

ВИСНОВОК

про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації Пушиліна Олексія Євгенійовича на тему «Метод обґрунтування характеристик енергетичної системи гібридної турбоелектричної силової установки для пасажирського літака», представлену на здобуття ступеня доктора філософії в галузі знань 14 Електрична інженерія за спеціальністю 142 Енергетичне машинобудування

На засіданні кафедри конструкції авіаційних двигунів за участі:

- Спіфанова Сергія Валерійовича, д.т.н., професора, завідувача кафедри конструкції авіаційних двигунів НАУ «ХАІ»;
- Білогуба Олександра Віталійовича, д.т.н., професора, професора кафедри конструкції авіаційних двигунів НАУ «ХАІ»;
- Гусева Юрія Олексійовича, к.т.н., доцента, професора кафедри конструкції авіаційних двигунів НАУ «ХАІ»;
- Долматова Дмитра Анатолійовича, д.т.н., провідного наукового співробітника кафедри конструкції авіаційних двигунів НАУ «ХАІ»;
- Гаркуші Олександра Івановича, к.т.н., доцента, доцента кафедри конструкції авіаційних двигунів НАУ «ХАІ»;
- Безуглого Сергія Володимировича, к.т.н., доцента, доцента кафедри конструкції авіаційних двигунів НАУ «ХАІ»;
- Суховія Сергія Івановича, к.т.н., доцента, доцента кафедри конструкції авіаційних двигунів НАУ «ХАІ»;
- Бондаренка Олексія Васильовича, PhD, ст. викладача кафедри конструкції авіаційних двигунів НАУ «ХАІ»
- Марценюка Євгена Вікторовича, ст. викладача кафедри конструкції авіаційних двигунів НАУ «ХАІ»;
- Гуменного Андрія Михайловича, к.т.н., доцента кафедри проектування літаків та вертольотів, проректора з науково-педагогічної роботи НАУ «ХАІ»;
- Кіслова Олега Володимировича, к.т.н., доцента, завідувача кафедри теорії авіаційних двигунів НАУ «ХАІ»;
- Запорожця Олександра Івановича, д.т.н., професора, професора-керівника сектору Центру авіаційних технологій Інституту авіації (Дослідницька мережа Лукашевич-Інститут авіації) м. Варшава, Польща;
- Дмитрієва Сергія Олексійовича, д.т.н., професора, професора кафедри підтримання льотної придатності повітряних суден Державного університету «Київський авіаційний інститут» (м. Київ);
- Торби Юрія Івановича, к.т.н., заступника генерального директора з наукової та експериментально-випробувальної роботи АТ «Івченко-Прогрес» (м. Запоріжжя);
- Морозова Андрія Володимировича, PhD, провідного інженера-дослідника АТ «Івченко-Прогрес» (м. Запоріжжя);

Неманежина Євгена Олександровича, PhD, провідного-інженера дослідника АТ «Івченко-Прогрес» (м. Запоріжжя);
Карпенка Артема Михайловича, PhD, інженера-конструктора АТ «Івченко-Прогрес», аспіранта кафедри конструкції авіаційних двигунів «ХАІ»;
Свеженцева Сергія Юрійовича, аспіранта кафедри конструкції авіаційних двигунів «ХАІ»;
Векліча Ярослава Сергійовича, аспіранта кафедри конструкції авіаційних двигунів «ХАІ»;
Сбродова Євгенія Віталійовича, провідного інженера-дослідника АТ «Івченко-Прогрес» аспіранта кафедри технології авіаційних двигунів НУ «ЗП» (м. Запоріжжя);
Войтенко Ігора Валерійовича, провідного інженера-дослідника АТ «Івченко-Прогрес» (м. Запоріжжя);
Пальчиковського Володимира Олександровича, інженера-дослідника АТ «Івченко-Прогрес», аспіранта кафедри композиційних конструкцій та авіаційного матеріалознавства «ХАІ»;
Жиркова Олександра Григоровича, провідного інженера-дослідника АТ «Івченко-Прогрес» (м. Запоріжжя);
Шевчука Олега Володимировича, провідного інженера АТ «Івченко-Прогрес», аспіранта кафедри турбінобудування Національного технічного університету «Харківський політехнічний інститут» (м. Харків);
Бориса Сергія Богдановича, провідного інженера АТ «Івченко-Прогрес», аспіранта кафедри конструкції авіаційних двигунів «ХАІ».

