

МІНІСТЕРСТВО ОСВІТИ І НАУКИ УКРАЇНИ  
НАЦІОНАЛЬНИЙ ТЕХНІЧНИЙ УНІВЕРСИТЕТ  
«ДНІПРОВСЬКА ПОЛІТЕХНІКА»



**МЕТОДИЧНІ ВКАЗІВКИ**  
**ДО САМОСТІЙНОЇ РОБОТИ**  
**ЗА ДИСЦИПЛІНОЮ «МОДЕЛЮВАННЯ ТЕХНОЛОГІЧНИХ ПРОЦЕСІВ»**  
**ДЛЯ СТУДЕНТІВ СПЕЦІАЛЬНОСТІ**  
**185 «НАФТОГАЗОВА ІНЖЕНЕРІЯ ТА ТЕХНОЛОГІЇ»**

Дніпро  
НТУ «ДП»  
2024

Расцветаев В.О., Яворська В.В. Методичні вказівки до самостійної роботи за дисципліною «Моделювання технологічних процесів» для студентів спеціальності 185 «Нафтогазова інженерія та технології». – Нац. техн. ун-т «Дніпровська політехніка». – Д., : НТУ «ДП», 2024. – 11 с.

Автори:

В.О. Расцветаев, канд. техн. наук, доцент

В.В. Яворська, асистент кафедри нафтогазової інженерії та буріння

Затверджено методичною комісією зі спеціальності 185 Нафтогазова інженерія та технології (протокол № 8 від 09.07.2024р.) за поданням кафедри нафтогазової інженерії та буріння (протокол № 19 від 09.07.2024 р.).

Методичні вказівки призначені для сприяння студентам у самостійному вивченні основних аспектів моделювання технологічних процесів.

Методичні вказівки також містять практичні поради щодо організації самостійної роботи, включаючи планування навчального процесу, поглиблене розуміння теоретичних і практичних аспектів, регулярний самоконтроль і ефективне використання технічної документації. Вони допомагають студентам не лише засвоїти теоретичний матеріал, але й підготуватися до практичної діяльності в нафтогазовій галузі.

## ЗМІСТ

ВСТУП.....	4
1. МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ.....	5
2. ОЧІКУВАНІ ДИСЦИПЛІНАРНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ.....	5
3. ОБСЯГ І РОЗПОДІЛ ЗА ФОРМАМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ ТА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ.....	6
4. ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ ЗА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ.....	6
5. ВКАЗІВКИ ДО САМОСТІЙНОГО ОПАНУВАННЯ ОКРЕМИХ ТЕМ.....	7
ЛІТЕРАТУРА.....	10

## ВСТУП

Моделювання технологічних процесів – процес побудови математичної моделі, об'єктом якої є технологічний процес чи його складові, і яка призначена для вирішення конкретних практичних задач:

- розроблення нових технологічних процесів чи вдосконалення існуючих;
- визначення та/або прогнозування характеристик чи показників технологічного процесу або його результатів, які неможливо чи економічно недоцільно визначити в реальних умовах;

- навчальні чи демонстраційні моделі, які надають можливість візуального представлення реальних процесів і явищ, що являють собою чи супроводжують технологічні процеси або окремі його складові;

- імітаційні моделі які дозволяють візуалізувати технологічні процеси чи їх елементи, та які призначені для реклами, розваг, популярних телепередач тощо.

Математичне моделювання технологічних процесів – метод дослідження технологічних процесів чи їх складових шляхом побудови їх математичних моделей і дослідження цих моделей в різних умовах.

Моделювання в нафтогазовій промисловості доцільно розглядати в плані основних об'єктів, та технологічних процесів і пристроїв, які використовуються при бурінні, видобуванні, транспорті та зберіганні, первинній та вторинній переробці вуглеводневих флюїдів.

