

ХМЕЛЬНИЦЬКИЙ НАЦІОНАЛЬНИЙ УНІВЕРСИТЕТ

Факультет технологій і дизайну
Кафедра хімії та хімічної інженерії



ЗАТВЕРДЖУЮ
Декан факультету *PTD*
[Signature] **Тетяна ІВАНШЕНА**
Підпис ім'я, ПРІЗВИЩЕ
29 *серпня* 2024 р.

СІЛАБУС

Навчальна дисципліна Математичне моделювання хіміко-технологічних процесів
Освітньо-професійна програма Хімічні технології та інженерія
Рівень вищої освіти Перший (бакалаврський)

Таблиця 1 – Загальна інформація

Позиція	Зміст інформації
Викладач(і)	Магдійчук Анна Петрівна
Профайл викладача	https://xti.khmnu.edu.ua/magdiichuk-anna-petrivna/
E-mail викладача(ів)	amahdiichuk@khmnu.edu.ua
Контактний телефон	099-6-222-998
Сторінка дисципліни в ІСУ	https://msn.khmnu.edu.ua/course/view.php?id=395
Консультації	Очні: Відповідно до графіка, встановленого кафедрою Онлайн: за необхідністю та попередньою домовленістю

Загальна характеристика дисципліни

Статус дисципліни	Форма навчання	Курс	Семестр	Обсяг дисципліни		Кількість годин						Форма семестрового контролю	
				Кредити ЕКТС	Години	Аудиторні заняття				Індивідуальна робота студента	Самостійна робота (в т.ч. ІРС)	Залік	Іспит
						Разом	Лекції	Лабораторні роботи	Практичні заняття				
О	Д	4	8	6	180	68	34	34			112		+

Анотація навчальної дисципліни

Дисципліна «Математичне моделювання хіміко-технологічних процесів» є однією зі основних дисциплін професійної підготовки студентів першого (бакалаврського) рівня вищої освіти спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія».

На основі загальних понять з фізики, математики, інформаційних технологій, хімії, процесів та апаратів хімічних виробництв, дисципліна розглядає основні поняття математичного моделювання хіміко-технологічних процесів, процеси хімічної технології, математичне моделювання, етапи розробки математичної моделі, класифікацію моделей, деякі особливості моделей і задач математичного моделювання, упорядкування математичних моделей експериментально-статистичними методами, описову статистику,

перевірку статистичних гіпотез, параметричні тести, застосування методу найменших квадратів в побудові математичних моделей, застосування регресійного аналізу в побудові математичних моделей, основ факторного аналізу, метод крутого сходження, узагальнений параметр оптимізації, формулювання задачі оптимізації.

Пререквізити: вища та прикладна математика; загальна хімічна технологія; основи технічної творчості та наукових досліджень;

Кореквізити: основи проектування хімічних виробництв; екологічний аудит та менеджмент хімічних технологій; атестаційний іспит.

Мета і завдання дисципліни

Мета дисципліни. Навчити студентів будувати математичні моделі об'єктів хімічної технології та впроваджувати методи оптимізації хіміко-технологічних процесів.

Завдання дисципліни. Надати студентам знання і практичні навички з планування експерименту, використання методів спостереження, опису, класифікації об'єктів хімічних технологій, побудови процесу пошуку оптимальних рішень, застосування інформаційних технологій у вирішенні складних завдань, побудови рівняння процесу та виключення аномальних рішень.

Очікувані результати навчання

Студент, який успішно завершив вивчення дисципліни, повинен: *знати* математику, фізику і хімію на рівні, необхідному для досягнення результатів освітньої програми; *розробляти і реалізовувати* проекти, що стосуються технологій та обладнання хімічних виробництв, беручи до уваги цілі, ресурси, наявні обмеження, соціальні та економічні аспекти та ризики; *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; *обговорювати* результати професійної діяльності з фахівцями та нефхівцями, *аргументувати* власну позицію.

