

«Затверджую»

Декан ФІСЕ проф. Приймак О.В.

«26» Травня 2020 р. Дн

КАРТА ДИСЦИПЛІНИ (СИЛАБУС)

1) НАЗВА ДИСЦИПЛІНИ: ФІЗИКО-МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ГАЗОГІДРОДИНАМІЧНИХ ТА ТЕПЛОМАСООБМІННИХ ПРОЦЕСІВ		2) Шифр за ОНП: ВБ 2.3.4		
3) Карта дисципліни дійсна протягом навчального року: 2020/2021				
4) Освітній рівень: третій рівень вищої освіти				
5) Форма навчання: денна				
6) Галузь знань: 19 «Архітектура та будівництво»				
7) Спеціальність: 192 «Будівництво та цивільна інженерія»				
8) Компонента спеціальності: вибіркова				
9) Семестр: 4				
10) Цикл дисципліни: дисципліна професійної та практичної підготовки				
11) Викладач (розробник карти): доц., к.т.н. В. О. Мілейковський				
12) Мова навчання: українська				
13) Необхідні ввідні дисципліни: ОК 04, ОК 07				
14) Мета курсу: встановлення методів фізико-математичного моделювання, зокрема обчислювальної гідродинаміки, за вибраною темою дисертації.				
15) Результати навчання:				
№	Програмний результат навчання	Метод перевірки навчального ефекту	Форма проведення занять	Посилання на програмні компетентності
ПРО2	Здатність продемонструвати глибинні системні знання і розуміння вітчизняного та зарубіжного наукового доробку та практичного досвіду, сучасної методологічно-методичної бази проведення наукових досліджень у царині будівництва.	Обговорення під час занять, тематичне дослідження, РГР	Практичні заняття	ІК, ЗК 01, ЗК 02, ЗК 05, ФК 01, ФК 02, ФК 03, ФК 05, ФК 08, ФК 09
ПРО4	Здатність продемонструвати знання із наукової та професійної підготовки для підтвердження рівня компетентності у виборі методів наукових досліджень, оцінки їх наукової новизни та практичного значення при вирішенні спеціалізованих завдань в сфері будівництва та цивільної інженерії.	Обговорення під час занять, тематичне дослідження, РГР	Практичні заняття	ІК, ЗК 01, ЗК 02, ЗК 05, ФК 01, ФК 02, ФК 03, ФК 05, ФК 08, ФК 09
ПРО5	Вміння виявляти зв'язки між сучасними науковими концепціями в суміжних предметних сферах, вміння переоцінювати вже існуючі знання і професійні практики для обґрунтування нових теоретичних та практичних рекомендацій для розв'язування науково-практичних задач в області теоретичних досліджень, застосовувати їх в сфері будівництва та цивільної інженерії.	Обговорення під час занять, тематичне дослідження, РГР	Практичні заняття	ІК, ЗК 01, ЗК 02, ЗК 05, ФК 01, ФК 02, ФК 03, ФК 05, ФК 08, ФК 09

11. Отримання результатів розрахунку у графічній формі: отримання графічного зображення полів параметрів твердих тіл, рідин і газів; побудова ліній течії; анімація результатів розрахунку – 2 год.

12. Отримання числових результатів розрахунку: отримання точкових та усереднених параметрів; отримання табличних значень величин; автоматизований аналіз табличних значень, визначення нестандартних параметрів. – 4 год.

13. Аналіз коректності результатів: причини виникнення помилок моделювання; коригування моделі для підвищення коректності моделювання – 4 год.

14. Розв'язання спеціалізованих задач методами обчислювальної гідромеханіки за методом Ейлера: спрощене моделювання рухливих об'єктів та поверхонь за методом Ейлера; моделювання обертання робочого колеса нагнітача – 4 год.

15. Моделювання процесів горіння: особливості процесів горіння для обчислювальної гідромеханіки; принципи моделювання горіння – 4 год.

16. Моделювання руху твердих тіл у потоку рідин і газів: поєднання методів Ейлера й Лагранжа для моделювання одночасного руху твердих тіл, рідин і газів; моделювання руху твердих під дією потоку рідин або газів – 4 год..

17. Програмне забезпечення для моделювання руху твердих тіл у потоку рідин і газів: основні задачі, з руху твердих тіл у потоку рідин і газів; програми для моделювання руху твердих тіл разом з рухом рідин і газів – 4 год.