## 1 МЕТА НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

В освітньо-професійній програмі «Нафтогазова інженерія та технології» спеціальності 185 «Нафтогазова інженерія та технології» здійснено розподіл програмних результатів навчання (ПРН) за організаційними формами освітнього процесу. Зокрема, до дисципліни Ф9 «Моделювання технологічних процесів» віднесено такі результати навчання:

РН7	Застосовувати сучасні цифрові технології та спеціалізоване програмне забезпечення для розв'язання інженерних та управлінських задач, пов'язаних з реалізацією базових нафтогазових технологій буріння свердловин, видобування, транспортування та зберігання нафти і газу.
РН11	Розраховувати параметри гідрогазодинамічних процесів, які супроводжують рух нафти і газу та технологічних рідин в пласті/свердловинах/промислових і магістральних трубопроводах із застосуванням законів термодинаміки, гідравліки і газової динаміки та сучасних методик відповідних розрахунків.

**Мета дисципліни** – формування компетентностей щодо основ моделювання технологічних процесів нафтогазової галузі та буріння.

Реалізація мети вимагає трансформації програмних результатів навчання в дисциплінарні та адекватний відбір змісту навчальної дисципліни за цим критерієм.

## 2 ОЧІКУВАНІ ДИСЦИПЛІНАРНІ РЕЗУЛЬТАТИ НАВЧАННЯ

Шифр ПРН	Дисциплінарні результати навчання (ДРН)	
	шифр ДРН	зміст
РН7	РН7.1-Ф9	Вміти виконувати розрахунок режимів роботи систем газо-нафтопостачання для різних умов експлуатації
	РН7.2-Ф9	Вміти застосовувати методи діагностики систем газо-нафтопостачання з урахуванням безпеки їх складових
	РН7.3-Ф9	Визначати та оцінювати показники якості систем газо-нафтопостачання для конкретних умов експлуатації
РН11	РН11.1-Ф9	Знати як здійснюється нормативне та технічне забезпечення процесів створення, експлуатації та відновлення систем і технологій видобутку вуглеводних енергоносіїв
	РН11.2-Ф9	Знати організацію роботи, що забезпечує належну пропускну здатність і безпеку експлуатації ланок систем газо-нафтопостачання
	РН11.3-Ф9	Застосовувати сучасні методи аналізу та обробки інформації для контролю функціонування систем газо-нафтопостачання.

### 3 ОБСЯГ І РОЗПОДІЛ ЗА ФОРМАМИ ОРГАНІЗАЦІЇ ОСВІТНЬОГО ПРОЦЕСУ ТА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ

Вид навчальних занять	Обсяг, години	Розподіл за формами навчання, години				
		денна		Обсяг, години	заочна	
		аудиторні заняття	самостійна робота		аудиторні заняття	самостійна робота
лекції				20	2	18
лабораторні	120	52	68	100	10	90
РАЗОМ	120	52	68	120	12	108

### 4 ПРОГРАМА ДИСЦИПЛІНИ ЗА ВИДАМИ НАВЧАЛЬНИХ ЗАНЯТЬ

#### Денна форма навчання

Шифри ДРН	Види та тематика навчальних занять	Обсяг складових, години
	<b>ЛАБОРАТОРНІ ЗАНЯТТЯ</b>	<b>120</b>
РН7.1-Ф9, РН7.2-Ф9 РН7.3-Ф9	1 Вивчення основних принципів моделювання технологічних процесів за допомогою системи моделювання MATHCAD або SolidWorks на прикладі виконання розрахунку магістрального трубопроводу на міцність.	30
РН7.2-Ф9, РН11.3-Ф9	2. Моделювання збірки конструкції і процесу її функціонування в системі SolidWorks	30
РН11.1-Ф9, РН11.3-Ф9	3. Дослідження і оптимізація параметрів збірок в SolidWorks Simulation	30
РН11.1-Ф9, РН11.2-Ф9, РН11.3-Ф9	4. Дослідження конструкції в системі SolidWorks FlowSimulation	30
	<b>РАЗОМ</b>	<b>120</b>

