

НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського»

НАВЧАЛЬНО-НАУКОВИЙ ІНСТИТУТ АЕРОКОСМІЧНИХ ТЕХНОЛОГІЙ

ЗАТВЕРДЖЕНО

Вченою радою НН ІАТ

(протокол № 4/22 від 21.04.2022 р.)

Директор ННІАТ _____ Іван КОРОБКО

ПРОГРАМА КОМПЛЕКСНОГО АТЕСТАЦІЙНОГО ЕКЗАМЕНУ

здобувачів вищої освіти

освітнього ступеня «бакалавр»

за освітньо-професійною програмою

«Інженерія авіаційних та ракетно-космічних систем»

спеціальності 134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка

Розроблено та рекомендовано

кафедрою космічної інженерії

Протокол № 9 від 14 квітня 2022 р.

Зав. кафедри _____ Олександр МАРИНОШЕНКО

Київ – 2022

Преамбула

Програма комплексного атестаційного екзамену складена для проведення атестації студентів (здобувачів ступеня вищої освіти «бакалавр») з метою встановлення відповідності здобутих ними компетентностей та результатів навчання за освітньо-професійною програмою «Інженерія авіаційних та ракетно-космічних систем», вимогам стандарту вищої освіти зі спеціальності 134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка, зокрема компетентностям:

- Здатність використовувати положення механіки, термодинаміки, аеро- та гідрогазодинаміки для опису взаємодії механічних об'єктів з газовим і гідравлічним середовищем;
- Здатність призначати оптимальні матеріали для елементів конструкції авіаційної та ракетно-космічної техніки;
- Здатність здійснювати розрахунки елементів авіаційної та ракетно-космічної техніки на міцність;
- Здатність проектувати та здійснювати випробування елементів авіаційної та ракетно-космічної техніки, її обладнання, систем та підсистем;

програмним результатам:

- Пояснювати вплив конструктивних параметрів елементів авіаційної та ракетно-космічної техніки на її експлуатаційні та льотно-технічні характеристики. Мати уявлення про методи забезпечення стійкості та керованості авіаційної та ракетно-космічної техніки;
- Володіти навичками визначення навантажень на конструктивні елементи авіаційної та ракетно-космічної техніки на усіх етапах її життєвого циклу;
- Розуміти принципи механіки суцільного середовища та механіки рідини та газу, зокрема, гідравліки, аеродинаміки, термогазодинаміки;
- Описувати будову матеріалів та знати методи модифікації їх властивостей. Призначати оптимальні матеріали для елементів та систем авіаційної та ракетно-космічної техніки з урахуванням їх структури, фізичних, механічних, хімічних та експлуатаційних властивостей, а також економічних факторів;
- Обчислювати напружено-деформований стан, визначати несучу здатність конструктивних елементів та надійність систем авіаційної та ракетно-космічної техніки;
- Розуміти та обґрунтовувати особливості конструкції та основні аспекти робочих процесів в системах та елементах авіаційної та ракетно-космічної техніки.

Для перевірки вищезазначених результатів до програми комплексного атестаційного екзамену включено питання з таких навчальних дисциплін:

1. Аеродинаміка літака.
2. Конструкція ЛА.
3. Проектування та конструювання ЛА.

4. Будівельна механіка літаків та вертольотів.
5. Авіаційне матеріалознавство.

Розробники програми:

Іван КОРОБКО, д.т.н., професор, директор НН ІАТ;
Олександр АРХИПОВ, д.т.н., професор, професор кафедри КІ;
Лев РИЖКОВ, д.т.н. професор, професор кафедри КІ;
Олександр МАРИНОШЕНКО, к.т.н., доцент, зав. кафедри КІ;
Дмитро ЗІНЧЕНКО, к.т.н., доцент кафедри КІ.

Порядок проведення атестаційного екзамену

Екзамен приймається атестаційною комісією, затвердженою наказом університету.

Екзамен проводиться дистанційно з урахуванням можливостей технічних засобів аудіо- та відеозв'язку комісії та здобувачів, з обов'язковим забезпеченням рівних можливостей здобувачів для проходження екзамену та об'єктивності оцінювання їх результатів.