відбулася публічна презентація дисертаційної роботи *Пушиліна Олексія Євгенійовича* на тему **«Метод обґрунтування характеристик енергетичної системи гібридної турбоелектричної силової установки для пасажирського літака»**.

На підставі обговорення змісту презентації дисертаційної роботи ухвалено такий висновок про наукову новизну, теоретичне та практичне значення результатів дисертації (результати голосування – одноголосно).

1. Актуальність теми дослідження

Актуальність вибраної теми зумовлена необхідністю виконання жорстких екологічних вимог і стандартів, а також значного зменшення витрати палива в авіації. Це є стратегічним напрямком розвитку більшості компаній світу для досягнення вуглецевої нейтральності та розвитку регіональної авіації.

Основними шляхами для зменшення шкідливих викидів до 2050 року є заміна викопного вуглецю на поновлюваний і синтетичний та перехід на чистий водень і електричну тягу.

Аналіз сучасного стану авіації показує, що розвиток літакобудування та авіаційного двигунобудування знаходяться на межі технологічного перетворення. Істотне підвищення економічності та екологічності теплових двигунів лише традиційними способами досягло граничних значень.

Необхідні дослідження нових проривних конструктивно-технологічних та інноваційних рішень у галузі створення авіаційних двигунів, силових установок і планерів літаків. Тому вибрана тема дослідження є надзвичайно актуальною для сучасної авіації.

2. Зв'язок роботи з науковими програмами, планами, темами

Дисертаційна робота виконана в Національному аерокосмічному університеті «Харківський авіаційний інститут» (м. Харків), а також в АТ «Івченко-Прогрес» (м. Запоріжжя) у відділі установок наземного застосування КНДК. Виконання експериментальних робіт по темі дисертаційних досліджень є частиною перспективних досліджень АТ «Івченко-Прогрес» у напрямку визначення концептуальних технологій проектування перспективної ГТЕСУ з ТГВД. Частина наукових досліджень виконана в рамках робочого пакету WP7 європейського проєкту «Екологічно чиста авіація для всіх класів повітряних суден» (шифр EFACA) в рамках програми «Горизонт Європа» (грантова угода №101056866), яка включена до кластера «Клімат, енергетика та мобільність».

3. Наукова новизна отриманих результатів

У дисертації вперше одержано такі нові наукові результати:

1. Удосконалено метод обґрунтування параметричного обрису гібридної турбоелектричної силової установки пасажирського літака. На відміну від попередніх, удосконалений метод базується на нових математичних моделях розрахунку характеристик енергетичної системи гібридної турбоелектричної силової установки з турбогвинтовим двигуном, електричним двигуном та паливними елементами, математичній моделі розрахунку валових викидів забруднюючих речовин за польотний цикл. Удосконалений метод розширив область дослідження проєктно-конструкторських рішень щодо створення гібридної турбоелектричної силової установки з турбогвинтовим двигуном, електричним двигуном та паливними елементами і застосуванням відповідних показників гібридизації.

2. Удосконалено методику розрахунку характеристик енергетичної системи гібридної турбоелектричної силової установки з турбогвинтовим двигуном, електричним двигуном та паливними елементами, яка відрізняється від попередніх тим, що дослідження робочого процесу енергетичної системи включає багатоджерельну архітектуру та синергію теплових, електричних і водневих компонентів для підвищення паливної та екологічної ефективності. Такий спосіб організації робочого процесу гібридної турбоелектричної силової установки дозволив збільшити потужність турбогвинтового двигуна на режимах зльоту та набору висоти і зменшити валові викиди забруднюючих речовин у порівнянні з традиційною силовою установкою.

3. Удосконалено показник гібридизації для оцінювання гібридної турбоелектричної силової установки з турбогвинтовим двигуном, електричним двигуном та паливними елементами. На відміну від попередніх, удосконалений показник урахує внесок того чи іншого джерела енергії (гас,

водень, SAF) у процес отримання загальної кількості доступної електричної енергії (потужності) на валу повітряного гвинта та враховує часткові масові показники гібридизації гібридної турбоелектричної силової установки на всіх етапах польотного циклу пасажирського літака.

