

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
Національний аерокосмічний університет ім. М.Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова приймальної комісії
Національного аерокосмічного
Університету ім. М.Є. Жуковського
«Харківський авіаційний інститут»
Олексій ЛИТВИНОВ
_____ 2025 р.



**ПРОГРАМА
ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ**

для здобуття освітнього ступеня доктора філософії
за освітньо-науковою програмою зі спеціальності

G12 – «Авіаційна та ракетно-космічна техніка»

(код та найменування)

освітньо-наукова програма _____ **«Авіаційна та ракетно-космічна техніка»** _____
(найменування)

у 2025 році

Харків
2025

ВСТУП

Вступне випробування для здобуття освітнього ступеня доктора філософії за освітньо-науковою програмою зі спеціальності _____

G12 - Авіаційна та ракетно-космічна техніка

(код та найменування)

освітньо-наукова програма

Авіаційна та ракетно-космічна техніка

(найменування)

відбувається відповідно до «Правил прийому на навчання до Національного аерокосмічного університету ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут»» у формі індивідуального письмового фахового іспиту, який приймає фахова екзаменаційна комісія з певної спеціальності (освітньої програми), склад якої затверджується наказом ректора Університету.

Іспит проводиться у письмовій формі, дистанційно, з відеофіксацією кожного претендента у відповідності до положення про дистанційну форму здобуття вищої освіти в Національному аерокосмічному університеті «Харківський авіаційний інститут» від 24 вересня 2020 року. Перед початком іспиту кожен претендент повинен пред'явити документ, що посвідчує його особу з відеофіксацією, під запис. До білету включаються питання з різних тем та різного рівня складності, відібрані перед проведенням іспиту за випадковим принципом. Час, відведений для виконання екзаменаційних завдань – 120 хвилин. Після виконання завдання, претендент фотографує свої відповіді та відправляє у екзаменаційну комісію електронною поштою. Час відправлення листа фіксується.

До фахового іспиту входять питання за темами:

1. Аерогідродинаміка авіаційної та ракетно-космічної техніки.
2. Міцність літальних апаратів.
3. Проектування, конструкція та системи авіаційної та ракетно-космічної техніки (АРКТ)
4. Технологія виробництва авіаційної та ракетно-космічної техніки
5. Наземні комплекси і стартове обладнання

Перелік питань за темами наведений у програмі.

КРИТЕРІЇ ОЦІНЮВАННЯ ЗНАТЬ

1. Вступне випробування проводиться у формі письмового іспиту.

Кожний білет складається з 3 питань. Максимальна кількість балів за відповідь на одне питання - 40 балів.

Результат фахового іспиту розраховується за формулою:

$$80+n_1+ n_2+ n_3$$

де n_1 - кількість балів за відповідь на перше питання;

n_2 – кількість балів за відповідь на друге питання;

n_3 – кількість балів за відповідь на третє питання.

2. Якщо вступник отримав від 100 до 200 балів, то вважається що він склав іспит і допускається до участі в конкурсі.

3. Якщо вступник отримав менше ніж 100 балів, то вважається що він не склав іспит і до участі в конкурсі не допускається.

4. На письмові відповіді відводиться 120 хвилин.

