



Силабус освітнього компонента

Програма навчальної дисципліни



СУЧАСНІ ТЕОРЕТИЧНІ ТА ПРАКТИЧНІ ПРОБЛЕМИ ЕНЕРГЕТИЧНОГО МАШИНОБУДУВАННЯ

Шифр та назва спеціальності

142 – Енергетичне машинобудування

Інститут

ІНІ Енергетики, електроніки та
електромеханіки

Освітня програма

Енергетичне машинобудування

Кафедра

Турбінобудування (122)

Рівень освіти

третій (доктор філософії)

Тип дисципліни

Спеціальна (фахова), обов'язкова

Семестр

2

Мова викладання

Українська

Викладачі, розробники



Усатий Олександр Павлович

oleksandr.usatyi@khp.edu.ua

Доктор технічних наук, старший науковий співробітник за спеціальністю 05.05.16 – турбомашини та турбоустановки, завідувач кафедри турбінобудування.

Лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки (2019 рік) – за створення роторів парових турбін великої потужності.

Автор 3-х монографій, автор та співавтор понад 100 наукових та методичних публікацій.

Провідний лектор з дисциплін: «Теорія та цифрові моделі парових турбін», «Теплові розрахунки в турбомашині», «Змінні режими роботи парових турбін», «Основи теорії оптимального проектування турбін», «Цифрові технології оптимального проектування турбомашин (TOP, AxSTREAM)», «Оптимальне проектування в турбінобудуванні»

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)



Суботович Валерій Петрович

valerii.subotovych@khp.edu.ua

Доктор технічних наук та старший науковий співробітник за спеціальністю 05.05.16 – турбомашини та турбоустановки, професор кафедри турбінобудування НТУ «ХПІ».

Досвід педагогічної роботи – 32 роки. Лауреат Державної премії України в галузі науки і техніки (2009 рік) – за створення парових турбін нового покоління потужністю 325 МВт. Автор 1 монографії та більше 100 наукових та навчально-методичних праць. Провідний лектор з дисциплін: «Системний аналіз»,

«Експлуатація і надійність енергетичного устаткування», «Технологія турбінобудування», «Сучасні методи аналізу аеродинамічних процесів у решітках турбомашин».

[Детальніше про викладача на сайті кафедри](#)

Загальна інформація

Анотація

Енергетичне машинобудування – галузь важкого машинобудування, що виробляє обладнання для енергетики. Основною продукцією є первинні двигуни та пов'язане з ними устаткування для вироблення різноманітних робочих тіл й електроенергії: турбіни, електрогенератори, парогазотурбінні установки, компресори, парові котли, атомні реактори, насоси, допоміжне обладнання для електростанції, трубопроводи, пристрої для хімічного водоочищення, ДВЗ (окрім транспортних) тощо. Основними теоретичними та практичними науковими проблемами сучасного енергетичного машинобудування, які розглядаються в курсі, вважаються наступні: математичне моделювання аеродинамічних та теплофізичних процесів; застосування задач системного аналізу для проектування енергетичних машин та двигунів; обчислювальний експеримент та методи лабораторних та натурних експериментальних досліджень потужних парових турбін ТЕС і АЕС, газотурбінних установок та двигунів різних типів..

Мета та цілі дисципліни

Підготовка фахівців, здатних виконувати роботи щодо методології, планування та проведення наукових досліджень в галузі енергетичного машинобудування та газотурбінних двигунів різного призначення. Досягнення означеної мети ґрунтується на принципах наступності й індивідуалізації навчання, фундаментальності й цілісності надання знань, практичної спрямованості й усвідомлення місця отриманих компетентностей, симбіозу наукового та системного підходів, тощо.

Формат занять

Лекції, практичні заняття з урахуванням індивідуальних завдань в межах самостійної роботи, консультації. Підсумковий контроль – іспит

Компетентності

Згідно ОНП Енергетичне машинобудування :

K01. Здатність до критичного аналізу та оцінки сучасних досягнень, сформулювати нові підходи для рішення теоретичних та практичних задач у наукових дослідженнях, логічно, системно і творчо мислити.

K02. Готовність до самостійної, індивідуальної роботи, здійснювати комплексні дослідження, керівництва науково-дослідною групою, керувати часом, якістю, ризиками, людськими ресурсами, комунікаціями, прийняття рішень в міждисциплінарних областях.

K04. Здатність і готовність очолювати роботу вітчизняної або міжнародної наукової програми чи проекту, використовувати методи активізації творчої діяльності, колективного прийняття рішень, бути активним суб'єктом міжнародної наукової діяльності.