18. Моделювання газогідродинамічних і тепломасообмінних процесів у турбулентних потоках на базі методу особливостей: використання методу особливостей для моделювання турбулентних пристінних прилежувальних шарів: підхід А. Я. Ткачука; використання методу особливостей для моделювання вільних турбулентних течій – 4 год.

Курсовий проект/курсова робота/РГР/Контрольна робота:

РГР

Для поглибленого вивчення і закріплення теоретичних знань студенти виконують РГР. РГР обсягом до 24 сторінок А4 друкованого тексту включає наступні опрацьовані розділи:

Постановка задачі моделювання

1. Планування експериментального дослідження.
2. Побудова тривимірної моделі об'єкта.

Обробка результатів моделювання

3. Аналіз полів параметрів, ліній течії тощо.
4. Числові результати дослідження, рівняння регресії.
5. Література

Самостійна робота студента:

1-80. Опрацювання матеріалу практичних занять, а саме:

Місце обчислювальної гідромеханіки в сучасній газогідродинаміці та тепломасообміні: мета, завдання та місце дисципліни в загальному процесі виконання аспірантом дисертаційного дослідження; короткий історичний нарис обчислювальної гідромеханіки. – 2 год.

Теоретичні підходи до моделювання турбулентних течій: основні методи теоретичного аналізу турбулентних течій біля твердих поверхонь; основні методи теоретичного аналізу вільних турбулентних течій – 2 год.

Вибір моделі обчислювальної гідромеханіки: методи Ейлера та Лагранжа, їхнє застосування для руху рідин/газів та твердих тіл; моделювання ламінарних течій, система рівнянь Нав'є-Стокса; проблеми моделювання турбулентних течій – 4 год.

Вибір моделі турбулентного руху для розв'язання різних задач: класифікація моделей турбулентного руху за розміром вихорів, що моделюються: моделі DNS, LES і RANS; класифікація моделей RANS, проблеми їхньої точності – 4 год.

Моделювання теплообмінних процесів: моделювання теплопровідності у твердих тілах; урахування конвективного теплообміну при моделюванні течій рідин і газів; моделювання радіаційного теплообміну, трасування променів теплової радіації – 4 год.

Програмне забезпечення обчислювальної гідродинаміки: можливості програмного забезпечення; огляд програм обчислювальної гідродинаміки: безкоштовні програми з відкритим кодом, комерційні програми та спеціалізовані модулі до платформ тривимірного проектування й BIM – 4 год.

Постановка задачі обчислювальної гідродинаміки: виявлення впливових факторів задачі; планування чисельних експериментів залежно від поставленої задачі – 4 год.

Підготовка моделі об'єкта дослідження: спрощення об'єкта дослідження, усунення незначущих елементів; побудова тривимірної моделі об'єкта в програмному забезпеченні – 4 год.

Підготовка моделі об'єкта дослідження: спрощення об'єкта дослідження, усунення незначущих елементів; побудова тривимірної моделі об'єкта в програмному забезпеченні – 4 год.

11. Отримання результатів розрахунку у графічній формі: отримання графічного зображення полів параметрів твердих тіл, рідин і газів; побудова ліній течії; анімація результатів розрахунку – 2 год.

12. Отримання числових результатів розрахунку: отримання точкових та усереднених параметрів; отримання табличних значень величин; автоматизований аналіз табличних значень, визначення нестандартних параметрів. – 4 год.

13. Аналіз коректності результатів: причини виникнення помилок моделювання; коригування моделі для підвищення коректності моделювання – 4 год.

14. Розв'язання спеціалізованих задач методами обчислювальної гідромеханіки за методом Ейлера: спрощене моделювання рухливих об'єктів та поверхонь за методом Ейлера; моделювання обертання робочого колеса нагнітача – 4 год.

15. Моделювання процесів горіння: особливості процесів горіння для обчислювальної гідромеханіки; принципи моделювання горіння – 4 год.

16. Моделювання руху твердих тіл у потоку рідин і газів: поєднання методів Ейлера й Лагранжа для моделювання одночасного руху твердих тіл, рідин і газів; моделювання руху твердих під дією потоку рідин або газів – 4 год..

17. Програмне забезпечення для моделювання руху твердих тіл у потоку рідин і газів: основні задачі, з руху твердих тіл у потоку рідин і газів; програми для моделювання руху твердих тіл разом з рухом рідин і газів – 4 год.

