

Міністерство освіти і науки України
Національний аерокосмічний університет
«Харківський авіаційний інститут»

Кафедра аерокосмічної теплотехніки (№ 205)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми



(підпис)

Михайленко Т. П.

(ініціали та прізвище)

«31» серпня 2026 р.

СИЛАБУС ОБОВ'ЯЗКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Основи обчислювальної гідромеханіки

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: 14 «Електрична інженерія»
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: 144 «Теплоенергетика»
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма: «Комп'ютерно-інтегровані технології проектування енергетичних систем»

Рівень вищої освіти: перший (бакалаврський)

Силабус введено в дію з 01.09.2026

Харків – 2026 р.

Розробник: Лисиця О. Ю., доцент, к.т.н.
(прізвище та ініціали, посада, науковий ступінь і вчене звання)

(підпис)



Силабус навчальної дисципліни розглянуто на засіданні кафедри аерокосмічної теплотехніки (№ 205)

Протокол № 1 від «24» серпня 2026 р.

В. о. завідувача кафедри к.т.н., доцент
(науковий ступінь і вчене звання)



(підпис)

Костянтин Єпіфанов
(ініціали та прізвище)

Погоджено з представником здобувачів освіти:

здобувач: студент групи 268



(підпис)

Микола Гуманов
(ініціали та прізвище)

1. Загальна інформація про викладача



ПІБ: Лисиця Олексій Юрійович

Посада: доцент кафедри аерокосмічної
теплотехніки

Науковий ступінь: канд. техн. наук

Вчене звання: доцент

Перелік дисциплін, які викладає:

- Тепловий захист та системи охолодження енергоустановок та літальних апаратів;
- Обчислювальна гідромеханіка;
- Теплотехнічні вимірювання і прилади;
- Наукові основи водневої енергетики.

Напрями наукових досліджень:

CFD-моделювання теплогідравлічних процесів в енергетичних системах, процеси тепломасообміну та гідрогазодинаміки в складних системах, багатофазні течії.

Контактна інформація:

email: a.lisitsa@khai.edu

2. Опис навчальної дисципліни

Форма здобуття освіти	<i>Денна</i>
Семестр	6
Мова викладання	Українська
Тип дисципліни	<i>Обов'язкова</i>
Обсяг дисципліни: кредити ЄКТС/ кількість годин	<u>денна</u> : 5 кредитів ЄКТС / 150 годин (64 аудиторних, з яких: лекції – 32, практичні – 32; СРЗ – 86);
Види навчальної діяльності	Лекції, практичні заняття, самостійна робота
Види контролю	Поточний контроль, модульний контроль, семестровий контроль – іспит
Пререквізити	вища математика, фізика, технічна термодинаміка, гідрогазодинаміка
Кореквізити	тепломасообмін, технічна термодинаміка, гідрогазодинаміка
Постреквізити	комп'ютерні технології моделювання задач теплофізики, системи забезпечення теплового режиму, обчислювальна гідромеханіка

3. Мета та завдання навчальної дисципліни

Мета – формування системи знань і розумінь абстрактного мислення, аналізу та синтезу, застосування релевантних математичних методів для розв’язання складних задач в теплоенергетиці, моделювання теплових, гідродинамічних процесів в енергетичних системах з використанням сучасних обчислювальних методів.

Завдання – навчитися аналізувати і обирати ефективні аналітичні, розрахункові методи розв’язання задач теплоенергетики, розробляти і досліджувати математичні і комп’ютерні моделі, перевіряти адекватність моделей, порівнювати результати моделювання з іншими даними і оцінювати їх точність і надійність, вирішувати практичні задачі з тепломасообміну з використанням сучасних обчислювальних методів та прикладного комп’ютерного забезпечення.

Інтегральна компетентність:

Здатність розв’язувати складні загальні, спеціалізовані задачі та практичні проблеми теплоенергетичної галузі, що передбачає застосування певних теорій та методів електричної інженерії і характеризується комплексністю та невизначеністю умов.

