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

Кафедра _____аерокосмічної теплотехніки_____ (№ _205___)

ЗАТВЕРДЖУЮ

Гарант освітньої програми



Гакал П.Г.
(підпис) (ініціали та прізвище)

«31» серпня 2026 р.

СИЛАБУС ОБОВ'ЯЗКОВОЇ НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

Обчислювальна гідромеханіка

(назва навчальної дисципліни)

Галузь знань: _____ G «Інженерія, виробництво та будівництво»____
(шифр і найменування галузі знань)

Спеціальність: _____ G4 «Енерговиробництво»_____
(код і найменування спеціальності)

Освітня програма: __«Інжиніринг та експлуатація теплоенергетичних систем»__

Рівень вищої освіти: другий (магістерський)

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_  Костянтин ЄПІФАНОВ
(науковий ступінь і вчене звання) (підпис) (ініціали та прізвище)

Погоджено з представником здобувачів освіти:

здобувач: студент групи 268  Микола Гуманов
(підпис) (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	*Денна*
Семестр	1
Мова викладання	Українська
Тип дисципліни	*Обов'язкова*
Обсяг дисципліни: кредити ЄКТС/ кількість годин	*денна*: 4 кредитів ЄКТС / 120 годин (40 аудиторних, з яких: лекції – 24, практичні – 16; СРЗ – 80);
Види навчальної діяльності	Лекції, практичні заняття, самостійна робота
Види контролю	Поточний контроль, модульний контроль, семестровий контроль – іспит
Пререквізити	вища математика, фізика, тепломасообмін, технічна термодинаміка, гідрогазодинаміка
Кореквізити	моделювання та розрахунок процесів в енергетичних системах, комп'ютерно-інтегровані системи проектування
Постреквізити	комп'ютерно-інтегровані системи проектування, системи забезпечення теплового режиму

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 задачі і проблеми у теплоенергетичній галузі або у процесі навчання, що передбачає проведення досліджень та/або здійснення інновацій та характеризується невизначеністю умов і вимог.

Загальні компетентності (ЗК)

Після закінчення цієї програми здобувач освіти буде здатен:

ЗК1. Знання та розуміння предметної області та розуміння професійної діяльності.

ЗК2 Здатність до абстрактного мислення, аналізу та синтезу.

Спеціальні компетентності

Після закінчення цієї програми здобувач освіти буде здатен:

СК1. Здатність застосовувати та удосконалювати математичні та комп'ютерні моделі, наукові і технічні методи та сучасне комп'ютерне програмне забезпечення для розв'язання складних інженерних задач в теплоенергетиці.

СК 3. Здатність застосовувати релевантні математичні методи для розв'язання складних задач в теплоенергетиці.

СК 9. Здатність моделювати теплові, гідродинамічні процеси в енергетичних системах, у тому числі з використанням сучасних обчислювальних методів.

Програмні результати навчання:

ПР1. Аналізувати, застосовувати та створювати складні інженерні технології, процеси, системи обладнання відповідно до обраного напряму теплоенергетики.

ПР2. Аналізувати і обирати ефективні аналітичні, розрахункові та експериментальні методи розв'язання складних задач теплоенергетики.

ПР3. Розробляти і реалізовувати проекти у сфері теплоенергетики з урахуванням цілей, прогнозів, обмежень та ризиків і беручи до уваги технологічні, законодавчі, соціальні, економічні, екологічні та інші аспекти.

ПР4. Відшуковувати необхідну інформацію з різних джерел, оцінювати, обробляти та аналізувати цю інформацію.

ПР5. Розробляти і досліджувати фізичні, математичні і комп'ютерні моделі об'єктів та процесів теплоенергетики, перевіряти адекватність моделей, порівнювати результати моделювання з іншими даними та оцінювати їх точність і надійність.

ПР6. Приймати ефективні рішення, використовуючи сучасні методи та інструменти порівняння альтернатив, оцінювання ризиків та прогнозування.