18. Моделювання газогідродинамічних і тепломасообмінних процесів у турбулентних потоках на базі методу особливостей: використання методу особливостей для моделювання турбулентних пристінних прилежових шарів: підхід А. Я. Ткачука; використання методу особливостей для моделювання вільних турбулентних течій – 4 год.

Курсовий проект/курсова робота/РГР/Контрольна робота:

РГР

Для поглибленого вивчення і закріплення теоретичних знань студенти виконують РГР. РГР обсягом до 24 сторінок А4 друкованого тексту включає наступні опрацьовані розділи:

Постановка задачі моделювання

1. Планування експериментального дослідження.
2. Побудова тривимірної моделі об'єкта.

Обробка результатів моделювання

3. Аналіз полів параметрів, ліній течії тощо.
4. Числові результати дослідження, рівняння регресії.
5. Література

Самостійна робота студента:

1-80. Опрацювання матеріалу практичних занять, а саме:

Місце обчислювальної гідромеханіки в сучасній газогідродинаміці та тепломасообміні: мета, завдання та місце дисципліни в загальному процесі виконання аспірантом дисертаційного дослідження; короткий історичний нарис обчислювальної гідромеханіки. – 2 год.

Теоретичні підходи до моделювання турбулентних течій: основні методи теоретичного аналізу турбулентних течій біля твердих поверхонь; основні методи теоретичного аналізу вільних турбулентних течій – 2 год.

Вибір моделі обчислювальної гідромеханіки: методи Ейлера та Лагранжа, їхнє застосування для руху рідин/газів та твердих тіл; моделювання ламінарних течій, система рівнянь Нав'є-Стокса; проблеми моделювання турбулентних течій – 4 год.

Вибір моделі турбулентного руху для розв'язання різних задач: класифікація моделей турбулентного руху за розміром вихорів, що моделюються: моделі DNS, LES і RANS; класифікація моделей RANS, проблеми їхньої точності – 4 год.

Моделювання теплообмінних процесів: моделювання теплопровідності у твердих тілах; урахування конвективного теплообміну при моделюванні течій рідин і газів; моделювання радіаційного теплообміну, трасування променів теплової радіації – 4 год.

Програмне забезпечення обчислювальної гідродинаміки: можливості програмного забезпечення; огляд програм обчислювальної гідродинаміки: безкоштовні програми з відкритим кодом, комерційні програми та спеціалізовані модулі до платформ тривимірного проектування й BIM – 4 год.

Постановка задачі обчислювальної гідродинаміки: виявлення впливових факторів задачі; планування чисельних експериментів залежно від поставленої задачі – 4 год.

Підготовка моделі об'єкта дослідження: спрощення об'єкта дослідження, усунення незначущих елементів; побудова тривимірної моделі об'єкта в програмному забезпеченні – 4 год.

Підготовка моделі об'єкта дослідження: спрощення об'єкта дослідження, усунення незначущих елементів; побудова тривимірної моделі об'єкта в програмному забезпеченні – 4 год.

Виконання машинного розрахунку: побудова розрахункової сітки; чисельне розв'язання рівнянь, моніторинг виконання – 4 год.

Отримання результатів розрахунку у графічній формі: отримання графічного зображення полів параметрів твердих тіл, рідин і газів; побудова ліній течії; анімація результатів розрахунку – 2 год.

Отримання числових результатів розрахунку: отримання точкових та усереднених параметрів; отримання табличних значень величин; автоматизований аналіз табличних значень, визначення нестандартних параметрів. – 4 год.

Аналіз коректності результатів: причини виникнення помилок моделювання; коригування моделі для підвищення коректності моделювання – 4 год.

Розв'язання спеціалізованих задач методами обчислювальної гідромеханіки за методом Ейлера: спрощене моделювання рухливих об'єктів та поверхонь за методом Ейлера; моделювання обертання робочого колеса нагнітача – 4 год.

Моделювання процесів горіння: особливості процесів горіння для обчислювальної гідромеханіки; принципи моделювання горіння – 4 год.

Моделювання руху твердих тіл у потоку рідин і газів: поєднання методів Ейлера й Лагранжа для моделювання одночасного руху твердих тіл, рідин і газів; моделювання руху твердих під дією потоку рідин або газів – 4 год.

Програмне забезпечення для моделювання руху твердих тіл у потоку рідин і газів: основні задачі, з руху твердих тіл у потоку рідин і газів; програми для моделювання руху твердих тіл разом з рухом рідин і газів – 6 год.