Загальні компетентності (ЗК)

Після закінчення цієї програми здобувач освіти буде здатен:

ЗК1. Здатність реалізувати свої права і обов’язки як члена суспільства, усвідомлювати цінності громадянського (вільного демократичного) суспільства та необхідність його сталого розвитку, верховенства права, прав і свобод людини і громадянина в Україні.

ЗК2. Здатність зберігати та примножувати моральні, культурні, наукові цінності досягнення суспільства на основі розуміння історії та закономірностей розвитку предметної області, її місця у загальній системі знань про природу і суспільство та у розвитку суспільства, техніки і технологій, використовувати різні види та форми рухової активності для активного відпочинку та ведення здорового способу життя.

ЗК3. Здатність вчитися і оволодівати сучасними знаннями.

ЗК4. Здатність застосовувати знання у практичних ситуаціях.

ЗК6. Здатність до пошуку, оброблення та аналізу інформації з різних джерел.

ЗК8. Здатність спілкуватися державною мовою як усно, так і письмово.

ЗК9. Здатність приймати обґрунтовані рішення.

ЗК11. Здатність ухвалювати рішення та діяти, дотримуючись принципу неприпустимості корупції та будь-яких інших проявів недоброочесності

Спеціальні компетентності

Після закінчення цієї програми здобувач освіти буде здатен:

ФК1. Здатність застосовувати відповідні кількісні математичні методи, методи природничих та технічних наук і комп'ютерне програмне забезпечення для вирішення інженерних завдань в теплоенергетичній галузі.

ФК2. Здатність застосовувати і інтегрувати знання і розуміння інших інженерних дисциплін для вирішення професійних проблем.

ФК3. Здатність проектувати та експлуатувати теплоенергетичне обладнання.

ФК4. Здатність виявляти, класифікувати і оцінювати ефективність систем і компонентів на основі використання аналітичних методів і методів моделювання в теплоенергетичній галузі.

ФК5. Здатність визначати, досліджувати та розв'язувати проблеми у сфері теплоенергетики, а також ідентифікувати обмеження, включаючи ті, що пов'язані з інженерними аспектами і проблемами охорони природи, сталого розвитку, здоров'я і безпеки та оцінками ризиків в теплоенергетичній галузі.

ФК7. Здатність враховувати ширший міждисциплінарний інженерний контекст у професійній діяльності в сфері теплоенергетики.

ФК8. Здатність використовувати наукову і технічну літературу та джерела інформації у професійній діяльності в теплоенергетичній галузі.

ФК13. Здатність використовувати концептуально-методологічний базис та прийоми вирішення задач у сфері теплоенергетики чисельними методами із застосуванням комп'ютерних технологій.

ФК14. Здатність застосовувати знання та підходи термодинаміки, тепломасообміну, гідрогазодинаміки, теплофізичних властивостей речовин для аналізу ефективності теплогідравлічних процесів, розрахунку, проектування теплоенергетичного обладнання та раціонального використання енергетичних ресурсів.

Програмні результати навчання:

ПРН1. Знати і розуміти математику, фізику, хімію на рівні, необхідному для досягнення результатів освітньої програми.

ПРН3. Розуміння міждисциплінарного контексту спеціальності «Теплоенергетика».

ПРН5. Обирати і застосовувати придатні типові аналітичні, розрахункові та експериментальні методи; правильно інтерпретувати результати таких досліджень.

ПРН6. Виявляти, формулювати і вирішувати інженерні завдання у теплоенергетиці; розуміти важливість нетехнічних (суспільство, здоров'я і безпека, навколишнє середовище, економіка і промисловість) обмежень.

ПРН7. Розробляти і проектувати складні вироби в теплоенергетичній галузі, процеси і системи, що задовольняють встановлені вимоги, які можуть включати обізнаність про технічні й нетехнічні (суспільство, здоров'я і безпека, навколишнє середовище, економіка і промисловість) аспекти.

ПРН9. Вміти знаходити необхідну інформацію в технічній літературі, наукових базах даних та інших джерелах інформації, критично оцінювати і аналізувати її.

ПРН12. Розуміти ключові аспекти та концепції теплоенергетики, технології виробництва, передачі, розподілу і використання енергії.