ПИТАННЯ ЗА РОЗДІЛАМИ ТА ПІДРОЗДІЛАМИ

1. Аерогідродинаміка авіаційної та ракетно-космічної техніки

1. Загальне положення розділу В (політ) норм льотної придатності літаків та гвинтокрилих літальних апаратів.
2. Класифікація потоків рідини. Рівняння нерозривності. Циркуляція. Теорема Стокса.
3. Рівняння руху нев'язкої рідини. Теорема Томсона про сталість циркуляції та її наслідку.
4. Обтікання тіл потенційним потоком. Урахування впливу границь потоку на обтікання тіл.
5. Теореми Гельмгольца про вихри. Вихрові шари.
6. Рівняння руху в'язкої рідини. Рівняння Нав'є-Стокса.
7. Теорія подібності й моделювання гідродинамічних процесів. Критерії подібності та їх використання при моделюванні.
8. Рівняння руху турбулентних потоків.
9. Рівняння руху в'язкої рідини в примежовому шарі. Обтікання шорстких поверхонь.
10. Надзвукові течії. Теорія скачків ущільнення. Ударна поляра.
11. Профіль і крило кінцевого розмаху в нестисливому потоці. Теорема Жуковського
12. Профіль і крило кінцевого розмаху в дозвуковому стисливому потоці. Вплив стисливості на аеродинамічні характеристики.
13. Профіль і крило кінцевого розмаху в трансзвуковому потоці. Аеродинаміка крила при трансзвукових швидкостях польоту. Моментні характеристики крила.
14. Профіль і крило кінцевого розмаху в надзвуковому потоці. Хвильовий опір.
15. Максимальна підймальна сила. Відрив потоку з поверхні крила. Механізація крила.
16. Аеродинаміка тіл обертання. Підймальна сила й опір тіл обертання.
17. Примежевий шар і аеродинамічний нагрів при великих швидкостях.
18. Основи аеродинаміки гіперзвукових швидкостей.
19. Основи аеродинаміки розрідженого середовища. Режими течії газу. Вільномолекулярна течія.
20. Аеродинаміка дозвукових магістральних літаків.
21. Аеродинаміка надзвукових літаків.
22. Аеродинаміка повітряно-космічних літаків.
23. Аеродинаміка вертольотів.
24. Методи та засоби аеродинамічних експериментальних досліджень
25. Динаміка польоту літаків та вертольотів.

2. Міцність літальних апаратів

1. Системи Норм літної придатності літаків, прийняті у світі, вимоги міцності.
2. Сучасні конструкційні матеріали в авіаційній та ракетно-космічній техніці.
3. Види експериментальних досліджень міцності конструкції, їхньої мети та

завдання.

4. Статичні випробування авіаційних конструкцій, мета й етапи проведення.
5. Ресурсні випробування авіаційних конструкцій.
6. Перевантаження при маневруванні. Залежність перевантаження від параметрів траєкторії польоту.
7. Перевантаження при польоті в неспокійному повітрі, коефіцієнт ослаблення пориву.
8. (Згинальна польотних режимів за швидкостями польоту й перевантаженнями. Основні розрахункові випадки крил.
9. Застосування методу кінцевих елементів для розрахунку напруженого стану агрегатів авіаційних конструкцій.
10. Критерії міцності для матеріалів і елементів конструкцій при розтяганні й стиску.
11. Розрахунок ресурсу авіаційних конструкцій, принципи проектування.
12. Розподіл повітряних і масових навантажень по розмаху крила літака.
13. Побудова епюр поперечних сил, що згинають і наведених моментів по розмаху крила літака.
14. Проектувальний розрахунок перерізу крила, послідовність, гіпотези й допущення.
15. Перевірочний розрахунок перерізу крила великого подовження на нормальні напруги. Основні умови теорії редукування.
16. Перевірочний розрахунок перерізу крила великого подовження на дотичні напруження (послідовність розрахунку, коефіцієнти редукації на зсув).
17. Розрахунок координат центра жорсткості перерізу крила.
18. Методика розрахунку лінійних і кутових переміщень крила великого подовження.
19. Види навантажень на горизонтальне й вертикальне оперення літака, методики їхнього розрахунку.
20. Зрівноважування фюзеляжу літака, навантаження на фюзеляж, методи розрахунку на міцність.
21. Розрахунки на міцність конструкцій з композиційних матеріалів. Оптимізація структури композиційного матеріалу. Розрахунки агрегатів з тришаровою обшивкою.
22. Навантаження й розрахунок на міцність шасі літака.
23. Аеропружність авіаційних конструкцій.
24. Живучість літальних апаратів.
25. Автоматизація розрахунків ЛА на міцність. Сучасні комп'ютерні технології.