Екзамен складається здобувачами згідно з затвердженим розкладом, який доводиться до комісії і здобувачів не пізніше, ніж за місяць до початку сесії. Відхилення від розкладу екзаменів неприпустимо. Перед екзаменом обов'язково проводиться консультація зі здобувачами в онлайн режимі (рекомендовано здійснювати відеофіксацію зустрічі), під час якої атестаційна комісія має довести до відома здобувачів:

– чіткий і зрозумілий алгоритм дистанційного проведення екзамену, критерії оцінювання, спосіб зв'язку та інформаційні засоби і середовища, які будуть застосовані під час проведення контрольних заходів;

– спосіб контролю за дотриманням здобувачами вимог академічної доброчесності та наслідки порушення ними даних вимог.

Обов'язковою частиною консультації є відповіді на запитання здобувачів як щодо навчального матеріалу, так і щодо процедури проведення екзамену.

Проведення письмового екзамену передбачає обов'язкову ідентифікацію здобувачів та рукописне виконання завдань екзаменаційного білету. За 3-5 хвилин до закінчення екзамену здобувач повинен підписати кожний аркуш, зробити фотокопію своєї роботи та переслати її до встановленого часу на електронну адресу комісії.

Загальна тривалість письмового екзамену не повинна перевищувати трьох годин.

Під час написання екзамену здобувачі зобов'язані дотримуватися вимог академічної доброчесності, морально-етичних норм поведінки, вимог щодо матеріалів, якими вони можуть користуватись під час контрольного заходу. У разі виявлення факту порушення здобувачем встановлених вимог, комісія має право усу-

нути його від складання екзамену. Обов'язково проводити аудіо- та відеозапис екзамену (про проведення аудіо- та відеофіксації сторони мають бути обов'язково повідомлені) та зберігати роботи здобувачів з результатами написання екзамену.

Розклад роботи екзаменаційної комісії та проведення атестаційного екзамену передбачає різні дні для різних груп здобувачів освіти та для можливості повторного складання атестаційного іспиту тими здобувачами освіти, у кого виникли технічні перешкоди під час першої спроби

Екзаменаційний білет атестаційного екзамену складається з трьох теоретичних питань (вибірково з п'яти розділів).

На атестаційному екзамені за змістом завдань немає потреби користування допоміжними матеріалами.

На атестаційному екзамені здобувач вищої освіти отримує екзаменаційний білет і дає письмові відповіді на всі з поставлених питань.

Обов'язково зберігати цифровий запис процесу проведення атестаційних екзаменів не менше одного року.

Перелік питань, що виносяться на атестаційний екзамен

РОЗДІЛ 1. АЕРОДИНАМІКА ЛІТАКА

1. Основні аеродинамічні схеми літаків.
2. Аеродинамічні сили та моменти. Системи координат. Аеродинамічні коефіцієнти.
3. Підйомна сила. Лобовий опір. Моментні характеристики літаків.
4. Аеродинаміка повітряного гвинта.
5. Поляри першого та другого роду.
6. Вплив стисливості на аеродинамічні характеристики літака.
7. В'язкість та примежовий шар. Зрив потоку з крила.
8. Обтікання аеродинамічного профілю, його характеристики.

РОЗДІЛ 2. КОНСТРУКЦІЯ ЛА

1. Основні системи літаків та гелікоптерів.
2. Загальна конструктивно-компонувальна схема ЛА.
3. Герметичні конструкції. Методи забезпечення та перевірки герметичності.
4. Конструкції авіаційних двигунів.
5. Конструктивно – компоновальна схема автомата перекоосу.
6. Робота несучого гвинта, горизонтальний політ вертольота.
7. Конструктивно – компоновальна схема фюзеляжу літака.
8. Загальні відомості, класифікація і конструкція літаків.
9. Вібрації літака.
10. Алгоритм проектно-конструкторських робіт.
11. Загальні питання конструкторської розробки. Основні поняття методології конструювання.
12. Зворотні зв'язки при проектуванні ЛА.
13. Вихідні дані при конструюванні.

РОЗДІЛ 3. ПРОЕКТУВАННЯ ТА КОНСТРУЮВАННЯ ЛА

1. ЛА як об'єкт проектування. Принципи проектування. Послідовність розробки проекту.

