

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

**ЗАТВЕРДЖЕНО**

вченою радою  
Національного аерокосмічного  
університету ім. М. Є. Жуковського  
«Харківський авіаційний інститут»

Заступник голови вченої ради  
О.В. Гайдачук

21 лютого 2018 р., протокол № 7



**ПРОГРАМА  
ДОДАТКОВОГО ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ**

для здобуття освітнього ступеня магістра  
за освітньо-професійною програмою  
зі спеціальності

**142 Енергетичне машинобудування**  
(код та найменування)

(освітня програма **Газотурбінні установки і компресорні станції**)  
(найменування)

**у 2018 році**

Харків  
2018

## ВСТУП

Додаткове вступне випробування для здобуття освітнього ступеня  
магістра за освітньо-професійною програмою зі спеціальності

142 Енергетичне машинобудування

(шифр і найменування)

(освітня програма «Газотурбінні установки і компресорні станції» )

(найменування)

відбувається відповідно до «Правил прийому до Національного аерокосмічного університету ім. М.Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут» у 2018 році» у формі індивідуального письмового фахового іспиту, який приймає екзаменаційна комісія з певної спеціальності (спеціалізації), склад якої затверджується наказом ректора Університету.

До додаткового фахового іспиту входять питання за темами:

- "Інтегровані комп'ютерні технології проектування";
- "Технічна механіка та основи конструювання";
- "Термодинаміка та теплообмін";
- "Вища математика".

Перелік питань за темами наведений у програмі.

### Критерії оцінювання знань

1. Результат додаткового фахового іспиту визначається за 100-бальною шкалою. При отриманні вступником 60 балів та більше він допускається до вступного випробування.
2. Іспит проводиться письмово. У екзаменаційному білеті по одному питанню з кожної з чотирьох тем. За одну правильну відповідь на питання вступнику зараховується максимально 25 балів.

### Шкала оцінювання

Сума балів	Оцінка	Загальні критерії оцінювання
22 – 25	відмінно	Послідовне, логічне та повне висвітлення питань білета
18 – 21	добре	Не зовсім повні відповіді зі знанням фактажу
15 – 18	задовільно	Часткові або поверхові відповіді на питання, що містять помилки й неточності у викладенні основного матеріалу білета
0 – 14	незадовільно	Неспроможність надати правильні відповіді на питання; наявність принципових помилок

## 1 Питання за темою Інтегровані комп'ютерні технології проектування (найменування)

1. Основи комп'ютерного проектування деталей. Загальні методи комп'ютерного проектування деталей та складальних одиниць. Основні поняття. Способи 2D моделювання. Ескізи. Робота в режимі ескізу. Об'єкти ескізу: пряма, окружність та ін. Розміри. Взаємозв'язки об'єктів.
2. Основи 3D моделювання деталей. Основи моделювання деталей. Причини переходу з 2D на 3D моделювання. Прийоми створення 3D моделей. Операції обертання та видавлювання. Фаска. Шпонковий (шліцьовий, профільний) паз. Дзеркальне відображення. Масиви: круговий, лінійний, керований ескізом, керований кривою. Булеві операції: віднімання, перетинання, об'єднання. Дерево конструювання.
3. Підготовка конструкторської документації. Форматування листа. Основні види. Додаткові види. Місцеві види. Види з розривами. Прості та складні ступінчасті розрізи. Нанесення розмірів і граничних відхилень. Вказівка допусків форми і розташування поверхонь. Позначення шорсткості поверхонь. Специфікації.
4. Створення 3D моделей типових деталей (практична робота). Створення в системі Solid Works 3D-моделей простих корпусних деталей або деталей обертання (шестерень).

### Література

1. Дударева, Н. Ю. SolidWorks 2011. Серія: самоучитель / Н.Ю. Дударева. – Из-во: БХВ-Петерург, 2014. – 500 с.
2. SolidWorks. Компьютерное моделирование в инженерной практике / А.А. Алямовский, Е.В. Одинцов, Н.Б. Пономарев и др. – Из-во: БХВ-Петерург, 2014. – 800 с.
3. Дударева, Н. SolidWorks 2009 на примерах / Н. Дударева, С. Загайко. – Из-во: БХВ-Петерург, 2014. – 544 с.
4. Дементьев, Ю.В. САПР в автомобиле и тракторостроении / Ю.В. Дементьев, Ю.С. Щетинин. – Из-во: Академия, 2004. – 220 с.

