму «Комп'ютерна інженерія» Хмельницького національного університету
Разова спеціалізована вчена рада, утворена наказом Хмельницького національного університету
(повне найменування закладу вищої освіти
Міністерства освіти і науки України, м. Хмельницький від «14» вересня 2026 року № 145-ас
(наукової установи), підпорядкування (у родовому відмінку), місто)
у складі:
Голови разової
спеціалізованої вченої ради – Олега САВЕНКА, доктора технічних наук, професора, професора кафедри комп'ютерної інженерії та інформаційних систем Хмельницького національного університету
(власне ім'я, прізвище, науковий ступінь, вчене звання, посада, місце роботи)
Рецензентів - Олександра БАРМАКА, доктора технічних наук, професора, професора кафедри комп'ютерних наук Хмельницького національного університету
(власне ім'я, прізвище, науковий ступінь, вчене звання, посада, місце роботи)
Павла РАДЮКА, доктора філософії, доцента кафедри комп'ютерних наук Хмельницького національного університету
(власне ім'я, прізвище, науковий ступінь, вчене звання, посада, місце роботи)
Офіційних опонентів - Дмитра УГРИНА, доктора технічних наук, професора, професора кафедри комп'ютерних наук Чернівецького національного університету ім. Ю. Федьковича
(власне ім'я, прізвище, науковий ступінь, вчене звання, посада, місце роботи)
Андрія КОВАЛЕНКА, доктора технічних наук, професора, завідувача кафедри електронних обчислювальних машин Харківського національного університету радіоелектроніки
(власне ім'я, прізвище, науковий ступінь, вчене звання, посада, місце роботи)
на засіданні «13» листопада 2026 року прийняла рішення про присудження ступеня доктора філософії з галузі знань 12 – Інформаційні технології
(галузь знань)
Степану ТАНАСІЙЧУКУ
(власне ім'я, прізвище здобувача (ки) у давальному відмінку)

на підставі публічного захисту дисертації «МЕТОДИ І ЗАСОБИ КЕРУВАННЯ АВТОНОМНИМИ БЕЗПІЛОТНИМИ ЛІТАЛЬНИМИ АПАРАТАМИ»
(назва дисертації)

за спеціальністю (спеціальностями) 123 – Комп'ютерна інженерія
(код і найменування спеціальності (спеціальностей)

.
відповідно до Переліку галузей знань і спеціальностей, за якими здійснюється підготовка здобувачів вищої освіти)

Дисертацію виконано у (в) Хмельницькому національному університеті Міністерства освіти і
(повне найменування закладу вищої освіти

науки України, м. Хмельницький
(найменування закладу вищої освіти (наукової установи), підпорядкування, місто)

Науковий керівник (керівники) Тетяна ГОВОРУЩЕНКО, доктор технічних наук, професор,
(власне ім'я, прізвище, науковий ступінь,

декан факультету інформаційних технологій Хмельницького національного університету; Дмитро МЕДЗАТИЙ, кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри комп'ютерної інженерії та інформаційних систем Хмельницького національного університету.
(вчене звання, місце роботи, посада)

Дисертацію подано у вигляді спеціально підготовленого рукопису. Дисертація містить чотири нові науково обґрунтовані результати проведених здобувачем досліджень, які виконують конкретне наукове завдання підвищення ефективності керування автономними БПЛА на етапі донаведення шляхом розробки методів адаптивного керування та обчислювально легких нейромережевих структур, які забезпечують компенсацію нестаціонарних збурень у реальному часі, що має істотне значення для галузі знань 12 – Інформаційні технології. Дисертація виконана державною мовою. Дисертаційна робота оформлена відповідно до вимог наказу МОН України від 12 січня 2017 р. № 40 «Про затвердження вимог до оформлення дисертації». Загальний обсяг дисертаційної роботи становить 211 сторінок друкованого тексту, з них 146 сторінок основного тексту, що відповідає встановленим освітньо-науковою програмою «Комп'ютерна інженерія» Хмельницького національного університету максимальному та мінімальному обсягам основного тексту дисертації.

Здобувач має 8 наукових публікацій за темою дисертації, з них 6 статей у фахових наукових журналах України, включених на дату опублікування до переліку наукових фахових видань України категорії Б:

1.Танасійчук С. Аналіз методів і засобів керування автономними безпілотними літальними апаратами. Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. 2023. №4. С. 127–133. https://doi.org/10.31891/2219-9365-2023-76-16

2.Танасійчук С., Говорущенко Т. Аналіз методів управління БПЛА (GPS позиціонування та інтелектуальні методи управління). Вісник Хмельницького національного університету. Серія «Технічні науки». 2024. №1. С.462-468. https://doi.org/10.31891/2307-5732-2024-331-70

3.Танасійчук С. Математична модель динаміки безпілотних літальних апаратів. Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. 2025. №3. С.523-531.