4. Отримано нові залежності маси та об'єму енергетичної системи гібридної турбоелектричної силової установки від ступеня її гібридизації для нових проєктів пасажирських літаків вміщенням 20, 50 та 100 пасажирів. Отримані нові залежності відрізняються від відомих тим, що враховують вплив ступеню гібридизації на масо-габаритні характеристики гібридної турбоелектричної силової установки з турбогвинтовим двигуном, електричним двигуном та паливними елементами і уточнюють граничні діапазони їх застосування на пасажирському літаку. На основі отриманих залежностей можливо спрогнозувати параметричний обрис енергетичної системи гібридної турбоелектричної силової установки з турбогвинтовим двигуном для забезпечення необхідного (очікуваного) ступеня гібридизації всього пасажирського літака на етапах його проєктування як нового або проведення модернізації/модифікації існуючого літака.

4. Теоретичне та практичне значення результатів роботи

Основні наукові та теоретичні положення дисертації доведено до практичної реалізації у вигляді:

- Єдиного програмного комплексу як інструментального засобу щодо вибору та обґрунтування параметричного обрису ГТЕСУ з ТГВД, ЕД та ПЕ у складі пасажирського літака. Цей програмний комплекс дозволяє автоматизувати розрахункові дослідження та скоротити час для прийняття технічного рішення.

- Обґрунтованої науково-технічної інформації для прийняття рішень щодо забезпечення необхідного (очікуваного) ступеня гібридизації ГТЕСУ у складі пасажирського літака на етапах його проєктування як нового або проведення модернізації/модифікації існуючого літака.

- Методики розрахунку характеристик ЕнС ГТЕСУ з ТГВД, ЕД та ПЕ, яка дозволяє досліднику порівнювати різні схеми ЕнС ГТЕСУ та вибрати найкращу для заданого польотного циклу пасажирського літака.

- Удосконаленого показника рівня гібридизації ГТЕСУ з ТГВД, який показує досліднику внесок того чи іншого джерела енергії (гас, водень, SAF) у процес отримання загальної кількості доступної електричної енергії (потужності) на валу ПГ двигуна.

- Методики розрахунку характеристик ПГ ТГВД у складі ГТЕСУ, що дозволяє досліднику економити час та прогнозувати результати дослідження характеристик ТГВД.

- Запропонованих рекомендацій щодо побудови раціональної ЕнС ГТЕСУ.

Зазначені методи, моделі та співвідношення для дослідження характеристик ЕнС ГТЕСУ, в рамках прийнятих припущень при їх отриманні

є універсальними і можуть бути використані для будь-якого пасажирського літака.

Практичне значення отриманих результатів досліджень підтверджується актами впровадження наукових результатів (Додаток Б): у науково-технічних дослідженнях АТ “Івченко-Прогрес” при визначенні характеристик ЕнС ГТЕСУ з ТГВД АІ-450С, що дозволило скоротити час на проєктування модернізованого двигуна (акт впровадження від 02.02.2026 р.); у навчальному процесі Національного аерокосмічного університету «Харківський авіаційний інститут» при викладанні курсів «Принцип дії, схеми та конструкція авіаційних двигунів і енергетичних установок», «Моделювання та розрахунок процесів в авіаційній і ракетно-космічній техніці (акт впровадження від 15.01.2026 р.); у науково-технічних дослідженнях АТ “Мотор Січ” при розрахунках експлуатаційних характеристик ТГВД ТВ3-117ВМА-СБМ1 (акт впровадження від 03.03.2026 р.).

5. Апробація/використання результатів дисертації

Основні результати роботи представлено на конференціях:

1. Логинов В.В., Українець Е.А., **Пушилин А.Е.** Метод определения основных аэродинамических характеристик воздушного винта изменяемого шага для турбовинтового двигателя / XXV Міжнародний конгрес двигунобудівників: Тези доповідей. – Харків: Нац. Аерокосмічний університет «Харк. авіац. ін-т», 2020. С. 54-55.