3. Проектування, конструкція та системи авіаційної та ракетно-космічної техніки (АРКТ)

1. Загальне положення нормативної документації та норм льотної придатності до літаків та гвинтокрилих літальних апаратів.
2. Загальні вимоги до АРКТ. Літальний апарат як об'єкт проектування. Визначення та задачі проектування.
3. Літаки та вертольоти в сучасному світі. Класифікація літаків та вертольотів. Особливості розвитку авіаційного промислового комплексу в світі та в Україні.

4. Пасажирські та вантажні літаки. Класифікація літаків.
5. Військові літаки. Класифікація літаків-винищувачів. Зв'язок характеристик маневреності з конструктивними параметрами.
6. Вертольоти різного призначення. Вертольоти народногосподарського призначення. Вертольоти військового призначення. Корабельні вертольоти.
7. Організація і основи методології автоматизованого проектування. Завдання і організація процесу проектування. Початкові дані на проектування.
8. Вибір схеми силової установки літака. Схеми літаків та особливості їх по-здовжнього балансування. Силові установки та їх характеристики.
9. Визначення проектних параметрів. Постановка задачі проектування. Номенклатура проектних параметрів. Методика і структура алгоритму визначення проектних параметрів. Оптимізація в проектуванні.
10. Визначення масово-інерційних характеристик літака. Класифікація мас. Рівняння балансу мас. Визначення маси літака.
11. Компонування і центрування літака. Аеродинамічне компонування. Об'ємно-вагове компонування. Конструктивно-силове компонування.
12. Несучі поверхні. Конструкція несучих поверхонь. Конструктивно-силові схеми несучих поверхонь. Проектування конструкцій несучих поверхонь та з'єднань силових елементів. Використання КМ (композитних матеріалів) в конструкції несучих поверхонь.
13. Фюзеляж. Призначення та особливості проектування. Основні параметри фюзеляжу та їх вплив на його характеристики. Форма фюзеляжу. Вибір параметрів фюзеляжу багатомісних пасажирських літаків. Навантаження діючі на фюзеляж. Конструктивно-силові схеми фюзеляжів. Проектування конструкції з'єднань силових елементів фюзеляжу. Використання КМ в конструкції фюзеляжів (корпусів).
14. Шасі. Схеми шасі. Навантаження діючі на шасі. Конструкція шасі. Вибір параметрів шасі.
15. З'єднання елементів конструкції АРКТ. Класифікація з'єднань. Міцність, технологічні й експлуатаційні характеристики з'єднань та стиків. Конструкція з'єднань деталей та агрегатів з КМ.
16. Основи прогнозування ресурсу від втоми та аналіз факторів, що впливають на ресурс. Напрямки підвищення міцності конструкцій від втоми. Проектування силових елементів та їх з'єднань на певну довговічність.
17. Критерії оцінки вертольотів. Класифікація критеріїв ефективності. Функціональна ефективність. Економічна ефективність експлуатації вертольоту.
18. Аеродинамічні схеми вертольотів та їх аналіз. Основні параметри вертольоту та їх вибір.
19. Розрахунок маси вертольоту. Класифікація мас вертольоту. Розрахунок мас основних агрегатів вертольоту.
20. Компонування вертольоту. Аеродинамічне компонування. Об'ємно-вагове компонування. Конструктивно-силове компонування.

21. Несучий гвинт вертольоту. Система приводу гвинта. Система керування вертольотом. Каркасні агрегати та шасі вертольоту.

22. Методи інтегрованого проектування літаків та вертольотів за допомогою систем CAO/CAM/CAE/PLM.

23. Бортові системи та обладнання літаків та вертольотів. Системи керування літаків та вертольотів. Пілотажно-навігаційне обладнання. Бортове радіотехнічне обладнання. Електричне обладнання. Гідравлічні та газові системи. Системи регулювання тиску та кондиціювання повітря. Індивідуальні системи життєзабезпечення та спасіння. Протипожежна система. Система протиобледеніння.

24. Льотно-конструкторські випробування літаків та вертольотів. Наземні роботи та підготовка повітряного судна до першого випробувального польоту. Методи льотних випробувань повітряних суден.