2. Оцінка ефективності проєкту. Умови забезпечення максимальної аеродинамічної якості і економічної ефективності.
3. Вимоги забезпечення мінімуму маси і заданого ресурсу.
4. Складні технічні системи, поняття системи і зовнішнє середовище.
5. Забезпечення втомної довговічності і шляхи її підвищення.
6. Забезпечення вимог технологічності, екологічності і високих експлуатаційних характеристик на етапі проєктування.
7. Роземні і нероземні з'єднання в конструкції ЛА.
8. Панелі і їх стикові з'єднання.
9. Конструктивно-силові схеми крила і оперення.
10. Проєктування конструкцій стінки лонжерона і нервюри.
11. Засоби механізації крила.
12. Органи управління ЛА.
13. Конструктивно-силові схеми фюзеляжу. Особливості проєктувального розрахунку.
14. Гідравлічні системи.
15. Паливні системи.
16. Структура конструкторських підрозділів.

РОЗДІЛ 4. БУДІВЕЛЬНА МЕХАНІКА ЛІТАКА ТА ВЕРТОЛЬОТА

1. Реальні конструкції і їх розрахункові схеми. Основні розрахункові схеми в механіці.
2. Методи визначення переміщень в балочних конструкціях.
3. Визначення переміщень в плоских і просторових рамних конструкціях.
4. Статично невизначені стержневі конструкції. Метод сил.
5. Розрахунок на стійкість стержневих систем.
6. Розрахунок на міцність при поздовжньому і поперечному ударі.
7. Кручення бруса прямокутного і відкритого профілю.
8. Розрахунок на місцеву стійкість стінки, полиці стержня відкритого профілю (стрингер).
9. Розрахунок на несучу здатність при стисненні пластини підкріпленої стрингерами.
10. Несуча здатність крила при поперечному згині.

РОЗДІЛ 5. АВІАЦІЙНЕ МАТЕРІАЛОЗНАВСТВО

1. Властивості матеріалів. Структура металів. Метали ідеальні і реальні. Фазовий склад металів. Дислокаційна теорія.
2. Маркування сталей і сплавів.
3. Алюміній та сплави на його основі.
4. Титан та сплави на його основі.
5. Нікель, магній та сплави на їх основі.
6. Корозія металів: особливості протікання і захист.
7. Неметалеві конструкційні матеріали. Особливості будови і класифікація. Порошкові матеріали.
8. Призначення термічної та хіміко-термічної обробки деталей та заготовок. Види термообробки сталі.

9. Композиційні матеріали в аерокосмічній галузі. Основні армуючі композиційних матеріалів.
10. Матриці композиційних матеріалів. Затвердження зв'язуючих.
11. Технологічність конструкцій. Експлуатаційні і екологічні вимоги.
12. Методи і засоби виробництва авіаційних конструкцій.
13. Технології обробки тиском.
14. Розмірна обробка заготовок деталей машин.
15. Технологічні засади зварювального виробництва.
16. Плазово-шаблонний метод ув'язування.
17. Загальна характеристика методів виробництва композитів.

Критерії оцінювання відповідей здобувачів освіти

Критерії оцінювання стосуються лише змісту письмової відповіді здобувача на питання атестаційного екзамену, тобто оцінюється лише письмова робота здобувача.

На атестаційному екзамені здобувач отримує екзаменаційний білет, який включає три питання з переліку зазначених вище тем і розділів навчальних дисциплін. Відповідь на кожне питання оцінюється за 100-бальною шкалою:

- повна відповідь з висновками формул, схемами, поясненнями, прикладами, розрахунками (не менше 95 % потрібної інформації) - 100...95 балів;

- повна відповідь з неprincipовими неточностями (не менше 85% потрібної інформації) - 94...85балів;

- повна принципowo правильна відповідь зі скороченим набором схем, пояснень, прикладів, розрахунків (не менше 75 % потрібної інформації) - 84...75 бали;

- повна принципowo правильна відповідь зі скороченим набором схем, пояснень, прикладів, розрахунків та (або) з неточностями у формулюваннях (не менше 65 % потрібної інформації) - 74...65 балів;

- не повна відповідь, в якій відсутні принципovi неточності (не менше 60 % потрібної інформації) - 60...65 балів;

- неповна відповідь з грубими помилками та (або) принципovими неточностями (менше 60% потрібної інформації) або відсутність відповіді – 0 балів.

