

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний авіаційний університет
Аерокосмічний факультет



ЗАТВЕРДЖУЮ
проректор з навчальної роботи

А. В. Потухін

« ____ » _____ 2023 р.



ПРОГРАМА

додаткових вступних іспитів до аспірантури НАУ

Галузь знань: 13 «Механічна інженерія»
Спеціальність: 134 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка»

СМЯ НАУ П 07.02.01-01-2023



Система менеджменту якості.
ПРОГРАМА
додаткового вступного іспиту за Освітньо-науковою програмою «134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка» підготовки фахівців освітньо-наукового рівня «Доктор філософії»

Шифр
документа

СМЯ НАУ
П 07.02.01-01-2023

Стор. 2 із 9

Програма розроблена на основі Освітньо-наукової програми та робочого навчального плану № РДФ - 1 - 134 / 22 підготовки фахівців освітньо-наукового рівня «Доктор філософії» галузі знань «13 Механічна інженерія» спеціальності 134 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка», Порядку підготовки здобувачів вищої освіти ступеня доктора філософії та доктора наук у вищих навчальних закладах (наукових установах), затвердженого Постановою Кабінету Міністрів України від 23.03.2016 р. № 261.

Програму розробили:

завідувач кафедри
кафедри літальних апаратів,
д.т.н., професор

_____ С. Ігнатович

професор кафедри
конструкції літальних апаратів, д.т.н.

_____ М. Карускевич

доцент кафедри
гідро газових систем, к.ф.-м.н.

_____ П. Лук'янов

Програма обговорена та схвалена на засіданнях випускових кафедр за спеціальністю 134 «Авіаційна та ракетно-космічна техніка» – кафедри конструкції літальних апаратів, протокол № 1 від « 24 » _____ 01 _____ 2023 р. та кафедри гідрогазових систем, протокол № 12.1 від «26» _____ 12 _____ 2022 р.

Гарант освітньо-наукової програми
«Авіаційна та ракетно-космічна техніка»
д.т.н., професор

_____ С. Ігнатович

УЗГОДЖЕНО

Завідувач аспірантури та
докторантури

_____ А. Лелеченко
« _____ » _____ 2023 р.

Рівень документа – 3б

Плановий термін між ревізіями – 1 рік

Врахований примірник №1



Система менеджменту якості.
ПРОГРАМА
додаткового вступного іспиту за Освітньо-науковою програмою «134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка» підготовки фахівців освітньо-наукового рівня «Доктор філософії»

Шифр
документа

СМЯ НАУ
П 07.02.01-01-2023

Стор. 3 із 9

ЗМІСТ

	стор.
1. Пояснювальна записка	4
2. РОЗДІЛ I. Міцність, ресурс та контроль технічного стану літальних апаратів	5
3. РОЗДІЛ II Фізико-математичне моделювання робочих процесів в рідино-газових системах авіаційної та космічної техніки	6
5. РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА	7



1. ПОЯСНЮВАЛЬНА ЗАПИСКА

Програма додаткових вступних випробувань зі спеціальності «134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка» складена для кандидатів на вступ до аспірантури НАУ, у дипломах магістра (спеціаліста) яких вказано інша галузь знань (спеціальність) ніж та, яка відповідає спеціальності вступу,

Програма додаткових вступних випробувань передбачає визначення рівня знань за напрямками професійної діяльності та формування контингенту здобувачів вищої освіти, найбільш здібних до успішного опанування відповідної Освітньо-наукової програми рівня «Доктор філософії».

Програма базується на освітній програмі магістерської підготовки фахівців «Обладнання повітряних суден» та «Літаки та вертольоти» і складається з трьох розділів, що охоплюють теоретичні питання циклів міцності та ресурсу літальних апаратів, діагностики матеріалів і авіаційних конструкцій, контролю технічного стану авіаційної техніки, а також фізичні та математичні аспекти моделювання процесів в рідинно-газових системах авіаційної та космічної техніки.

Вступний іспит проходить в усній формі з викладенням членам предметної комісії відповідей на питання екзаменаційного білету.

Вступник повинен продемонструвати фундаментальні, професійно-орієнтовні знання та уміння, здатність творчо мислити, вирішувати типові професійні завдання, передбачені програмою додаткового вступу.

