

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ УКРАЇНИ
«КИЇВСЬКИЙ ПОЛІТЕХНІЧНИЙ ІНСТИТУТ»

ЗАТВЕРДЖУЮ

Голова Вченої ради

Інституту енергозбереження та
енергоменеджменту

_____ С.П. Денисюк

«___» _____ 2017 р.

**ПРОГРАМА ДОДАТКОВОГО ВСТУПНОГО
ВИПРОБУВАННЯ**

**третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти
для здобуття наукового ступеня доктор філософії**

ГАЛУЗЬ ЗНАНЬ *14 Електрична інженерія*

СПЕЦІАЛЬНІСТЬ *144 Теплоенергетика*

Ухвалено Вченою радою інституту
(протокол від «27» 02 2017 р. № 7)

Київ
НТУУ «КПІ»
2017

РОЗРОБНИКИ ПРОГРАМИ:

Варламов Генадій Борисович

доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри теоретичної і промислової теплотехніки теплоенергетичного факультету

Безродний Михайло Костянтинівич

доктор технічних наук, професор, професор кафедри теоретичної і промислової теплотехніки теплоенергетичного факультету

Фуртат Ірина Едуардівна

кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри теоретичної і промислової теплотехніки теплоенергетичного факультету

Черноусенко Ольга Юріївна

доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри теплоенергетичних установок теплових та атомних станцій теплоенергетичного факультету

Кєсова Любов Олександрівна

доктор технічних наук, професор, професор кафедри теплоенергетичних установок теплових та атомних станцій теплоенергетичного факультету

Бутовський Леонід Сергійович

кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри теплоенергетичних установок теплових та атомних станцій теплоенергетичного факультету

Туз Валерій Омелянович

доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри атомних електричних станцій і інженерної теплофізики теплоенергетичного факультету

Кравець Володимир Юрійович

кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри атомних електричних станцій і інженерної теплофізики теплоенергетичного факультету

Лебедь Наталія Леонідівна

кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри атомних електричних станцій і інженерної теплофізики теплоенергетичного факультету

Дешко Валерій Іванович

доктор технічних наук, професор, завідувач кафедри теплотехніки та енергозбереження Інституту енергозбереження та енергоменеджменту

Шкляр Віктор Іванович

кандидат технічних наук, доцент, доцент кафедри теплотехніки та енергозбереження Інституту енергозбереження та енергоменеджменту

1. Загальні відомості

Мета додаткового вступного випробування – визначення відповідності вступників, які отримали освіту за іншими спеціальностями теоретичній і практичній підготовці за спеціальністю «Теплоенергетика».

Додаткове вступне випробування проводиться у вигляді комплексного іспиту з базових дисциплін спеціальності «Теплоенергетика»: «Гідрогазодинаміка», «Технічна термодинаміка», «Тепломасообмін» та спеціалізації «Енергетичний менеджмент та інжиніринг». Екзаменаційний білет містить два питання з розділів 2 – 4 програми та одне питання – з розділу 5. Вступники повинні продемонструвати і підтвердити відповідний рівень теоретичних та практичних знань з даних дисциплін.

2. Гідрогазодинаміка

Сили й напруження, що діють в суцільних середовищах. Фізичні властивості, термодинамічні та гідромеханічні моделі рідин і газів.

Методи вивчення руху, кінематичні поняття й характеристики руху рідких частинок і потоків.

Кінематичні методи й поняття при вивченні руху рідин і газів. Модель руху рідкої частинки. Теорема Коші-Гельмгольца Кінематичні теореми – Стокса та друга Гельмгольца.

Тензор напружень та рівняння руху рідини в напруженнях. Закони збереження моменту імпульсу та енергії. Основи газостатики.

Рівняння руху ідеальної рідини, початкові й крайові умови, основні інтеграли. Модель ідеальної рідини. Диференціальні рівняння руху ідеальної рідини Л.Ейлера; початкові та крайові умови. Застосування законів збереження щодо одновимірних рухів нестисливої рідини.

Енергетичний баланс одновимірних течій. Гідравлічні опори. Витікання нестисливої рідини. Гідравлічний удар.

Кінематика потенціальних течій. Динаміка потенціальних течій.

Диференціальні рівняння руху Нав'є–Стокса та елементи теорії подібності й моделювання гідро- газодинамічних явищ. Ламінарна та турбулентна течії.