4.Tanasiichuk S. Hybrid method of adaptive control of variable mode of unmanned aerial vehicles with intelligent online compensation of disturbances. Computer Systems and Information Technologies. 2026. №1. Pp. 205-214. https://doi.org/10.31891/csit-2026-1-19

5.Medzatyi D., Tanasiichuk S. Method of software implementation of intelligent algorithms for control of unmanned aerial vehicles in hard real-time systems. Computer systems and information technologies. 2026. №2. Pp. 61-69. https://doi.org/10.31891/csit-2026-2-6

6.Говорущенко Т.О., Войчур Ю.О., Танасійчук С.А. Архітектура вбудованої обчислювальної структури предиктивного оцінювання збурень БПЛА на основі рекурентної нечіткої нейронної мережі. Вимірювальна та обчислювальна техніка в технологічних процесах. 2026. №2. С. 234-247. https://doi.org/10.31891/2219-9365-2026-86-29

У дисертаційній роботі та наукових публікаціях здобувача, у яких висвітлено основні наукові результати дослідження, не виявлено фактів порушення академічної доброчесності (академічного плагіату, самоплагіату, фабрикації, фальсифікації). За результатами експертної оцінки разової спеціалізованої вченої ради та проведеної перевірки на наявність текстових збігів встановлено, що дисертація є оригінальним авторським дослідженням, виконаним із суворим дотриманням норм етики наукових досліджень та академічної доброчесності.

У дискусії взяли участь (голова, рецензенти, офіційні опоненти, інші присутні) та висловили зауваження:
Савенко Олег Станіславович, д.т.н., професор, професор кафедри комп'ютерної інженерії та інформаційних систем Хмельницького національного університету; Бармак Олександр Володимирович, д.т.н., професор, професор кафедри комп'ютерних наук Хмельницького національного університету; Радюк Павло Михайлович, доктор філософії, доцент кафедри комп'ютерних наук Хмельницького національного університету; Угрин Дмитро Ілліч, д.т.н., професор, професор кафедри комп'ютерних наук Чернівецького національного університету ім. Ю. Федьковича; Коваленко Андрій Анатолійович, д.т.н, професор, завідувач кафедри електронних обчислювальних машин Харківського національного університету радіоелектроніки. Звернень від інших осіб не надходило.

Зауваження:

Бармак Олександр Володимирович, д.т.н., професор, професор кафедри комп'ютерних наук Хмельницького національного університету:

1) у Вступі (с. 18-19) варто було не тільки перерахувати українських та іноземних учених, які зробили чималий внесок у розвиток теорії автоматичного керування, навігації та застосування штучного інтелекту в кіберфізичних системах БПЛА, але й зазначити їх внесок у вирішення такої науково-прикладної задачі;

2) при висвітленні практичного значення отриманих результатів та впровадження результатів дисертаційної роботи у Вступі (с. 22) не зазначено кількісного значення ефекту, який забезпечили розроблені автором програмні модулі адаптивного керування ASMC та самоеволюціонуючої нейромережі RSEFNN;

3) у розділі 2.1 стверджується досягнення повної розв'язки між переміщенням у площині XY та кутами орієнтації завдяки ГПП. Проте в реальному польоті тяга горизонтальних пристроїв F_5, F_6 створює додаткові аеродинамічні сили опору на несучі ротори (ефект скосу потоку та інтерференції), а також паразитні моменти від неідеальності розміщення точки прикладання сили відносно центру мас, що не враховано в ідеальній матриці актуації (2.17);

4) доведення стійкості за Ляпуновим у підрозділі 2.3 виконано в неперервному часі ($V \leq 0$). Проте вся реалізація орієнтована на цифрові мікроконтролери з кроком $\Delta t = 2$ мс. Для SMC перехід у дискретний час породжує явище псевдоковзання та розширення граничного шару, тому теоретична стійкість у неперервній формі не гарантує відсутності дискретних автоколивань без окремого аналізу дискретного аналога функції Ляпунова;

5) у моделі (2.14)–(2.17) зусилля F_5, F_6 вважаються безінерційними силами. У дійсності безколекторні електродвигуни малої тяги разом із пропелерами мають постійну часу розгону/гальмування $\tau_m \approx 20..50$ мс. Нехтування динамікою перехідних процесів актуаторів при синтезі високих коефіцієнтів підсилення ASMC призводить до втрати стійкості контуру в реальних умовах;

6) у дисертації автор припустився деяких орфографічних та пунктуаційних помилок, зустрічаються неузгодженості відмінків слів, пропущені слова тощо, наприклад, в академічній декларації здобувача на титульній сторінці наявна граматична неузгодженість: «під час написання який використовувалися технології...» замість «яких», у переліку скорочень на с. 16 розшифрування англомовного терміна «FLOPS» містить кальку «операцій з плаваючою крапкою» замість нормативного українського математичного терміна «з плаваючою комою», у другому абзаці с. 19 пропущено дієслово-зв'язку «є»: «...що неприйнятним для низькорівневих контурів...» тощо.

