

НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ ЦИВІЛЬНОГО ЗАХИСТУ УКРАЇНИ

ФАКУЛЬТЕТ ОПЕРАТИВНО-РЯТУВАЛЬНИХ СИЛ

КАФЕДРА СПЕЦІАЛЬНОЇ ХІМІЇ ТА ХІМІЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ

СИЛАБУС НАВЧАЛЬНОЇ ДИСЦИПЛІНИ

**«МАТЕМАТИЧНЕ МОДЕЛЮВАННЯ ТА ОПТИМІЗАЦІЯ ОБ'ЄКТІВ  
ХІМІЧНОЇ ТЕХНОЛОГІЇ»**

циклу професійної (обов'язкової) підготовки

за освітньо-професійною програмою  
«Радіаційний та хімічний захист»

підготовки за першим (бакалаврським) ступенем вищої освіти

у галузі знань 16 «Хімічна та біоінженерія»

за спеціальністю 161 «Хімічні технології та інженерія»

(заочна форма навчання)

Рекомендовано кафедрою  
спеціальної хімії та хімічної технології  
на 2022- 2023 навчальний рік.  
Протокол від «15» липня 2022 року  
№   1  

Силабус розроблений відповідно до Робочої програми навчальної дисципліни  
«Математичне моделювання та оптимізація об'єктів хімічної технології»

2022 рік

## Загальна інформація про дисципліну

### Анотація дисципліни

Навчальна дисципліна «Математичне моделювання та оптимізація об'єктів хімічної технології» є однією з обов'язкових дисциплін освітньо-професійної програми «Радіаційний та хімічний захист». Вона спрямована на розвиток у студентів основ технологічного та системного мислення, підготовку фахівців, що мають загальне уявлення про методи математичного моделювання типових хіміко-технологічних процесів та здатні застосовувати ці методи на практиці

Завданням вивчення дисципліни «Математичне моделювання та оптимізація об'єктів хімічної технології» є навчити слухачів орієнтуватися в методах математичного моделювання та можливостях застосування електронно-обчислювальних машин, сформулювати уявлення про значення математичного моделювання, можливості та перспективи сучасних інформаційних технологій, виробити навички володіння методами математичного моделювання, прийомами роботи у програмах стандартного комплексу поставки ОС Windows і Microsoft Office та спеціалізованих пакетах прикладних програм при дослідженні хіміко-технологічних систем.

### Інформація про науково-педагогічного(них) працівника(ів)

Загальна інформація	Шаршанов Андрій Янович, ст. викладач кафедри спец. хімії та хімічної технології факультету оперативно-рятувальних сил, д.т.н., доцент
Контактна інформація	м. Харків, вул. Баварська, 7, корпус кафедри СХХТ, кабінет №201. Робочий номер телефону – 707-35-16
E-mail	scct@nuczu.edu.ua
Наукові інтереси	
Професійні здібності	
Наукова діяльність за освітнім компонентом	

### Час та місце проведення занять з дисципліни

Аудиторні заняття з навчальної дисципліни проводяться згідно затвердженого розкладу. Електронний варіант розкладу розміщується на сайті Університету (<http://rozklad.nuczu.edu.ua/timeTable/group>).

Консультації заочників з навчальної дисципліни проводяться протягом семестру щосереди з 15.00 до 16.00 у зумі (ідентифікатор: 889 8756 0733; код доступу: 7e4Zir). В разі додаткової потреби здобувача в консультації час погоджується з викладачем.

**Метою** викладання навчальної дисципліни “Математичне моделювання та оптимізація об'єктів хімічної технології” є формування та розвиток у

студентів основ технологічного та системного мислення, підготовка фахівців, що мають загальне уявлення про методи математичного моделювання типових хіміко-технологічних процесів та здатні застосовувати ці методи на практиці. Дана дисципліна є однією з основ для вивчення дисципліни «Основи проектування хімічних виробництв», сприяючи формуванню здатності проектувати хімічні процеси, використовуючи засоби і методи математичного моделювання.