2. **Пушилин А.Е.**, Логинов В.В. Особенности определения характеристик воздушного винта изменяемого шага в стендовых условиях / XXVII Міжнародний конгрес двигунобудівників: Тези доповідей. – Харків: Нац. Аерокосмічний університет «Харк. авіац. ін-т», 2022. С. 39-40.

3. **Пушилин О.Є.**, Логинов В.В. Аналіз стану щодо створення гібридних турбоелектричних силових установок для регіональних літаків у світі/ XXVIII Міжнародний конгрес двигунобудівників: Тези доповідей. – Харків: Нац. Аерокосмічний університет «Харк. авіац. ін-т», 2023. С. 10-11.

4. Bezpalyy V., **Pushylin O.** Determination of the aerodynamic characteristics of the air propeller of the UAV power plant / XX міжнародна наукова конференція Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба «Новітні технології – для захисту повітряного простору»: Тези доповідей, 02–03 травня 2024 року. – Харків: ХНУПС ім. І. Кожедуба, 2024. - С.84.

5. **Пушилін О. Є.**, Логинов В. В. Обґрунтування характеристик турбогвинтового двигуна у складі гібридної турбоелектричної силової установки пасажирського літака / XXX Міжнародний конгрес двигунобудівників: Тези доповідей. – Харків: Нац. Аерокосмічний університет «Харк. авіац. ін-т», 2025. С. 18-19.

Наукові праці, які додатково відображають наукові результати дисертації:

1. Свідоцтво України на промисловий зразок №44272 «Лопать повітряного гвинта»; МКПЗ: 12-07; заявка s202100419 від 18.03.2021; опублік. 26.08.2021; заявник: Державне підприємство «Запорізьке машинобудівне

конструкторське бюро «Прогрес» імені академіка О.Г. Івченка»; автори: Гуро Ю.М., Денисюк О.В., Золотухін Д.В., Кравченко І.Ф., **Пушилін О.Є.**, Шевчук С.П.

2. Свідоцтво України на промисловий зразок №44738 «Гвинт повітряний для літальних апаратів»; МКПЗ: 12-07; заявка s202101134 від 09.08.2021; опублік. 20.01.2022; заявник: Державне підприємство «Запорізьке машинобудівне конструкторське бюро «Прогрес» імені академіка О.Г. Івченка»; автори: Гуро Ю.М., Денисюк О.В., Корнійчук О.В., Кравченко І.Ф., **Пушилін О.Є.**, Ткаченко Є.О., Шевчук С.П., Яковлев С.В.

3. Патент України на корисну модель №154435 «Лопать повітряного гвинта»; МПК: B64C11/18(2006.01); заявка u202301430 від 03.04.2023; опублік. 16.11.2023; заявник: Державне підприємство «Запорізьке машинобудівне конструкторське бюро «Прогрес» імені академіка О.Г. Івченка»; автори: Гуро Ю.М., Денисюк О. В., Кравченко І.Ф., **Пушилін О.Є.**, Шевчук С.П.

4. Свідоцтво України на промисловий зразок №46740 «Гвинт повітряний для літальних апаратів»; МКПЗ: 12-07; заявка s202400198 від 11.03.2024; опублік. 22.08.2024; заявник: Державне підприємство «Запорізьке машинобудівне конструкторське бюро «Прогрес» імені академіка О.Г. Івченка»; автори: Білець А.Ю, Гуро Ю.М., Кравченко І.Ф., **Пушилін О.Є.**, Смірнов С.А., Тимошенко С.І.

Розроблені автором наукові положення реалізовано:

– у навчальному процесі Національного аерокосмічного університету «Харківський авіаційний інститут» при викладанні курсів «Принцип дії, схеми та конструкція авіаційних двигунів і енергетичних установок», «Моделювання та розрахунок процесів в авіаційній і ракетно-космічній техніці;

– у науково-технічних дослідженнях АТ «Мотор Січ» при розрахунках експлуатаційних характеристик ТГвД ТВЗ-117ВМА-СБМ1;

– у науково-технічних дослідженнях АТ «Івченко-Прогрес» при визначенні характеристик ЕнС ГТЕСУ з ТГвД АІ-450С, що дозволило скоротити час на проектування модернізованого двигуна.