Моделювання газогідродинамічних і тепломасообмінних процесів у турбулентних потоках на базі методу особливостей: використання методу особливостей для моделювання турбулентних пристінних примежових шарів: підхід А. Я. Ткачука; використання методу особливостей для моделювання вільних турбулентних течій – 6 год.

Підготовлення до презентації РГР – 10 год.

81-101. Підготовка до заліку – 20 год.

17) Залік: є

18) Основна література:

1. Белов И. А., Исаев С. А. Моделирование турбулентных течений: Учебное пособие. Балтийский государственный технический университет "Военмех", Санкт-Петербург, 2001. 107 с. URL: http://cfdhelper.ru/library/book/Modelirovanie_turbulentnu_belov.pdf.

2. Алямовский А. А., Одинцов Е.В., Пономарёв Н. Б., Собачкин А.А., Харитонович А. И. SolidWorks. Компьютерное моделирование в инженерной практике. Санкт-Петербург: БХВ-Петербург, 2005. 800 с. ISBN: 978-5-94157-994-5. URL: <http://padabum.com/d.php?id=29688>

3. 65. Wilcox D. C. Turbulence Modeling for CFD. DCW Industries, La Canada, CA 91011, USA, 2006. 522 p. URL: https://cfid.spbstu.ru/agarbaruk/doc/2006_Wilcox_Turbulence-modeling-for-CFD.pdf.

4. Tannehill J. C., Pletcher R. H., Anderson D. Computational Fluid Mechanics and Heat Transfer. Second edition. Washington: CRC Press, Taylor & Francis Group, 1997. XX, 774 p. URL: <https://www.twirpx.com/file/345973/>

19) Додаткова література:

1. Волков К. Н. Методы визуализации вихревых течений в вычислительной газовой динамике и их применение при решении прикладных задач. Научно-технический вестник информационных технологий, механики и оптики. 2014. 2. Т. 14. № 3(91). С. 1-10. URL: <https://ntv.ifmo.ru/file/article/9610.pdf>.

Spalart P. R. Strategies for turbulence modelling and simulation. International Journal of Heat and Fluid Flow, 2000. Vol. 21, pp. 252-263. [https://doi.org/10.1016/S0142-727X\(00\)00007-2](https://doi.org/10.1016/S0142-727X(00)00007-2).

3. Subramaniam S. Lagrangian-Eulerian Methods for Multiphase Flows. Progress in Energy and Combustion Science, 2013. Vol. 39. Iss. 2-3. P. 215-245. <https://doi.org/10.1016/j.pecs.2012.10.003>.

20) Робоче навантаження студента, необхідне для досягнення результатів навчання

№	Форма занять	Кількість годин аудиторні / СРС
1.	Лекція	-
2.	Практичне заняття	50/50
3.	Лабораторні заняття	-
4.	КП/КР/РГР/Контр.роб.	РГР/10
5.	Форма контролю	залік/20
	Всього годин	50/100

22) Сума всіх годин:	150
23) Загальна кількість кредитів ECTS	5
24) Кількість годин (кредитів ECTS) аудиторного навантаження:	50 (1,7)
25) Кількість необхідних годин (кредитів ECTS) СРС для забезпечення аудиторного навантаження:	100 (3,4)
26) Кількість годин (кредитів ECTS) СРС, забезпечених навчальним планом:	100 (3,4)
27) Примітки: підсумковий семестровий контроль знань здобувачів освіти Університету (форма, час, критерії оцінювання тощо) за даною дисципліною регламентується у відповідності до вимог «Положення про заходи щодо підтримки академічної доброчесності в Київському національному університеті будівництва і архітектури» (введено в дію наказом ректора № 180 від «21» квітня 2020 р.), «Положення про критерії оцінювання знань здобувачів освіти в КНУБА» (затверджено Вченою радою КНУБА, протокол № 44 від «22» квітня 2016 р.). Апеляція результатів оцінювання проводиться у відповідності до «Положення про апеляцію результатів підсумкового контролю знань здобувачів освіти в КНУБА» (введено в дію наказом ректора №513 від 09.12.2019 р.) та на підставі інших діючих в КНУБА на момент викладання курсу регламентів (http://www.knuba.edu.ua/?page_id=15305).	

Розробники: доц, к.т.н. В. О. Мілейковський,
« 23 » 2020 р.

«Затверджено»

Зав. кафедри проф. Довгалюк В.Б.
« 23 » 2020 р.