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

ЗАТВЕРДЖЕНО

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

ПРОГРАМА ВСТУПНОГО ВИПРОБУВАННЯ

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

G4 Енерговиробництво (за спеціалізаціями)
(код та найменування)

(освітня програма **«Інжиніринг та експлуатація теплоенергетичних систем»**
(найменування)

у 2025 році

Харків
2025

ВСТУП

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

G4 Енерговиробництво (за спеціалізаціями)
(код та найменування)

(освітня програма «Інжиніринг та експлуатація теплоенергетичних систем»)
(найменування)

відбувається відповідно до «Правил прийому на навчання до Національного аерокосмічного університету ім. М.Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут» в 2025 році». Результати екзамену аналізує та затверджує екзаменаційна комісія з спеціальності G4 Енерговиробництво (за спеціалізаціями) (освітня програма «Інжиніринг та експлуатація теплоенергетичних систем»), склад якої затверджується наказом виконуючого обов'язки ректора Університету.

До фахового іспиту входять питання за темами:

– "Термодинаміка",

– "Теплообмінні апарати",

– "Теплотехнічні вимірювання і прилади".

Перелік питань за темами наведений у програмі.

Критерії оцінювання знань

1. Вступне випробовування проводиться у формі тесту на комп'ютері. Кожний варіант тесту складається з 30 питань, що випадково вибираються з зазначених вище тем. Кожне питання має п'ять варіантів відповіді, вірною з яких є тільки одна. За одну правильну відповідь на питання вступнику зараховується k=4 бали, невірна відповідь – 0 балів.

2. Результат фахового іспиту розраховується за формулою: 80+k*n, де k – кількість балів за правильну відповідь на питання, n – кількість правильних відповідей.

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

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

Форма та порядок проведення вступного випробування.

Іспит проводиться у формі комп'ютерного тестування, яке відбувається дистанційно у відповідності до положення про дистанційну форму здобуття вищої освіти в Національному аерокосмічному університеті «Харківський авіаційний інститут» від 24 вересня 2020 року засобами автоматизованої системи дистанційного навчання Mentor. До завдання включаються питання з різних тем та різного рівня складності, відібрані перед проведенням іспиту за випадковим принципом. Час, необхідний для виконання екзаменаційних завдань – 60 хвилин.

Виконавець перед проведенням іспиту повинен пред'явити документ, що посвідчує його особу з відеофіксацією під запис, відключити засоби мобільного зв'язку.

1 Питання за темою *Термодинаміка*
(найменування)

1. Термодинамічна система та її стан. Термодинамічний процес. Термічні параметри стану. Калоричні параметри стану, рівняння і діаграми стану. Ідеальний газ, рівняння Клапейрона-Менделєєва. Суміш ідеальних газів.
2. Математична модель взаємодії системи з довкіллям. Сутність і формулювання першого закону термодинаміки. Загальний аналітичний вираз першого закону. Стаціонарна проточна система. Механічна форма запису першого закону. Повні параметри. Запис першого закону термодинаміки через повні параметри. Закон Джоуля. Рівняння Майера.
3. Сутність і формулювання другого закону термодинаміки. Аналітичний вираз другого закону. Генерація ентропії. Вплив нерівноважності на перебіг процесу. Об`єднаний вираз першого і другого законів термодинаміки.
4. Математична модель ізопараметричного процесу. Політропний процес, його рівняння. Види механічних робіт і співвідношення між ними. Вирази для розрахунку зміни ентропії. Співвідношення для розрахунку характеристик політропного процесу. Окремі випадки політропного процесу, зображення їх на термодинамічних діаграмах.
5. Термодинамічний аналіз рівноважної течії газу в каналах. Співвідношення між змінами кінетичної енергії та ентальпії. Вибір найкращого варіанту термодинамічного процесу стиснення або розширення газу в каналах. Вплив нерівноважності на процеси стиснення і розширення в каналах. Термодинамічний аналіз процесу витікання газу з резервуару через насадок, що звужується. Криза витікання; швидкість звуку; критичні параметри. Нерівноважна течія в каналах з раптовою зміною перерізу. Адіабатне дроселювання і його використання для підвищення або зниження температури газу. Диференційний та інтегральний дросель-ефекти. Рівноважна течія газу зі звершенням технічної роботи. Робота стиснення газу в ідеальних компресорах об`ємного і динамічного типу. Дійсна робота реальних компресорів і детандерів.
6. Теплова машина; визначення її структури з використанням першого і другого законів термодинаміки. Прямий і обернений цикли, тепловий двигун і тепловий насос. Цикл Карно та його ККД. Методи порівняння рівноважних циклів. Загальне правило одержання високоефективного циклу теплового двигуна. Цикли газотурбінних установок. Цикли двигунів: Отто, Дизеля, Тринклера; їх ККД та співставлення. Різновиди теплового насосу: пристрої для охолодження та обігріву, трансформатори теплоти.
7. Особливості опису систем з фазовими переходами. Рівняння перерозподілу фаз. Правило фаз Гіббса. Фазові діаграми. Межові криві, критична точка. Тепловий ефект фазового переходу. Параметри фаз на межовій кривій. Рівняння Клапейрона-Клаузіуса. Питомий об'єм, ентальпія та ентропія пари та рідини на межовій кривій. Двофазова зона. Ступінь сухості.
8. Вологе повітря. Калоричні властивості вологого повітря. Діаграма «ентальпія – вологість» вологого повітря. Термодинамічні процеси у вологому повітрі.
9. Цикли паротурбінних установок. Цикл Карно та його технічна реалізація.