6. Дотримання принципів академічної доброчесності

Дисертація О.Є. Пушилїна є оригінальною роботою, виконана здобувачем самостійно й доброчесно, текст рукопису дисертаційної роботи не містить ознак академічного шахрайства. Роботу передано експерту для проведення науково-технічної експертизи щодо збігів з Internet-джерелами, про що буде надано відповідний звіт.

7. Перелік публікацій за темою дисертації із зазначенням особистого внеску здобувача

За результатами досліджень опубліковано 17 наукових публікацій, у тому числі:

– чотири статті в закордонних наукових виданнях, проіндексованих в базі Scopus;

– чотири статті у наукових виданнях, включених до Переліку фахових видань України;

– п'ять тез доповідей на міжнародних наукових конференціях;

– один патент на корисну модель;

– три свідоцтва на промисловий зразок.

Статті в закордонних наукових виданнях, які проіндексовані в базі Scopus:

1. Loginov V, Ukrainets Ye, Kravchenko I, Yelans'ky O, Fil S, **Pushylin O.** Regional passenger aircraft type of An-158 with a hybrid propulsion parametric concept/Transactions on Aerospace Research. 2024. Vol. 277 No. 4. p. 14-26. DOI: 10.2478/tar-2024-0020. (SCOPUS).

2. **Pushylin O.**, Loginov V. Selection of indicators for assessing the efficiency of hybrid turbo-electric propulsion system configurations for passenger aircraft / Transactions on Aerospace Research. 2025. Vol. 278 No. 1. p. 85-97. DOI: 10.2478/tar-2025-0005. (SCOPUS).

3. Loginov, V., **Pushylin, O.**, Tsaglov, O. (2025). Review and Analysis of Integration Properties of an Aircraft with a Hybrid Power Plant. The Future of Electric Aviation and Artificial Intelligence, 61-65 – DOI: 10.1007/978-3-031-62094-2_9. (SCOPUS).

4. **Pushylin O.**, Loginov V., Tsaglov O. The influence of a hybrid turboelectric power plant energy system on the performance and emissions of a passenger aircraft. / Transactions on Aerospace Research. 2026. Vol. 282 No. 1. p. 76-106. DOI: 10.2478/tar-2026-0004. (SCOPUS).

Статті у наукових виданнях, включених до Переліку фахових видань України:

5. Безпалій В. А., **Пушилін О. Є.** Удосконалена методика визначення основних характеристик повітряного гвинта двигуна літака / Випробування та сертифікація. 2024. Випуск 1(3). С. 7-13. DOI: 10.37701/ts.03.2024.01. (категорія Б).

6. Безпалій В. А., **Пушилін О. Є.** Експериментальна методика визначення нормальних характеристик повітряних гвинтів на гвинтовому приладі ГП-1 / Системи озброєння і військова техніка. 2024. №4(80). С. 7-11. DOI: 10.30748/soivt.2024.80.01. (категорія Б).

7. **Пушилін О.Є.** Удосконалення інтегрального показника для оцінювання характеристик гібридної силової установки у складі пасажирського літака / Авіаційно-космічна техніка і технологія. 2025. № 3(203). С. 12-29. DOI: 10.32620/aktt.2025.3.02. (категорія Б).

8. **Пушилін О.Є.**, Логінов В.В. Удосконалений метод обґрунтування характеристик турбогвинтового двигуна у складі гібридної турбоелектричної силової установки літального апарата / Авіаційно-космічна техніка і технологія. 2025. № 4 спецвипуск 1 (205). С. 14-30. DOI: 10.32620/aktt.2025.4sup1.02. (категорія Б).

Наукові праці, що підтверджують апробацію матеріалів дисертації:

9. **Логинов В.В.,** Українець Е.А., **Пушилин А.Е.** Метод определения основных аэродинамических характеристик воздушного винта изменяемого шага для турбовинтового двигателя / XXV Міжнародний конгрес двигунобудівників: Тези доповідей. – Харків: Нац. Аерокосмічний університет «Харк. авіац. ін-т», 2020. С. 54-55.

10. **Пушилин А.Е.,** Логинов В.В. Особенности определения характеристик воздушного винта изменяемого шага в стендовых условиях / XXVII Міжнародний конгрес двигунобудівників: Тези доповідей. – Харків: Нац. Аерокосмічний університет «Харк. авіац. ін-т», 2022. С. 39-40.

