

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ
ДЕРЖАВНИЙ ВИЩИЙ НАВЧАЛЬНИЙ ЗАКЛАД
«УКРАЇНСЬКИЙ ДЕРЖАВНИЙ ХІМІКО-ТЕХНОЛОГІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ»

МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ
З ОРГАНІЗАЦІЇ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ
З ДИСЦИПЛІНИ «КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ»
ЗА ОСВІТНІМ РІВНЕМ «МАГІСТР»
ДЛЯ СТУДЕНТІВ СПЕЦІАЛЬНОСТІ
«151 АВТОМАТИЗАЦІЯ ТА КОМП'ЮТЕРНО-ІНТЕГРОВАНІ ТЕХНОЛОГІЇ»

Затверджено на засіданні
кафедри комп'ютерно-
інтегрованих технологій та
автоматизації
Протокол № 9 від 26.06.2019

Дніпро ДВНЗ УДХТУ 2020

Методичні вказівки з організації самостійної роботи з дисципліни «Комп'ютерне моделювання» за освітнім рівнем «Магістр» для студентів спеціальності 151 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології" / Укл. Мисов О.П. – Дніпро: ДВНЗ УДХТУ, 2020. – 9 с.

Укладач О.П. Мисов, канд. техн. наук

Відповідальний за випуск О.П. Мисов, канд. техн. наук

Методичні вказівки

Методичні вказівки з організації самостійної роботи з дисципліни «Комп'ютерне моделювання» за освітнім рівнем "Магістр" для студентів спеціальності 151 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології"

Укладач МИСОВ Олег Петрович

Технічний редактор В.П. Синицька
Комп'ютерна верстка В.П. Синицька

Підписано до друку 30.09.2020. Формат 60×84/16. Папір ксерокс. Друк різнограф.
Умов. друк. арк. 0,41. Обл.-вид. арк. 0,48. Тираж 100 прим. Зам. № 83.
Свідоцтво ДК № 5026 від 16.12.2015

ДВНЗ УДХТУ, просп. Гагаріна, 8, м. Дніпро, 49005

Редакційно-видавничий відділ

1 ЦІЛІ І ЗАДАЧІ ДИСЦИПЛІНИ

Мета викладання дисципліни:

формування у студентів методичних основ розробки комп'ютерних моделей хіміко-технологічних процесів (ХТП)

Задачі навчальної дисципліни:

задачі полягають в тому, що студент повинен:

знати:

- Основні поняття теорії комп'ютерного моделювання;
- Основні типи моделей ХТП і систем;
- Основні вимоги, пропоновані до розробки комп'ютерних моделей ХТП.

вміти:

- Скласти комп'ютерні моделі ХТП;
- Проводити оптимізацію ХТП;
- Проводити ідентифікацію об'єктів ХТП.

мати уявлення:

- Про класифікацію моделей;
- Про комп'ютерні методи розробки ХТП моделей в наукових та інженерних дослідженнях;
- Про методи застосування комп'ютерних моделей в наукових та інженерних дослідженнях;
- Про методи оцінки його комп'ютерних моделей ХТП;
- Про математичні методи, що застосовуються в моделюванні;
- Про завдання ідентифікації та оптимізації ХТП.

2 МІСЦЕ ДИСЦИПЛІНИ В СТРУКТУРІ ОП

Курс є дисципліною за вибором варіативної частини професійного блоку навчального плану.

3 ЗАГАЛЬНІ ЗАСАДИ САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ СТУДЕНТА

Самостійна робота студента є однією із важливих складових навчального процесу, яка безпосередньо впливає на глибину та стійкість набутих знань і умінь.

Метою самостійної роботи студента є закріплення, поглиблення і систематизація набутих теоретичних знань, а також опанування навичок роботи з навчальною і науково-методичною літературою, вміння вільно орієнтуватися в інформаційному просторі.

Головною формою організації вивчення дисципліни є проведення лекційних занять, а також самостійна робота за програмою курсу з підготовки до занять та виконання індивідуальне завдання – курсової роботи. Контроль поточних знань здійснюється шляхом опитування, та виконання індивідуального завдання. Формою підсумкового контролю є – екзамен.

Інтегральна оцінка засвоєння знань студентом знань та вмінь по навчальній дисципліні складається з оцінок, отриманих студентами по окремих модулях. При цьому в інтегральну (підсумкову) оцінку входять оцінки по кожному виду занять і по кожному модулю із своєю вагою, яка відображає:

- ритмічність роботи студента, тобто виконання студентом контрольних заходів по даному модулю в термін, який встановлено навчальним планом дисципліни;
- вчасність подачі виконаного завдання на перевірку;
- правильність виконання завдання;
- знання теоретичних основ.

Самостійна робота з дисципліни **«Комп'ютерне моделювання»** передбачена навчальним планом за освітнім рівнем "магістр" для студентів спеціальності – 151 "Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології"

4 ЗМІСТ ДИСЦИПЛІНИ

4.1 Перелік тем лекційного курсу

Змістовий модуль 1 Основи комп'ютерного моделювання ХТП за допомогою прикладної програми ChemCAD. Тема 1.1. Огляд систем і принципів моделювання ХТП.