Радюк Павло Михайлович, доктор філософії, доцент кафедри комп'ютерних наук Хмельницького національного університету:

1) на мою думку, додавання нового нечіткого правила за простим пороговим значенням (формула 2.61) є суто статичним геометричним критерієм. Воно не враховує похибку керування в цей момент – мережа може плодити надлишкові правила у випадках, коли відхилення зумовлене короткочасним некорельованим сенсорним шумом, а не реальним зовнішнім навантаженням;

2) використання функції гіперболічного тангенса замість строгої знакової функції у виразі (2.50) перетворює систему з асимптотично стійкої на практично стійку (Uniformly Ultimately Bounded). За наявності граничного шару стан системи збігається не в нуль, а в деякий окіл ε-околу, розмір якого залежить від φ, що суперечить твердженням про асимптотичне прямування похибки до нуля в розділі 2.3;

3) апроксимація функції гіперболічного тангенсу раціональним дробом Паде другого-третього порядків (вираз 2.53) володіє високою точністю лише в околі нуля ($|x| < 1{,}5$). При значних початкових відхиленнях ($|s/\varphi| >> 1$) похибка наближення Паде призводить до викривлення розрахункового значення насичення або неконтрольованого зростання сигналу керування, якщо не передбачено жорсткого відсікання;

4) основні результати роботи отримані суто шляхом симуляції в середовищі MATLAB, відсутні результати фізичного HIL-тестування на реальному мікроконтролері з вимірюванням напруги, споживання струму та реального часу виконання переривань в умовах апаратних затримок шин I2C/SPI/CAN;

5) в роботі трапляються граматичні, орфографічні, синтаксичні та стилістичні помилки, трапляються неузгодженості відмінків слів, наприклад, на стор. 10 в списку публікацій здобувача за темою дисертації у позиціях № 4 та № 5 назва англомовного журналу подана з різною капіталізацією: «Computer Systems and Information Technologies» та «Computer systems and information technologies», у назві додатка Е в Змісті на стор. 15 допущено орфографічну помилку – надруковано «ПАРАМЕТРИ ПРОВЕДЕННЯ ЕКПЕРИМЕНТІВ...» замість «ЕКСПЕРИМЕНТІВ», на стор. 26 у переліку рівнів автономності після формулювання «рівень 1 (дистанційне пілотування)» використано кому замість двокрапки або тире, що порушує пунктуаційну однорідність списку тощо.

Угрин Дмитро Ілліч, д.т.н., професор, професор кафедри комп'ютерних наук Чернівецького національного університету ім. Ю. Федьковича:

1. У виразі (2.16) матриця B та коефіцієнти перетворення ШІМ у тягу розглядаються як стаціонарні константи. Проте при падінні напруги літій-полімерної батареї під час маневрування тягова характеристика актуаторів суттєво зміщується, створюючи залежність, яка не компенсується номінальною матрицею B^{-1}.

2. В алгоритмі 3.1 зазначено: якщо основні ротори переходять у сатурацію, система штучно знижує вертикальну тягу Fz на користь стабілізації кутів φ, θ. На етапі фінального донаведення (на малих висотах $h < 2$ м) така логіка створює критичну небезпеку просідання апарата та його зіткнення з підстилаючою поверхнею або перешкодами.

3. Закон адаптації ваг нейромережі (2.43) не містить механізму гарантованого експоненційного згасання ваг у квазістатичних режимах, за винятком евристичного L2-обмеження. При польоті в умовах ламінарного постійного потоку це може призводити до дрейфу параметрів моделі в нульовий простір помилки.

4. У підрозділі 2.6 пропонується одночасна онлайн-адаптація за градієнтним спуском параметрів TSK (a_{ij}, b_j) та параметрів Гаусових функцій (m_{ij}, σ_{ij}). Одночасне налаштування форми функцій належності та коефіцієнтів лінійних виходів у замкненому високочастотному контурі (500 Гц) часто спричиняє погану обумовленість оптимізаційної задачі та локальні нестійкості.

5. У дисертації автор припустився деяких орфографічних та пунктуаційних помилок, зустрічаються неузгодженості відмінків слів, пропущені слова тощо, наприклад, у другому абзаці на с. 38 вжито калькований зворот «моделе-орієнтованого проєктування» замість

стандартизованого в інженерії «модельно-орієнтованого проектування» (як коректно зазначено на с. 30), перші два абзаци підрозділу 1.4 (с. 42) є майже ідентичним тавтологічним дублюванням одного й того самого твердження різними словами, у розшифруванні формули (2.15) на с. 58 допущено описку: «динамічні зв'язки між різними ступенями свободи, які вини виникають при швидкому маневруванні» тощо.