Оцінювання додаткових вступних випробувань відбувається за двобальною шкалою: «зараховано» або «не зараховано». У тому випадку, коли за додаткове вступне випробування вступник отримав оцінку «не зараховано», він не допускається до наступного вступного іспиту і позбавляється права брати участь у конкурсі.

Організація вступного випробування здійснюється відповідно до Правил прийому до аспірантури Національного авіаційного університету у 2023 році (<https://nau.edu.ua/ua/menu/science/aspirantura-doktorantura/aspirantura/provnesennya-zmin-do-pravil-priyomu-do-aspiranturi-ta-doktoranturi-nau-u-2017.html>)



РОЗДІЛ І. МІЦНІСТЬ, РЕСУРС ТА КОНТРОЛЬ ТЕХНІЧНОГО СТАНУ ЛІТАЛЬНИХ АПАРАТІВ

- 1.1 Навантажування літака у польоті.
- 1.2 Перевантаження літака в криволінійному польоті.
- 1.3 Коефіцієнт безпеки та норми міцності літаків.
- 1.4 Закон Гука для ізотропного тіла.
- 1.5 Основні механічні характеристики матеріалу при розтягу.
- 1.6 Питома енергія деформацій.
- 1.7 Власні та змушені коливання елементів літака.
- 1.8 Дивергенція несучих поверхонь літака.
- 1.9 Реверс елеронів.
- 1.10 Захист бортового устаткування літака від вібрацій.
- 1.11 Концентрація напружень, коефіцієнт інтенсивності напружень.
- 1.12 Зона пластичної деформації перед тріщиною.
- 1.13 Енергетичний критерій крихкого руйнування Грифітца.
- 1.14 Енергетичний критерій руйнування Ірвіна.
- 1.15 В'язкість руйнування.
- 1.16 Кінетична діаграма втомного руйнування, характерні значення коефіцієнту інтенсивності напруження.
- 1.17 Рівняння Періса, його застосування для опису траєкторії росту втомної тріщини.
- 1.18 Механізми росту втомних тріщин.
- 1.19 Теоретична і практична міцність.
- 1.20 Багатоциклова втома.
- 1.21 Малоциклова втома.
- 1.22 Фізична природа пластичного деформування.
- 1.23 Особливості зародження тріщин при втомі.
- 1.24 Випробування конструкційних матеріалів на міцність та довговічність.
- 1.25 Множинне руйнування.
- 1.26 Методи та моделі підсумовування пошкоджень.
- 1.27 Багатоосередкове втомне пошкодження.
- 1.28 Принцип безпечної пошкоджуваності.
- 1.29 Прогнозування ресурсу на стадії проектування.
- 1.30 Визначення безпечного ресурсу.
- 1.31 Принцип допустимої пошкоджуваності.
- 1.32 Особливості корозії несучих елементів планера літака.
- 1.33 Фактори, що впливають на інтенсивність корозійного процесу.
- 1.34 Основні та додаткові методи захисту від корозії.
- 1.35 Плівкоутворюючі сполуки з інгібіторами корозії.



- 1.36 Катодний захист авіаційних конструкцій.
- 1.37 Конкретні приклади типових несправностей та дефектів авіаційних конструкцій.
- 1.38 Перелік і класифікація методів неруйнівного контролю відповідно до їх фізичних основ.
- 1.39 Деградація міцності матеріалів у часі при втомі, довготривалої міцності, корозії, зношуванні.
- 1.40 Дефекти композиційних матеріалів і їх діагностичні ознаки.
- 1.41 Бортові та наземні автоматизовані системи моніторингу технічного стану авіаційних конструкцій в експлуатації.
- 1.42 Особливості діагностики та контролю технічного стану авіаційних конструкцій.