Тема 1.1. Огляд сучасних систем комп'ютерного моделювання хіміко-технологічних процесів (САПР): Aspen Plus, ChemCad, HYSYS, Pro II та ін. Огляд систем і принципів моделювання ХТП. Типові технологічні оператори ХТП. Основні методи розрахунку ХТП. Інтегральні і декомпозиційні методи розрахунків ХТП. Детерміновані та статистичні моделі об'єктів в ХТП.

Тема 1.2. Використання пакету ChemCAD для моделювання ХТП. Використання контролерів. Візуалізація результатів. Особливості застосування твердо фазних потоків в пакеті ChemCAD. Моделювання ХТП з використанням реактора Гіббса.

Тема 1.3. Динамічний і стаціонарний режимів моделювання ХТП в пакеті ChemCAD. Використання ПІД-контролерів в динамічному режимі. Створення моделі ХТП з використанням ПІД-контролера. Визначення коефіцієнтів ПІД-контролера за допомогою пакету Chemcad.

Тема 1.4. Дослідження чутливості перемінних ХТП. Виконання аналізу чутливості. Перегляд результатів аналізу чутливості. Оптимізація і аналіз ХТП з використанням пакету ChemCAD. Налаштування методу розв'язання задачі оптимізації. Рішення задачі оптимізації.

Тема 1.5 Принципи роботи SCADA-системи. Опис пакета SIMP Light SCADA. Приклади практичних реалізацій ХТП в SIMP Light SCADA.

Змістовий модуль 2 Основи комп'ютерного моделювання об'єктів ХТП за допомогою прикладної програми COMSOL.

Тема 2.1. Принцип роботи математичного пакета Comsol Multiphysics. Метод кінцевих елементів.

Тема 2.2. Загальні відомості про пакет Comsol Multiphysics.

Прикладні режими. Процес постановки і рішення задачі. Навігатор моделей. Засоби конструювання моделей.

Тема 2.3. Моделювання фізичних об'єктів в пакеті Comsol Multiphysics.

Приклади рішення задач прикладного характеру. Стаціонарний і нестаціонарний режими.

Тема 2.4. Візуалізація результатів в пакеті Comsol Multiphysics.

Побудова графіків 2D і 3D. Побудова графіків по перетинах і в точку. Експорт графіка в файл.

Тема 2.5. Зв'язок Comsol Multiphysics з Matlab і Simulink.

Імпорт і експорт моделі.

Змістовий модуль 3 Курсова робота

4.2 Перелік тем до самостійної роботи студента

Модуль 1

Тема 1.2. Особливості застосування твердофазних потоків в пакеті ChemCAD. Моделювання ХТП з використанням реактора Гіббса.

Тема 1.5 Оптимізація і аналіз ХТП з використанням пакету ChemCAD.

Модуль 2

Тема 2.5. Зв'язок Comsol Multiphysics з Matlab і Simulink.Імпорт і експорт моделі.

Модуль 3

Курсова робота

5 ПИТАННЯ ДЛЯ ПОВТОРЕННЯ ЛЕКЦІЙНОГО КУРСУ

Змістовий модуль 1.

1. Поясніть цілі і завдання аналізу й синтезу ХТС.
2. Що є об'єктом оптимізації в хімічній технології?
3. Які цілі визначають зміст оптимізації ХТС?
4. Дайте визначення ХТС і складових частин її ієрархічної структури.
5. Опишіть основні властивості ХТС.
6. Дайте характеристику основних змінних величин, що відображають роботу ХТС.
7. Як оцінюють якість функціонування ХТС?
8. Які типові схеми сполучення технологічних операторів існують у ХТС?
9. Який об'єкт ChemCAD називають модулем обладнання ? Які характерні елементи мають їх піктограми?
10. Як перемикають режими головного меню і які роботи виконують в першому і другому режимах?
11. Як вибирають базові одиниці вимірювання параметрів? Як відкривають і що містить панель одиниць вимірювання складу матеріальних потоків в звітах?
12. Опишіть послідовність складання списку речовин, що беруть участь в процесі.
13. Розкажіть про призначення і порядок використання процедури «Майстер термодинаміки».
14. Як отримують цифрові дані і графіки залежностей властивості індивідуальних речовин від температури?
15. Як отримують цифрові дані про властивості сумішей?
16. Які розрахунки виконують з використанням модуля сепаратора Flash?