K08. Здатність планувати науково-професійний та особистий розвиток та самовдосконалення.

K09. Здатність до організації та проведення наукових досліджень в галузі енергетичного машинобудування із залученням сучасних методів та інформаційних технологій, що мають теоретичне та практичне значення. Здатність досягати наукових результатів, які створюють нові знання в галузі енергетичного машинобудування.

K10. Здатність до організації та проведення експериментальних досліджень в галузі енергетичного машинобудування та забезпечувати якість виконуваних досліджень.

K11. Здатність виконувати критичний аналіз та оцінки сучасних тенденцій та досягнень, формулювати нові підходи для розробки конструкцій енергетичного обладнання.

K12. Здатність розробляти проекти зі збереження енергоносіїв.

K13. Здатність до аналізу сучасних технологій та готовність до розробки нових. Готовність до розробки нових технологічних процесів з відновлення та ремонту елементів енергетичного обладнання.

K15. Здатність розробляти та проектувати заходи безпеки навколишнього середовища від шкідливих викидів енергетичного обладнання.

K17. Здатність до розробки методів реалізації і моделювання процесів в енергетичних установках.

Результати навчання

Згідно ОНП Енергетичне машинобудування:

ПРО4. Знати організацію наукової та науково-технічної діяльності. Здатність підготовки проектної пропозиції на отримання фінансування від національних та міжнародних організацій на проведення наукових досліджень. Готовність до різних форм і засобів міжнародного співробітництва (спільний проект, гранд, конференція, конгрес, симпозіум, семінар тощо). Вміння вільно спілкуватися з питань, що стосуються сфери наукових та експертних знань, з колегами, широкою науковою спільнотою, суспільством у цілому.

ПРО6. Вміння розв'язання значущих проблем у сфері професійної діяльності, науки та/або інновацій, розширення та переоцінки вже існуючих знань і професійної практики.

ПРО7. Знати та розуміти сучасні методи дослідження математичних методів та інформаційних технологій математичного і комп'ютерного моделювання складних систем, системного аналізу і проектування, оптимізації та прийняття рішень, прогнозування та експертного оцінювання.

ПРО8. Вміння створювати наукову програму. Вміння управляти змістом компонентів програми. Вміння визначати організаційну структуру, ролі і відповідальність у програмі. Вміння забезпечувати якість у програмі. Вміння розподіляти ресурси у програмі.

ПРО11. Вміти розвивати нові ідеї або процеси у передових контекстах професійної та наукової діяльності, розробляти і впроваджувати алгоритми їх перевірки. Вміння проведення оцінки майнових прав інтелектуальної власності згідно поставленої мети.

ПРО15. Вміння започатковувати, планувати, реалізовувати та коригувати послідовний процес ґрунтового наукового дослідження з дотриманням належної академічної доброчесності.

ПРО17 Глибоко розуміти загальні принципи та методи спеціальності, а також методологію наукових досліджень, застосувати їх у власних дослідженнях у науковій сфері та у викладацькій практиці.

Обсяг дисципліни

Загальний обсяг дисципліни 120 год. (4 кредити ECTS): лекції – 30 год., практичні заняття – 10 год., самостійна робота – 80 год.

Передумови вивчення дисципліни (пререквізити)

Вивчення цієї дисципліни безпосередньо спирається на дисципліни, що відповідають навчальним програмам за спеціальністю 142 – Енергетичне машинобудування вищих навчальних закладів України

Особливості дисципліни, методи та технології навчання

Методи вивчення матеріалу базуються на взаємодії між викладачем та студентами з навчальною дисципліною «Сучасні теоретичні та практичні проблеми енергетичного машинобудування» в процесі лекційних і практичних занять, та самостійно роботи студентів під керівництвом викладача з широким використанням комп'ютерної техніки та спеціального програмного забезпечення. Аспірант зобов'язаний відвідувати всі аудиторні заняття згідно розкладу, не запізнюватися. Дотримуватися етики поведінки. Працювати з навчальною та додатковою літературою, з літературою на електронних носіях і в Інтернеті. За умови відсутності аспіранта на лекції проводиться усна співбесіда за темою. З метою оволодіння необхідною якістю освіти з дисципліни потрібна безперервна підготовленість до аудиторних занять. Без особистої присутності аспіранта підсумковий контроль не проводиться.

Програма навчальної дисципліни

Теми лекційних занять

Тема 1. Історія розвитку енергетичного машинобудування.

Вступ. Організаційні питання. Розподіл навчального часу за окремими видами навчальних занять. Зміст лекційного курсу. Актуальність, мета вивчення дисципліни і її місце в системі знань і навичок фахівця. Основна і допоміжна література. Енергетичне машинобудування України: паротурбінобудування, газотурбінобудування, гідротурбінобудування, парогенераторобудування, електрогенераторобудування.