ПР7. Знати, розуміти і застосовувати у практичній діяльності ключові концепції, сучасні знання та кращі практики в теплоенергетичній галузі, технології виробництва, передачі, розподілу і використання енергії.

ПР8. Обґрунтовувати вибір та застосовування матеріалів, обладнання та інструментів, інженерних технологій і процесів з урахуванням їх характеристик і властивостей, вимог до кінцевого продукту, а також нетехнічних аспектів.

ПР9. Вільно спілкуватися державною мовою з професійних питань, обговорювати результати виробничої, наукової та інноваційної діяльності з фахівцями та нефахівцями.

ПР10. Розуміти стратегію і цілі підприємства (установи) з урахуванням забезпечення позитивного внеску до розвитку суспільства і держави, створення і впровадження інноваційних технологій, розвитку персоналу.

ПР12. Доносити зрозуміло і недвозначно власні висновки з проблем теплоенергетики, а також знання та пояснення, що їх обґрунтовують, до фахівців і нефахівців.

ПР13. Знати основні положення вітчизняного і міжнародного законодавства і практик міжнародної діяльності у сфері теплоенергетики.

ПР14. Планувати і реалізовувати заходи з підвищення енергоефективності теплоенергетичних об'єктів систем з урахуванням наявних обмежень, включаючи ті, що пов'язані з проблемами охорони природи, сталого розвитку, здоров'я і безпеки та оцінками ризиків в теплоенергетиці, оцінювати ефективність таких заходів.

ПР15. Розуміння професійних і етичних стандартів діяльності, застосування їх під час діяльності у сфері теплоенергетики.

ПР16. Аналізувати і оцінювати проблеми теплоенергетики, пов'язані із розвитком нових технологій, науки, суспільства та економіки.

ПР17. Ефективно співпрацювати з колегами, беручі відповідальність за певний напрям і свій внесок до спільних результатів діяльності, а також власний розвиток і розвиток колективу.

ПР18. Аналізувати технологічні схеми і показники ефективності теплоенергетичнихсистем, що використовується в авіаційно-космічній техніці, двигунах, системах тепло- та холодопостачання, кондиціонування.

ПР19. Проводити монтажні роботи та експлуатацію холодопостачання. систем кондиціювання, тепло- та

ПР20. Вирішувати практичні задачі з тепло- масообміну, теплонапруженого стану з використанням сучасних обчислювальних методів та прикладного комп'ютерного забезпечення.

4. 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 теплотехнічних 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 нев’язкої 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.

- Структуровані і неструктуровані сітки. 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 коректно поставленої 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» (https://khai.edu/assets/files/polozhennya/polozhennya-pro-akademichnu-dobrochesnist.pdf). 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 недоброчестності. Виявлення ознак академічної недоброчесності 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 етичної поведінки в Національному аерокосмічному університеті «Харківський авіаційний інститут» (https://khai.edu/ua/university/normativna-baza/ustanovchi-dokumenti/kodeks-etichnoi-povedinki/).

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

- 1. Теплообмін. Конспект лекцій. – Харків: Нац. аерокосмічний ун-т "Харк. авіац. ін-т", 2019. – 86 с.
- 2. Теплообмін. Конспект лекцій за дисципліною «Тепломасообмін». Ч. 1: Теплопровідність і теплообмін випромінюванням – Харків: Нац. аерокосмічний ун-т "Харк. авіац. ін-т", 2019. – 88 с.
- 3. Теплообмін. Конспект лекцій за дисципліною «Тепломасообмін». Ч. 2: Конвекція. Теплообмінні апарати. – Харків: Нац. аерокосмічний ун-т "Харк. авіац. ін-т", 2019. – 101 с.

Сторінка дисципліни знаходиться за посиланням: https://mentor.khai.edu/course/view.php?id=5961

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=5961