25. Забезпечення надійності авіаційних систем та безпеки польоту. Основні положення. Показники надійності і безпеки літаків і вертольотів та їх систем. Методи розрахунку показників надійності систем.

26. Сертифікація авіаційної техніки цивільного призначення. Правові основи сертифікації. Нормативні документи, котрі використовуються при сертифікації авіаційної техніки. Етапи сертифікації типу авіаційної техніки. Особливості сертифікації деяких видів авіаційної техніки. Сертифікація виробництва авіаційної техніки. Основні документи, котрі регламентують сертифікацію виробництва. Етапи сертифікації виробництва.

4. Технологія виробництва авіаційної та ракетно-космічної техніки (АРКТ)

1. Основні поняття технології виробництва ЛА. Виробничий процес і його складові. Технологічні методи забезпечення якості. Технологічні методи створення високонадійних і довговічних конструкцій ЛА. Особливості організації виробничих процесів в дослідному, одиночному, малосерійному та серійному виробництві. Види та форми поточного виробництва.

2. Стан поверхневого шару деталі, залишкові напруги в ньому і їх вплив на ресурс цієї деталі. Загальні принципи забезпечення точності виготовлення деталей АРКТ. Поняття про точність та виробничі погрішності. Методи контролю точності й стійкості технологічних процесів. Основні відомості про бази. Правила базування при виготовленні деталей при складанні.

3. Поняття технологічності конструкції виробу. Загальні технологічні вимоги конструкції ЛА. Контролездатність, як складна частина технологічності виробів. Метод і оцінки технологічності конструкцій. Показники технологічності конструкцій. Основні напрями підвищення технологічності конструкцій.

4. Конструктивно-експлуатаційне та технологічне членування виробів. Конструктивно-технологічна класифікація деталей та збірних одиниць. Матеріали, що використовуються при виробництві, та способи з'єднань деталей. Точність та взаємозамінність деталей та збірних одиниць. Класифікація деталей, заготовок та

напівфабрикатів.

5. Методи та засоби проектування технологічних процесів виготовлення АРКТ. Технологічні процеси та засоби оснащення виробництва літальних апаратів. Основні етапи та послідовність проектування технологічних процесів виготовлення деталей. Методи забезпечення взаємозамінності у виробництві ЛА. Поняття про взаємозамінність та ув'язку розмірів деталей. Методи ув'язки розмірів елементів виробу за допомогою ЕОМ.

6. Фізичні основи процесів зварювання. Теплові процеси при зварюванні. Кристалізація металу в процесі зварювання. Формування шва. Властивості зварних з'єднань. Види зварних з'єднань. Технологічність зварних конструкцій. Техніка та технологія зварювання різних металів. Основи автоматизації процесів зварювання. Методи контролю зварних з'єднань. Види процесів паяння. Типи паяних з'єднань. Вимоги до припоїв. Обладнання для паяння. Методи контролю паяних з'єднань.

7. Види технологічних процесів термічної, хіміко-термічної та термомеханічної обробки деталей та їх характеристика. Технологічне обладнання. Класифікація деталей. Контроль якості виробів.

8. Технологічні процеси виготовлення заготовок в ізотермічних умовах. Поняття над пластичності металів. Види технологічних процесів поверхнево-деформаційного зміцнення деталей. Характеристика процесів. Класифікація деталей. Технологічне обладнання. Контроль якості деталей.

9. Обсяг, зміст і умови складальних робіт при виробництві АРКТ. Основні системи базування, що застосовуються при складанні об'єктів АРКТ. Методи та засоби вузлового, агрегатного та загального складання виробів. Способи базування деталей та складальних одиниць.

10. Класифікація процесів виконання з'єднань. Залишкові напруження, що виникають при складанні. Причини виникнення й значення залишкових напружень.

11. Основні завдання технологічної підготовки серійного виробництва ЛА. Відпрацювання конструкції ЛА на технологічність. Проектування, монтаж та ув'язка складальної оснастки. Проектування складальних пристосувань. Монтаж складальних пристосувань. Розмірна ув'язка складальних пристосувань. Структура складального вузла. Вибір баз для складання. Аналіз точності складання. Характеристика з'єднань, можливості механізації процесів та їх виконання.