Тематичний і календарний план вивчення дисципліни

№ тижня	Тема лекції	Тема лабораторного заняття	Самостійна робота студента		
			зміст	год.	література
1	Основні поняття математичного моделювання хіміко-технологічних процесів.	Лабораторна робота (далі ЛР) 1. Розгляд різновидів моделей та їх класифікація.	Опрацювання лекційного матеріалу (лек. 1), підготовка до виконання ЛР 1	4	[1 с. 11- 32, 3 с. 9-13]
2	Класифікація моделей.	ЛР 1. Розгляд різновидів моделей та їх класифікація.	Опрацювання лекційного матеріалу (лек. 1,2), підготовка до захисту ЛР 1	4	[1 с. 11- 32, 3 с. 9-13]
3	Загальні питання математичного опису процесів.	ЛР 2. Математичний опис для будь-якого з виходів системи, емпіричні моделі.	Опрацювання лекційного матеріалу (лек. 3), підготовка до виконання ЛР 2	4	[1, с. 20-32].
4	Деякі особливості моделей і задач математичного моделювання.	ЛР 2. Математичний опис для будь-якого з виходів системи, емпіричні моделі.	Опрацювання лекційного матеріалу (лек. 3,4) Підготовка до захисту ЛР 2, підготовка до виконання ЛР 3	4	[1,с. 20- 42]
5	Упорядкування математичних моделей	ЛР 3. Упорядкування математичних моделей експериментально-	Опрацювання лекційного матеріалу (лек. 5), підготовка до	4	[4, с. 6- 42]

	експериментально-статистичними методами. Описова статистика.	статистичними методами.	виконання ЛР 3		
6	Види статистичних розподілів.	ЛР 3. Упорядкування математичних моделей експериментально-статистичними методами.	Опрацювання лекційного матеріалу (лек. 5,6). Підготовка до захисту ЛР 3, підготовка до виконання ЛР 4	4	[5, с. 116-123, с. 203-205, 213-215
7	Перевірка статистичних гіпотез. Основні поняття. Параметричні тести.	ЛР 4. Перевірка статистичних гіпотез	Опрацювання лекційного матеріалу (лек. 7), підготовка до виконання ЛР4. Підготовка до тестування 1 з тем 1-7	6	[6, с. 165-172; 7, с. 77-99].
8	Перевірка статистичних гіпотез. Непараметричні тести. Визначення моделей розподілу емпіричних даних.	ЛР 4. Перевірка статистичних гіпотез	Опрацювання лекційного матеріалу (лек. 7,8.) Підготовка до захисту ЛР 4. Підготовка до тестування 1 з тем 1-7. Підготовка до виконання ЛР5.	6	[6, с. 165-172; 7, с. 99-114]
9	Застосування методу найменших квадратів в побудові математичних моделей	ЛР 5. Застосування методу найменших квадратів і регресійного аналізу в побудові математичних моделей	Опрацювання лекційного матеріалу (лек. 9), Підготовка до виконання ЛР 5. Тестування 1.	6	[7, с. 160-169; 8, с.88-115]
10	Застосування регресійного аналізу в побудові математичних моделей.	ЛР 5. Застосування методу найменших квадратів і регресійного аналізу в побудові математичних моделей	Опрацювання лекційного матеріалу (лек. 9, 10), виконання ЛР 5.	4	[6, с. 68-71; 8, с.104-115]
11	Застосування регресійного аналізу в побудові математичних моделей. Оцінка значущості рівняння лінійної регресії	ЛР 5. Застосування методу найменших квадратів і регресійного аналізу в побудові математичних моделей	Опрацювання лекційного матеріалу (лек.11). Підготовка до захисту ЛР 5. Підготовка до виконання ЛР 6	4	[6, с. 56-64; 8, с.82-103]
12	Основи кореляційного аналізу	ЛР 6. Основи факторного аналізу.	Опрацювання лекційного матеріалу (лек.12). Підготовка до виконання ЛР 6	4	[6, с. 56-64; 8, с.82-103; 9, с. 29-39]
13	Основи факторного аналізу.	ЛР 6. Основи факторного аналізу.	Опрацювання лекційного матеріалу (лек.12,13) Підготовка до захисту ЛР 6. Підготовка до виконання ЛР 7.	4	[6, с. 56-64; 8, с.82-103; 9, с. 29-39]
14	Метод Гаусса-Зейделя. Градієнтний метод.	ЛР 7. Метод крутого сходження.	Опрацювання лекційного матеріалу (лек. 14), підготовка до виконання ЛР 7. Підготовка до тестування 2 з тем 8- 16.	6	[7, с. 179-185]
15	Метод крутого сходження.	ЛР 7. Метод крутого сходження.	Опрацювання лекційного матеріалу (лек.14,15). Підготовка до захисту ЛР 7. Підготовка до виконання ЛР 8. Підготовка до	6	[7, с. 185-199]