### Опис навчальної дисципліни

Найменування показників	Форма здобуття освіти заочна (дистанційна)
<b>Статус дисципліни</b>	<i>обов'язкова професійна</i>
<b>Рік підготовки</b>	2022-2023
<b>Семестр</b>	7
<b>Обсяг дисципліни:</b>	
- в кредитах ЄКТС	4,5
- кількість модулів	3
- загальна кількість годин	135
<b>Розподіл часу за навчальним планом:</b>	
- лекції (годин)	8
- практичні заняття (годин)	2
- семінарські заняття (годин)	
- лабораторні заняття (годин)	2
- курсовий проект (робота) (годин)	
- інші види занять (годин)	
- самостійна робота (годин)	123
- індивідуальні завдання (науково-дослідне) (годин)	
- підсумковий контроль	екзамен

### Передумови для вивчення дисципліни

*Пререквізити:* "Вища математика", "Основи інформаційних технологій", "Фізика", "Загальна та неорганічна хімія".

*Постреквізити:* "Основи проектування хімічних виробництв".

### Результати навчання та компетентності з дисципліни

Відповідно до освітньої програми «Радіаційний та хімічний захист», вивчення навчальної дисципліни повинно забезпечити:

- досягнення здобувачами вищої освіти таких результатів навчання:

Програмні результати навчання	ПРН
- Коректно використовувати у професійній діяльності термінологію та основні поняття хімії, хімічних технологій, процесів і обладнання виробництв хімічних	ПРН02.

речовин та матеріалів на їх основі.	
- Знати і розуміти механізми і кінетику хімічних процесів, ефективно використовувати їх при проектуванні і вдосконаленні технологічних процесів та апаратів хімічної промисловості.	ПРН03
- Використовувати сучасні обчислювальну техніку, спеціалізоване програмне забезпечення та інформаційні технології для розв'язання складних задач і практичних проблем у галузі хімічної інженерії, зокрема, для розрахунків устаткування і процесів хімічних виробництв	ПРН08
Дисциплінарні результати навчання	абревіатура
знати – основні поняття та методи математичного моделювання; - основні модельні описи елементів хіміко-технологічних систем; – методи статистичної обробки даних функціонування хіміко-технологічних систем; – математичні методи оптимізації хіміко-технологічних процесів і математичного планування експерименту;	
вміти – формулювати математичний опис та вирішувати типові задачі тепло - та масообміну; – моделювати хіміко-технологічні процеси випуску базової хімічної продукції; – визначити основні критерії досконалості хіміко-технологічних процесів; – визначити засоби оптимізації хіміко-технологічних процесів.	
- формування у здобувачів вищої освіти наступних компетентностей:	
Програмні компетентності (загальні та професійні)	ЗК, ПК
Здатність проектувати хімічні процеси з урахуванням технічних, законодавчих та екологічних обмежень.	ПК (К11)
Здатність використовувати сучасні матеріали, технології і конструкції апаратів в хімічній інженерії	ПК (К12)
Здатність обирати і використовувати відповідне обладнання, інструменти та методи для контролю та керування технологічних процесів хімічних виробництв.	ПК (К13)
Здатність використовувати обчислювальну техніку та інформаційні технології для вирішення складних задач і практичних проблем у галузі хімічної інженерії.	ПК (К14)
Очікувані компетентності з дисципліни	абревіатура
Здатність використовувати базові знання фундаментальних наук, в обсязі, необхідному для освоєння загальнопрофесійних дисциплін.	ЗК

<p>Навички використання інформаційних і комунікаційних технологій.</p> <p>Здатність до системного мислення.</p> <p>Дослідницькі навички.</p> <p>Здатність використовувати знання, уміння й навички в галузі фундаментальних дисциплін для теоретичного освоєння загальнопрофесійних дисциплін і рішення практичних завдань.</p>	
<p>Здатність проектувати хімічні процеси з урахуванням технічних, законодавчих та екологічних обмежень.</p> <p>Здатність використовувати обчислювальну техніку та інформаційні технології для вирішення складних задач і практичних проблем у галузі хімічної інженерії.</p>	ПК

## Програма навчальної дисципліни

### Модуль 1. Основні поняття математичного моделювання. Математичне моделювання детермінованих систем.

Тема 1.1. ММ як основний метод рішення технологічних задач і проектування хіміко-технологічних процесів Основні види мат. моделей.

Тема 1.2. Принципи моделювання. Основні етапи математичного моделювання хіміко-технологічних систем (ХТС).

Тема 1.3. Типові мат. моделі структури потоків у ХТС.

Тема 1.4. Моделювання гідравлічних систем.