12. Методи та засоби виконання болтових, клепаних та комбінованих з'єднань. Галузі виконання, переваги та недоліки. Контроль якості з'єднань. Методи та засоби підвищення надійності та ресурсу болтових та клепаних складальних одиниць.

13. Методи, засоби та галузі використання не руйнуючого контролю. Фізико-технічні засади, відчутність до дефектів та продуктивність контролю. Показники та методи оцінки рівня якості виробів. Системи управління якістю продукції: технічні, організаційні й економічні фактори підвищення якості.

14. Процеси випробувань вузлів, агрегатів та АРКТ в цілому. Види й основні завдання випробувань: приймально-здавальні, конструкторсько-доводочні, контрольно-вибіркові, періодичні. Класифікація і загальна характеристика випробувань по

чинникам, що впливають. Основні поняття та класифікація випробувань промислової продукції. Мета та задачі випробувань. Структура процесу випробувань. Організація кваліфікаційних випробувань. Випробування серійних виробів. Основні категорії випробувань в технологічному циклі дослідного та серійного виробництва. Мета та порядок проведення випробувань. Випробування та контроль деталей літальних апаратів.

15. Показники економічної ефективності, технологічні методи підвищення продуктивності праці. Технологічна собівартість, структура та шляхи її зниження технологічними методами. Методи розрахунку економічної ефективності варіантів технологічних процесів, створення та впровадження нового технологічного обладнання й організаційно-технічних заходів.

16. Технологічна підготовка виробництва. Загальні положення. Складові частини, властивості і характеристики технологічної підготовки виробництва. Забезпечення технологічності конструкції авіадвигуна.

17. Види технологічних процесів і особливості лиття заготовок зі спеціальних сталей, жароміцних, титанових, алюмінієвих і магнієвих сплавів. Ливарне обладнання. Контроль якості лиття.

18. Технологічність листових штампованих деталей. Види технологічних процесів виготовлення деталей з листа, профілів і труб і їх особливості. Технологічне обладнання. Контроль якості деталей.

19. Види технологічних процесів виготовлення деталей гарячим і холодним об'ємним деформуванням. Типи деталей, що виготовляються об'ємним гарячим деформуванням. Технологічність виготовлення деталей. Раціональні заготовки під наступне штампування. Коефіцієнт використання матеріалу.

20. Особливості деформування алюмінієвих, магнієвих, титанових і жароміцних сплавів. Особливості технології виготовлення лопаток. Технологічне обладнання. Контроль якості виробів.

21. Види зварних з'єднань. Технологічність зварних конструкцій. Техніка та технологія зварювання різних металів. Основи автоматизації процесів зварювання. Методи контролю зварних з'єднань. Види процесів паяння. Типи паяних з'єднань. Вимоги до припоїв. Обладнання для паяння. Методи контролю паяних з'єднань.

22. Види технологічних процесів термічної, хіміко-термічної та термомеханічної обробки деталей та їхня характеристика. Технологічне обладнання. Контроль якості виробів.

23. Проектування технологічних процесів механічної обробки. Проектування технологічного процесу обробки деталей на верстатах з ЧПК. Системи автоматизованого проектування технологічних процесів механічної обробки деталей АРКТ.

24. Бази і базування деталей при обробці на верстатах. Поверхні, що розрізняються при механічній обробці. Точність механічної обробки. Якість поверхні деталей машин.

25. Якість і оброблюваність матеріалів різанням. Методи та параметри формоутворення поверхонь деталей АРКТ. Ріжучий інструмент для різноманітних

методів обробки. Проектування операцій механічної обробки деталей АРКТ на універсальному обладнанні та обладнанні з ЧПК.

26. Сучасний стан питання підвищення життєвого циклу деталей і вузлів авіаційних двигунів. Технологічні методи, що підвищують життєвий цикл деталей авіаційних двигунів. Класифікація застосовуваних покриттів за функціональним призначенням.