Цикл Ренкіна простий і з перегрівом пари.

Література

1. Буляндра О.Ф. Технічна термодинаміка. - Київ: Техніка, 2001. — 320 с. [https://www.twirpx.com/file/142336/] (рос.) (укр.) – Переглянута: 9 вересня 2020 р.
2. Технічна термодинаміка : підруч. для студентів енерг. спец.: гриф МОН України / О. Ф. Буляндра . - 2-ге вид., випр. - К. - Техніка, 2006. - 320 с. [http://www1.nas.gov.ua/publications/books/catalog/2006/Pages/326.aspx] (рос.) (укр.) – Переглянута: 9 вересня 2020 р.
3. Приходько М.А. Термодинаміка та теплопередача. Навчальний посібник. / Приходько М.А., Герасімов Г.Г. - Рівне: НУВГП, 2008. - 250 с. [http://ep3.nuwm.edu.ua/1847/1/078%20zah.pdf] (укр.) – Переглянута: 9 вересня 2020 р.
4. Дубровська В.В. Термодинаміка і теплообмін: навч. посіб. / В.В. Дубровська, В.І. Шкляр – К.: НТУУ «КПІ», Вид-во «Політехніка», 2016. – 152 с. [https://ela.kpi.ua/bitstream/123456789/28252/1/ termodynanikateploobmin.pdf]. (укр.) – Переглянута: 13 квітня 2023 р.
5. Єпіфанов К. С. Термодинаміка і теплообмін. Ч. 1. Технічна термодинаміка [Текст] : консп. лекцій / К. С. Єпіфанов. – Харків : Нац. аерокосм. ун-т ім. М. Є. Жуковського "Харків. авіац. ін-т", 2021. – 96 с.

2 Питання за темою *Теплообмінні апарати*

(найменування)

1. Класифікація теплообмінних апаратів (ТОА). Вимоги до ТОА.
2. Основи теплогідравлічних розрахунків ТОА. Рівняння енергії і руху в одномірному наближенні. Розрахунок температур робочих тіл ТОА по довжині каналу при різних граничних умовах. Теплоносії ТОА.
3. Алгоритми конструкторського і теплогідравлічного розрахунків рекуперативних теплообмінників при постійній теплоємності теплоносіїв. Особливості теплових розрахунків теплообмінників з фазовим переходом теплоносіїв. Використання середньологарифмічного температурного напору.
4. Критерії ефективності ТОА. Порівняння ТОА. Методи інтенсифікації теплопередачі.
5. Теплообмінники рекуперативного типу – кожухотрубчаті, труба в трубі, пластинчаті, спіральні. Особливості конструкцій та застосування.
6. Теплообмінники регенеративного типу. Градирні, змішувальні і барботажні та особливості конструкцій та застосування.
7. Матеріали, які використовуються для ТОА. Міцнісні розрахунки.
8. Теплообмінники на теплових трубках. Використання теплообмінників для осушування повітря.

Література

1. Черевко О. І. Процеси і апарати харчових виробництв: підручник / О. І. Черевко, А. М. Поперечний. — 2-е видання, доп. та випр. — Х.: Світ Книг, 2014. – 495 с.