РОЗДІЛ II. ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ РОБОЧИХ ПРОЦЕСІВ В РІДИНО-ГАЗОВИХ СИСТЕМАХ АВІАЦІЙНОЇ ТА РАКЕТНО-КОСМІЧНОЇ ТЕХНІКИ

- 2.1 Градієнт векторного поля і його фізичний зміст. Градієнтні та безградієнтні течії рідини.
- 2.2 Дивергенція векторного поля: її фізичний зміст, модель нестисливої рідини.
- 2.3 Ротор векторного поля: його фізичний зміст, гвинтові течії та течії із гвинтовою симетрією.
- 2.4 Оператор Лапласу: що він означає і в яких моделях рідини його застосовують.
- 2.5 Модель Ньютонівської рідини. Які робочі рідини, що застосовуються в авіації, є Ньютонівськими?
- 2.6 Неньютонівські рідини. Які, гарно відомі, рідини є не ньютонівськими?
- 2.7 Представлення руху рідини: теорема Коші-Гельмгольца та її частинний випадок для нестисливої рідини.
- 2.8 Стійкість руху. Ламінарний та турбулентний рух рідини. Критерій інерційної стійкості Релея та його узагальнення на випадок тривимірного нестисливого руху рідини.
- 2.9 Ламінарний примежовий шар нестисливої рідини: в яких течіях, що пов'язані із авіаційною технікою, він спостерігаються.
- 2.10 Ламінарний примежовий шар стисливої рідини: за яких швидкостей рух повітря потрібно розглядати як стисливу течію?
- 2.11 Рівняння Рейнольдса опису турбулентного руху рідини. Модель Буссинеска для опису в'язких напружень.



- 2.12 Турбулентний примежовий шар нестисливої рідини. Якими рівняннями він описується?
- 2.13 Особливості турбулентного примежового шару нестисливої рідини. Які рівняння, у порівнянні із нестислою течією, додаються?
- 2.14 Закони фізики, які застосовані в принципі роботи електрогідростатичний приводі.
- 2.15 Закони фізики, які застосовані в роботі електромеханічного приводу.
- 2.16 Що таке варіаційний принцип? Назвіть основні варіаційні принципи механіки.
- 2.17 Варіаційні принципи механіки твердого деформованого тіла.
- 2.18 Варіаційні принципи механіки рідини та газу.
- 2.19 Основна задача варіаційного числення як науки. В яких задачах доцільно використовувати варіаційне числення?
- 2.20 Рівняння Ейлера варіаційного числення та його приклади його застосування в теорії примежового шару нестисливої рідини.

РЕКОМЕНДОВАНА ЛІТЕРАТУРА

ОСНОВНІ ЛІТЕРАТУРНІ ДЖЕРЕЛА ДО РОЗДІЛУ I

1. Долгов О. М. Механіка руйнування: підручник / О. М. Долгов; МОН України, Національний технічний університет «Дніпровська політехніка» . – Дніпро : НТУ « Дніпровська політехніка » , 2019. – 166 с.
2. ДСТУ 2865-94 Державний стандарт України. Контроль неруйнівний. Терміни та визначення. К.: Держстандарт України, 1994. - 71 с.
3. ДСТУ 2444-94 Державний стандарт України. Розрахунки та випробування на міцність. Опір втомі. Терміни та визначення. - К.: Держстандарт України, 1994. - 71 с.
4. Білокур І.П., В.А. Коваленко. Дефектоскопія матеріалів і виробів. – К.: Техніка, 1989. . – 192 с.
5. Енциклопедія безпеки авіації / В.П. Бабак, В.П. Харченко, М.С. Кулик, А.Г. Кучер, С.Р. Ігнатович та інш.; Під ред. В.П. Бабака. – К.: Техніка, 2008. – 1000 с.
6. Ігнатович С.Р., Карускевич М.В. Моніторинг відпрацювання втомного ресурсу літальних апаратів. К.: НАУ. – 2014. – 260 с.
7. Остап О.П. Механіка руйнування та міцність матеріалів. Довідковий посібник. Т.15. Структура матеріалів і втомна довговічність елементів конструкцій. Під ред. В.В. Панасюка. – Львів: СПОЛОМ, 2015. – 312 с



8. Ресурс та довговічність авіаційної техніки: навч. посіб. / С.Р. Ігнатович, М.В. Карускевич, Т.П. Маслак, С.С. Юцкевич. – К.: НАУ, 2015. – 164 с. (Електронна версія).
9. Трощенко В.Т., Хамаза Л.А. Механика рассеянного усталостного повреждения металлов и сплавов. – К.: ИПП НАН Украины, 2016. – 412 с.
10. Karuskevich M.V. Service life and Durability. Lectures course. – К.: НАУ, 2013. - 128 p.
11. Edward Ghali. Corrosion resistance of aliminium and magnesium alloys: Understanding, Performance, and Testing. A John Wiley, Unc. Publication, 2010.- 782 P.
12. Richard H.A., Sander M. Fatigue Crack Growth, Solid Mechanics and Its Applications. Springer International Publishing Switzerland, 2016 – 292 p.