27. Головні поняття та визначення технологічного процесу складання, специфічність ТП складання, типи поєднань. Базові поверхні та базові деталі. Проектування технологічних процесів складання

28. Надійність складальних одиниць. Поняття надійності. Закономірність зносу. Організаційно-технічні засоби підвищення надійності.

29. Точність складання, складальні розмірні ланцюги, фактори, які впливають на точність. Методи розрахунку точності замикаючої ланки. Методи, які забезпечують задану точність.

30. Види технічного контролю, контроль основних геометричних параметрів, зазорів, биття, співвісності. Дисбаланс роторів. Неврівноваженість її види та причини. Балансування роторів його види та обладнання.

5. Наземні комплекси, стартове обладнання

1. Ракетно-космічний комплекс. Основні визначення. Структура і склад. Класифікація.

2. Ракетно-космічні комплекси різного призначення і розміщення. Напрями розвитку. Перспективи застосування в різних сферах діяльності людини.

3. Ракети-носії: класифікація, основні компоновальні схеми (з поперечним, поздовжнім і комбінованим розподілом ступенів). Призначення і приклади застосовуваних у світі ракет-носіїв, їх технічні можливості і економічні характеристики.

4. Космічні апарати: склад, їх основні і допоміжні системи. Енергетичні і рухові установки космічних апаратів.

5. Наземне обладнання ракетних комплексів: загальні вимоги, класифікація.

6. Навантаження, що діє на наземне обладнання ракет.

7. Розрахунок дії на агрегати наземного обладнання газового струменя, що витікає з двигуна ракети

8. Призначення пускових установок і способи пуску ракет.

9. Класифікація та конструкції пускових установок.

10. Стійкість ракети на пусковому столі

11. Оцінка міцності основних елементів пускового стола.

12. Особливості пускових установок з наклоним пуском.

13. Конструкція шахтних пускових установок. Розрахунок шахтних пускових установок.

14. Розрахунок систем амортизації ракет
15. Тактико-технічні вимоги та конструкція транспортувального обладнання ракет та їх елементів. Розрахунок ґрунтового транспортувального обладнання.
16. Підйомно-перевантажувальне та стикувально-монтажне обладнання ракет та їх елементів: класифікація, можливі схеми та механізми.
17. Конструкція обладнання для установки ракет. Розрахунок основних вузлів обладнання для установки.
18. Заправне обладнання ракет: класифікація, основні вимоги.
19. Особливості конструктивного виконання систем заправки компонентами палива. Основні елементи заправного обладнання ракет.
20. Системи заправки криогенними компонентами палива. Комплектація заправного устаткування. Розрахунок основних характеристик. Конструкційні матеріали.
21. Системи заправки низькокиплячими компонентами палива. Комплектація обладнання. Розрахунок основних характеристик. Конструкційні матеріали та їх характеристики.
22. Методи та прилади забезпечення пожежовибухобезпеки, нейтралізації заправно-дренажних систем, парів і проливів токсичних компонентів ракетного палива для створення необхідних екологічних умов експлуатації літальних апаратів і стартового обладнання
23. Наземна перевірконо-пускова апаратура стартового і технічного комплексів. Автоматизована система керування, підготовки і пуску.
24. Методи і засоби діагностування ракетних комплексів: діагностичні моделі, їх види і типи, критерії діагностованості, діагностичні моделі відмов, діагностування систем з нелінійностями, автоматизовані засоби діагностування.
25. Космодроми: загальна структура, особливості, приклади діючих космодромів світу.