			тестування 2 з тем 8- 16.		
16	Сімплекс гратчасті плани.	ЛР 8. Узагальнений параметр оптимізації. Формулювання задачі оптимізації.	Опрацювання лекційного матеріалу (лек. 16), підготовка до виконання ЛР 8. Підготовка до тестування 2 з тем 8- 16.	6	[10, с. 138-141]
17	Узагальнений параметр оптимізації. Формулювання задачі оптимізації	ЛР 8. Узагальнений параметр оптимізації. Формулювання задачі оптимізації.	Опрацювання лекційного матеріалу (лек.17). Підготовка до захисту ЛР 7-8. Тестування 2.	6	[1, с. 261-270; 11, с. 10-116]

Примітка. * Лекції проводяться щотижня по дві години, лабораторні роботи щотижня по чотири години (чисельник чи знаменник відповідно до розкладу занять).

Політика дисципліни

Організація освітнього процесу в Університеті відповідає вимогам положень про організаційне і навчально-методичне забезпечення освітнього процесу, освітній програмі та навчальному плану. Студент зобов'язаний відвідувати лекції і лабораторні заняття згідно із розкладом, не запізнюватися на заняття, домашні завдання виконувати якісно і відповідно до графіка.

Термін захисту лабораторної роботи вважається своєчасним, якщо студент захистив її на наступному після виконання роботи занятті. За несвоєчасний захист лабораторної роботи з неповажної причини студент за позитивну відповідь отримує оцінку «задовільно». Пропущене лабораторне заняття студент повинен відпрацювати в лабораторіях кафедри у встановлений викладачем термін з реєстрацією у відповідному журналі кафедри, але не пізніше, ніж за два тижні до кінця теоретичних занять у семестрі.

Здобувачі вищої освіти при вивченні дисципліни можуть користуватись як наявним в аудиторіях кафедри комп'ютерним обладнанням, так і власними пристроями (ноутбуками, планшетами, смартфонами). Власними пристроями можна користуватися як для роботи в системі Модульного середовища, так і для доступу до зовнішніх інформаційних ресурсів, які необхідні для виконання лабораторних робіт.

Лабораторні роботи виконуються індивідуально або групами, згідно з варіантами, що представлені у методичних вказівках до лабораторних робіт. Під час роботи над індивідуальними завданнями недопустимі порушення правил академічної доброчесності. У разі наявності плагіату (спроба представити до захисту лабораторну роботу іншого варіанту) здобувач вищої освіти отримує незадовільну оцінку і має повторно виконати лабораторну роботу згідно із його варіантом.

Критерії оцінювання результатів навчання

Оцінювання академічних досягнень здобувача вищої освіти здійснюється відповідно до «Положення про контроль і оцінювання результатів навчання здобувачів вищої освіти у ХНУ». Кожний вид роботи з дисципліни оцінюється за інституційною **чотирибальною** шкалою і виставляється в електронному журналі обліку успішності. Семестрова підсумкова оцінка визначається як середньозважена з усіх видів навчальної роботи, виконаних і зданих студентом **позитивно**, з урахуванням коефіцієнта вагомості і розраховується в автоматизованому режимі за відповідною програмою. Вагові коефіцієнти змінюються залежно від структури дисципліни і важливості окремих видів її робіт.

Поточний контроль здійснюється як під час аудиторних занять, так і під час проведення контрольних заходів. Зокрема, при оцінюванні знань студентів використовуються такі методи контролю: усне опитування перед допуском до лабораторнозаняття; захист лабораторних робіт; письмове опитування (тестування).

Оцінка, яка виставляється за лабораторне заняття, складається з таких елементів: усне опитування студентів перед допуском до виконання лабораторної роботи; знання

теоретичного матеріалу з теми; якість оформлення протоколу; вміння студента обґрунтувати прийняті технологічні рішення; своєчасний захист лабораторної роботи.

Засвоєння студентом теоретичного матеріалу з дисципліни оцінюється тестуванням.

Семестровий контроль проводиться у формі іспиту. При цьому при виведенні остаточної оцінки враховуються результати поточного контролю.