17. Скільки вихідних потоків має модуль стехіометричного реактора і для чого вони призначені?
18. Як здійснюють висновок результатів розрахунку в форматі Excel? Чому результати розрахунків бажано виводити в формі таблиць Excel?
19. Що позначають в звіті по реактору параметри: Heat duty, MJ/h; Calc H of Reac., kJ/kmol?
20. Як вводять назви апаратів і потоків, показані на рис. 7.6?
21. Який фізичний зміст при розрахунку реакторів має параметр «Ступінь перетворення»?
22. Який фізичний зміст мають значення констант рівноваги в звіті для фазового роздільника?
23. Розкажіть про три можливих режиму розрахунку реактора з використанням модуля EREA.
24. На панелі «Модуль розрахунку рівноважного реактора (EREА)» є опції моделі реактора «Тільки рідина» і «Змішана фаза, реакція в рідкій фазі». У чому полягає різниця між даними опціями?
25. Які параметри вводять при розрахунку оборотних хімічних реакцій в панель модуля EREA?
26. У якій формі вводять рівняння для розрахунку константи рівноваги хімічних реакцій в панель модуля EREA?
27. Які специфічні особливості має модуль GIBS (реактор Гіббса)?
28. З якою метою використовуються в техніці SCADA-системи.
29. Для чого необхідно високу швидкодію SCADA-систем.
30. Які вимоги пред'являються до SCADA-системам?
31. За яких умов спрацює режим тривоги?
32. Які параметри використовуються для емуляції схеми в SCADA-системі SIMP Light? Як цей процес протікає на самому справі?
33. Що таке мнемосхема і для чого вона слугує?
34. Які функції виконує OPC сервер?
35. Для чого потрібні уставки?
36. Чи буде працювати SCADA-система при наявності помилок в мнемосхемі? Яких помилок?
37. У чому різниця між віртуальним і невидимим каналами?

Змістовий модуль 2.

1. Основні способи моделювання.
2. Перетворення математичних моделей для розрахунку на ЕОМ.
3. Основні характеристики математичних моделей.
4. Як перевірити адекватність моделі?
5. Рівні ієрархії математичних моделей?
6. Якими рівняннями описуються динамічні процеси на макрорівні?
7. Компонентні рівняння трьох основних елементів технічних систем.
8. Навести приклад топологічних рівнянь.
9. Переваги і недоліки однокрокових чисельних методів.
10. Навести приклад використання при моделюванні чисельного методу прогнозу і корекції другого порядку.
11. За яким принципом обирають крок інтегрування при комп'ютерному моделюванні?
12. Чому використовуються при комп'ютерному моделюванні чисельні методи зі змінним кроком?. Що таке ітерації?
13. Як підвищити точність розрахунків при комп'ютерному моделюванні?
14. Що таке область адекватності?
15. Области застосування програмного комплексу Comsol Multiphysics.

СПИСОК ЛІТЕРАТУРИ

Методичне забезпечення

1. Методичні вказівки до практичних занять і самостійної роботи з дисципліни „Комп'ютерне моделювання" для студентів І курсу (магістри) усіх форм навчання за спеціальністю 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», 161 «Хімічні технології та інженерія»/ Укл.: О.П. Мисов, М.О. Савченко – Дніпро: ДВНЗ УДХТУ, 2019. – 32 с.

2. Методичні вказівки до виконання курсового проекту з дисципліни „Комп'ютерне моделювання ” для магістрів І курсу усіх форм навчання за спеціальністю: 151 «Автоматизація та комп'ютерно-інтегровані технології», 161 «Хімічні технології та інженерія» / Укл.: О.П. Мисов, М.О. Савченко. – Дніпро: ДВНЗ УДХТУ, 2020. – 38 с.

Базова література:

Основна

1. Егоров, В.А. Применение ЭВМ для решения задач теплопроводности. Учебное пособие. В.И.Егоров – СПб: СПб ГУ ИТМО, 2006. – 77 с.

2. Гартман, Т.Н. Основы компьютерного моделирования химико-технологических процессов. Учебное пособие для вузов / Гартман Т.Н., Клушин Д.В. – М.: Академкнига, 2006. – 416 с.

3. Красников, Г.Е., Нагорнов О.В., Старостин Н.В. Моделирование физических процессов с использованием пакета Comsol Multiphysics. – М.: НИЯУ МИФИ, 2012. – 184 с.

4. Огородников, А.С. Моделирование в среде MatLab - COMSOL 3.5a. Часть 1. Учебное пособие. – Томск: Изд-во Томского политехнического университета, 2012. – 104 с.

5. Горбунов, В.А. Моделирование теплообмена в конечно-элементном пакете FEMLAB. Учебное пособие / В.А. Горбунов; ГОУВПО "Ивановский государственный энергетический университет имени В.И. Ленина". – Иваново, 2008. – 216 с.

Додаткова

1. Большаков, В.И. Основы метода конечных элементов / В.И. Большаков, Е.А. Яценко, Г. Соссу. – Днепропетровск: Gaudeamus, 2000. – 256 с.

Довідкова

1. Усатенко, С.С. Выполнение электрических схем по ЕСКД: Справочник. Усатенко С.С., Каченюк Т.К., Терехова М.В. – М.: Изд-во стандартов, 1989. – 326 с.

2. Новый справочник химика и технолога. Процессы и аппараты химических технологий. Ч.1. Под. Ред. Островского Г.М. СПб.: АНО НПО "Профессионал", 2004. – 848 с.

3. Новый справочник химика и технолога. Процессы и аппараты химических технологий. Ч.2. Под. Ред. Островского Г.М. СПб.: АНО НПО "Профессионал", 2004. – 916 с.