ЛІТЕРАТУРА

До розділу 1:

1. F. R. Menter, "Two-equation eddy-viscosity turbulence models for engineering applications," *AIAA Journal*, vol. 32, no. 8, pp. 1598–1605, Aug. 1994, doi: 10.2514/3.12149.
2. F. R. Menter, "Best Practice: Scale-Resolving Simulations in ANSYS CFD," ANSYS Report
3. P. R. Spalart, "Strategies for turbulence modelling and simulations," p. 12, 2000.
4. Kato M and Launder B.E., "The Modeling of Turbulent Flow Around Stationary and Vibrating Cylinders," presented at the Ninth Symposium on Turbulent Shear Flows, Kyoto Japan, 1993.
5. P. E. Smirnov and F. R. Menter, "Sensitization of the SST Turbulence Model to Rotation and Curvature by Applying the Spalart–Shur Correction Term," *Journal of Turbomachinery*, vol. 131, no. 4, 2009, doi: 10.1115/1.3070573. RANS Turbulence Modeling in Ansys CFD / 72
6. P. R. Spalart and M. Shur, "On the sensitization of turbulence models to rotation and curvature," *Aerospace Science and Technology*, vol. 1, no. 5, pp. 297–302, Jul. 1997, doi: 10.1016/S1270-9638(97)90051-1.
7. F. R. Menter, R. B. Langtry, S. R. Likki, Y. B. Suzen, P. G. Huang, and S. Völker, "A CorrelationBased Transition Model Using Local Variables—Part I: Model Formulation," *Journal of Turbomachinery*, vol. 128, no. 3, pp. 413–422, Mar. 2004, doi: 10.1115/1.2184352.

8. R. B. Langtry, F. R. Menter, S. R. Likki, Y. B. Suzen, P. G. Huang, and S. Völker, "A Correlation Based Transition Model Using Local Variables—Part II: Test Cases and Industrial Applications," *Journal of Turbomachinery*, vol. 128, no. 3, pp. 423–434, Mar. 2004, doi: 10.1115/1.2184353.

9. R. B. Langtry and F. R. Menter, "Correlation-Based Transition Modeling for Unstructured Parallelized Computational Fluid Dynamics Codes," *AIAA Journal*, vol. 47, no. 12, pp. 2894–2906, Dec. 2009, doi: 10.2514/1.42362.

До розділу 2:

1. Мірошніков В. Ю., Савін О. Б., Соболев В. М. Розрахунок літального апарата на міцність. - Х.: Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», 2023. – 44 с.

2. Мірошніков В.Ю., Савін О.Б., Соболев В.М. Навантаження на літальний апарат у розрахункових режимах: Навчальний посібник – Х.: Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», 2023. – 122 с.

3. Мірошніков В. Ю., Савін О. Б., Соболев В. М. Проектувальний розрахунок стиснутого відсіку корпусу літального апарата. – Х.: Національний аерокосмічний університет ім. М. Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут», 2023. – 31 с.

4. Дібір О. Г., Кирпикін А. О. Дослідження дискретної моделі лонжерона та комбінованих стрижневих систем [Електронний ресурс] : навч. посіб. / – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац.ін-т», 2019. – 88 с.

5. Дібір О. Г. Будівельна механіка авіаційних конструкцій: навч. посіб. В 2 ч. Ч. 2 : Розрахунок тонкостінних стрижнів. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2020. – 280 с.

6. Карпов Я.С. Соединения деталей и агрегатов из композиционных материалов. - Х.:Нац. аэрокосм, ун-т „Харьк.авиаци.ин-т”,2006. - 359 с.

До розділу 3:

1. Інженерні основи функціонування і загальна будова аерокосмічної техніки / В. С. Кривцов, Я. С. Карпов, М. М. Федотов. – Підручник для вищих навчальних закладів (напрямок «Авіація і космонавтика»). Ч.1. – Харків: Нац. Аерокосмічний ун-т «Харк. авіац. ін-т», 2002. – 468 с.

2. Інженерні основи функціонування і загальна будова аерокосмічної техніки / В. С. Кривцов, Я. С. Карпов, М. М. Федотов. – Підручник для вищих навчальних закладів (напрямок «Авіація і космонавтика»). Ч.2. – Харків: Нац. Аерокосмічний ун-т «Харк. авіац. ін-т», 2002. – 447 с.

3. Конструкція літаків і вертольотів [Текст]: підручник / В. С. Кривцов, Л. О. Малащенко, В. Л. Малащенко, С. В. Трубаєв. – Переробл. і доп. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків. авіац. ін-т», 2024. – 336 с.