Питання склав

К.т.н. доцент  
(науковий ступень, посада)

К.В. Фесенко  
(ініціали та прізвище)

## 2 Питання за темою Технічна механіка та основи конструювання (найменування)

1. Основні поняття статички. Аксиоми. Зв'язки. Основні типи зв'язків, їх реакції. Дві основні задачі статички.
2. Збіжна система сил. Теорема про рівнодіючу. Способи обчислення її. Векторний та осьовий моменти сил. Способи обчислення. Пари сил. Їх властивості. Умови рівноваги системи сил, що діють в площині.

3. Довільна система сил. Головний вектор та головний момент системи сил. Залежність головного моменту від вибору центра. Лема про паралельний перенос сили. Теорема про приведення довільної системи сил до центру. Часткові випадки приведення системи сил. Умови рівноваги часткових видів систем сил. Механічна система. Зовнішні та внутрішні сили. Метод перерізу.
4. Способи завдання руху точки. Визначення швидкості та прискорення при векторному та координатному способах завдання руху точки. Звичайний спосіб завдання руху точки. Визначення швидкості та прискорення. Нормальне та тангенціальне прискорення. Випадки, коли вони дорівнюють нулеві. Дослідження характеру руху аналітичним методом і за допомогою годографа вектора швидкості.
5. Задачі кінематики твердого тіла. Поступовий рух твердого тіла. Властивості. Обертання тіла навколо нерухомої вісі. Завдання руху. Кутова швидкість та кутове прискорення тіла. Швидкість та прискорення точки тіла.
6. Плоско паралельний рух твердого тіла. Рівняння руху. Розподіл швидкостей точок тіла. Миттєвий центр швидкостей точок тіла (МЦШ). Способи побудування. МЦШ як полюс. Приклади. Розподіл прискорень точок тіла.
7. Складний рух точки. Теорема про складання швидкостей точки. Теорема Коріоліса про складання прискорень. Випадки, коли прискорення Коріоліса дорівнює нулеві. Приклади використання теорем про складання швидкостей та прискорень.
8. Динаміка точки. Аксиоми динаміки. Дві задачі динаміки точки. Диференційні рівняння руху матеріальної точки. Рішення прямої та зворотної задач динаміки точки.
9. Рух точки в неінерційній системі відліку. Рівняння руху. Сили інерції та їх обчислювання. Принцип відносності у класичній механіці.
10. Матеріальна система. Центр мас матеріальної системи, його координати. Моменти інерції (полярний, осьовий, відцентровий) матеріальної системи і твердого тіла. Моменти інерції об'єму, поверхні, лінії. Теорема Штейнера.
11. Кількість руху матеріальної системи. Теорема про змінення кількості руху матеріальної системи. Закони збереження. Диференційні рівняння поступального руху твердого тіла.
12. Момент кількості руху матеріальної системи відносно нерухомого центра та нерухомих координатних осей. Закон змінення моменту кількості руху матеріальної точки і матеріальної системи. Закони збереження. Диференційні рівняння обертання тіла навколо нерухомої вісі. Закон змінення моменту кількості руху матеріальної системи в системі відліку Кеніга.
13. Диференційні рівняння плоского руху твердого тіла.
14. Кінетична енергія матеріальної системи. Теорема Кеніга. Кінетична енергія твердого тіла при різних випадках його руху. Робота та потужність сили. Способи обчислення елементарної та повної роботи сили. Приклади. Закон змінення кінетичної енергії матеріальної системи в диференційній та інтегральній формах. Потенційне силове поле. Потенціальна енергія силового поля. Закон збереження механічної енергії. Приклади.
15. Структурний аналіз механізмів. Кінематичні пари та кінематичні ланцюги.
16. Кінематичний аналіз важільних механізмів. Метод замкнених векторних контурів, метод планів швидкостей і прискорень.
17. Кінематичний аналіз простих та складних зубчастих механізмів. Кінематичне дослідження рядних, кратних, планетарних механізмів.