Тема 2. Кафедра турбінобудування – потужний науково-дослідний підрозділ НТУ «ХПІ»

Цифрові технології оптимального проектування проточної частини осьової турбомашини програмних комплексів TOP і AxSTREAM.

Тема 3. Сучасний стан та перспективи розвитку енергетичного машинобудування України.

Можливості ядерної галузі у генерації електричної енергії. Основні складові енергоблоків АЕС. Ядерний реактор. Парові та гідравлічні турбіни. Електричні генератори.

Тема 4. Аналіз сучасного стану проектування авіаційних турбореактивних двигунів.

Наукова спеціальність 05.05.03 – двигуни та енергетичні установки. Турбіни високого та низького тиску турбореактивних двигунів, компресори, камери згоряння. Особливості, основні задачі та головні тенденції сучасного проектування компресорів і турбін.

Тема 5. Сучасні математичні методи та шляхи їх застосування.

Що таке математична модель. Класифікація математичних моделей.

Тема 6. Системний аналіз у енергетичному машинобудуванні.

Задачі системного аналізу. Основні етапи системного підходу. Методи оптимізації.

Тема 7. Основні поняття стахостичного моделювання.

Моделювання в умовах невизначеності. Елементи теорії ймовірностей. Адекватність математичних моделей.

Тема 8. Математичні моделі з детермінованими структурами.

Вибір типу математичної моделі. Обчислювальний експеримент у задачах енергетичного машинобудування.

Тема 9. Аеродинамічний та теплофізичний експеримент. Натурні та лабораторні випробування.

Визначальна роль експерименту у машинобудуванні. Критерії подібності. Принципи побудови критеріїв подібності. Критерії подібності в задачах аеродинаміки та теплофізики. Методи експериментальних досліджень.

Теми практичних занять

Тема 1. Мінімізація унімодальних функцій Пошук мінімуму функції методами скорочення інтервалу невизначеності. Методи поліноміальної апроксимації та інтерполяції . . .

Тема 2. Методи оптимізації випуклих функції Методи спуску. Сполученість градієнтів.

Тема 3. Квазін'ютоновські методи. Методи, що не використовують похідні. Нелінійні невикуклі задачі оптимізації. "

Тема 4. Природа багатокритеріальності в задачах оптимального проектування. Впорядкування векторних критеріїв в оптимальності.

Тема 5. Експериментальні дослідження. Планування експерименту. Латинські квадрати.

Тема 6. Греко-латинські квадрати. Рівномірно та прекрасно розподілені послідовності чисел.

Тема 7. Основи теорії подібності. Застосування теорії подібності до задач аеродинаміки та теплофізики.

Тема 8. Експериментальні дослідження в умовах аеродинамічної лабораторії . Пхибки вимірювань.

Тема 9. Адекватність математичних моделей Метод найменших квадратів. Критерій Стюдента про близькість середніх та визначення розбіжностей дисперсії за критерієм Фішера.

Перелік питань до іспиту

Що таке математична модель? Що необхідно визначити для розробки математичної моделі фізичного процесу?

Що є «інструментом» для реалізації детермінованих і ймовірнісних математичних методів?

Яка роль чисельних методів під час виконання теоретичних досліджень?

Назвіть приклади моделювання для турбомашин або двигунів, моделювання руху та процесів перетворення енергії.

За якими класифікаційними ознаками можна розрізняти моделі?

Що таке системний аналіз, які його етапи?

Сформулюйте основні причини появи невизначеності. Які з них є суб'єктивними, а які – об'єктивними?

Як описується невизначеність математично? Наведіть приклади математичного опису невизначеності в енергетичному машинобудуванні.

Коли в задачі математичного моделювання застосовується стохастичний опис змінних?

Дайте визначення функції розподілу та щільності розподілу. Міри положення і розсіювання кривої розподілу.

Поясніть відмінність між модою, медіаною та математичним очікуванням.

Що характеризують дисперсія, стандартне (середньоквадратичне) відхилення, коефіцієнт кореляції?

Дайте характеристику нормальному закону розподілу.

Критерії подібності. Принципи побудови критеріїв в подібності.

Критерії подібності в задачах аеродинаміки та теплофізики.

Методи експериментальних досліджень.

Теми лабораторних робіт

Лабораторні роботи не передбачені

Самостійна робота

1. Опрацювання лекційного матеріалу

2. Підготовка до практичних занять

3. Самостійне вивчення тем та питань, які не викладаються на лекційних заняттях:

3.1. Теорія ймовірностей і математична статистика.