Тема 1.5. Моделювання теплообмінних процесів.

Тема 1.6. Моделювання масообмінних процесів.

Тема 1.7. Моделювання хімічних реакцій.

Тема 1.8. Моделювання хімічних реакторів.

### Модуль 2. Упорядкування математичних моделей експериментально-статистичними методами.

Тема 2.1. Елементи теорії ймовірності і мат. статистики.

Тема 2.2. Основні положення регресійного аналізу.

Тема 2.3. Побудова статистичних моделей за результатами пасивного експерименту. Кореляції.

Тема 2.4. Методи планування експерименту.

### Модуль 3. Методи оптимізації хіміко-технологічних процесів

Тема 3.1. Основні положення теорії оптимізації.

Тема 3.2. Розв'язання задач безумовної оптимізації методами класичного аналізу

Тема 3.3. Лінійне програмування.

Тема 3.4. Методи нелінійного програмування.

### Розподіл дисципліни у годинах за формами організації освітнього процесу та видами навчальних занять:

Назви модулів і тем	Форма здобуття освіти (очна (денна) або заочна (дистанційна))					
	Кількість годин					
	усього	у тому числі				
лекції		практичні (семінарські) заняття	лабораторні заняття	самостійна робота	модульна контрольна робота	
<b>7- й семестр</b>						
<b>Модуль 1</b>						
Тема 1.1	2	2			0	
Тема 1.2	8				8	
Тема 1.3	5	2			3	
Тема 1.4	15		2		13	

Тема 1.5	13				13	
Тема 1.6	10				10	
Тема 1.7	9				9	
Тема 1.8	13				13	
Разом за модулем 1	75	4	2	0	69	
<b>Модуль 2</b>						
Тема 2.1	6				6	
Тема 2.2	8	2		2	4	
Тема 2.3	6				6	
Тема 2.4	10				10	
Разом за модулем 2	30	2	0	2	26	
<b>Модуль 3</b>						
Тема 3.1	8	2			6	
Тема 3.2	6				6	
Тема 3.3	10				10	
Тема 3.4	6				6	
Разом за модулем 3	30	2	0	0	28	
Разом за дисципліною	135	8	2	2	123	

#### **Теми практичних занять (у разі потреби)**

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1.	Тема 1.4 - Моделювання гідравлічних систем.	2
	Разом	2

#### **Теми лабораторних занять (у разі потреби)**

№ з/п	Назва теми	Кількість годин
1	Тема 2.2 - Побудова регресійних залежностей у середовищі MathCAD	2
	Разом	2

#### **Орієнтовна тематика індивідуальних завдань**

Розрахункова робота (Завдання: 1. Розрахунок заданої гідравлічної системи. 2. Рівняння заданої схеми хімічних перетворень у хімічному реакторі. 3. Знаходження рівняння регресії для заданого набору даних. 4. Розв'язання задачі безумовної оптимізації у випадку однієї змінної. 5. Розв'язання задачі лінійного програмування.)

## Оцінювання освітніх досягнень здобувачів вищої освіти

### Засоби оцінювання

Засобами оцінювання та методами демонстрування результатів навчання є: екзамен, рішення контрольних задач, виконання (здача) лабораторних робіт, виконання завдань розрахункової роботи.

Оцінювання рівня освітніх досягнень здобувачів за освітніми компонентами, здійснюється за 100-бальною шкалою, що використовується в НУЦЗ України з переведенням в оцінку за рейтинговою шкалою - ЄКТС та в 4-бальну шкалу.

### Таблиця відповідності результатів оцінювання знань з навчальної дисципліни за різними шкалами

За 100-бальною шкалою, що використовується в НУЦЗ України	За рейтинговою шкалою (ЄКТС)	За 4-бальною шкалою
90-100	A	відмінно
80-89	B	добре
65-79	C	
55-64	D	задовільно
50-54	E	
35-49	FX	незадовільно
0-34	F	

### Критерії оцінювання

#### Форми поточного та підсумкового контролю

Поточний контроль результатів навчання здобувачів освіти здійснюється на кожному практичному і лабораторному занятті методами усного або письмового опитування або рішення контрольних задач.

Підсумковий контроль проводиться у формі екзамену.