18. Динамічний аналіз механізмів. Силовий розрахунок механізмів. Визначення реакцій у кінематичних парах, потрібних рушійних сил та рушійних моментів.
19. Режими руху та їх рівняння. Механічний коефіцієнт корисної дії.
20. Нарізування зубів зубчастих коліс. Початкові контури робочої та інструментальної рейок, ділильне коло, модуль зубів. Види зубчастих коліс, нарізаних інструментальною рейкою. Підріз зубів.
21. Геометричний розрахунок зубчастих зачеплень (нульових, позитивних, негативних).
22. Якісні показники евольвентного зубчастого зачеплення прямозубих коліс (коефіцієнт перекриття, питомі ковзання, геометричний коефіцієнт питомого тиску).
23. Навантаження в машинах. Міцність при постійних напруженнях. Міцність при змінних напруженнях. Поняття про жорсткість, вібростійкість, теплостійкість та спрацювання в машинах.
24. Призначення різьбових з'єднань. Типи різьб. Розрахунок болтів, навантажених силами, що відривають, при умові розкриття та нерозкриття стику.
25. Типи та основи розрахунків шпонкових і шліцьових з'єднань.
26. Види зварних швів. Розрахунок з'єднань, навантажених силою та моментом.
27. Заклепкові з'єднання. Типи і класифікація. Розрахунок поодиноких заклепок.
28. Призначення, класифікація та основи розрахунків передач «гвинт-гайка».
29. Класифікація, призначення, галузі використання зубчастих передач. Характер роботи зубців та види пошкодження.
30. Сили, які діють у зачепленні різних типів зубчастих передач.
31. Матеріали зубчастих коліс, термічне та хіміко-термічне зміцнення зубців.
32. Призначення та характер роботи валів та осей. Проектувальний та перевірочний розрахунки міцності валів та осей.
33. Матеріали і конструкція валів і осей. Конструктивні та технологічні заходи щодо підвищення витривалості валів та осей.
34. Галузі використання підшипників кочення. Класифікація та конструкція підшипників. Конструкції підшипникових вузлів.
35. Галузі використання та конструкція підшипників ковзання. Матеріали. Підшипники ковзання граничного та рідинного тертя та основи їх розрахунку.
36. Призначення, характеристики та класифікація муфт.

### Література

1. Сапрыкин В.Н. Техническая механика. Ростов н/Д: «Феникс», 2003. – 560 с.
2. Прикладная механика: Учеб. для вузов / Под ред. Г.Б. Иосилевича. – М.: Высш. школа, 1989. – 351 с.
3. Бутенин Н.В. и др. Курс теоретической механики. Т.1,2. М., «Наука», 1985.
4. Мещерский И.В. Сборник задач по теоретической механике. Под общей редакцией Яблонского А.А. М., «Высшая школа», 1985.
5. Заблонский К.И. и др. Прикладная механика. К., «Вища школа», 1984.
6. Детали машин: Учебн. для вузов / Л.А. Андреевко, Б.А. Байков, И.К. Ганулич и др. (всего 9 чел.); Под ред. О.А. Ряховского. –М.: Изд-во МГТУ им. Н.Э. Баумана. 2003. – 544 с. – (сер. Механика в техническом университете. Т.8.).

7. Решетов Д.Н. Детали машин. -М.: Машиностроение. 1989. -496с.

Питання склав

Д.т.н., проф.  
(науковий ступень, посада)

В. Н. Доценко  
(ініціали та прізвище)

### 3 Питання за темою

### Термодинаміка та теплообмін (найменування)

1. Термодинамічна система та її характеристики. Поняття термодинамічної системи, різновиди ТДС. Довколишнє середовище. Термодинамічний процес. Термічні та калоричні параметри. Структура рівнянь стану. Формули кількостей теплоти і деформаційної роботи. Робоче тіло і види його термодинамічних аналогів. Ідеальний газ. Суміш ідеальних газів. Волога пара.

2. Фундаментальні закони термодинаміки. Сутність і формулювання першого закону. Основне рівняння термодинаміки. Аналітичний запис першого закону для потоку. Механічна форма запису. Види механічних робіт, співвідношення між ними. Сутність і формулювання другого закону, його аналітичний вираз. Генерація ентропії. Вплив нерівноважності на перебіг процесу. Об'єднаний вираз першого і другого законів. Третій закон термодинаміки. Калоричні властивості суміші ідеальних газів.

3. Термодинамічні процеси в елементах енергетичних установок і систем. Математичні моделі ізопараметричних процесів. Політропний процес, його рівняння. Співвідношення для розрахунку характеристик політропного процесу. Окремі випадки політропного процесу, зображення їх на термодинамічних діаграмах. Термодинамічний аналіз рівноважної течії газу в каналах. Сопла і дифузори. Вибір найкращого варіанту термодинамічного процесу стиснення або розширення газу в каналах. Рівноважна течія газу зі зверненням технічної роботи. Робота стиснення газу в ідеальних компресорах об'ємного і динамічного типу. Багатоступеневі компресори. Вентилятори і насоси. Термодинамічний аналіз ідеальних детандерів. Урахування нерівноважності процесу. Ексергія та її застосування.