Основні характеристики примежового шару, його види, фізичні та математичні моделі.

Одновимірні течії газу. Стрибки ущільнення.

3. Технічна термодинаміка

Основні визначення і поняття технічної термодинаміки. Термічні параметри стану. Основні термодинамічні процеси. Закони ідеального газу. Рівняння стану для ідеального газу. Калоричні параметри стану. Параметри процесу.

Перший закон термодинаміки для закритих систем. Дві форми запису першого закону термодинаміки. Теплоємність. Визначення теплоємності за молекулярно-кінетичною теорією та за допомогою таблиць. Теплоємність суміші газів.

Формулювання другого закону термодинаміки. Цикл Карно. Теореми Карно. Ентропія і другий закон. Ентропія і термодинамічна вірогідність. Основна термодинамічна тотожність – об'єднання першого і другого законів термодинаміки.

Алгоритм аналізу будь-якого термодинамічного процесу. Ізохорний процес. Ізобарний процес. Ізотермічний процес. Адіабатний процес. Політропний процес і його узагальнююче значення. Основні групи термодинамічних процесів.

Загальні властивості реальних газів. Таблиці і діаграми для газів і рідин. Термодинамічні процеси з реальними газами. Термодинамічні процеси з реальними газами.

Поняття про вологе повітря. Характеристики вологого повітря. Діаграма вологого повітря. Розрахунки процесів у вологому повітрі.

Рівняння першого закону термодинаміки для потоку. Витікання газів і пари. Дроселювання газів і пари. Нагнітання газів і пари.

Класифікація циклів теплових машин. Простий ідеальний цикл ТСУ. Реальний простий цикл ТСУ.

Цикли поршневих двигунів внутрішнього згорання. Цикли ГТУ і методи підвищення їх ефективності.

Простий паросиловий цикл. Удосконалення циклів ПСУ. Термодинамічні основи теплофікації.

Загальні відомості про холодильні та теплонасосні установки. Цикли повітряної та пароконденсійної холодильних установок. Теплонасосні установки.

Ексергія – міра якості енергоресурсів. Вплив необоротностей на втрати ексергії.

4. Тепломасообмін

Поняття теплопровідності. Температурне поле. Температурний градієнт. Вектор щільності теплового потоку. Закон Фур'є і коефіцієнт теплопровідності. Диференційні рівняння теплопровідності і його окремі випадки. Математичний опис процесу теплопровідності. Закон Ньютона-Ріхмана. Коефіцієнт тепловіддачі.

Теплопровідність та теплопередача при стаціонарному тепловому режимі. Теплопровідність та теплопередача плоскої та багат шарової плоскої стінки. Теплопровідність та теплопередача при стаціонарному тепловому режимі та наявності внутрішніх джерел теплоти.

Конструктивні способи зміни інтенсивності теплопередачі. Плоска стінка. Критичний діаметр циліндричної стінки. Вибір матеріалу ізоляції. Інтенсифікація теплообміну за рахунок оребрення.

Теплопровідність при нестационарному тепловому режимі. Нестационарна теплопровідність пластини і циліндру без внутрішніх джерел тепла.

Фізичні основи процесу теплопередачі. Конвективний теплообмін. Математичний опис процесів конвективного теплообміну.

Основи теорії подібності фізичних явищ. Теореми подібності. Фізичний зміст чисел подібності. Використання теорії подібності при описанні явища тепловіддачі. Рівняння подібності.

Основи теорії пограничного шару. Методи теорії пограничного шару.

Тепловіддача при зовнішньому обтіканні тіл. Тепловіддача при течії на пластині.

Тепловіддача при примусовій течії рідини в трубах і каналах. Тепловіддача при поперечному обтіканні циліндру. Тепловіддача при зовнішньому обтіканні пучків гладких труб.

Тепловіддача при вільній конвекції. Тепловіддача при вільній конвекції в необмеженому просторі. Тепловіддача при вільній конвекції в обмеженому просторі.

Теплообмін при кипінні. Внутрішні характеристики кипіння. Інтенсивність теплообміну при кипінні у великому об'ємі. Інтенсивність тепловіддачі при кипінні.

Теплообмін при конденсації. Особливості течії та теплообміну при конденсації на поверхні. Інтенсивність тепловіддачі при конденсації.