2. Врагов А. П. Теплообмінні процеси та обладнання хімічних та нафтопереробних виробництв. - Суми: Вид-во СумДУ, 2005.
3. Теплотехнологічні процеси та установки на залізничному транспорті [Текст]: навчальний посібник / Є. В. Христян, І. В. Титаренко; Дніпропетр. нац. ун-т залізн. трансп. ім. акад. В. Лазаряна. – Дніпропетровськ, 2015. – 269 с.
4. Омельченко О.В. Тепломасообмін: навч. посіб. / Омельченко О.В., Цвіркун Л.О. – Кривий Ріг: ДонНУЕТ, 2021. – 100 с. [http://elibrary.donnuet.edu.ua/2305/1/NP_Teplomasoobmin.pdf] (укр.) – Переглянута: 13 квітня 2023 р.

3. Питання за темою *Теплотехнічні вимірювання і прилади*
(найменування)

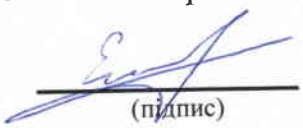
1. Вимірювання та вимірювальні пристрої. Види, методи та засоби вимірювань. Метрологічні характеристики засобів вимірів. Електричні методи виміру фізичних величин. Вимірювання основних електричних величин.
2. Похибки вимірів. Загальні відомості про похибки експерименту. Оцінка похибки прямих вимірів. Поєднання результатів серії вимірювань. Обробка непрямих вимірів. Правила заокруглення наближених чисел.
3. Вимірювання тиску та вакууму. Вимоги до систем вимірювання тиску та вакууму. Класифікація засобів вимірювання тиску та вакууму. Рідинні прилади тиску. Вантажопоршневі манометри. Деформаційний прилад тиску. Електричні датчики тиску. Прилади для виміру вакууму.
4. Вимірювання температури. Температурні шкали. Засоби вимірювання температури контактним способом. Рідинний скляний термометр. Манометричний термометр. Термоелектричний термометр. Електричні термометри опору. Дилатометричні та біметалічні термометри. Оптичні методи виміру температури. Яскравісні пірометри. Колірні пірометри. Радіаційні пірометри. Тепловізори.
5. Вимірювання швидкості витрати рідини та газу. Пневмометричний метод вимірювання швидкості потоку. Термоанемометричний метод виміру швидкості потоку. Вимірювання витрат рідин та газів. Вимірювання малих витрат рідин та газів.
6. Методи вимірювання вологості. Вимірювання вологості матеріалів. Вимірювання вологості повітря.

Література

1. Взаємозамінність, стандартизація, технічні вимірювання та сертифікація транспортних засобів: підручник / Косенко В. А., Кадомський С. В., Малишев В. В. — К. : Університет «Україна», 2017. — 292 с.
2. Метрологічне забезпечення вимірювань і контролю. Навчальний посібник. / Володарський Є.Т.Кухарчук В.В., Поджаренко В.О., Сердюк Г.В. - Вінниця: ВДТУ, 2001. - 219 с.
3. Взаємозамінність, стандартизація і технічні вимірювання: підручник / М.С. Когут. – Львів: Світ, 2014. – 400 с.

4. Шаповаленко О.Г., Бондар В.М. Основи електричних вимірювань: Підручник. – К.: Либідь, 2002. – 320 с.

Голова комісії вступних фахових випробувань для здобуття ступеня магістр на основі здобутого освітнього ступеня бакалавр



(підпис) Костянтин ЄПІФАНОВ
(ініціали та прізвище)

Гарант освітньої програми «Інжиніринг та експлуатація теплоенергетичних систем»

(підпис) Павло ГАКАЛ
(ініціали та прізвище)

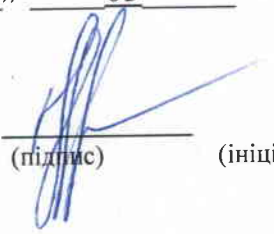
Програму розглянуто й узгоджено на випусковій кафедрі № 205
Протокол № 8 від «27» березня 2025 р.

В. о. зав. кафедри № 205 (підпис) Костянтин ЄПІФАНОВ
(ініціали та прізвище)

Програму вступного випробування для здобуття освітнього ступеня магістра за освітньо-професійною програмою «Інжиніринг та експлуатація теплоенергетичних систем» зі спеціальності G4 Енерговиробництво (за спеціалізаціями) узгоджено науково-методичною комісією Національного аерокосмічного університету ім. М.Є. Жуковського «Харківський авіаційний інститут» з галузей знань «Механічна інженерія», «Електрична інженерія» й «Транспорт» (НМК 1).

Протокол № 6 від «07» 03 2025 р.

Голова НМК 1
к.т.н., доц.
(науковий ступень, посада)



(підпис) Сергій НИЖНИК
(ініціали та прізвище)