#### Заочна форма навчання

Шифри ДРН	Види та тематика навчальних занять	Обсяг складових, години
	<b>Лекції</b>	<b>20</b>
РН7.1-Ф9, РН7.2-Ф9 РН7.3-Ф9	1. Загальні питання щодо комп'ютерного моделювання технологічних процесів у нафтогазовій інженерії у програмному середовищі MATHCAD та SOLIDWORKS	20
	<b>ЛАБОРАТОРНІ ЗАНЯТТЯ</b>	<b>100</b>
РН7.1-Ф9, РН7.2-Ф9 РН7.3-Ф9	1 Вивчення основних принципів моделювання технологічних процесів за допомогою системи моделювання MATHCAD або SolidWorks на прикладі виконання розрахунку магістрального	30

<b>Шифри ДРН</b>	<b>Види та тематика навчальних занять</b>	<b>Обсяг складових, години</b>
	трубопроводу на міцність.	
РН7.2-Ф9, РН11.3-Ф9	2. Моделювання збірки конструкції і процесу її функціонування в системі SolidWorks	30
РН11.1-Ф9, РН11.3-Ф9	3. Дослідження і оптимізація параметрів збірок в SolidWorks Simulation	20
РН11.1-Ф9, РН11.2-Ф9, РН11.3-Ф9	4. Дослідження конструкції в системі SolidWorks FlowSimulation	20
<b>РАЗОМ</b>		<b>120</b>

## **5 ВКАЗІВКИ ДО САМОСТІЙНОГО ОПАНУВАННЯ ОКРЕМИХ ТЕМ**

### **Тема 1. СИСТЕМНА ГАРАНТІЯ РЕЗУЛЬТАТУ МОДЕЛЮВАННЯ**

- 1.1. Невизначеність побудови моделей
- 1.2. Про метод гарантованого результату

### **Тема 2. ОСНОВИ СИСТЕМНОГО ПІДХОДУ У МОДЕЛЮВАННІ**

- 2.1 Основні категорії теорії систем
- 2.2 Поліструктурність та властивості об'єктів
- 2.3 Критерії цілісності системи.
- 2.4 Схеми зміни стану системи

### **Тема 3. СИСТЕМНІ ІНСТРУМЕНТИ У МОДЕЛЮВАННІ**

- 3.1 Середовище проживання об'єкта, елементи середовища та їх характеристика
- 3.2 Структура дії
- 3.3 Алгоритм аналізу та побудови системи
- 3.4 Принципи побудови інформаційних структур

### **Тема 4. АНАЛІЗ РОЗМІРНОСТЕЙ ТА ТЕОРЕТИЧНА БАЗА ФІЗИЧНОГО МОДЕЛЮВАННЯ**

- 4.1 Розміри величин
- 4.2 Методи обробки розмірностей

## **Тема 5. ПОДІБНІ ЯВИЩА ТА ТЕОРЕМА ПОДОБИ**

- 5.1 Умови подібності явищ
- 5.2 Теореми подібності
- 5.3 Методи визначення критеріїв подібності
- 5.4 Автоматизоване формування умов моделювання

## **Тема 6. ПОМИЛКИ МОДЕЛЮВАННЯ**

- 6.1 Природа помилок моделювання
- 6.2 Оцінка помилки масштабування
- 6.3 Методика моделювання

## **Тема 7. ПЛАНУВАННЯ ЕКСПЕРИМЕНТУ ТА ПРАКТИЧНІ ПИТАННЯ ПОБУДОВИ ЕМПІРИЧНИХ МОДЕЛЕЙ**

- 7.1 Вступні положення
- 7.2 Кодування змінних
- 7.3 Критерії оптимальності планів експерименту
- 7.4 Повний факторний експеримент
- 7.5 Приклад побудови факторної моделі.