11. **Пушилін О.Є.,** Логінов В.В. Аналіз стану щодо створення гібридних турбоелектричних силових установок для регіональних літаків у світі/ XXVIII Міжнародний конгрес двигунобудівників: Тези доповідей. – Харків: Нац. Аерокосмічний університет «Харк. авіац. ін-т», 2023. С. 10-11.

12. **Bezpaluy V., Pushylin O.** Determination of the aerodynamic characteristics of the air propeller of the UAV power plant / XX міжнародна наукова конференція Харківського національного університету Повітряних Сил імені Івана Кожедуба «Новітні технології – для захисту повітряного простору»: Тези доповідей, 02–03 травня 2024 року. – Харків: ХНУПС ім. І. Кожедуба, 2024. - С.84.

13. **Пушилін О. Є.,** Логінов В. В. Обґрунтування характеристик турбогвинтового двигуна у складі гібридної турбоелектричної силової установки пасажирського літака / XXX Міжнародний конгрес двигунобудівників: Тези доповідей. – Харків: Нац. Аерокосмічний університет «Харк. авіац. ін-т», 2025. С. 18-19.

Наукові праці, які додатково відображають наукові результати дисертації:

14. Свідоцтво України на промисловий зразок №44272 «Лопать повітряного гвинта»; МКПЗ: 12-07; заявка s202100419 від 18.03.2021; опублік. 26.08.2021; заявник: Державне підприємство «Запорізьке машинобудівне конструкторське бюро «Прогрес» імені академіка О.Г.Івченка»; автори: Гуро Ю.М., Денисюк О.В., Золотухін Д.В., Кравченко І.Ф., **Пушилін О.Є.,** Шевчук С.П.

15. Свідоцтво України на промисловий зразок №44738 «Гвинт повітряний для літальних апаратів»; МКПЗ: 12-07; заявка s202101134 від 09.08.2021; опублік. 20.01.2022; заявник: Державне підприємство «Запорізьке машинобудівне конструкторське бюро «Прогрес» імені академіка О.Г. Івченка»; автори: Гуро Ю.М., Денисюк О.В., Корнійчук О.В., Кравченко І.Ф., **Пушилін О.Є.,** Ткаченко Є.О., Шевчук С.П., Яковлев С.В.

16. Патент України на корисну модель №154435 «Лопать повітряного гвинта»; МПК: B64C11/18(2006.01); заявка u202301430 від 03.04.2023; опублік. 16.11.2023; заявник: Державне підприємство «Запорізьке машинобудівне

конструкторське бюро «Прогрес» імені академіка О.Г. Івченка»; автори: Гуро Ю.М., Денисюк О. В., Кравченко І.Ф., **Пушилін О.Є.**, Шевчук С.П.

17. Свідоцтво України на промисловий зразок №46740 «Гвинт повітряний для літальних апаратів»; МКПЗ: 12-07; заявка s202400198 від 11.03.2024; опублік. 22.08.2024; заявник: Державне підприємство «Запорізьке машинобудівне конструкторське бюро «Прогрес» імені академіка О.Г. Івченка»; автори: Білець А.Ю., Гуро Ю.М., Кравченко І.Ф., **Пушилін О.Є.**, Смірнов С.А., Тимошенко С.І.

Усі положення наукової новизни дисертації отримано автором самостійно. У статтях, що опубліковано в співавторстві, дослідження і аналіз результатів виконано автором особисто; формулювання задач і висновків виконано разом із науковим керівником; підготовку й видання науково-технічних статей виконано за участю співавторів. У спільних роботах автору належить наступне:

[1] – здобувачем проведений аналіз концепції проєктування та розробки модифікації регіонального пасажирського літака Ан-158. Проведений параметричний аналіз з використанням модульних програмних систем «Integration 2.1» та «Propeller 2.2» для типових профілів польоту Ан-158;

[2] – здобувачем був проведено всебічний огляд наукової та технічної літератури, щодо визначення найбільш актуальних показників ефективності для ГТЕСУ, з особливим акцентом на гібридно-електричний рушій та інтеграцію паливних елементів. В якості еталонної моделі було обрано легкий багатоцільовий літак Evektor EV-55 Outback, відомий своїми короткими зльотами та посадками;