3.2. Оптимізаційні методи та моделі.

3.3. Оптимальне проектування турбомашин.

3.4. ДСТУ 3008:2015. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлення.

3.5. ДСТУ 8302:2015. Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання.

4. Інші види самостійної роботи

Література та навчальні матеріали

1. Мацевитий Ю.М. Енергетичне машинобудування // Енциклопедія Сучасної України : енциклопедія [електронна версія] / ред.: І. М. Дзюба, А. І. Жуковський, М. Г. Железняк та ін.; НАН України, НТШ. Київ: Інститут енциклопедичних досліджень НАН України, 2009. Т. 9. URL: <https://esu.com.ua/article-17888>.
2. Русанов А.В. Перспективи розвитку енергетичного машинобудування України у повоєнний час/Загальні збори НАН України. ISSN 1027-3239. Visn. Nac. Acad. Nauk Ukr. 2022. (7). – С. 36-38.
3. Trent XWB – Rolls-Royce [Електронний ресурс]. URL: www.rolls-royce.com/products-and-services/civil-aerospace/airlines/trent-xwb.aspx.
4. Теорія авіаційних газотурбінних двигунів: підручник. / під заг. ред. Ю. М. Терещенко. Київ : НАУ, 2005. – 500 с.
5. Герасименко В. П. Теорія авіаційних двигунів : підручник. Харків : ХАІ, 2003. – 199 с.
6. Теорія теплових двигунів: підручник. / під ред. Ю. М. Терещенко. Київ : Вища школа, 2001. – 381 с.
7. Zou Z. Axial Turbine Aerodynamics for Aero-engines. – Springer, 2018. – 563 p.
8. Катренко А. В. Системний аналіз: [підручник] / А. В. Катренко.– Львів: Новий світ-2000, 2011.– 396 с.
9. Жлуктенко В. І. Теорія ймовірностей і математична статистика: навчально-методичний посібник у 2-х частинах. Ч. 1. Теорія ймовірностей / В.І. Жлуктенко, С.І. Наконечний. - К.: КНЕУ, 2000. – 304 с.
10. Жлуктенко В. І., Наконечний С. І. Теорія ймовірностей і математична статистика: навчально-методичний посібник у 2-х частинах. Ч. 2. Математична статистика/ В.І. Жлуктенко, С.І. Наконечний. - К.: КНЕУ, 2001. – 336 с.
11. Волощенко А. Б. Теорія ймовірностей та математична статистика: навчально-методичний посібник для самост. вивч. Дисципліни / А.Б. Волощенко, І.Б. Джалладова. - К.: КНЕУ, 2003. – 356 с.
12. Кушлик-Дивульська О.І. Теорія ймовірностей та математична статистика: навч. посіб./ О. І. Кушлик-Дивульська, Н. В. Поліщук, Б. П. Орел, П. І. Штабалюк. – К: НТУУ «КПІ», 2014. – 212 с.
13. Бурячок В. Л. Системний аналіз та прийняття рішень в інформаційній безпеці: [Підручник] / [В.Л. Бурячок та ін.]. - К.:ДУТ, 2015. – 345 с.
14. Катренко А. В. Системний аналіз: [підручник] / А. В. Катренко.– Львів: Новий світ-2000, 2011.– 396 с.
15. Костоглод К. Д. Оптимізаційні методи та моделі / К. Д. Костоглод, А. В. Калініченко, Н. М. Протас, Ю. В. Вакуленко. – Полтава: РВВ ПДАА, 2015. – 160 с.
16. Оптиміальне проектування турбомашин (основи теорії, розрахунок, експеримент) : підручник для студ. в.н.з., які навч. за напрямом підготовки «Енергомашинобудування» та «Теплоенергетика» / А.В. Бойко. – Харків : НТУ «ХПІ», 2011. – 384 с. ISBN 978-966-593-917-7
17. Багатокритеріальна багатопараметрична оптимізація проточної частини осьових турбін з урахуванням режимів експлуатації: монографія / А.В. Бойко, О.П. Усатий, О.С. Руденко. – Харків: НТУ «ХПІ», 2014. – 220 с.
18. Аеродинамічний розрахунок та оптиміальне проектування проточної частини турбомашин: монографія / А.В. Бойко, Ю.Н. Говорущенко, С.В. Єршов, А.В. Русанов, С.Д. Северин. – Харків; НТУ «ХПІ»; 2002, 356с.
19. ДСТУ 3008:2015. Звіти у сфері науки і техніки. Структура та правила оформлювання / Нац. стандарт України. – Вид. офіц. – [На заміну ДСТУ 3008-95; чинний від 2017-07-01]. – Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016. – 31 с.