ПРН13. Розуміти основні методики проектування і дослідження в теплоенергетиці, а також їх обмеження.

ПРН14. Мати навички розв'язання складних задач і практичних проблем, що передбачають реалізацію інженерних проектів і проведення досліджень відповідно до спеціалізації.

ПРН19. Здатність вирішувати задачі у сфері теплоенергетики чисельними методами із застосуванням комп'ютерних технологій.

ПРН20. Здатність досліджувати та аналізувати ефективність процесів у теплоенергетичних системах.

3. Зміст навчальної дисципліни

МОДУЛЬ 1

Змістовний модуль 1. Методи та інструменти для моделювання теплотехнічних систем.

Тема 1.

- Вступ до навчальної дисципліни «Основи обчислювальної гідромеханіки»;
- Застосування обчислювальної гідромеханіки та математичного моделювання в сучасному світі. Зміст поняття «обчислювальна гідромеханіка», «математичне моделювання». Інформаційне середовище технічних систем. Роль і місце математичного моделювання в інформаційних технологіях;
- Вступ до навчальної дисципліни. Основні поняття;
- Опрацювання матеріалу лекцій, формування питань до викладача, підготовка до модульних контрольних робіт.

Тема 2.

- Методи моделювання теплотехнічних систем;
- Класифікаційні ознаки методів моделювання технічних систем. Математичне моделювання технічних систем. Імітаційне моделювання технічних систем. Інші види моделювання технічних систем. Методи розв'язання системи рівнянь примежового шару;
- Методи моделювання теплотехнічних систем. Математичне моделювання технічних систем;
- Опрацювання матеріалу лекцій, формування питань до викладача, підготовка до модульних контрольних робіт.

Тема 3.

- Методи розв'язання систем рівнянь;
- Панельний метод. Нев'язкі нестисливі течії. Обтікання профілю з піднімальною силою. Нев'язкі стисливі течії рідини. Метод сіток. Одновимірний несталий рух невязкої стисливої рідини. Метод сіток. Неявні схеми для рівнянь Ейлера. Багатосіткові методи розв'язання рівнянь Ейлера;
- Методи розв'язання систем рівнянь. Явні та неявні схеми;

- Опрацювання матеріалу лекцій, формування питань до викладача, підготовка до модульних контрольних робіт.

Тема 4.

- Методи побудови розрахункових сіток;
- Методи теорії функції комплексної змінної. Однокрокове конформне відображення. Алгебраїчні відображення. Найпростіші алгебраїчні відображення. Метод багатьох поверхонь. Методи, що засновані на розв'язанні диференціальних рівнянь. Адаптивні сітки. Варіаційний метод. Методи із заданням швидкості вузлів сітки;
- Методи побудови розрахункових сіток;
- Опрацювання матеріалу лекцій, формування питань до викладача, підготовка до модульних контрольних робіт.

Модульний контроль 1

МОДУЛЬ 2

Змістовний модуль 2. Математичні моделі та їх застосування при моделюванні теплогідравлічних процесів.

Тема 5.

- Комп'ютерне моделювання теплогідравлічних процесів;
- Аналіз сучасних пакетів прикладних програм математичного моделювання. Аналіз сучасних CAE-систем комп'ютерного моделювання. Типові задачі комп'ютерного моделювання в гідромеханіці. Функціональні можливості сучасних інформаційних систем комп'ютерного моделювання;
- Аналіз сучасних пакетів прикладних програм математичного моделювання. Типові задачі комп'ютерного моделювання в гідромеханіці;
- Опрацювання матеріалу лекцій, формування питань до викладача, підготовка до модульних контрольних робіт.

Тема 6.

- Моделі турбулентності;
- Рівняння Рейнольдса. Деякі відомості про внутрішню структуру турбулентних потоків. Перенос імпульсу, тепла й домішок у турбулентних потоках. Гіпотеза Бусинеска. Теорія “шляху змішування”

Прандтля. “Вільна” турбулентність. Плоскі турбулентні примежові шари. Моделі першого порядку. Тривимірні турбулентні примежові шари. Моделі першого порядку. Моделі другого порядку для плоских турбулентних примежових шарів. “k-w” – модель турбулентності. “k-ε” – модель турбулентності;

- Моделі турбулентності;
- Опрацювання матеріалу лекцій, формування питань до викладача, підготовка до модульних контрольних робіт.