Загальна оцінка за атестаційний екзамен обчислюється як середнє арифметичне значення балів трьох відповідей. Таким чином, за результатами атестаційного екзамену здобувач може набрати від 0 до 100 балів. Чисельний еквівалент оцінки в балах:

$$Q = (Q_1 + Q_2) / 2$$

Таким чином, за результатами атестаційного екзамену здобувач може набрати від 0 до 100 балів.

Залежно від загальної суми отриманих балів Q здобувачу, згідно критеріїв ЕСТЕ, виставляється оцінка:

Сума набраних балів	Оцінка
95...100	Відмінно
85...94	Дуже добре
75...84	Добре
65...74	Задовільно
60...64	Достатньо
менше 60	Незадовільно

При відповідності загальної оцінки градації Q менше 60 балів вступник виключається з конкурсного відбору.

Проводиться відповідний перерахунок оцінки рейтингової системи оцінювання в шкалу ЄВІ (таблиця відповідності оцінок РСО (60...100 балів) оцінкам ЄВІ (100... 200 балів).

Таблиця відповідності оцінок РСО (60...100 балів) оцінкам ЄВІ (100... 200 балів)

Оцінка РСО	Оцінка ЄВІ	Оцінка РСО	Оцінка ЄВІ	Оцінка РСО	Оцінка ЄВІ	Оцінка РСО	Оцінка ЄВІ
60	100,0	70	125,0	80	150,0	90	175,0
61	102,5	71	127,5	81	152,5	91	177,5
62	105,0	72	130,0	82	155,0	92	180,0
63	107,5	73	132,5	83	157,5	93	182,5
64	110,0	74	135,0	84	160,0	94	185,0
65	112,5	75	137,5	85	162,5	95	187,5
66	115,0	76	140,0	86	165,0	96	190,0
67	117,5	77	142,5	87	167,5	97	192,5
68	120,0	78	145,0	88	170,0	98	195,0
69	122,5	79	147,5	89	172,5	99	197,5
						100	200,0

Рекомендована література підготовки до атестаційного екзамену

Основна:

1. Бойко А. П. Конструкція літальних апаратів [текст] / А. П. Бойко, О. В. Мамлюк, Ю. М. Терещенко, В. М. Цибенко; за ред. Ю. М. Терещенка. – К. : Вища освіта, 2001. – 383 с.
2. Конструкція ЛА[текст] метод. вказівки до виконання лабораторних робіт з дисципліни «конструкція ЛА» для студ. За напрямом підготовки «Авіа- та ракетобудування»/ Уклад. В.В.Сухов, І.С.Кривохатько, О.М.Масько – К. : НТУУ «КПІ», 2012. – 104 с.
3. Чемерис О.М. Будівельна механіка літаків та вертольотів. Конспект лекцій. К.НТУУ «КПІ», 2011. 72с. (бібліотека університету, або <https://campus.kpi.ua/tutor/index.php?mode=mob&show&irid=196120>)
4. Баженов В.А. Іванченко Г.М., Шишов О.В., Пискунов С.О. Будівельна механіка. Розрахункові вправи. Задачі. Комп'ютерне тестування: навч. посібник.-К.: Каравела, 2013.-440с.

<https://btpm.nmu.org.ua/ua/download/Баженов%20В.А.%20Будівельна%20механіка.%20Розрахункові%20вправи.%20Задачі.%20Компютерне%20тестування.pdf>)