ОСНОВНІ ЛІТЕРАТУРНІ ДЖЕРЕЛА ДО РОЗДІЛУ II

1. Буренніков, Ю.А. Гідравліка, гідро-та пневмо-приводи: навчальний посібник/ Ю.А. Буренніков, І.А. Немировський, Л.Г. Козлов. – Вінниця: ВНТУ, 2013. – 273 с.
2. Лук'янов П.В. Інерційна стійкість як результат переносного та відносного обертань нестисливої рідини /П.В. Лук'янов //Наукові вісті НТТУ «КП». – 2014, -- № 4(96). С. 133-138.
3. Лук'янов П.В. Оптимальное течение жидкости в плоском канале при наличии легко проникающей шероховатости / П.В. Лукьянов // Промислова гідравліка і пневматика. – 2019, -- №1(63). С. 25 —34 .
4. Лук'янов П.В. Стационарное турбулентное течение с винтовой симметрией несжимаемой жидкости в круглой прямолинейной трубе. // Промислова гідравліка і пневматика. – 2021, -- №1(65). С. 17 —26
5. Розповідова Ю.Б. Математична модель гідравлічного приводу обертального руху з об'ємним регулюванням/Ю.Б. Рассказова // Вісник Східноукраїнського Національного університету імені Володимира Даля. - 2016, - № 2 (226). С. 70-75.
6. Allievi, Z. Theory of water hummer, translate E.E. Halmos / Z. Allievi -- Printed by Ricardo Caroni, Rome, Italy, 1925.
7. Bretheim J.U. Standard logarithmic mean velocity distribution in a band-limited restricted model of turbulent flow in a half-channel / J.U. Bretheim, C. Meneveau, D.F. Gayme // Phys. Fluids, 2015, 27, 011702.
8. Cochoy O. Concepts for position and load control for hybrid actuation in primary flight control// O. Cochoy, S. Hanke, and Carl UB – Aersp. Technol. 2007; 11: 194—201.
9. Hirsch Charles. Numerical Computation of Internal and Internal Flows. V. 1. Fundamentals of Computational Fluid Dynamics / C. Hirsch. – Oxford: Elsevier, 2007. – 696 p.



10. Kolpak, E.P. Mathematical and Computer Modeling Vibration Protection System with Damper / E.P. Kolpak, S.I. Ivanov // Applied Mathematical Science – 2015. -- Vol. 9, no. 78. – p. 3875—3885.
11. Lukianov P.V. Optimal character and different nature of flows in laminar boundary layers of incompressible fluid flow/ P.V. Lukianov, L. Song // *Problems of friction and wear*. 2022 №4(97), p.61-69.
12. Maupertuis P.L.M. Accord de differentes loix de la nature qui avoient jusqu'ici paru incompates / P.L.M. Maupertuis // *Memoires de l'Academie Royale des Sciences de Paris*, 1744, 15 April, p. 417-426.
13. Mofakham A. A. Particles dispersion and deposition in inhomogeneous turbulent flows using continuous random walk models / A. A. Mofakham , G. Ahmadi // *Phys. Fluids*, 2019, **31**, 083301
14. Qiao G. A review of electromechanical actuators for More//All Electrical aircraft systems/ Guan Qiao, Geng Liu, Zhenghong Shi, Yawen Wang, Shangjan Ma and Teik C Lim -- *J. Mechanical Engineering Science*, 2018, Vol. 232(22) 4128—4151.
15. Stokes G.G. On the theories of the internal friction of fluids in motion, and the equilibrium and motion of elastic solids/ G.G. Stokes // *Trans. Cambridge Philos. soc.* 1845, Vol. 8, p.287-305.
16. Zeman P. Mathematical Modeling and Analysis of Hydrostatic Drive Train / P. Zeman, W. Kemmetmueller, A. Kugi // *IFAC – Paper OnLine*. - 2015, - 48 -1. P. 508-513.
17. Zeman P. Energy-efficient Constrained Control of Hydrostatic Power Split Drive / P. Zeman, W. Kemmetmueller, A. Kugi // *IFAC - Paper OnLine*. - 2017, - 50-1. P. 4775-4780.