Теплообмін випромінюванням. Закони теплового випромінювання. Теплообмін випромінюванням між тілами. Теплообмін в поглинаючих і випромінюючих середовищах.

5. Енергетичний менеджмент та інжиніринг

Теплообмінні апарати, їх класифікація та основні теплотехнічні характеристики. Основи теплового розрахунку рекуперативних теплообмінників. Принципові схеми холодильних установок та їх енергетичні характеристики.

Спалювання палива у котлах. Характеристики та ККД котла. Поршневі двигуни внутрішнього згорання. Теплові схеми та характеристики газотурбінних, парогазових і газопарових установок.

Системи енергозабезпечення. Схеми джерел теплоти і систем теплопостачання. Системи електрозабезпечення.

Нетрадиційні (НДЕ), відновлювані (ВДЕ) джерела енергії. Вітрова енергія та її використання. Біомаса та її використання. Геотермальна енергія та її використання. Застосування теплових насосів для утилізації низькопотенційної теплоти.

Енергетичний менеджмент та енергоаудит.

Основні напрямки енергозбереження. Утилізація теплоти – один з найважливіших заходів з енергозбереження. Характеристики енергозберігаючого ефекту. Заходи з енергозбереження.

Визначення економічної ефективності від впровадження енергозберігаючих заходів.

6. Рейтингова система оцінки (PCO) виконання завдань додаткового вступного іспиту

Білет додаткового вступного іспиту третього (освітньо-наукового) рівня вищої освіти для здобуття наукового ступеня доктор філософії має три питання., а третє – у 30 балів.

Критерії оцінювання виконання завдань вступного іспиту:

Перше та друге питання максимально оцінюється у 35 балів: – «відмінно», студент міцно засвоїв теоретичний матеріал, глибоко і всебічно знає зміст навчальної дисципліни, основні положення наукових першоджерел та рекомендованої літератури, логічно мислить і будує відповідь, вільно використовує набуті теоретичні знання при аналізі практичного матеріалу, висловлює своє ставлення до тих чи інших проблем, демонструє високий рівень засвоєння практичних навичок – 32-35 балів;

– «добре», студент добре засвоїв теоретичний матеріал, володіє основними аспектами з першоджерел та рекомендованої літератури, аргументовано викладає його; має практичні навички, висловлює свої міркування з приводу тих чи інших проблем, але припускається певних неточностей і похибок у логіці викладу теоретичного змісту або при аналізі практичного матеріалу – 27-31 балів;

– «задовільно», студент в основному опанував теоретичними знаннями навчальної дисципліни, орієнтується в першоджерелах та рекомендованій літературі, але непереконливо відповідає, плутає поняття, у відповідях на питання відображається невпевненість або відсутність стабільних знань; відповідаючи на запитання практичного характеру, виявляє неточності у знаннях, не вміє оцінювати факти та явища, пов'язувати їх із майбутньою діяльністю – 22-26 балів;

– «незадовільно», студент не опанував навчальний матеріал дисципліни, не знає наукових фактів, визначень, майже не орієнтується в першоджерелах та рекомендованій літературі, відсутнє наукове мислення, практичні навички не сформовані – 0-21 балів.

Третє питання максимально оцінюється у 30 балів:

– «відмінно», студент міцно засвоїв теоретичний матеріал, глибоко і всебічно знає зміст навчальної дисципліни, основні положення наукових першоджерел та рекомендованої літератури, логічно мислить і будує відповідь, вільно використовує набуті теоретичні знання при аналізі практичного матеріалу, висловлює своє ставлення до тих чи інших проблем, демонструє високий рівень засвоєння практичних навичок – 28-30 балів;

– «добре», студент добре засвоїв теоретичний матеріал, володіє основними аспектами з першоджерел та рекомендованої літератури, аргументовано викладає його; має практичні навички, висловлює свої міркування з приводу тих чи інших проблем, але припускається певних неточностей і похибок у логіці викладу теоретичного змісту або при аналізі практичного матеріалу – 23-26 балів;

– «задовільно», студент в основному опанував теоретичними знаннями навчальної дисципліни, орієнтується в першоджерелах та рекомендованій літературі, але непереконливо відповідає, плутає поняття, у відповідях на питання відображається невпевненість або відсутність стабільних знань; відповідаючи на запитання практичного характеру, виявляє неточності у

знаннях, не вміє оцінювати факти та явища, пов'язувати їх із майбутньою діяльністю – 19-22 балів;

– «незадовільно», студент не опанував навчальний матеріал дисципліни, не знає наукових фактів, визначень, майже не орієнтується в першоджерелах та рекомендованій літературі, відсутнє наукове мислення, практичні навички не сформовані – 0-18 балів.