5. Будівельна механіка авіаційних конструкцій. Частина 2. Розрахунок тонкостінних стрижнів. навч. посібник / О.Г. Дібір. – Харків: Нац. аерокосм. ун-т ім. Н.Є. Жуковського ”Харків. авіац. ін-т”, 2019. – 280 с. (<http://k102.khai.edu/ru/site/structural-mechanics1.html>)
6. Snorri Gudmundsson General Aviation Aircraft Design: Applied Methods and Procedures. 225 Wyman Street, Waltham, MA 02451, USA, 2014 . - 1029 p.
7. Лемко О.Л. Навчальний посібник «Аеродинамічні характеристики транспортних літаків та їх розрахунок». Електронне навчальне видання. Київ: НТУУ «КПІ», 2012. 75 с.
8. NASA Library, USA, www.nasa.gov .
9. О.Н. Біляк , В.С. Черненко, В.М. Писаренко, Ю.Н. Москаленко. Металознавство. – К.:ІВЦ. „Видавництво політехніка”, 2002 – 384 с.
10. М.А. Сологуб та інш. Технологія конструкційних матеріалів. – К.: Вища школа, 2002. – 374 с.
11. Технологія конструкційних матеріалів. Підручник/ М. Н. Сологуб, І. О. Рожнецький, О. І. Некоз та ін. За ред.. М. Н. Сологуба – К.:Вища школа; 2002 – 374с.
12. Ключников Ю.В. / Технологія конструкційних матеріалів. Конспект лекцій /, П.В., Кондрашев та інш. -2017. НТУУ «КПІ».-[Електронний ресурс].-Доступ: <http://ela.kpi.ua/handle/123456789/20833> , - 165с.

Додаткова:

13. Житомирский Г. И. Конструкция самолётов [текст] / Г. И. Житомирский. – М. : Машиностроение. 1991. – 400 с.
14. Образцов И.Ф. Строительная механика летательных аппаратов. Учебник для авиационных вузов. «Высшая школа».М.1986.-536с. (бібліотека університету).
15. М.П. Львов, А.Г. Дибир Строительная механика авиационных конструкций: Нац. аерокосм. ун-т ім. Н. Е. Жуковского «Харьк. авіац. ін-т», 2015. – Ч. 3 : Расчет шпангоутов и плоских рам. – 96 с. (<http://k102.khai.edu/ru/site/structural-mechanics1.html>)
16. Л. Сегерлинд. Применение метода конечных элементов. –М.: Мир, 1979. – 392 с.
17. Егер С. М. Проектирование самолетов, –М.: Машиностроение, 1983. – 616 с.
18. Глаголев А. Н., Гильдинов М. Я., Григоренко С. М. Конструкция самолетов. –М.: Машиностроение, 1975. – 480 с.
19. Чумак П. И., Кривокрысенко В. Ф. Расчет, проектирование и постройка сверхлегких самолетов. – М.: Патриот, 1991. – 238 с.

20. Бадягин А. А. Расчет веса легких гражданских самолетов. – Науч. тр. / МАИ, 1974, вып. 277, с 69-83.
21. Бадягин А. А., Мухамедов Ф. А. Проектирование легких самолетов. – М.: Машиностроение, 1978. – 208с.
22. С.Т. Кашафутдинов, В.Н. Лушин. Атлас аэродинамических характеристик крыловых профилей. – Новосибирск: СибНИИА, 1994. – 78 с.
23. Горощенко Б.Т. Динамика полета самолета. – М.: Оборонгиз, 1954. – 331 с.
24. Остославский И.В., Титов В.М. Аэродинамический расчет самолета. – М.: Оборонгиз, 1947. – 355 с.
25. Руководство для конструкторов летательных аппаратов самодельной постройки. Том 1: Общие технические требования. Аэродинамика. – Новосибирск: СибНИИА, 1989. – 247с.
26. Под редакцией Б.Н. Арзамасова. Конструкционные материалы. – М. Машиностроение, 1990. – 688 с.

Приклад типового завдання атестаційного екзамену

Національний технічний університет України
“Київський політехнічний інститут імені Ігоря Сікорського”
(повне найменування вищого навчального закладу)

Рівень вищої освіти – перший (бакалаврський)

Спеціальність 134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка

Освітньо-професійна програма « Інженерія авіаційних та ракетно-космічних систем»

ЕКЗАМЕНАЦІЙНИЙ БІЛЕТ № 7

атестаційного екзамену на здобуття освітнього ступеня бакалавра
зі спеціальності 134 Авіаційна та ракетно-космічна техніка

1. Розрахунок статично невизначених пружних систем методом сил.
2. Вибір конструктивної схеми ЛА і масовий аналіз
3. Обтікання аеродинамічного профілю, його характеристики

Затверджено на засіданні
кафедри космічної інженерії
Протокол № 9 від 14 квітня 2022 року

Зав. кафедри КІ _____
(підпис)

Олександр МАРИНОШЕНКО
(прізвище та ініціали)