4. Термодинамічні цикли теплових машин. Теплова машина; визначення її структури з використанням першого і другого законів термодинаміки. Прямий і обернений цикли, тепловий двигун і трансформатор теплоти. Цикл Карно та його ККД. Методи порівняння рівноважних циклів. Вплив нерівноважності на ефективність циклів. Цикли ДВС періодичної дії (Отто, Дизеля, Тринклера). Цикл Брайтона як основа робочого процесу авіаційних ДВС безперервної дії. Цикл ракетного двигуна. Загальне правило одержання вискоефективного циклу теплового двигуна. Різновиди трансформаторів теплоти: холодильні машини, тепловий насос, комбіновані системи нагріву та охолодження. Термодинамічні цикли повітряної та парокompресійної холодильних машин.

5. Основи теорії теплопровідності. Основні поняття та закони переносу теплоти. Поняття теплопровідності. Поля температури і вектора густини теплового потоку. Закон Фур'є. Коефіцієнт теплопровідності. Диференційне рівняння теплопровідності. Умови одновизначеності. Стаціонарна теплопровідність пласкої однорідної стінки з рівномірним розподілом

температури на поверхнях і незмінним значенням коефіцієнту теплопровідності. Термічний опір. Вплив кривизни стінки.

6. Конвективний теплообмін. Поняття конвекції та конвективного теплообміну. Закон Н'ютона-Рихмана. Диференційне рівняння тепловіддачі. Методи визначення коефіцієнту тепловіддачі. Фактори, що впливають на інтенсивність конвективного теплообміну. Динамічний і тепловий межові шари. Ламінарний і турбулентний режими руху текучого середовища. Поняття фізичної подібності. Визначальні фактори процесу. Критерії подібності. Одержання їх з диференційних рівнянь. Фізичний і математичний зміст критеріїв. Число Нусельта. Рівняння подібності та їх структура. Визначальні параметри.

Моделювання процесів конвективного теплообміну. Теплообмін при вимушеному русі однофазового робочого тіла (випадки продольного обтікання пластини, течії в трубах, взаємодії пучків труб з потоком, що рухається поперек осі труб). Особливості теплообміну при русі газу з великою швидкістю.

7. Елементи теплообміну випромінюванням та при фазових перетвореннях. Теплообмін з киплячою рідиною. Криза кипіння. Теплообмін у разі конденсації. Методи опису променевого теплообміну в інженерній практиці. Закон Стефана-Больцмана. Особливості теплового випромінювання газу. Променевий теплообмін між двома паралельними пласкими поверхнями. Теплообмін випромінюванням між газом і оболонкою.

## Література

1. Мухачев Г.А., Шукин В.К. Термодинамика и теплопередача. М.: Высшая школа, 1991 – 480 с.
2. Алабовский А.Н., Недужий И.А. Техническая термодинамика и теплопередача. К.: Выща шк., 1990 – 255 с.
3. Техническая термодинамика / Под ред. В.И. Крутова. М.: Высшая школа, 1991 – 384 с.
4. Исаченко В.П., Осипова В.А., Сукомел А.С. Теплопередача. М.: Энергия, 1981 – 418 с.
5. Кириллин В.А., Сычев В.В., Шейндлин А.Е. Техническая термодинамика. М.: Энергия, 1985 – 416 с.
6. Основы теплопередачи в авиационной и ракетно-космической технике. Под ред. В.К. Кошкина.- М.: Машиностроение, 1991.
7. Михеев М.А. Основы теплопередачи: учеб. для вузов .-М.; Л.:Госэнергоиздат,1949 .-396 с.
8. Юдаев Б.Н. Теплопередача:учеб. для вузов .-2-е изд., перераб. и доп.- М.:Высшая школа,1981 .-319 с.

Питання склав

Д.т.н., проф.