#### Розподіл та накопичення балів, які отримують здобувачі, за видами навчальних занять та контрольними заходами з дисципліни

Види навчальних занять	Кількість навчальних занять	Максимальний бал за вид навчального заняття	Сумарна максимальна кількість балів за видами навчальних занять
------------------------	-----------------------------	---	---



<b>I. Поточний контроль</b>				
Модуль 1	лекції	2	0	0
	практичні заняття*			
	лабораторні роботи			
	розрахункова робота (з.1,2)*		20	20
Разом за модуль 1				20
Модуль 2	лекції	1	0	0
	практичні заняття*	1	3	3
	лабораторні роботи	1	5	5
	розрахункова робота (з.3)*		10	10
Разом за модуль 2				18
Модуль 3	лекції	1	0	0
	практичні заняття*			
	лабораторні роботи			
	розрахункова робота (з.4,5)*		20	20
Разом за модуль 3				20
Разом за поточний контроль				58
<b>II. Індивідуальні завдання (науково-дослідне)</b>				-
<b>III. Підсумковий контроль (екзамен)*</b>				42
Разом за всі види навчальних занять та контрольні заходи				100

*Пояснення:\** види навчальних занять та контрольні заходи для обов'язкового виконання.

### **Поточний контроль.**

Критерії поточного оцінювання знань здобувачів на практичному занятті (оцінюється в діапазоні від 0 до 3 балів):

3 бали – здобувач вільно володіє усім навчальним матеріалом та аргументовано висловлює свої думки, наводить приклади;

2 бали – здобувач орієнтуються в темі, але частково володіє матеріалом і допустив деякі помилки

1 бал – здобувач правильно розкрив лише окремі положення та може окреслити лише деякі проблемні питання з теми;

0,5 бала – здобувач поверхнево розкрив лише окремі положення та при цьому допустив суттєві помилки.

0 балів – здобувач не знає відповіді на поставлені питання

Критерії поточного оцінювання знань здобувачів на лабораторному занятті *(оцінюється в діапазоні від 0 до 5 балів)*:

5 балів – здобувач вільно володіє усім навчальним матеріалом та аргументовано висловлює свої думки, наводить приклади;

3 бали – здобувач орієнтуються в темі, але частково володіє матеріалом і допустив деякі помилки

2 бали – здобувач правильно розкрив лише окремі положення та може окреслити лише деякі проблемні питання з теми;

1 бал – здобувач поверхнево розкрив лише окремі положення та при цьому допустив суттєві помилки.

0 балів – здобувач не знає відповіді на поставлені питання

Критерії поточного оцінювання знань здобувачів при виконанні 1-го завдання з розрахункової роботи *(оцінюється в діапазоні від 0 до 10 балів)*:

10 бали – здобувач вільно володіє усім навчальним матеріалом та аргументовано висловлює свої думки, повністю і правильно виконав розрахунки;

7 бали – здобувач орієнтуються в темі, але частково володіє матеріалом і допустив деякі помилки

4 бали – здобувач правильно розкрив лише окремі положення та може окреслити лише деякі проблемні питання з теми;

2 бали – здобувач поверхнево розкрив лише окремі положення та при цьому допустив суттєві помилки.

0 балів – здобувач не знає відповіді на поставлені питання

### **Підсумковий контроль.**

Критерії оцінювання знань здобувачів на екзамені: *(оцінюється в діапазоні від 0 до 42 балів)*:

42 бали – здобувач вільно володіє усім навчальним матеріалом та аргументовано висловлює свої думки, наводить приклади, повно і правильно відповідає на теоретичні питання та вирішує обидві задачі;

30 балів – здобувач орієнтуються в темі, але частково володіє матеріалом і допустив деякі помилки, повністю рішив одну з задач.

18 балів – здобувач правильно розкрив лише окремі положення та може окреслити лише деякі проблемні питання з теми, майже повністю рішив одну з задач;

8 балів – здобувач поверхнево розкрив лише окремі положення та при цьому допустив суттєві помилки.

0 балів – здобувач не знає відповіді на поставлені питання

Перелік теоретичних питань для підготовки до екзамену:

### **Модуль 1. Основні поняття математичного моделювання Математичне моделювання детермінованих систем.**

1.1. Основні принципи моделювання та основні види мат. моделей.

1.2. Основні етапи математичного моделювання ХТ систем.

1.3. Типові мат. моделі структури потоків у ХТС (ідеального

змішування, ідеального витиснення, дифузійна, секційна).