[3] – здобувачем був проведений огляд і аналіз інтеграційних властивостей літаків із ГТЕСУ. Зроблений висновок, що впровадження гібридно-електричної технології значно розширює простір для проєктування сучасних літаків. Повний потенціал електричних технологій буде використано через синергійну та системну інтеграцію підсистем регіонального літака;

[4] – здобувачем виконаний аналіз впливу енергетичної системи гібридної турбогелікоптерної установки на ефективність та викиди пасажирського літака;

[5] – здобувачем у співавторстві представлено експериментальну методику визначення аеродинамічних характеристик повітряного гвинта НГ-1 на гвинтовому приладі ГП-1, склад та технічні характеристики експериментального обладнання. Достовірність експериментальної методики визначення основних характеристик повітряного гвинта літака обґрунтовується коректним використанням експериментальних методів аеродинаміки. В результаті обробки експериментальних даних отримані нормальні характеристики повітряного гвинта НГ-1 – залежності коефіцієнтів тяги, потужності та корисної дії від коефіцієнта швидкості;

[6] – здобувачем проведений аналіз залежностей, який дозволив зробити висновок про відсутність відмінностей в характері протікання нормальних характеристик повітряного гвинта НГ-1 у порівнянні з нормальними характеристиками відомих повітряних гвинтів та про достовірність

експериментальної методики визначення аеродинамічних характеристик малорозмірних повітряних гвинтів на гвинтовому приладі ГП-1;

[7] – здобувачем удосконалений зміст понятійного апарату показника гібридизації СУ на основі спільного (інтегрального) оцінювання рівня гібридизації з оцінюванням частки внеску того чи іншого виду енергії на кожному етапі польоту ЛА. Окрім цього, дістала подальший розвиток систематизація параметрів, характеристик і чинників впливу на управління постачанням електричної та теплової енергії протягом всього польотного циклу ЛА.

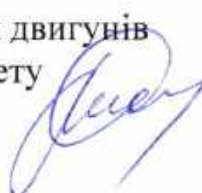
[8] – здобувач отримав результати дослідження щодо удосконалення архітектури енергетичної системи ГТЕСУ з турбогвинтовим двигуном, розвитку методу й моделі визначення параметричного та технічного обрису енергетичної системи ГТЕСУ в складі пасажирського ЛА. У подальших дослідженнях будуть визначені експлуатаційні характеристики та діапазон ефективного використання пасажирських ЛА на основі застосування нових архітектурних рішень ГТЕСУ на протязі всього польотного циклу ЛА.

8. Висновок наукового керівника

Виконання індивідуального навчального плану, індивідуального плану наукової роботи, досягнення результатів навчання за відповідною науково-освітньою програмою та написання дисертації Пушилїним Олексієм Євгенійовичем вважаю успішним. Дисертаційна робота є результатом самостійного дослідження, завершеною науковою працею, яка містить наукову новизну. Вона виконана на високому науковому рівні та відповідає всім установленим вимогам до дисертацій на здобуття наукового ступеня доктора філософії, й може бути рекомендована до захисту, а її автор Пушилїн Олексій Євгенійович – до присудження наукового ступеня доктора філософії за спеціальністю 142 Енергетичне машинобудування.

Отже, вважаємо, що дисертаційна робота Пушилїна Олексія Євгенійовича на тему «Метод обґрунтування характеристик енергетичної системи гібридної турбоелектричної силової установки для пасажирського літака», представлена на здобуття ступеня доктора філософії, відповідає вимогам Порядку присудження наукового ступеня доктора філософії (Постанова Кабінету Міністрів України від 12 січня 2022 р. №44). Відтак, вона може бути представлена до захисту в разовій спеціалізованій раді для присудження ступеня доктора філософії в галузі знань 14 Електрична інженерія за спеціальністю 142 Енергетичне машинобудування.

Головуючий на засіданні
доктор технічних наук, професор,
професор кафедри конструкції авіаційних двигунів
Національного аерокосмічного університету
«Харківський авіаційний інститут»



Олександр БІЛОГУБ