(науковий ступень, посада)

П.Г. Гакал

(ініціали та прізвище)

1. Вектори. Лінійні операції над векторами. Лінійно-залежні та лінійно-незалежні системи векторів. Колінеарні та компланарні вектори. Базис, розкладання вектора за базисом. Проекція вектора та його координати. Лінійні операції над векторами в координатній формі. Скалярний, векторний і мішаний добуток векторів, їх властивості.
2. Матриці. Дії з матрицями. Ранг матриці, його обчислення. Системи лінійних алгебраїчних рівнянь (СЛАР). Метод Гаусса розв'язання СЛАР. Обернена матриця. Матричний метод розв'язання системи лінійних рівнянь.
3. Похідна функції. Таблиця похідних. Похідна складної функції. Диференціал. Екстремум. Необхідні та достатні умови екстремуму.
4. Первісна. Невизначений інтеграл, його властивості. Таблиця інтегралів. Найпростіші методи інтегрування. Основні властивості визначеного інтеграла. Теорема про середнє значення. Формула Ньютона-Лейбніца. Застосування визначених інтегралів до обчислення площ плоских фігур у декартових координатах.
5. Криволінійні інтеграли другого роду, обчислення, застосування. Незалежність криволінійного інтеграла від шляху інтегрування. Відновлення функції за повним диференціалом. Фізичне застосування криволінійних інтегралів. Подвійні інтеграли, їх властивості. Обчислення подвійних інтегралів. Потрійні інтеграли. Заміна змінних у потрійних інтегралах. Площа криволінійної поверхні. Інтеграли по поверхні.
6. Течія векторного поля через відкриту та замкнену поверхні, її обчислення. Дивергенція векторного поля, фізичне тлумачення, обчислення. Формула Остроградського-Гаусса. Циркуляція і ротор векторного поля. Оператор "набла". Основні типи векторних полів: соленоїдальне, потенціальне, гармонічне, їх характеристики.
7. Диференціальні рівняння першого порядку. Диференціальні рівняння вищих порядків. Лінійні рівняння зі сталими коефіцієнтами
8. Числові ряди. Ознаки збіжності. Ряди, члени яких чергуються знаками. Теорема Лейбніца, оцінка залишку ряду. Знакозмінні ряди. Абсолютна та умовна збіжність рядів. Ряд Фур'є.
9. Означення комплексного числа. Геометричне тлумачення. Форми запису. Функції комплексної змінної. Дійсна та уявна частина.
10. Перетворення Лапласа. Клас оригіналів. Клас зображень. Основні теореми операційного числення. Способи відновлення оригінала по зображенню. Розв'язання диференціальних рівнянь та їх систем операційним методом.
11. Випадкові події. Методи обчислення ймовірностей. Теорема гіпотез. Геометрична ймовірність. Повторення випробувань. Формула Бернуллі. Випадкові величини. Закон розподілу ймовірностей. Функція розподілу. Щільність розподілу. Числові характеристики та моменти випадкової величини. Граничні теореми теорії ймовірностей.



## Література

1. Беклемишев Д.В. Курс аналитической геометрии и линейной алгебры. - М.: Наука, 1985.
2. І. В. Брисіна, О. В. Головченко, Г. І. Кошовий, О. Г. Ніколаєв та ін. Практичний курс вищої математики в чотирьох книгах: Навч. посібник для ВУЗів. – Харків: Нац. аерокос. ун-т „Харк. авіац. ін-т”, 2004.
3. Бугров Я.С., Никольский С.М. Дифференциальное и интегральное исчисление. -М.: Наука, 1980.
4. Гмурман В.Е. Руководство к решению задач по теории вероятностей и математической статистике.- 1975 .
5. Пискунов Н.С. Дифференциальное и интегральное исчисление. т. 1,2 -М.: Наука, 1968.

Питання склав

К.ф-м.н., доцент  
(науковий ступень, посада)

Прохорова О.М.  
(ініціали та прізвище)

Завідувач кафедри №201

\_\_\_\_\_ (підпис)

Л.Г. Бойко

(ініціали та прізвище)

Завідувач кафедри №202

\_\_\_\_\_ (підпис)

Меньшиков В. О.

(ініціали та прізвище)

Завідувач кафедри №205

\_\_\_\_\_ (підпис)

П.Г. Гакал

(ініціали та прізвище)

Завідувач кафедри №405

\_\_\_\_\_ (підпис)

Ніколаєв О.Г.

(ініціали та прізвище)

Програму розглянуто й узгоджено на випусковій кафедрі №201  
Протокол № 4 від «28» грудня 2017 р.

Програму додаткового вступного випробування для здобуття освітнього ступеня магістра за освітньо-професійною програмою зі спеціальності 142 «Енергетичне машинобудування» (освітня програма «Газотурбінні установки і компресорні станції») узгоджено науково-методичною комісією Національного аерокосмічного університету ім. М.Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут» з галузей знань «Механічна інженерія», «Електрична інженерія» й «Транспорт»

Протокол № 1 від 07 лютого 2018 р.

Голова НМК 1  
д.т.н., проф.

В.М. Павленко