20. ДСТУ 8302:2015. Інформація та документація. Бібліографічне посилання. Загальні положення та правила складання / Нац. стандарт України. – Вид. офіц. – [Уведено вперше; чинний від 2016-07-01]. – Київ: ДП «УкрНДНЦ», 2016. – 17 с.
21. ДСТУ 3582:2013. Інформація та документація. Бібліографічний опис. Скорочення слів і словосполучень українською мовою. Загальні вимоги та правила (ISO 4:1984, NEQ; ISO 832:1994, NEQ) / Нац. стандарт України. – Вид. офіц. – [На заміну ДСТУ 3582-97; чинний від 2013-08-22]. – Київ: Мінекономрозвитку України, 2014. – 15 с.
22. Енергетичні установки. Загальний курс: Навчальний посібник. – 2-е видання X: «Видавництво САГА», 2008. – 320 с.з іл.
23. Г.Б. Варламов, Г.М. Любчик, В.А. Маляренко. Теплоенергетичні установки та екологічні аспекти виробництва енергії. Підручник. – К.: «Політехніка», 2003. – 232с.
24. Про схвалення Енергетичної стратегії України на період до 2035 року “Безпека, енергоефективність, конкурентоспроможність” Розпорядження КМ України від 18 серпня 2017 р. № 605-р
25. Рудь Ю.С. Основи конструювання машин. Підручник: 2-е вид., переробл. - Кривий Ріг, 2015. – 492 с.
26. Марченко А. П., Рязанцев М. К., Шеховцов А. Ф. Двигуни внутрішнього згоряння: Серія підручників у 6 томах. Т.2. Доводка конструкцій форсованих двигунів наземних транспортних машин. / За ред. А. П. Марченка та А.Ф. Шеховцова. – Харків: Прапор, 2004. –288 с.
27. Двигуни внутрішнього згоряння: Серія підручників у 6 томах. Т.1. Розробка конструкцій форсованих двигунів наземних транспортних машин. / За редакцією проф. А.П. Марченка, засл. діяча науки України, проф. А.Ф. Шеховцова – Харків: Видавн. центр НТУ «ХПІ», 2004. – 491с.
28. Єфімов О.В. Удосконалення та оптимізація моделей, процесів, конструкцій та режимів роботи енергетичного обладнання АЕС, ТЕС та опалювальних котелень /Монографія/ О.В. Єфімов, Л.В. Гончаренко, Т.В. Потаніна, А.Л. Гончаренко, В.Л. Каверцев та ін. –Харків: «Підручник НТУ «ХПІ», 2013.–268 с.
29. Клименко В.В., Кравченко В.І.,Телюта Р.В. Енергозбереження в теплотехнологічних процесах та установках. Навчальний посібник. — Кропивницький: ПП Ексклюзив-Систем, 2020. — 219 с. — ISBN 978-617-7079-91-9.
30. Навчальний посібник із дисципліни “Термодинаміка” для студентів інженерних спеціальностей. – Полтава: ПолтНТУ, 2005. – 125 с.

Система оцінювання

Критерії оцінювання успішності студента та розподіл балів

Розподіл балів для оцінювання успішності студента у %:

Контрольні роботи	50	
Індивідуальні завдання		30
Відвідування занять	20	
Загалом	100	

Шкала оцінювання

Сума балів	Національна оцінка	ECTS
90–100	Відмінно	A
82–89	Добре	B
75–81	Добре	C
64–74	Задовільно	D
60–63	Задовільно	E
35–59	Незадовільно (потрібне додаткове вивчення)	FX
1–34	Незадовільно (потрібне повторне вивчення)	F

Норми академічної етики і політика курсу

Аспірант повинен дотримуватися «Кодексу етики академічних взаємовідносин та доброчесності НТУ «ХПІ»: виявляти дисциплінованість, вихованість, доброзичливість, чесність, відповідальність.

Конфліктні ситуації повинні відкрито обговорюватися в навчальних групах з викладачем, а при неможливості вирішення конфлікту – доводитися до відома співробітників дирекції інституту. Нормативно-правове забезпечення впровадження принципів академічної доброчесності НТУ «ХПІ» розміщено на сайті: <http://blogs.kpi.kharkov.ua/v2/nv/akademichna-dobrochesnist/>

Погодження

Силабус погоджено

31.08.2023 р.



Завідувач кафедри
Олександр УСАТИЙ



Гарант ОНП
Олександр УСАТИЙ