Розмір **R** - шкали **PCO** складає 100 балів.

Рейтингова оцінка RD результатів вступного іспиту формується як сума балів за відповіді на кожне питання **R_E**:

$$RD = \sum_{1}^{3} R_E.$$

Основна література:

1. Лойцянский Л.Г. Механика жидкости и газа. – М.: Наука, 1987. – 840 с.
2. Повх И.Л. Техническая гидромеханика.– Л.: Машиностроение, 1976. – 504 с.
3. Емцев Б.Т. Техническая гидромеханика. – М.: Машиностроение, 1987. – 440 с.
4. Войткунский Я.И., Фаддеев Ю.И., Федяевский К.К. Гидромеханика. – Л.: Судостроение, 1982. – 456 с.
5. Кириллин В.А., Сычев В.В., Шейдлин А.Е. Техническая термодинамика: Учебник - 4-е изд., перераб.- М.: Энергоатомиздат, 1983.-416с.
6. Зубарев В.Н., Александров А.А., Охотин В.С. Практикум по технической термодинамике. Учебное пособие.- 3-е изд., перераб. -М.: Энергоатомиздат, 1986.- 304 с.
7. Костенко Г.М. Технічна термодинаміка. Учебний посібник. -К.: Держ. видав-во техн.
8. Буляндра О.Ф. Технічна термодинаміка. – К.: Техніка, 2001. – 315 с.
9. Исаченко В.П. Теплопередача/ В.П.Исаченко, В.А.Осипова, Л.С.Сукомел – М: Энергия – 1975 – 483с.
10. Михеев М.А. Основы теплопередачи/ М.А.Михеев, И.Н.Михеева – М: Энергия – 1977 – 325с.
11. Петухов Б.С., Генин Л.Г., Ковалев С.А. Теплообмен в ядерных энергетических установках. М: Энергоатомиздат, 1986 г.
12. Галин Н.М., Кириллов П.Л. Тепло-массообмен (в ядерной энергетике). М: Энергоатомиздат, 1987 г.
13. Толубинский В.И. Теплообмен при кипении.
14. Исаченко В.П. Теплообмен при конденсации. М., Энергия, 1977, 240 с.
15. Краснощеков Е.А. Задачник по теплопередаче/ Е.А.Краснощеков, А.С.Сукомел– М: Энергия – 1980 – 288с.
16. Литовский Е.И., Левин Л.А. Промышленные тепловые насосы. - М.: Энергоатомиздат, 1989.

Додаткова література:

1. Кочин Н.Е., Кибель И.А., Розе Н.В. Теоретическая гидромеханика. Ч. 1,2.– М.: Гос. изд. физ.-мат. лит., 1963. – 584 с., 728 с.
2. Фабрикант Н.Я. Аэродинамика. – М.: Наука, 1964. – 816 с.
3. Бэр Г.Д. Техническая термодинамика. - М.: Мир, 1977. -518 с.
4. Андриющенко А.И. Основы термодинамики циклов теплоэнергетических установок: Учебное пособие. -3-е изд., перераб. -М.: Высшая школа, 1985. -319 с.
5. Теплотехника: учеб. для вузов/ В.Н. Луканин, М.Г. Шатров, Г.Н. Камфор и др. под. ред. В.Н. Луканина – 2 изд перераб. – М.: Высш. шк., 2000 – 671 с.: ил.

6. Б.Х. Драганов, А.А. Долінський, А.В. Міщенко, Є.М. Письменний. Теплотехніка: Підручник -Київ: «Інкос», 2005р.. 504 с.
7. Константинов С.М. Теплообмін: Підручник. – К.: ВПІ ВПК «Політехніка»: Інрес, 2005.– 304 с.
8. Константинов С.М. Технічна термодинаміка. – К.: Політехніка, 2001, - 377 с.
9. Кириллов П.Л., Юрьев Ю.С., Бобков Б.П. Справочник по теплогидравлическим расчетам. М., Энергоиздат, 1984.
10. Богданов С.Н. и др. Теоретические основы хладотехники. Тепломассообмен. М.: Агропромиздат, 1986 г.