4. Проектування шасі літаків [Текст]: підручник / В. І. Рябков, В. А. Трофімов, В. М. Павленко та ін. – Х. : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харк. авіац. ін-т», 2011. – 340 с.

5. Основи загального проектування літаків з газотурбінними двигунами [Текст]: навч. посіб. / П. В. Балабуєв, С. А. Бичков, О. Г. Гребеніков та ін. – Х.: Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харк. авіац. ін-т", 2015. – 815 с.

6. Концепція створення сучасних реактивних регіональних пасажирських літаків [Текст] : монографія / П. В. Балабуєв, В. О. Богуслаєв, О. Д. Донець, О. Г. Гребеніков, О. З. Двейрін, В. М. Казуров, Є. Т. Василевський, А. М. Гуменний. -Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського «Харків, авіац. ін-т», 2020. -254 с.

Scientific Grounds of Structural and Production Concepts to Provide Aircraft Life Time

[Text]: V. O. Boguslayev, S. A. Bychkov, O. G. Grebenikov, M. I. Moskalenko, A. M. Gumenniy, E. T. Vasilevskiy, A. P. Eretin, O. D. Donets, V. F. Sementsov, V. O. Grebenikov, O. M. Stoliarchuk. – Monography. Nat. Aerospace Univ. «KhAI», 2019. – 266 pages.

До розділу 4:

1. Технологія виробництва літальних апаратів із композиційних матеріалів/ Бичков С.А., Гайдачук О.В., Гайдачук В.С., Гречка В.Д., Кобрін В.М.: Підручник для вузів. - К.: 1995 - 374 с.

2. Технологія производства космических ракет: Учебник для вузов./ Джур Е.А., Вдовин С.И., Кучма Л.Д., Найденов В.А., Николаенко Е.Ю., Ухов Е.И.: Днепропетровск, ДГУ, 1992. - 184 с.

3. Технологія виробництва авіаційних двигунів / В. О. Богуслаєв, О. Я. Качан, А. І. Долматов, В.Ф. Мозговий, С. Я. Коренєвський. - ч. 1. Основи технології - Запоріжжя: «Мотор Січ», 2007. - 518 с.

4. Технологія виробництва літальних апаратів із композиційних матеріалів / Бичков С.А., Гайдачук О.В., Гайдачук В.С., Гречка В.Д., Кобрін В.М. Підручник для вузів. - К: 1995 - 374 с.

5. Заготовельно-обробні технології у виробництві аерокосмічних літальних апаратів: Навч. Посібник / Г. Ф. Арістов, О. В. Гайдачук, В. М. Кобрін, В. В. Сухов, І. Г. Федосенко, Г. О. Шестаков. - Харків-Київ: ХАІ-УкрМДІАТ. 1999 - ч.1. - 220 с, ч.2.-310 с.

6. Сотников В. Д. Групові технологічні процеси в авіадвигунобудуванні. Навчальний посібник. - Х. : ХАІ, 2008. - 80 с.

До розділу 5:

1. Інженерні основи функціонування і загальна будова аерокосмічної техніки / В. С. Кривцов, Я. С. Карпов, М. М. Федотов. - 4.1. - Харків: ХАІ. 2002. - 610 с.

Програму розглянуто на сумісному засіданні кафедр проектування літаків і вертольотів, аерогідродинаміки, міцності літальних апаратів, технології виробництва літальних апаратів, технології виробництва авіаційних двигунів, композитних конструкцій та авіаційного матеріалознавства, конструкцій та проектування ракетної техніки.

Програму узгоджено науково-методичною комісією Національного аерокосмічного університету ім. М.С. Жуковського «Харківський авіаційний інститут» з галузей знань «Механічна інженерія», «Електрична інженерія», «Транспорт» (НМК 1).

Протокол № 6 від «07» березня 2025 р.

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



І. В. Малков

ПОГОДЖЕНО

Проректор з наукової роботи університету,
д.т.н., с.н.с.



В. В. Павліков

Завідувач відділу аспірантури і
докторантури, к. філос. н., доцент



В. Б. Селевко