Тема 7.

- Диференціальні рівняння в частинних похідних і їх математична класифікація;
- Природа коректнопоставленої задачі. Критерії Адамара. Математична класифікація лінійних диференціальних рівнянь другого порядку. Математична класифікація систем лінійних диференціальних рівнянь першого порядку;
- Диференціальні рівняння. Математична класифікація лінійних диференціальних рівнянь;
- Опрацювання матеріалу лекцій, формування питань до викладача, підготовка до модульних контрольних робіт.

Тема 8.

- Методи розв'язання систем лінійних і нелінійних алгебраїчних рівнянь;
- Метод Ньютона. Квазіньютонівські методи. Прямі методи розв'язання лінійних систем. Методи прогонки. Ітераційні методи. Загальна структура ітераційних методів. Збіжність ітераційних методів. Особливості розв'язання систем нелінійних рівнянь. Багатосіткові методи;
- Методи розв'язання систем лінійних і нелінійних алгебраїчних рівнянь;
- Опрацювання матеріалу лекцій, формування питань до викладача, підготовка до модульних контрольних робіт.

Модульний контроль 2

5. Індивідуальні завдання

«CFD-моделювання теплогідравлічних процесів при русі рідини в каналі».

Згідно з поставленими кожному студенту окремо вихідними даними, розробити математичну модель процесу, побудувати геометрію, створити розрахункову сітку, задати граничні та початкові умови, встановити необхідні

параметри чисельної схеми, провести теплогідравлічний розрахунок, проаналізувати результати та оформити звіт.

6. Методи навчання

Словесні, наочні, практичні.

7. Методи контролю

Поточний контроль (теоретичне опитування й розв'язання практичних завдань), модульний контроль (тестування за розділами курсу) та підсумковий (семестровий) контроль (іспит).

8. Критерії оцінювання та розподіл балів, які отримують здобувачі освіти

8.1. Розподіл балів, які отримують здобувачі освіти

Складові навчальної роботи	Бали за одне заняття (завдання)	Кількість занять (завдань)	Сумарна кількість балів
Змістовний модуль 1			
Активність під час аудиторної роботи	0...1	8	0...8
Виконання і захист лабораторних/практичних робіт	0...2	8	0...16
Модульний контроль	0...20	1	0...20
Змістовний модуль 2			
Активність під час аудиторної роботи	0...1	8	0...8
Виконання і захист лабораторних/практичних робіт	0...2	8	0...16
Модульний контроль	0...26	1	0...20
Виконання і захист РР	0...12	12	0...12
Усього за семестр			0...100

Семестровий контроль (іспит) проводиться у разі відмови здобувача від балів поточного тестування й за наявності допуску до іспиту. Під час складання семестрового іспиту здобувач має можливість отримати максимум 100 балів.

Білет для іспиту складається з двох теоретичних питань, кожне з яких оцінюється максимально в 50 балів.

Таблиця 8.2 – Шкали оцінювання: бальна і традиційна

Сума балів	Оцінка за традиційною шкалою
	Іспит
90 – 100	Відмінно
75 – 89	Добре
60 – 74	Задовільно
0 – 59	Незадовільно

Критерії оцінювання роботи здобувача протягом семестру

Задовільно (60-74) – мати мінімум знань і умінь для забезпечення програмних результатів навчання. Виконати індивідуальне завдання. Орієнтуватися в матеріалі курсу, знати основні види моделей турбулентності, види сіток, методи розв'язку диференційних рівнянь.

Добре (75-89) – Знати основні методи моделювання технічних систем, методи розв'язання системи рівнянь Ейлера, моделі турбулентності. Виконати індивідуальне завдання.

Відмінно (90-100) – мати знання, що дозволять самостійно, вільно та обґрунтовано відповідати на питання щодо математичного моделювання теплогідравлічних процесів в енергетичних системах, методів розв'язання різних систем рівнянь, методів побудови розрахункових сіток. Виконати індивідуальне завдання та відпрацювати усі практичні заняття.