1.4. Моделювання гідравлічних систем.

1.5. Моделювання теплообмінних процесів (моделі теплообмінників з прямотоком і протитоком).

1.6. Моделювання масообмінних процесів.

1.7. Моделювання хімічних реакцій (кінетичний аналіз реакцій: простих, оборотних, паралельних, послідовних.).

1.8. Моделювання хімічних реакторів (Класифікація реакторів. Математичний опис джерел (стоків) – процесів хімічного перетворення, масообміну, теплообміну. Опис реакторів: ідеального змішання, ідеального витиснення)

## **Модуль 2. Упорядкування математичних моделей експериментально-статистичними методами**

2.1. Елементи теорії ймовірності і мат. статистики. (Основні характеристики розподілів: математичне очікування, дисперсія, середнєквадратичне відхилення. Основні статистичні розподіли: нормальний, хі-квадрат, Стюдента, Фішера)

2.2. Основні положення регресійного аналізу (рівняння регресії, метод найменших квадратів, аналіз рівняння регресії).

2.3. Побудова статистичних моделей за результатами пасивного експерименту. Кореляції.

2.4. Методи планування експерименту. (Поняття планування експерименту. Вимоги до відгуку і факторів. Постановка повнофакторного експерименту.(ПФЕ). Обробка результатів ПФЕ).

## **Модуль 3. Методи оптимізації хіміко-технологічних процесів**

3.1. Основні положення теорії оптимізації. (Постановка задачі оптимізації. Критерії оптимальності. Фактори оптимізації.)

3.2. Розв'язання задач безумовної оптимізації методами класичного аналізу

3.3. Лінійне програмування. (Постановка задачі ЛП. Геометрична інтерпретація задачі ЛП. Розв'язання задачі ЛП.)

3.4. Методи нелінійного програмування. (Безградієнтні методи: покоординатного спуску, деформованого багатогранника. Градієнтні методи: релаксації, градієнту, найскорішого спуску.)

## **Політика викладання навчальної дисципліни**

1. Активна участь в обговоренні навчальних питань, попередня підготовка до практичних занять за рекомендованою літературою, якісне і своєчасне виконання завдань.

2. Сумлінне виконання розкладу занять з навчальної дисципліни (здобувачі вищої освіти, які запізнилися на заняття, до заняття не допускаються).

3. З навчальною метою під час заняття мобільними пристроями дозволяється користуватися тільки з дозволу викладача.

4. Здобувач вищої освіти має право дізнатися про свою кількість накопичених балів у викладача навчальної дисципліни та вести власний облік цих балів.

## **РЕКОМЕНДОВАНІ ДЖЕРЕЛА ІНФОРМАЦІЇ**

### **Література**

1. Математичне моделювання та оптимізація об'єктів хімічної технології: курс лекцій / А.Я. Шаршанов, О.В. Тарахно – Х.: НУЦЗУ, 2021. 164 с./ електронне видання

2. Компьютерные технологи в инженерной химии. Учеб. пособие для вузов / Л.Л. ТОВАЖНЯНСКИЙ, Т.Г. БАБАК и др., Т.1 – Харьков, 2011. – 606 с.

3. Компьютерные технологи в инженерной химии. Учеб. пособие для вузов / Л.Л. ТОВАЖНЯНСКИЙ, Т.Г. БАБАК и др., Т.2 – Харьков, 2011. – 376 с.

4. Комп'ютерне моделювання у хімічній технології: навч. посіб. [для студ. хім. спеціаль.] / Л.Л. ТОВАЖНЯНСЬКИЙ, Т.Г. БАБАК, О.О. ГОЛУБКІНА [та ін.]. – Харків: НТУ «ХП», 2011. – 608 с.

5. Освітньо-професійна програма «Радіаційний та хімічний захист» за спеціальністю 161 «Хімічні технології та інженерія» підготовки за першим (бакалаврським) рівнем вищої освіти в галузі знань 16 «Хімічна та біоінженерія».

### **Інформаційні ресурси**

1. [academy.arbu.edu.ua/rus/mbank/](http://academy.arbu.edu.ua/rus/mbank/) (Електронний банк методичної літератури НУЦЗУ).

Розробник:

старший викладач кафедри СХХТ,  
д.т.н., доцент



Андрій Шаршанов