Коваленко Андрій Анатолійович, д.т.н, професор, завідувач кафедри електронних обчислювальних машин Харківського національного університету радіоелектроніки:

1. Модель турбулентності Драйдена (вираз 3.2), згідно з військовими стандартами MIL-F-8785C, є статистичним наближенням вільного повітряного простору. На висотах донаведення ($h < 2$ м) переважають вихрові ефекти поверхні («екранний ефект» землі) та локальні зриви потоку від перешкод, які мають нестаціонарну просторову структуру, не описувану лінійним AR(1)-фільтром.

2. Вибір кутів Ейлера у формулах (2.2)-(2.8) автор мотивує роботою в зоні малих нахилів. Проте при різких аварійних маневрах або відмові одного з підрулюючих пристроїв кути нахилу можуть перевищувати розрахункові межі, що створює ризик деградації кінематичного блоку через наближення до кінематичної сингулярності матриці $W(\theta)$.

3. У підрозділі 3.3 декларується різке підвищення точності 6DoF порівняно з 4DoF. Водночас інсталяція двох додаткових двигунів, регуляторів ESC та опорних вузлів збільшує суху масу БПЛА та його лобовий переріз, що призводить до скорочення тривалості автономного польоту, проте в роботі відсутній енергетичний баланс повної місії з урахуванням маси надлишкового обладнання.

4. Хоча час одного такту оцінено як детермінований (до 2 мс), сумарна латентність системи включає час зчитування сенсорних шин, фільтрацію шуму та фазовий зсув аналого-цифрового тракту. Не досліджено допустиму критичну межу затримки (time-delay margin), за якої інтегрована система зберігає робастну стійкість.

5. У дисертації не розглянуто проблему спостережуваності невідомих зовнішніх сил при прагненні поверхні ковзання до нуля, через що інтелектуальний контур ризикує перетворюватися на тривіальний статичний компенсатор або провокувати виродження бази нечітких правил під час тривалого утримання траєкторії.

6. Здобувач припустився незначної кількості граматичних, орфографічних, синтаксичних та стилістичних помилок по тексту дисертаційної роботи, наприклад, на рис. 2.3 у підписі правил обертання допущено описку в позначеннях гвинтів: вказано пару «$F.F_3$ (CCW)» замість «F_1, F_3», у передостанньому абзаці посилання веде не на той вираз – зазначено «Запропонований закон керування (2.25) є послідовним...», хоча повний закон керування описано у виразі (2.26), а (2.25) є лише його еквівалентною частиною, у формулюванні переваг скалярної функції помилки у підпункті 1 пропущено символ змінної: надруковано «змінна (згідно з (2.22) інтегрує в собі...» тощо.

Здобувач продемонстрував рівень знань, умінь і дослідницьких компетентностей, достатній для самостійного продукування нових наукових результатів, що повною мірою відповідає вимогам восьмого рівня Національної рамки кваліфікацій та стандарту вищої освіти третього (освітньо-наукового) рівня зі спеціальності 123 «Комп'ютерна інженерія». Під час наукової дискусії здобувач продемонстрував глибокий рівень теоретичних знань, досконале володіння методологією наукового дослідження, системне розуміння сучасного стану проблеми та здатність критично аналізувати отримані результати. Відповіді на запитання членів ради засвідчили високий рівень загальнонаукової та професійної ерудиції здобувача, його здатність самостійно розв'язувати комплексні науково-прикладні завдання й аргументовано відстоювати власну наукову позицію. Рівень наукової підготовки та професійних знань здобувача повністю відповідає вимогам Порядку присудження ступеня доктора філософії та свідчить про сформованість його як зрілого науковця.

Результати відкритого голосування:

«За» 5 членів ради,

«Проти» 0 членів ради.

На підставі результатів відкритого голосування разова спеціалізована вчена рада присуджує

Степану ТАНАСІЙЧУКУ

(власне ім'я, прізвище, здобувача (ки) у давальному відмінку)

ступінь/ступеня доктора філософії з галузі знань 12 – Інформаційні технології

(галузь знань)

за спеціальністю (спеціальностями) 123 – Комп'ютерна інженерія

(код і найменування спеціальності (спеціальностей)

відповідно до Переліку галузей знань і спеціальностей, за якими здійснюється підготовка здобувачів вищої освіти)

Відеозапис трансляції захисту дисертації додається.

Голова разової спеціалізованої вченої ради _____ Олег САВЕНКО

(підпис) (власне ім'я та прізвище)

М.П.