Структурування дисципліни за видами робіт і оцінювання результатів навчання студентів денної форми здобуття освіти у семестрі за ваговими коефіцієнтами

Аудиторна робота								Самостійна робота		Семестровий контроль, іспит	
Лабораторні роботи №:								Тестовий контроль			
1	2	3	4	5	6	7	8	T1-4	T5-9	Підсумковий контрольний захід	
ВК*:								0,4		0,2	0,4

Умовні позначення: Т – тема дисципліни; ВК – ваговий коефіцієнт

Оцінювання тестових завдань

Тематичний тест для кожного студента складається з двадцяти тестових завдань, кожне з яких оцінюється одним балом. Максимальна сума балів, яку може набрати студент, складає 20.

Оцінювання здійснюється за **чотирибальною** шкалою. Відповідність набраних балів за тестове завдання оцінці, що виставляється студенту:

Сума балів за тестові завдання	8-11	12-15	16-19	20
Оцінка за 4-бальною шкалою	2	3	4	5

На тестування відводиться 25 хвилин. Студент може пройти тестування в он-лайн режимі у Модульному середовищі для навчання.

При отриманні негативної оцінки тест слід перездати до терміну наступного контролю.

Підсумкова семестрова оцінка за інституційною шкалою і шкалою ЄКТС встановлюється в автоматизованому режимі після внесення викладачем усіх оцінок до електронного журналу. Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС наведені у таблиці.

Співвідношення інституційної шкали оцінювання і шкали оцінювання ЄКТС

Оцінка ЄКТС	Інституційна інтервальна шкала балів	Інституційна оцінка, критерії оцінювання		
A	4,75–5,00	5	Зараховано	Відмінно – глибоке і повне опанування навчального матеріалу і виявлення відповідних умінь та навичок
B	4,25–4,74	4		Добре – повне знання навчального матеріалу з кількома незначними помилками
C	3,75–4,24	4		Добре – в загальному правильна відповідь з двома-трьома суттєвими помилками
D	3,25–3,74	3		Задовільно – неповне опанування програмного матеріалу, але достатнє для практичної діяльності за професією
E	3,00–3,24	3		Задовільно – неповне опанування програмного матеріалу, що задовольняє мінімальні критерії оцінювання
FX	2,00–2,99	2	Незараховано	Незадовільно – безсистемність одержаних знань і неможливість продовжити навчання без додаткових знань з дисципліни
F	0,00–1,99	2		Незадовільно – необхідна серйозна подальша робота і повторне вивчення дисципліни

Питання для підсумкового контролю з дисципліни

1. Що являють собою процеси хімічної технології?
2. В чому закладається істотна особливість хіміко-технологічних процесів?
3. Що являють потоки речовин які приймають участь в процесах хімічної технології?
4. В чому складається істотна особливість хіміко-технологічних процесів?
5. В чому полягає суть моделювання?
6. Що таке моделювання?
7. Коли може бути отримана реальна користь від моделювання?
8. За якими головними цілями може здійснюватися моделювання?
9. На скільки класів залежно від способу реалізації можна розділити всі моделі?
10. Які види математичного моделювання розрізняють?
11. На чому базується опис об'єктів і систем?
12. Що таке адекватність? Назвіть найбільш важливий ряд властивостей якими володіють моделі, від яких залежить успіх їхнього застосування?
14. Назвіть ряд рівняв ієрархії ефектів.
15. Проведіть класифікацію моделей.
16. Що таке матеріальні моделі?
17. Що таке ідеальні моделі?
18. Що таке матеріальне моделювання?
19. Що таке нескінченне сповільнення?
20. В чому закладається Парадокс Д'Аламбера?
21. Які явища описують рівняння Лапласа?
22. На які різновиди поділяється матеріальне моделювання?
23. Як проводиться математичний опис для будь-якого з виходів системи? Навести два основних підходи до опису систем.
24. Що являє собою емпіричний підхід до вирішення задач.
25. Що являє собою структура математичного опису при структурному підході?
26. Яким чином можна описувати емпіричні моделі?
27. Що таке точність моделей?
28. Що таке параметри моделі?
29. Що являють собою об'єкти із зосередженими та розподіленими параметрами?
30. Що називають проектними та перевірочними розрахунками?
31. Що таке описова статистика?
32. Що таке математичне сподівання?
33. Що розуміють під іншими видами середніх?
34. Що таке вибіркова медіана? Що таке мода m_x ?
35. Що таке дисперсія?
36. Що являє собою середньоквадратичне відхилення?
37. Що таке параметричні тести?
38. Що таке непараметричні тести?
39. Як видаляються недоліки незручності представлення результатів експериментів у вигляді таблиць або графіків?
40. Які методи найчастіше використовують для розрахунків параметрів b_0, b_1 ? В чому полягає метод МНК? Дати повну відповідь.
41. Що забезпечують розраховані значення параметрів b_0, b_1 рівняння $y = b_0 + b_1 x + \epsilon$? Які параметри можна визначити МНК і як?
42. Що потрібно робити якщо функція нелінійна? Навести приклади.
43. Навести формулу розрахунку b_0 , та b_1 .
44. Як проводиться побудова загальної лінійної моделі? 45. Що таке лінійна модель парної регресії?
46. Як проводиться оцінка значущості рівняння лінійної регресії?
47. Що називають кореляцією двох випадкових величин?