## **Тема 8. ОЦІНКА РЕЗУЛЬТАТІВ ЕКСПЕРИМЕНТУ**

- 8.1 Властивості оцінок та критерії точності
- 8.2 Оцінка адекватності моделі
- 8.3 Приклад статистичної обробки експерименту

## **Тема 9. КОРИСНІ ДОДАТКИ У СТАТИСТИЧНОМУ МОДЕЛЮВАННІ**

- 9.1 Апроксимація області оптимальних значень
- 9.2 Різновиди статистичного моделювання

## **Тема 10. ПАРАМЕТРИЧНА ОПТИМІЗАЦІЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ ТЕХНІЧНИХ РІШЕНЬ**

- 10.1 Типи оптимізаційних завдань
- 10.2 Моделі параметричної оптимізації

## **Тема 11. КРИТЕРІЇ ЯКОСТІ ПРОЦЕСУ У ПРОЦЕДУРНОМУ МОДЕЛЮВАННІ**

- 11.1 Загальні положення
- 11.2 Функції бажаності



## **Тема 12. БАГАТОМІРНА КЛАСИФІКАЦІЯ ОБ'ЄКТІВ У ПРОЦЕДУРНОМУ МОДЕЛЮВАННІ**

- 12.1 Загальні положення
- 12.2 Алгоритм автоматичної класифікації
- 12.3 Приклад реалізації алгоритму

## **Тема 13. ХАРАКТЕРИСТИКА ПРОЦЕСУ ТРАНСФОРМАЦІЇ ТА ПОБУДОВА ЧИСЛОВИХ МОДЕЛЕЙ**

- 13.1 Загальні положення
- 13.2 Обмеження трансформації описових моделей
- 13.3 Помилки чисельного моделювання

## **Тема 14. КІЛЬКІСНІ МЕТОДИ РІШЕННЯ ДИФЕРЕНЦІЙНИХ РІВНЯНЬ**

- 14.1 Основні положення
- 14.2 Однокрокові чисельні методи
- 14.3 Багатокрокові чисельні методи
- 14.4 Практична реалізація чисельних методів
- 14.5 Крайові завдання

## **Тема 15. КОМП'ЮТЕРНЕ МОДЕЛЮВАННЯ СИСТЕМ**

- 15.1 Огляд комп'ютерних систем моделювання
- 15.2 Технологія візуального конструювання
- 15.3 Характеристика систем моделювання

## **Тема 17. SOLIDWORKS & MATHCAD**

- 17.1 Система моделювання SolidWorks
- 17.2 Комплекс моделювання у MATHCAD.

## ЛІТЕРАТУРА

1. Іванюк Н.І. Моделювання об'єктів нафтогазового комплексу: лабораторний практикум. – Івано-Франківськ: ІФНТУНГ, 2013. – 35 с.
2. Мюррей, Д. SolidWorks / Д. Мюррей – М. : ЛОРИ, 2001. – 458 с.
3. Алямовский, А. А. SolidWorks/COSMOSWorks / А. А. Алямовский. – М.: ДМК Пресс, 2004. – 432 с.
4. Мислюк М. А. Моделювання явищ і процесів у нафтогазопромисловій справі : Підручник / М. А. Мислюк, Ю. О. Зарубін. - Івано-Франківськ : Екор, 1999. – 494 с.
5. Білецький В. С. Моделювання у нафтогазовій інженерії : навч. посібник / В. С. Білецький ; Нац. техн. ун-т "Харків. політехн. ін-т". – Львів : Новий Світ – 2000, 2021. – 306 с.
6. Справочна система SolidWorks.
7. Стеценко І.В. Моделювання систем. М-во освіти і науки України, Черкас. держ. технол. ун-т. – Черкаси : ЧДТУ, 2010. – 399 с
8. Ідентифікація та моделювання технологічних об'єктів і систем керування : навчальний посібник / В. М. Дубовой. – Вінниця : ВНТУ, 2012. – 308 с.

## **Навчальне видання**

Расцветаев Валерій Олександрович  
Яворська Вікторія Вікторівна

Методичні вказівки до самостійної роботи  
за дисципліною «Моделювання технологічних процесів»  
для студентів спеціальності 185 «Нафтогазова інженерія та технології»

В редакції автора

Підготовлено до виходу в світ  
у Національному технічному університеті  
«Дніпровська політехніка».  
Свідоцтво про внесення до Державного реєстру ДК № 1842  
49005, м. Дніпро, просп. Д. Яворницького, 19