9. Політика навчального курсу

Відвідування занять. Регуляція пропусків. Інтерактивний характер курсу передбачає обов'язкове відвідування практичних занять. Здобувачі освіти, які за певних обставин не можуть відвідувати практичні заняття регулярно, повинні протягом тижня узгодити із викладачем графік індивідуального відпрацювання пропущених занять. Окремі пропущені заняття мають бути відпрацьовані на найближчій консультації протягом тижня після їх пропуску. Відпрацювання занять здійснюється усно у формі співбесіди за питаннями, визначеними планом заняття. В окремих випадках дозволяється письмове відпрацювання пропущених занять шляхом виконання індивідуального письмового завдання.

Дотримання вимог академічної доброчесності здобувачами освіти під час вивчення навчальної дисципліни. Під час вивчення навчальної дисципліни здобувачі освіти мають дотримуватися загальноприйнятих морально-етичних норм і правил поведінки, вимог академічної доброчесності, передбачених Положенням про академічну доброчесність Національного аерокосмічного університету «Харківський авіаційний інститут». Очікується, що роботи

здобувачів освіти будуть їх оригінальними дослідженнями або міркуваннями. Відсутність посилань на використані джерела, фабрикування джерел, списування, втручання в роботу інших здобувачів освіти становлять, але не обмежують, приклади можливої академічної недоброочесності. Виявлення ознак академічної недоброочесності в письмовій роботі здобувача освіти є підставою для її незарахування викладачем незалежно від масштабів плагіату чи обману.

Вирішення конфліктів. Порядок і процедури врегулювання конфліктів, пов'язаних із корупційними діями, зіткненням інтересів, різними формами дискримінації, сексуальними домаганнями, міжособистісними стосунками та іншими ситуаціями, що можуть виникнути під час навчання, а також правила етичної поведінки регламентуються Кодексом етики в Національному аерокосмічному університеті «Харківський авіаційний інститут»

10. Методичне забезпечення та інформаційні ресурси

Підручники, навчальні посібники, навчально-методичні посібники, конспекти лекцій, методичні рекомендації з проведення лабораторних робіт тощо, які видані в Університеті знаходяться за посиланням:

• http://library.khai.edu/catalog?clear_all_params=0&mode=KNMZ&lang=ukr&caller_mode=SearchDocForm&ext=no&theme_path=0&themes_basket=&ttp_themes_basket=&disciplinesearch=no&top_list=1&fullsearch_fld=&author_fld=%D0%A0%D0%BE%D0%BC%D0%B0%D0%BD%D0%BE%D0%B2&docname_fld=&docname_cond=beginwith&theme_context=%D0%A0%D1%96%D0%B7%D0%B0%D0%BD%D0%BD%D1%8F+%D0%BC%D0%B5%D1%82%D0%B0%D0%BB%D1%96%D0%B2&theme_cond=all_theme&theme_id=0&is_ttp=0&combiningAND=0&step=20&tpage=1

Сторінка дисципліни знаходиться за посиланням:
<https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=9118>

11. Рекомендована література

Базова

1. Обчислювальна гідромеханіка. А. В. Загорулько, Д. О. Кайота. – Суми Сумський державний університет. 2019, – 102 с.
2. CFD-моделювання процесів теплообміну і гідродинаміки засобами програмного комплексу. О. В. Баранюк, М. В. Воробйов, А. Ю. Рачинський. Київ. КПІ ім. Ігоря Сікорського. 2023 – 160 с.
3. Павленко П. М., Філоненко С. Ф., Чередніков О. М., Трейтяк В. В. Математичне моделювання систем і процесів: навч. посіб. – К. : НАУ, 2017. – 392 с.

Допоміжна

1. Computational Methods for Fluid Dynamics. Joel H. Ferziger • Milovan Perić • Robert L. Street. 4th edition: Springer Nature Switzerland AG 2020, 606 p.
2. Tutorial Guide. Ansys Fluent. 2023.

12. Інформаційні ресурси

<https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=9118>