48. Які ознаки вважають статистично незалежними?
49. Яка задача основного експерименту?
50. Що таке фактор?
51. Що таке рівень фактору?
52. Як проводиться кодування факторів?
53. Як застосовується метод Гауса-Зейделя?
54. Як застосовується градієнтний метод? Які методи відносяться до факторних методів визначення екстремуму?
55. На чому заснований метод крутого сходження?
56. Розписати алгоритм методу крутого сходження.
57. Як будується діаграма склад-властивість?
58. Що таке симплекс гратасті плани?
59. Як будується діаграма склад-властивість?
60. Що таке симплекс гратасті плани?
61. Для чого використовується узагальнений параметр оптимізації?
62. Як визначаються коефіцієнти моделі для узагальненого параметра?
63. Яким чином розбивається шкала бажаності?
64. Яким чином проводиться обмеження шкали бажаності?
65. Що характерно для сучасного підходу до оптимізації?

Рекомендована література

Основна:

1. Денисюк Р.О. Хімічна технологія: Підручник. Житомир: Вид-во ЖДУ ім. І. Франка, 2017. 350 с.
2. Мисюра Т.Г., Попова Н.В. Математичне моделювання та оптимізація об'єктів хімічної технології [Електронний ресурс]: курс лекцій для здобувачів освітнього ступеня «бакалавр» спеціальності 161 «Хімічні технології та інженерія» освітньо-професійної програми «Хімічна технологія» денної та заочної форм навчання. К.: НУХТ, 2020. 234 с.
3. Красніков І.Л. та ін.. Математичне моделювання об'єктів керування хімічних і фармацевтичних виробництв : навч. посібник / ред. А. К. Бабіченко. Харків: ТОВ «С.А.М.», 2015. 224 с.
4. Огірко О.І., Галайко Н.В. Теорія ймовірностей та математична статистика: навчальний посібник. Львів: ЛьвДУВС, 2017. 292 с.
5. Куляс П. П. Типологія помилок: підручник-монографія. К: Вид-во НПУ імені М.П. Драгоманова, 2015. 464 с

Допоміжна:

6. Найко Д.А. Шевчук О. Ф. Теорія ймовірностей та математична статистика: навч. посіб. Вінниця: ВНАУ, 2020. 382 с.
7. Конспект лекцій з дисципліни «Математичне моделювання та оптимізація об'єктів хімічної технології» для студентів спеціальності «Хімічні технології переробки деревини та рослинної сировини» / Укл.: О.В. Черваков, М.В. Андріянова. Дніпропетровськ: ДВНЗ УДХТУ, 2016. 33 с.
8. Руденко В.М. Математична статистика. Навч. посіб. К.: Центр учбової літератури, 2012. – 304 с
9. Чуйко Г. П., Дворник О.В., Яремчук О.М. Математичне моделювання систем і процесів : навчальний посібник. Миколаїв: Вид-во ЧДУ імені Петра Могили, 2015. 244 с.
10. Супрунович С. В., Кормош Ж. О., Сливка Н. Ю. Статистичні та хемометричні методи в хімії : Навчальний посібник для студентів вищих навчальних закладів. Луцьк: ВНУ імені Лесі Українки, 2022. 210 с.
11. Матвійчук В.А., Веселовська Н.Р., Шаргородський С.А. Математичне моделювання новітніх технологічних систем: монографія. Вінниця: 2021. 193 с.

Інформаційні ресурси:

- 1 Модульне середовище для навчання MOODLE. Доступ до ресурсу:
<https://msn.khmnu.edu.ua/course/view.php?id=395>
- 2 Електронна бібліотека університету. Доступ до ресурсу:
http://lib.khmnu.edu.ua/asp/php_f/page_lib.php